

# SMART & EASY

Das Kundenmagazin von ZENNER International

01 **2024**

## ENERGIE INTELLIGENT NUTZEN!

Digitale Lösungen von der Energieerzeugung über die Verteilung bis zur effizienten Nutzung.

**ZENNER BEI DER  
E-WORLD 2024**

Besuchen Sie uns am  
Stand C114 in Halle 2!

**ZENNER**



Liebe Leserinnen und Leser,

um die Klimaneutralität spätestens 2045 zu erreichen, müssen wir gemeinsam erneuerbare Energien, digitale Lösungen und die Potenziale künstlicher Intelligenz (KI) in sektorübergreifenden Konzepten und Lösungen zusammenbringen. Im Verkehrssektor und bei der Wärmeversorgung hat die Bundesregierung den Weg hin zur vollständigen Elektrifizierung geebnet. Dadurch hat sich der Stromverbrauch in diesen Bereichen bereits erhöht und wird in Zukunft noch weiter steigen.

Umso wichtiger ist Transparenz: Um die Energieversorgung zu sichern, müssen wir wissen, wer wann und wo wie viel Energie erzeugt und verbraucht. Lösungen, die genau das ermöglichen, gibt es schon heute: Intelligente Messsysteme mit Smart Meter Gateways, digitale Messtechnik und Sensorik und auch das Internet der Dinge gehören zu den wichtigsten Technologien. Wir erklären, wie sich die verschiedenen Lösungen ergänzen, und wie wir Sie gemeinsam mit unseren Partnern auf dem Weg zu mehr Transparenz unterstützen.

Viel Spaß beim Lesen wünscht Ihnen

Ihr Alexander Lehmann  
Geschäftsführer der ZENNER International  
GmbH & Co. KG

## INHALT

### TITELTHEMA

Energie intelligent nutzen	3 – 5
Das digitale Ökosystem	6 – 7
Smart Building: Energie effizient nutzen	8 – 9
Vom Windrad bis zur Wärmepumpe	10 – 12
Home Energy Management Systeme	13
Zählerauslesung: Wo kann LoRaWAN® eingesetzt werden?	14 – 17
Künstliche Intelligenz in der Energiewirtschaft	18 – 19

### ZENNER AUF DER MESSE:



**E-world** Essen, 20. – 22.2.2024  
Halle 2, Stand C114  
[www.e-world-essen.com](http://www.e-world-essen.com)



# ENERGIE INTELLIGENT NUTZEN

**Von der Erzeugung über die Verteilung bis hin zur Nutzung von Energie ermöglichen digitale Lösungen die nötige Transparenz, um langfristig eine maximale Effizienz beim Energieverbrauch zu erreichen. Gleichzeitig stellt der Gesetzgeber Schritt für Schritt die Weichen, um Investitions- und Planungssicherheit zu gewährleisten. Wie sich verschiedene digitale Lösungswelten dabei ergänzen können, zeigen ZENNER und die aktiver EMT GmbH.**

## Energie nachhaltig erzeugen

Die Transformation der Energieversorgung stellt Stadtwerke, Energieversorger und Kommunen vor große Herausforderungen. Ihre Aufgabe ist es, Haushalte, Industrie und öffentliche Infrastrukturbetreiber zuverlässig mit Energie zu versorgen. Ein wichtiger Baustein ist dabei die Entwicklung von Lösungen für die Strom- und Wärmeversorgung auf Basis erneuerbarer Energien. 2023 erreichten die erneuerbaren Energien einen neuen Höchststand. Sie trugen demnach insgesamt 59,7 Prozent zur Gesamtstromerzeugung bei. Die Windenergie war mit einem Anteil von 32 Prozent die wichtigste Stromquelle. Dies geht aus einer aktuellen Veröffentlichung des Fraunhofer-

Instituts für Solare Energiesysteme ISE hervor. Die Solarstromerzeugung erreichte 2023 mit einem Anteil an der Nettostromerzeugung von rund 12 Prozent ebenfalls einen neuen Rekordwert.

Energie klimafreundlich zu erzeugen, ist aber nur ein Bestandteil des Konzeptes zur angestrebten Erreichung von Klimaneutralität bis 2045. Ebenso wichtig sind die sichere Verteilung und die effiziente Nutzung von Energie. Mehr erneuerbare Energie zu produzieren und gleichzeitig mit intelligenten Lösungen den Energiebedarf zu senken kann langfristig die richtige Erfolgsformel sein. Um dies zu fördern, hat der Gesetzgeber verschiedene Regelungen und Verordnungen auf den Weg gebracht. Eine entscheidende Rolle spielt dabei einmal mehr die Digitalisierung.

## Energie intelligent verteilen: Smart Grids

Um eine sichere Verteilung von Energie zu gewährleisten, müssen Stromerzeugung und Stromverbrauch zunehmend in Einklang gebracht werden. Ende Mai 2023 trat das Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende (GNDEW) für einen beschleunigten, flexiblen und rechtssicheren Roll-



out intelligenter Messsysteme (iMSys) in Kraft. Smart Meter Gateways (SMGW) ermöglichen dabei u. a. die sichere Datenkommunikation und über die Control-able Local System (CLS)-Schnittstelle die Steuerung dezentraler Stromerzeuger und -verbraucher. Die aktiver EMT GmbH hat sich u. a. auf Lösungen speziell für diesen Bereich spezialisiert.

Ende November finalisierte die Bundesnetzagentur zudem den Paragraphen 14a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) zur netzorientierten Steuerung von Verbrauchseinrichtungen und Netzanschlüssen über ein SMGW. Wie § 14a EnWG technisch auszugestalten ist, veröffentlichte Anfang Dezember 2023 das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) mit der Technischen Richtlinie TR 03109-5. Die Pflichten nach § 14a EnWG gelten seit dem 01. Januar 2024. Mehr darüber lesen Sie im Artikel ab Seite 10.

Die Daten aus intelligenten Messsystemen sind für die Abschätzung des Netzzustandes und der Betriebsmit-telauslastung oft nicht aussagekräftig genug. Kurzum: Energiewirtschaftlich relevante Daten allein reichen als Grundlage für die Steuerung von Verteilnetzen nicht aus. Verteilnetzbetreiber (VNB) müssen zusätzliche Messungen in Ortsnetzstationen und Kabelver-teilerschränken etablieren, um die Energieflüsse in ihren Netzen transparent zu machen. Zudem sieht die Bundesnetzagentur im Kontext des § 14a EnWG

Nachweispflichten über den Netzknotenzustand vor, wenn VNB steuerbare Verbrauchseinrichtungen netzdienlich regeln.

