

# Offen oder proprietär?

## Funknetze für die Industrie

Andreas Schenk

Bei der Auswahl von Funknetzen für die industrielle Produktion favorisieren viele Fabrikplaner offene statt proprietäre Netze. Aber: Je genauer man hinschaut, desto diffuser wird dieser scheinbare Gegensatz. Das zeigt ein Systemvergleich.

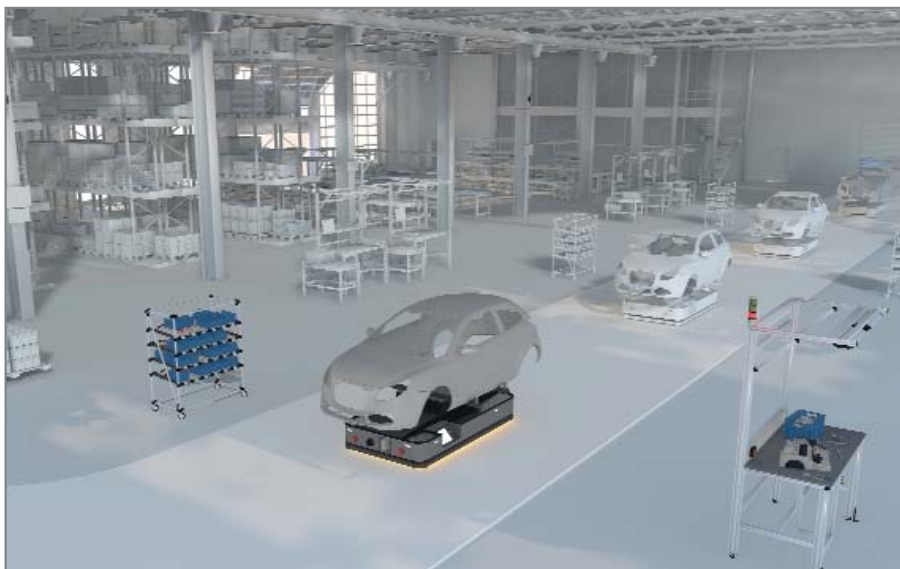


Bild 1: Die Intralogistik der Zukunft ist flexibel und kommuniziert im Funknetz

Funknetze sollen die Kommunikation sehr vieler Endgeräte (Sensoren) auf engem Raum und unter eher ungünstigen (Funk-)Bedingungen ermöglichen. Die Stabilität der Signalübertragung spielt dabei eine entscheidende Rolle, auch die Integrationsfähigkeit in die übergeordnete IT-Infrastruktur. Die Investitions- und Betriebskosten sowie die Zukunftsfähigkeit sind weitere wesentliche Kriterien, ebenso die Unabhängigkeit von einzelnen Betreibern und der Wunsch, eine möglichst universelle Lösung einzusetzen.

### Funknetze setzen sich durch

Das sind gängige Entscheidungskriterien bei der Auswahl von Funknetzen für die industrielle Produktion, die in immer mehr Produktionsstätten und hier vor allem in der Intralogistik zum Einsatz kommen. Ein Grund dafür ist, dass die moderne Logistik immer stärker auf Flexibilität setzt. Deshalb verzichten die Planer auf stationäre Fördertechnik wie Förderbänder und fest montierte Regale. Die Automobilindustrie zeigt, wie es geht: In den aktuell modernsten Werken werden die Fahrzeuge mit fahrerlosen Transportsyste-

men (FTS) durch die Fertigung bewegt, kleine FTS übernehmen die Materialzufuhr, und Kleinteile werden über ebenfalls mobile E-Kanban-Regale bereitgestellt (Bild 1).

Die kabelgebundene Kommunikation ist in diesen Fällen keine Option – deshalb die zunehmende Nachfrage nach LPWAN-Funknetzen (Low Power Wide Area Networks). Hier stehen unterschiedliche Systeme zur Wahl, die sich u.a. in die Kategorien „offen“ und „proprietär“ einteilen lassen.

### Vorteile offener Systeme

Bei den Protokollen, die auf offenen Standards basieren, hat LoRaWAN (Long Range WAN) eine gute Marktposition. Das ursprünglich für Anwendungen im öffentlichen Raum entwickelte Protokoll bietet eine hohe Reichweite. In der LoRa Alliance sind diverse Hersteller aktiv. Entsprechend breit ist das Programm an netzfähigen Geräten ([www.lora-alliance.org](http://www.lora-alliance.org)). Zunächst spricht (fast) alles für ein offenes System. Der Anwender legt sich nicht auf einen Anbieter fest, er kann Geräte verschiedener Hersteller einsetzen und bleibt unabhängig. Zudem

Andreas Schenk ist Produktmanager Wireless/nexy bei der Steute Technologies GmbH in Löhne