Mit LoRaWAN® ist die Überwachung von Nieder-spannungsnetzen mit einfachen Mitteln realisierbar, indem Echtzeitdaten beispielsweise aus Ortsnetz-Trafostationen übertragen werden. Dazu müssen diese mit entsprechender Sensorik ausgerüstet werden. Die gewonnenen Daten können an zentraler Stelle ausgewertet und im Netzinformationssystem für die Netzsteuerung zur Verfügung gestellt werden.

Neben den phasenweisen Netzzustandsdaten wie Spannungen und Strömen von Stationsabgängen, den Phasenwinkeln und der Netzfrequenz lassen sich viele weitere betriebsrelevante Parameter messen und überwachen, wie etwa die Temperatur des Transformators, Schaltstellungen der Sicherungen oder Temperatur und Luftfeuchtigkeit in der Station.

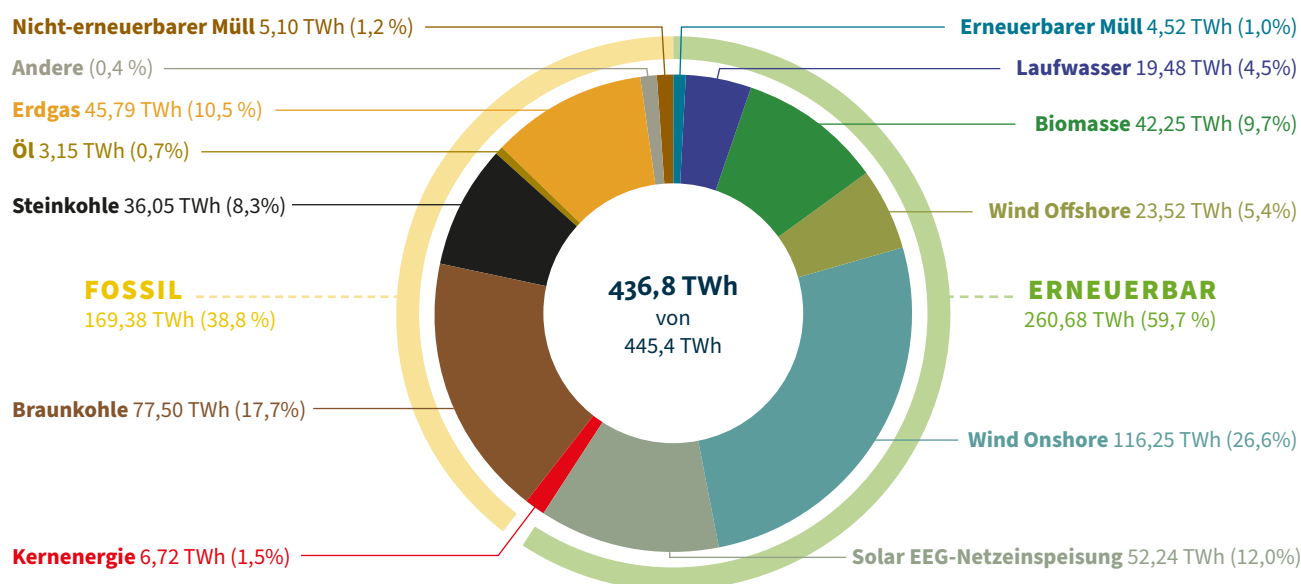
#### Energie effizient nutzen: Submetering

Geht es um die möglichst effiziente Nutzung von Ener-gie, sieht der Gesetzgeber insbesondere im Gebäude-bereich noch viel Handlungsbedarf. Mit mehr als 30 Prozent ist dieser nach wie vor der größte CO<sub>2</sub>-Verur-sacher in Deutschland. Ein wichtiger Ansatzpunkt ist hier das smarte Submetering. Die wohnungsweise



## ÖFFENTLICHE NETTOSTROMERZEUGUNG

Jahr 2023



Die Grafik zeigt die Nettostromerzeugung aus Kraftwerken zur öffentlichen Stromversorgung. Das ist der Strommix, der tatsächlich aus der Steckdose kommt. Der Selbstverbrauch von Solarstrom und die Erzeugung aus Kraftwerken von „Betrieben im verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden“, d. h. die industrielle Erzeugung für den Eigenverbrauch, ist bei dieser Darstellung nicht berücksichtigt.

Quelle: Fraunhofer ISE/energy-charts.info (Stand 02.01.2024)

und digitale Erfassung und Abrechnung der Energieverbräuche für Heizung und Warmwasser ermöglicht eine hohe Transparenz beim Energieverbrauch.

Hier wird der SMGW-basierte Messdatentransfer bislang zwar noch nicht explizit verlangt, doch die novellierte Heizkostenverordnung zeigt bereits, wohin der Weg führt: Neu zu installierende Messtechnik muss fernauslesbar sein und sicher an ein SMGW angebunden werden können. Möglich machen es das Internet der Dinge (IoT) und die Funktechnologie LoRaWAN®. Mit dem ZENNER IoT-Gateway Hutschiene können Daten auch über den sicheren Kommunikationskanal des SMGW übertragen werden. Die dafür verwendete Infrastruktur bietet rund um das Gebäude weitere Möglichkeiten für neue Services und Geschäftsmodelle.

ZENNER und die aktiver EMT GmbH bieten entsprechende Lösungen an, wie z. B. funkfähige Zähler und Sensoren mit LoRaWAN®-Technologie sowie Gateways zur Übertragung der erfassten Daten. Für viele Stadtwerke und Energieversorger ist das Submetering der Einstieg in smarte Gebäudelösungen, wie die intelligente Steuerung von Heizkörperthermostaten. Je nach Nutzerverhalten und Gebäudedämmung

lassen sich Energieeinsparpotenziale von bis zu 31,5 Prozent nutzen. Mehr darüber lesen Sie ab Seite 8.

### Potenziale nutzen in der Smart City

Neben innovativen Anwendungen für Gebäude lassen sich mit einem LoRaWAN®-Netz viele weitere Lösungen realisieren, wie die intelligente Abfallwirtschaft (Smart Waste), eine bedarfsgerechte Steuerung der öffentlichen Beleuchtung (Smart Lighting), intelligentes Parken (Smart Parking) oder die Überwachung der Luftqualität.

Lösungen für die intelligente Nutzung von Energie präsentieren ZENNER, die aktiver EMT GmbH und die LPDG GmbH bei der **E-world 2024 in Halle 2 am Stand C114**.

### VIDEOLINK

Energie intelligent nutzen  
in der Smart City





# DAS DIGITALE ÖKOSYSTEM



- LoRaWAN®-Netzaufbau und -betrieb

## ENERGIEERZEUGUNG



- Steuern und Schalten von EEG\*-Anlagen: Windpark



- Steuern und Schalten von EEG\*-Anlagen: Solarenergie und Mieterstrom

## ENERGIEVERTEILUNG

### SMART MOBILITY



- Steuern und Schalten von Ladesäulen und Wallboxen
- Überwachung von Parkflächen an Ladesäulen
- Data Analytics für Ladesäulen und Wallboxen

### SMART ENERGY



- Steuern und Schalten in Blockheizkraftwerken
- Predictive Maintenance in Blockheizkraftwerken

## ENERGIENUTZUNG

### SMART BUILDING



- Monitoring von Raumtemperatur, Luftfeuchtigkeit und CO<sub>2</sub>



- Smart Waste-Lösungen für Gebäude und Industrie



- Intelligente Steuerung von Heizkörperthermostaten

### SMART METERING / SUBMETERING



- Spartenübergreifende Zählerfernauslesung



- Smartes Submetering über intelligente Messsysteme



- Fernwartung von Rauchwarnmeldern

\* EEG = Erneuerbare-Energien-Gesetz

\*\* KWKG = Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz



Zusammen mit der aktiver EMT GmbH und der LPDG GmbH bietet ZENNER zahlreiche Lösungen von der Energieerzeugung über die Energieverteilung in Smart Grids bis zur effizienten Energienutzung in Smart Buildings oder in der Smart City. In allen Bereichen ermöglicht dies den Aufbau eines digitalen Ökosystems.

- **ZENNER International**
- **aktiver EMT GmbH**
- **LPDG GmbH**



- Steuern und Schalten von KWKG\*\*-Anlagen

## SMART GRIDS



- Steuern und Schalten im Netz

- Monitoring von Niederspannungsnetzen mit LoRaWAN®



- Steuern und Schalten über Energiemanagement-Systeme



- Monitoring von Wärmenetzen



- Monitoring von Wassernetzen

- Lastmanagement in der Wasserverteilung

## SMART CITY



- Smarte Steuerung der öffentlichen Beleuchtung



- Smart Waste-Lösungen für die Abfallwirtschaft



- Überwachung des fließenden Verkehrs



- Überwachung von Umweltdaten, Luft- und Wasserqualität



- Überwachung von Parkplätzen



- Hochwasserschutz und Pegelstandsmessung





# SMART BUILDING: ENERGIE EFFIZIENT NUTZEN

Geht es um das Thema Nachhaltigkeit und CO<sub>2</sub>-Einsparungen, steht der Gebäudesektor nach wie vor im Fokus. Als größter CO<sub>2</sub>-Verursacher bietet er auch das größte Potenzial beim Klimaschutz und beim Energiesparen. Angesichts des Ziels eines klimaneutralen Gebäudebestandes bis 2045 steckt hier noch viel Potenzial, um die Energieeffizienz zu verbessern.

Wirtschaftliche und gleichzeitig flexible Technologien wie das Internet der Dinge (IoT) und LoRaWAN® werden gerade im Gebäudesektor mehr und mehr zu digitalen Standards. Kombiniert mit der Nutzung von Lösungen rund um das CLS-Management (CLS = Controllable Local System) lassen sich Lösungen für smarte Gebäude entwickeln, die bei der effizienteren Nutzung von Energie im Gebäude unterstützen. Wer sich frühzeitig für LoRaWAN® als digitale Infrastruktur im smarten Gebäude entscheidet oder bereits entsprechende Infrastrukturen aufgebaut hat, kann schnell und unkompliziert neue Services integrieren.

## Geschäftsmodell Submetering

Die wohnungsweise und digitale Erfassung und Abrechnung der Energieverbräuche für Heizung und Warmwasser ermöglicht eine hohe Transparenz beim Energieverbrauch, was nachweislich zu einem bewussteren Umgang mit Ressourcen führt. Durch die in der aktuellen Heizkostenverordnung vorgeschriebene digitale Übertragung der Verbrauchsdaten sowie die Pflicht, Bewohnern monatlich die aktuellen Verbrauchsdaten zur Verfügung zu stellen, soll dieser Effekt noch verstärkt werden.

ZENNER und die aktiver EMT GmbH bieten entsprechende Lösungen an, wie z. B. funkfähige Zähler und Sensoren mit LoRaWAN®-Technologie sowie Gateways



zur Übertragung der erfassten Daten. Zählerdaten werden dabei über LoRaWAN® an das ZENNER IoT-Gateway Hutschiene übertragen, das als Submeter-einheit gemäß den Vorgaben des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) fungiert. Das Gateway kann die Daten über die CLS-Schnittstelle des Smart Meter Gateways (SMGW) weiterleiten.

Das Submetering über eine LoRaWAN®-Infrastruktur bietet zudem eine Menge Potenzial für weitere Services rund um das Management intelligenter und nachhaltiger Gebäude. Das Spektrum reicht dabei vom digitalen Rauchwarnmelderservice bis zur Überwachung der Luftqualität. Die dazu benötigten Geräte und Sensoren lassen sich mit geringem Aufwand in ein bestehendes LoRaWAN®-Netz integrieren.

Das Submetering steht bei Stadtwerken und Energieversorgern nach wie vor ganz oben auf der Liste möglicher neuer Geschäftsmodelle, denn viele Prozesse, wie Zählermontage und -ablesung sind bereits vertraut. „Für viele Stadtwerke, Energieversorger und Kommunen ist das smarte Submetering gleichzeitig der Einstieg in die Welt digitaler Gebäudelösungen. Diese umfasst beispielsweise auch die Erfassung von Raumklima, Temperatur und Luftfeuchtigkeit oder die Überwachung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Luft“, erklärt René Claussen, Geschäftsbereichsleiter IoT und digitale Lösungen bei ZENNER International GmbH & Co. KG.

### Nachhaltigkeit im intelligenten Gebäude

Die digitale Erfassung, Übertragung und Auswertung der Energieverbräuche im Gebäude ist jedoch nur ein Punkt in der umfangreichen Liste von Anforderungen, die es künftig auf dem Weg zum nachhaltigen Gebäude zu erfüllen gibt. Die Bandbreite reicht von der Überwachung der Luftqualität und des Raumklimas, über die automatische Steuerung der Beleuchtung bis hin zur Integration von erneuerbaren Energien und Mobilitätskonzepten. Hinzu kommen verschiedenste Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz, z. B. mit der neuen App von ZENNER.

### App ermöglicht intelligentes Heizen

Die intelligente Steuerung von Heizkörperthermostaten ist ein perfektes Beispiel dafür, wie sich neue Lösungen schnell und einfach in ein bestehendes LoRaWAN®-Ökosystem integrieren lassen. Transparenz über das Heizverhalten ist die Basis für eine gezielte und intelligente Steuerung von Gebäude- und

Raumtemperaturen. Mit der neuen App BuildingLink von ZENNER können Facility Manager und Gebäudeverwalter bestimmte Gebäudbereiche über das Internet der Dinge gezielt ansteuern und die Temperaturen gemäß dem tatsächlichen Nutzungsgrad anpassen. Je nach Nutzerverhalten und Gebäudedämmung lassen sich, Studien zufolge, Energieeinsparpotenziale von bis zu 31,5 Prozent nutzen.

Die App nutzt die Daten eines smarten LoRaWAN®-Heizkörperthermostats, das Temperatur und Luftfeuchtigkeit überwacht und regelt. Das Gerät erkennt auch automatisch, wenn ein Fenster geöffnet wurde und regelt daraufhin den Heizkörper vorübergehend herunter. Dadurch wird ineffizienter Energieverbrauch beim Heizen vermieden und zugleich ein positiver Beitrag zur Nachhaltigkeit geleistet.

Mit LoRaWAN® sind Stadtwerke, Kommunen, Industrie und Wohnungswirtschaft bestens aufgestellt und setzen auf effiziente Art viele sektorübergreifende Lösungen vom Smart Metering bis zur Smart City um.

### VIDEOLINKS

Heizkörperthermostate  
intelligent steuern mit  
BuildingLink



Energie intelligent nutzen  
in Smart Buildings



Energie intelligent nutzen  
mit Submetering



Smart Building-Lösungen zählen u. a. auf folgende UN-Ziele ein:





## VOM WINDRAD BIS ZUR WÄRMEPUMPE

Insgesamt fünf Use Cases sind künftig CLS-basiert zu organisieren:

- Schalten und Steuern von Erneuerbare-Energien- und Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen
- Schalten und Steuern von § 14a-EnWG-Anlagen
- Schalten und Steuern von Ladeinfrastrukturen
- Steuern per Energiemanagement-System und nach EEBUS-Standard
- Submetering über das SMGW



# VOM WINDRAD BIS ZUR WÄRMEPUMPE

**Was verbindet Windrad und Wärmepumpe? Beide werden Bestandteile eines ganzheitlichen, smarten Energiesystems, das die Sektoren Stromversorgung, Wärme und Mobilität koppelt, nachhaltige Dekarbonisierung ermöglicht, Energieerzeugung und -verbrauch netzdienlich austariert und noch vieles mehr. Schlüssel zu all dem ist das CLS-Management der aktiver EMT GmbH.**

Die Veränderungsdynamik speist sich maßgeblich aus den jüngsten Initiativen des Gesetzgebers und involvierter Behörden. Ende Mai 2023 trat das Gesetz zum Neustart der Digitalisierung der Energiewende (GNDEW) in Kraft für einen beschleunigten, flexiblen und rechtssicheren Rollout intelligenter Messsysteme (iMSys). Die in iMSys integrierten Smart Meter Gateways (SMGW) ermöglichen u. a. eine hochsichere Datenkommunikation und via CLS-Schnittstelle (CLS = Controllable Local System) die Steuerung dezentraler Stromerzeuger und -verbraucher sowie die Umsetzung smarter Services.

## Neue technische Richtlinie bringt Klarheit

Ende November finalisierte die Bundesnetzagentur Paragraph 14a des Energiewirtschaftsgesetzes (EnWG) zur netzorientierten Steuerung von Verbrauchseinrichtungen und Netzanschlüssen über ein SMGW. Diese Pflicht zum 01. Januar 2024 für alle Netzbetreiber betrifft alle steuerbaren Verbrauchseinrichtungen größer 4,2 kW installierter Leistung in der Niederspannung sowie auch alle steuerbaren Verbrauchseinrichtungen kleiner 4,2 kWp, wenn sie in Summe an einem Hausanschluss die vorgegebene Leistung überschreiten. Das bedeutet, dass neben Wallboxen, Ladesäulen, Stromspeichern und Wärmepumpen in der Zukunft auch Klimaanlage über einen CLS-Kommunikationsadapter bzw. ein Energiemanagement-System fernsteuerbar sein müssen. Wie § 14a EnWG technisch auszugestalten ist, veröffentlichte Anfang Dezember 2023 das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) mit der Technischen Richtlinie 03109-5. Joachim Kopp, Geschäftsführer der aktiver EMT GmbH, freut sich über das konsistente Regelwerk: „Durch die

Technische Richtlinie des BSI sind die Mindestanforderungen an die CLS-Kommunikationsadapter definiert. Jetzt kann die Digitalisierung der Energiewende tatsächlich Fahrt aufnehmen.“

Dabei ist tiefe Expertise gefordert, denn das SMGW-basierte Steuern von Verbrauchseinrichtungen ist mit einigen Anforderungen verbunden. „Netzorientiert gesteuert werden darf nur, wenn die Betriebsmittel eines Netzbereichs überlastet sind“, erläutert Joachim Kopp. „Dies muss durch eine Netzzustandsermittlung belegt werden, die sowohl auf Messdaten als auch auf Berechnungen zurückgreift. Zwischen Netzzustandsermittlung und Leistungsrosselung darf ein Zeitraum von drei Minuten nicht überschritten werden. Außerdem darf der netzwirksame Leistungsbezug nicht unter 4,2 kW gedimmt werden.“

## Steuern und Schalten als aktiver EMT

Weil Netzmanagement kritische Infrastrukturen betrifft, unterliegt die gesamte Prozesskette strengen Sicherheitsmaßnahmen. Daten über den CLS-Kanal des SMGW empfangen, senden und verarbeiten, darf nur ein vom BSI nach ISO 27001 zertifizierter aktiver Externer Marktteilnehmer (aEMT). „Diese Aufgabe übernimmt die aktiver EMT GmbH als entsprechend legitimierter und spezialisierter Dienstleister, der sich einfach in die Prozesskette einklinkt“, so Joachim Kopp. Mit der eigenen Datendrehscheibe, dem ZENNER Datahub, lassen sich die verschiedenen Use Cases im regulierten Bereich regelkonform umsetzen. „Wir bieten unseren Kunden einen leichten Einstieg in Form eines Bündelangebotes an, damit diese kurzfristig Tests durchführen und erste Erfahrungen sammeln können.“

Eine gesonderte Betrachtung verdient der Bereich Submetering. Hier wird der SMGW-basierte Messdatentransfer bislang nicht explizit verlangt. Doch die novellierte Heizkostenverordnung zeigt klar den Trend: Neu zu installierende Messtechnik muss fernauslesbar sein und an ein SMGW sicher angebunden werden können. Die aktiver EMT GmbH blickt – gemeinsam mit ZENNER – auf eine lange Projekthistorie



bei CLS-basiertem Submetering zurück und verfügt über einen entsprechend großen Erfahrungsschatz.

### Vielfältige Lösungen umsetzen

Smarte Elektromobilitätslösungen realisiert die aktiver EMT GmbH unter anderem mit dem Partner GP JOULE Connect GmbH – sei es beim Steuern von Ladesäulen oder im Kontext integrierter Steuerprojekte in smarten Quartieren. Im Bereich Elektromobilität lassen sich regulierte Anwendungen (Steuerung der Ladesäulen via SMGW) und nicht regulierte Prozesse (Einbindung von Parkplatzsensoren per LoRaWAN®) zur Steigerung von Nutzerkomfort und Wirtschaftlichkeit sinnvoll kombinieren.

Als integraler Bestandteil der Minol-ZENNER-Gruppe hat die aktiver EMT GmbH Zugang zum gesamten IoT-Lösungsportfolio im Firmenverbund. Dazu gehören z. B. diverse IoT-Gateways, Planung, Aufbau und Betrieb von LoRaWAN®-Netzen, IoT-Plattformbetrieb, Messtechnik, Heizkörperthermostatsteuerung

mit der BuildingLink-App und Services für die Wohnungswirtschaft.

Dieses breite Portfolio ermöglicht es der aktiver EMT GmbH das Big Picture der Smart City mitzugestalten und in die Realität umzusetzen. Durch die digitale Vernetzung der Sektoren Energie und Mobilität mit den Sektoren Smart Metering, Smart Grid, Smart Building und Smart City entsteht ein Ökosystem, das alle Bausteine einer smarten und klimaneutralen Stadt verbindet. Das CLS-Management ist dabei zugleich treibende Kraft und bringt durch Steuerung die Erzeugung und den Verbrauch in den Ausgleich. Insofern: Windrad und Wärmepumpe bleiben zwar eigenständige Einheiten, sind aber systemisch eng gekoppelt – und somit wesentliche Teile eines neuen, großen Ganzen.

Für Joachim Kopp ist das eine gute Nachricht: „Der Werkzeugkoffer für die Energiewende ist nun komplett bestückt. Die aktiver EMT GmbH gibt Verteilnetz- und Messstellenbetreibern, Stromlieferanten sowie Versorgungsunternehmen, Kommunen, Wohnungswirtschaft und Industriebetrieben alle Tools an die Hand, um sich tiefgreifend und nachhaltig dekarbonisieren zu können.“



Lösungen für das CLS-Management zahlen u. a. auf folgende UN-Ziele ein:





# HOME ENERGY MANAGEMENT SYSTEME

**Home Energy Management Systeme (HEMS), häufig auch als Energy Management System (EMS) bezeichnet, wurden entwickelt, um den Energieverbrauch in einem Haushalt effizienter zu gestalten. Mithilfe der Systeme können Nutzer ihre Energiequellen, -verbraucher und -speicher überwachen, steuern und optimieren.**

Die Systeme unterstützen Anwender dabei für eine optimale Energieeffizienz in Gebäuden zu sorgen, Energiekosten zu senken und den Ausstoß von Treibhausgasen zu reduzieren. Um das zu erreichen, müssen unter anderem erneuerbare Energiequellen stärker genutzt werden. In der Praxis bedeutet dies, dass beispielsweise die selbst erzeugte Energie einer Photovoltaikanlage möglichst nicht komplett ins öffentliche Stromnetz eingespeist wird, sondern andere steuerbare Anlagen nach § 14a Energiewirtschaftsgesetz im Gebäude mit der Energie versorgt werden. Dazu gehören beispielsweise Wallboxen, Klimaanlage oder Wärmepumpen.

Ein HEMS bietet dazu folgenden Funktionen:

**1. Energieüberwachung:** Das HEMS überwacht den Energieverbrauch verschiedener Geräte und Systeme in einer Liegenschaft. Dies erfolgt meist durch den Einsatz von intelligenten Messsystemen (iMSys), IoT-Sensoren oder Smart-Home-Geräten.

**2. Lastmanagement:** Ein HEMS ist in der Lage, den Energieverbrauch dynamisch zu steuern, indem es nicht wesentliche Lasten in Zeiten niedrigerer Energiekosten verschiebt. Geräte können z. B. zu Zeiten mit günstigeren (variablen) Stromtarifen betrieben werden oder wenn Energie im Gebäude beispielsweise durch die eigene Photovoltaikanlage erzeugt wird.

**3. Integration erneuerbare Energien:** Sind in der Liegenschaft Erzeugungsanlagen zur Stromerzeugung, wie beispielsweise Photovoltaikanlagen oder Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung, verbaut, kann das System sicherstellen, dass die erzeugte Energie effektiv in der Liegenschaft genutzt wird und die Anlagen effizient eingesetzt werden.

**4. Informationen zur Energieeffizienz:** Das System ist in der Lage, den Nutzer über seinen Energieverbrauch zu informieren und ihm Verbesserungsvorschläge zur Optimierung der Energieeffizienz zu unterbreiten.

**5. Individuelle Energiemanagementpläne:** Der Nutzer kann mit einem HEMS individuelle Energiemanagementpläne erstellen und den Energieverbrauch seinen Bedürfnissen entsprechend optimieren. Ein Beispiel ist die smarte Steuerung von Heizkörperthermostaten mit ZENNER BuildingLink.

**6. Fernsteuerung:** Viele HEMS ermöglichen es dem Nutzer, über mobile Apps oder andere Online-Plattformen, den Energieverbrauch im Haus auch von unterwegs zu überwachen und zu steuern.

HEMS zählen zu den so genannten Kommunikationsadaptern, sofern sie energiewirtschaftlich relevante Daten kommunizieren und folglich an ein Smart Meter Gateway angeschlossen werden müssen.

## UMSETZUNG VON HEMS MIT DEM ZENNER IOT-GATEWAY HUTSCHIENE

Für Kommunikationsadapter gelten in Deutschland hohe Sicherheits- und Interoperabilitätsanforderungen, die kürzlich in der Technischen Richtlinie BSI-TR 03109-5 des BSI festgelegt wurden. Die aktive EMT GmbH erfüllt diese Vorgaben. Ein solcher CLS-Kommunikationsadapter ist das ZENNER IoT Gateway Hutschiene. Auf ihm kann eine HEMS-Software bzw. ein HEMS-Algorithmus installiert werden. Alternativ kann ein HEMS aber auch auf einer eigenen Hardwarekomponente umgesetzt werden. Diese wird entsprechend hinter dem CLS-Kommunikationsadapter angeschlossen.

# **ZÄHLERFERN AUSLESUNG:** WO KANN LORAWAN® EINGESETZT WERDEN?





Der Gesetzgeber hat im Jahr 2016 mit dem Messstellenbetriebsgesetz die Messung von Stromverbräuchen umfassend reglementiert. Für Messungen bei der Versorgung mit Wasser, Fern- und Heizwärme, Gas sowie im Submetering ist der rechtliche Rahmen hingegen nicht zentral dokumentiert, sondern muss aus verschiedenen Gesetzen, Verordnungen und teilweise auch aus Entscheidungen der Bundesnetzagentur abgeleitet werden.

Von Kunden und Interessenten erhält ZENNER regelmäßig Anfragen, ob und in welchen Fällen eine Zählerfernauslesung über die Funktechnologie LoRaWAN® im Rahmen aktuell geltender Regelungen möglich ist. Für die in Deutschland gängigen Messszenarien haben wir daher die Nutzungsszenarien in einer Übersicht zusammengefasst.

### Fernauslesung in der Sparte Wasser

Für die Messwerterhebung von Wasserzählern gibt es aktuell noch keinen gesetzlichen Rahmen, der die Fernauslesung erfordern und regeln würde. Hier liegt es also beim Anwender selbst, welche Übertragungstechnologie verwendet wird. Technisch bietet LoRaWAN® für die Fernauslesung die optimale Basis. Aufgrund der hohen Reichweite der Funktechnologie und der guten Gebäudedurchdringung eignet sich LoRaWAN® besonders für den Einsatz in Wohnhäusern oder öffentlichen Gebäuden. ZENNER bietet LoRaWAN®-Lösungen zur Fernauslesung, die gegenüber aufwändigen Sichtablesungen, Walk-by- oder Drive-by-Lösungen sowie oft fehlerhaften Kundenselbstablesungen sowohl Prozess- als auch Kostenvorteile bieten.

### Fernauslesung in der Sparte Fernwärme

Regelungen für die Erfassung von Messwerten bei der Gebäudeversorgung mit Wärme und Kälte gibt die FFVAV (Fernwärme- oder Fernkälte-Verbrauchserfassungs- und Abrechnungsverordnung) in Verbindung mit dem Messstellenbetriebsgesetz (MsbG) vor.

#### Wie kann die FFVAV heute umgesetzt werden?

LoRaWAN® kann als Lösung genutzt werden, um jetzt den Pflichten zur Fernauslesung abrechnungsrelevanter Werte und der unterjährigen Verbrauchsinformation (uVI) nachzukommen. Ob der Gesetzgeber eine Smart Meter Gateway (SMGW)-Anbindungspflicht einführt oder ein gebündelter Messstellenbetrieb angeboten werden soll – eine nachträgliche



Ultraschall-Hauswasserzähler IUWS



Kompaktzähler für thermische Energie zelsius C5



Elektronischer Heizkostenverteiler caltos E

### VIDEOLINKS

Der Ultraschall-Großwasserzähler IUW von ZENNER



Device Manager Basic für Wireless M-Bus und LoRaWAN®



## RECHTL. RAHMEN ZUR FERNAUSLESUNG

	SMGW Pflicht	Anbindungspflicht an vorhandenes SMGW	Anbindung über CLS**
WASSER	Nein	Nein	Nicht erforderlich
WÄRME	Nein	Nein	Wenn Bündelangebot vom Anschlussnehmer beauftragt
GAS	Nein	Ja	Wenn SMGW vorhanden oder Bündelangebot vom Anschlussnehmer beauftragt
SUBMETERING	Nein	Ja	Wenn SMGW vorhanden oder Bündelangebot vom Anschlussnehmer beauftragt
STROM	Ja	Ja	Nicht möglich
EDM*	Nein	Nein	Nicht erforderlich

\*Energiedatenmonitoring    \*\*Controllable Local System

Anbindung an das SMGW ist über das IoT Gateway Hutschiene von ZENNER jederzeit möglich. Es nutzt zum Datenversand den CLS-Kanal des SMGW und entspricht dem aktuellen Stand der Technik (BSI-TR-03109-5).

### Fernausslesung in der Sparte Gas

Während Art und Umfang des Rollouts für Strom detailliert beschrieben werden, liefert das MsbG nur begrenzt Vorgaben zur Fernausslesung von Gas. Laut § 20 des MsbG dürfen nur neue Messeinrichtungen für Gas verbaut werden, wenn diese sicher mit einem SMGW verbunden werden können. Gaszähler müssen demnach über eine Schnittstelle verfügen, um mit einem bereits vorhandenen SMGW verbunden werden zu können. Mit ihrem Positionspapier BK6-22-253 stellt die Bundesnetzagentur klar, dass



ATMOS Balgengaszähler

die Zähleranbindungen über das LMN (Local Metrological Network) und den CLS-Kanal die gleichen Sicherheitsstandards erfüllen. Die lokale Übertragung über LoRaWAN® mit anschließendem Weiterversand über das SMGW entspricht dem vom Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) festgelegten Stand der Technik. Eine Anbindung an ein SMGW ist auch in diesem Fall genau dann erforderlich, wenn vor Ort bereits ein SMGW vorhanden ist oder wenn der Anschlussnehmer einen Messstellenbetreiber mit einem Bündelangebot nach § 6 MsbG beauftragt.

### Fernausslesung in der Sparte Submetering

Die Novelle der Heizkostenverordnung (HKVO) bringt für alle Messdienstleister in Deutschland vier wesentliche Anforderungen mit sich:

- Fernausslesbare Messtechnik
- Unterjährige Verbrauchsinformationen (uVI)
- Erweiterte Heizkostenabrechnung
- Theoretische Anbindungsmöglichkeit an ein SMGW

Mit LoRaWAN® kann den Pflichten zur Fernausslesung abrechnungsrelevanter Werte und der uVI bereits nachgekommen werden. Submetering-Dienstleister sollten bei der Wahl einer Lösung zur Fernausslesung darauf achten, dass sie sich im Falle der Nachrüstung konform zur TR-03109-5 an ein SMGW anbinden lässt. Sollte sich eine gesetzliche Anbindungspflicht ergeben, oder es soll ein Bündelangebot nach MsbG angeboten werden, ist die Anbindung mit dem IoT Gateway Hutschiene von ZENNER jederzeit möglich.



## METERING IM ZENNER PORTFOLIO

WASSER	WÄRME	GAS	STROM	EDM*
<b>Hauptmessungen</b>	<b>Hauptmessungen</b>	<b>Hauptmessungen</b>	<b>Hauptmessungen</b>	<b>Untermessungen</b> netzdienliche Messungen spartenübergreifend (nicht Submetering)
LoRaWAN®	LoRaWAN®	LoRaWAN®	wM-Bus, SMGW	LoRaWAN®
M-Bus, wM-Bus	LoRaWAN® via CLS** (Bündelangebot)	LoRaWAN® via CLS** (wenn SMGW vorhanden oder Bündelangebot)	M-Bus, SMGW	M-Bus, wM-Bus, Modbus
	wM-Bus SMGW (Bündelangebot)	wM-Bus (wenn SMGW vorhanden oder Bündelangebot)		

\*Energiedatenmonitoring

\*\*Controllable Local System

### Fernauslesung in der Sparte Strom

Die Sparte Strom ist ein streng regulierter Bereich in der Versorgung. Mit dem MsbG hat der Gesetzgeber die folgenden Punkte abschließend und vollumfänglich definiert:

- Den Umfang
- Die technische Ausgestaltung
- Den Rollout-Zeitrahmen
- Die fernauszulesenden Kundengruppen und Anwendungsfälle

Im Kontext des MsbG muss auch vom intelligenten Messsystem gesprochen werden. Über das SMGW kann das intelligente Messsystem die Messwerte des Stromzählers sicher übertragen. Stand heute ist eine Auslesung über SMGW abseits der Sparte Strom nur dann verpflichtend, wenn der grundzuständige Messstellenbetreiber den betreffenden Anschlussnutzer bereits mit einem intelligenten Messsystem ausgestattet hat. Für energiewirtschaftlich relevante Daten hat sich der Markt auf den Einsatz von M-Bus bzw. wireless M-Bus (wM-Bus) Mode 7 geeinigt und nutzt die Funktechnologie LoRaWAN® nicht.

### Energiedatenmonitoring

Per Definition sind innerbetriebliche Daten für alle Versorgungsarten unreguliert. Der Anwender kann für das Energiedatenmonitoring (EDM) die Übertragungstechnologie frei wählen. Technisch eignet sich LoRaWAN® aufgrund seiner Eigenschaften

(Reichweite und Gebäudedurchdringung) optimal für die Umsetzung eines Energiedatenmonitorings zur internen Erfassung und Überwachung des Energieverbrauches, z. B. in der Industrie.

### Fazit

Für alle beschriebenen Bereiche gelten andere rechtliche Rahmen zur Fernauslesung (s. Grafik). Bisher gilt nur für die Sparte Strom eine Pflicht zur Übertragung über das SMGW. Für Gas und das Submetering ist zusätzlich bereits eine Anbindungspflicht an ein vorhandenes SMGW vorgeschrieben. Eine Anbindung, z. B. über die CLS-Schnittstelle ist bei EDM und Wasser nicht erforderlich und bei der Sparte Strom nicht möglich. Mit ZENNER kann der komplette Bereich Metering abgedeckt werden. Nur für den Bereich Strom sieht der Gesetzgeber den Einsatz von M-Bus und wM-Bus Mode 7 verpflichtend vor. Für die Erfassung und Übertragung von Messwerten der Versorgung mit Wasser, Fernwärme, Gas und im Submetering kann LoRaWAN® als wirtschaftliche Lösung mit hoher Reichweite eingesetzt werden.

Lösungen zur Zählerfernauslesung zahlen u. a. auf folgende UN-Ziele ein:



# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IN DER ENERGIEWIRTSCHAFT

Künstliche Intelligenz (KI) ist schon lange keine Zukunftsvision mehr, die wir nur aus der Science-Fiction kennen. Spätestens seit der Einführung der Software ChatGPT ist KI in unserem Alltag angekommen und wird mehr und mehr zu einem festen Bestandteil der Arbeitswelt, auch in Stadtwerken, Kommunen und der Energiewirtschaft. Sie unterstützt dabei, Aufgaben zu automatisieren, große Datenmengen zu analysieren und Vorhersagen zu treffen, z. B. über künftige Energieverbräuche oder den kommenden Trinkwasserbedarf.

## Einsatzbereiche von KI in der Energiewirtschaft

Die Anwendungsbereiche für künstliche Intelligenz in der Energiewirtschaft sind vielfältig und versprechen nicht nur Effizienzgewinne, sondern tragen auch dazu bei, Lösungen und Wege zu finden, um Energie intelligenter und nachhaltiger zu nutzen. Einige Bereiche haben wir bereits in den vorherigen Artikeln vorgestellt, wie zum Beispiel den Einsatz in intelligenten Stromnetzen (Smart Grids, siehe Seite 10) oder für ein intelligentes Energiemanagement in Gebäuden (siehe Seite 13).

Neben diesen Anwendungsfällen kann KI auch für weitere Anwendungsfälle in der Energiewirtschaft eingesetzt werden:

### 1. Energieprognosen und Lastmanagement:

KI wird eingesetzt, um präzise Vorhersagen über den Energiebedarf zu treffen. Das ermöglicht eine effiziente Planung und Optimierung von Energieerzeugung, -verteilung und -speicherung.

**2. Energieeffizienz:** KI überwacht und optimiert Prozesse und Systeme, was dazu beiträgt die Energieeffizienz zu verbessern. Dies gilt sowohl für industrielle Anlagen als auch für Gebäude oder Ladeinfrastrukturen.

**3. Erneuerbare Energien:** Bei der Integration von erneuerbaren Energien kann KI dazu beitragen, die Vorhersagbarkeit und Steuerung von Schwankungen im Energieangebot zu verbessern.

**4. Netzsicherheit:** KI kann dabei helfen, Netzwerke vor Cyberangriffen zu schützen und die Sicherheit von Energieinfrastrukturen zu gewährleisten.

**5. Handel und Marktprognosen:** KI kann in Handelsstrategien eingesetzt werden, um auf dem Energiemarkt fundierte Entscheidungen zu treffen. Das umfasst Preisprognosen, Handelsstrategien und Risikomanagement.

**6. Datenanalyse und Big Data:** KI ermöglicht es, große Mengen an Daten aus verschiedenen Quellen zu analysieren und daraus wertvolle Erkenntnisse für eine effizientere Energieerzeugung und -nutzung zu gewinnen.

## LPDG unterstützt bei der digitalen Transformation

Die 2018 gegründete Lehmann + Pioneers Digital GmbH (LPDG) ist innerhalb der Minol-ZENNER-Gruppe das Beratungsunternehmen für digitale Transformation und Systemintegration – spezialisiert auf Business Intelligence und Analytics, Big Data und Data Science sowie die Analyse und Automatisierung von Geschäftsprozessen (Robotic Process Automation).

Basierend auf Daten aus dem Internet der Dinge (IoT), die u. a. über das LoRaWAN®-Netz von ZENNER übertragen werden, bietet das Unternehmen analytische Modelle und Auswertungen für vielfältige Möglichkeiten im Aufbau datengetriebener Anwendungen und Lösungen. Dabei hat sich die LPDG auf die Implementierung analytischer Lösungen, wie das Erkennen von Anomalien in IoT-Daten mithilfe künstlicher Intelligenz und deren Integration in bestehende Systeme und Geschäftsprozesse spezialisiert.

## Beispiel: Predictive Maintenance in BHKW

Ganz im Sinne der Energiewende und der Sektorenkopplung erzeugen Blockheizkraftwerke (BHKW) Wärme und Strom dezentral und in unmittelbarer Nähe zum Verbraucher. Ein KI-basierter Anwendungsfall für eine datengetriebene Optimierung von Blockheizkraftwerken ist die „vorausschauende



Wartung“ (engl. „Predictive Maintenance“), die zur Sicherstellung der Versorgung die Ausfallwahrscheinlichkeit ermittelt. Im Gegensatz zur turnusmäßigen und zustandsorientierten Wartung basiert die vorausschauende Wartung auf der rechnerischen Ermittlung des optimalen Zeitpunkts für die Wartungsmaßnahme.

Durch Methoden der Datenintegration, Datenbereinigung und Vereinheitlichung auf der LPDG Analytics Plattform bildet die Gesamtheit der Daten die Basis zur Erkennung und Voraussage von Anomalien. Auf dieser Basis können Eintrittswahrscheinlichkeiten für bestimmte Ereignisse errechnet und somit auch der optimale Zeitpunkt für die Wartung bestimmt werden. Algorithmen aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz und maschinelles Lernen (engl. Machine Learning) sorgen so für einen energetisch vorteilhaften, sicheren und wirtschaftlichen BHKW-Betrieb.

#### Beispiel: Data Analytics bei Ladeinfrastrukturen

Mit Lösungen zur erweiterten Analyse von Ladeinfrastrukturen und E-Mobilität lassen sich Prognosen über das Nutzerverhalten von morgen erstellen. Die Analytics-Plattform der LPDG ermöglicht hier die detaillierte Analyse des Ladeverhaltens durch Unterscheidung von Lade- und Parkzeiten sowie der Ladedauer, die flexible Analyse der Energieverbräuche auf unterschiedlichen Aggregations-Ebenen und Zeithorizonten sowie die Klassifizierung der Ladestationen anhand des Nutzerverhaltens. Durch die Einbindung von Geo-Daten in die Analyse ist es möglich, die Ladedaten in Kombination mit der Position der Ladestationen auszuwerten. Der Einsatz von Methoden des maschinellen Lernens ermöglicht die Vorhersage des Energieverbrauchs und der zukünftigen Auslastung der Ladeinfrastruktur. Das Thema KI wird Industrie und Versorgungswirtschaft in den kommenden Jahren zunehmend beschäftigen. Es lohnt sich also, früh einzusteigen und erste Anwendungsfälle zu testen und zu implementieren.



## KI-LÖSUNGEN FÜR DIE ENERGIEWIRTSCHAFT

- Überwachung und Steuerung der Straßenbeleuchtung (Smart Lighting)
- Vorausschauende Wartung (Predictive Maintenance)
- Lastmanagement in der Wasserverteilung
- Überwachung des CO<sub>2</sub>-Levels in Gebäuden
- Analyse der Ladeinfrastruktur für E-Mobilität
- Anomalie-Erkennung bei IoT-Gerätedaten
- Verkehrsüberwachung
- Überwachung von Parkplätzen (Smart Parking)
- Überwachung von Personen- und Menschengruppen oder Besucherströmen
- Überwachung der Beckenbelegung in Schwimmbädern

**Matthias Hinkelmann** | Managing Director  
LPDG Lehmann + Pioneers Digital GmbH  
matthias.hinkelmann@lpdg.io

#### IMPRESSUM

##### Herausgeber

ZENNER International GmbH & Co. KG  
Heinrich-Barth-Str. 29,  
66115 Saarbrücken  
www.zenner.de

Koordination: Patrik Sartor  
E-Mail: patrik.sartor@zenner.com  
Telefon: (0681) 99676-3157

##### Bildquellen

Titelbild: AdobeStock, Mareen Fischinger;  
S. 2: ZENNER; S. 3: AdobeStock; S. 4:  
AdobeStock, Yuri Arcurs; S. 5: ZENNER;  
S. 6, 7: AdobeStock, Icons ZENNER;  
S. 8: fotolia, dell; S. 10: istock, serts;  
S. 12: AdobeStock; S. 14: AdobeStock,  
dusanpetkovic; S. 15, 16, 17: ZENNER;  
S. 19: AdobeStock, Nicolas Herrbach;

##### Redaktion und Gestaltung

Communication  
Consultants GmbH  
Breitwiesenstraße 17,  
70565 Stuttgart  
www.cc-stuttgart.de

##### Autoren

Stefanie Schröder,  
Patrik Sartor (ZENNER);  
Simon Dierig (aktiver  
EMT GmbH); Gerhard  
Großjohann (etaMedia);  
Heidrun Rau, Sara  
Scheuerl (Communication  
Consultants)

ZUKUNFTSSICHER

INNOVATIV

INTEROPERABEL

# Neue digitale Lösungswelten entdecken!



## Mit element suite und IoT:

Entdecken Sie element suite, die neue IoT-Komplettlösung von ZENNER! Sie verbindet die Fieldservice-Lösung element go zur Digitalisierung von Montageprozessen, die IoT-Plattform element iot – mit der Sie das Geräte- und Asset-Management, den LoRaWAN-Netzbetrieb, die Datenverarbeitung, die Prozessautomation, die Alarmerstellung und vieles mehr realisieren – sowie die neue Anwendung element apps, die Ihnen passende Applikationen bietet und die Möglichkeit, neue Applikationen selbst zu erstellen. Nutzen Sie mit element apps innovative, fertige Out-of-the-box-Applikationen wie ZENNER BuildingLink oder GridLink. Durch die Vernetzung aller Elemente bietet Ihnen element suite einen vollständig digitalen Ende-zu-Ende-Datenfluss von der Inbetriebnahme einzelner Sensoren bis zur fertigen Applikation.

[www.zenner-iot.com](http://www.zenner-iot.com)

 **element**suite **ZENNER**