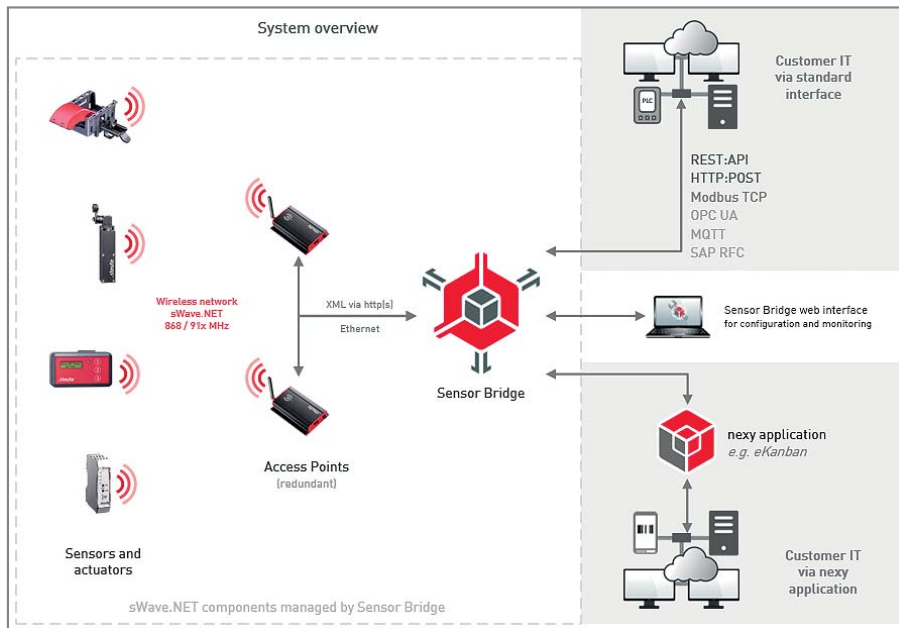


Bild 2: In ein sWave.NET-Netz können mehrere hundert – in der bisherigen Praxis bis zu 2.000 – Sensoren integriert werden

ist die Wahrscheinlichkeit größer, dass ein offenes System stetig weiterentwickelt wird, weil mehrere Unternehmen und ggf. Nutzergruppen daran beteiligt sind.

### In der Praxis dominieren proprietäre Systeme

Dass in der Praxis – zumindest nach Einschätzung von Steute – und in der Intralogistik letztlich doch fast immer proprietäre Systeme zum Einsatz kommen, ist kein Widerspruch. Die Pflichtenhefte der Anwender fordern eine hohe Übertragungssicherheit und Verfügbarkeit im industriellen Umfeld. Da LoRaWAN nicht primär für diese Bedingungen entwickelt wurde, wird das Übertragungsprotokoll i.d.R. so angepasst, dass es die gewünschten Eigenschaften bestmöglich erfüllt. Dann aber handelt es sich eben nicht mehr um ein offenes System, sondern um eine individuelle Anwendung, die in puncto Offenheit und Unabhängigkeit keine Vorteile gegenüber einem von vornherein proprietären System bietet. Das sollte der Anwender bei der Systemauswahl bedenken.

### Systemvergleich von zwei Funknetzen für die Intralogistik

Auf dieser Ebene lässt sich „auf Augenhöhe“ – das heißt unabhängig da-

von, ob offen oder nicht – ein Systemvergleich von LoRaWAN mit dem von Steute entwickelten proprietären Funknetz sWave.NET durchführen, das in der Intralogistik ebenfalls schon eine beachtliche Installationsbasis hat.

Bei LoRaWAN handelt es sich um ein Funknetz mit sternförmiger Architektur, das in unterschiedlichen Frequenzbereichen – im ISM- und SRD-Band – funkt. Der Standard wurde ursprünglich für die Vernetzung von drahtlosen Sensoren entwickelt, die auf mehreren Quadratkilometern Fläche verteilt sind, über große Reichweiten kommunizieren müssen und eher selten ein Funktelegramm versenden.

sWave.NET wurde mit dem Ziel entwickelt, für industrielle Anwendungen ein Funknetz zur Verfügung zu stellen, das sich durch hohe Verfügbarkeit und extrem geringen Stromverbrauch auszeichnet. In eine sWave.NET-Applikation können mehrere hundert Sensoren auf engstem Raum integriert werden (Bild 2). Access Points (Bild 3) bündeln die Kommunikation der Sensoren im Feld; ein Gateway als Medienwandler verbindet die Funkensoren und Aktoren mit den TCP/IP-Netzen. Eine Sensor-Bridge dient als Servicemanager und verbindet über diverse Protokolle mit dem IoT (Internet of Things).



Bild 3: Access Points bündeln die Sensorsignale im Feld

Beide Systeme sind lizenzfrei und weltweit nutzbar – je nach Land auf unterschiedlichen Frequenzen.

### Energieverbrauch/Batterielebensdauer

Sowohl LoRaWAN- als auch sWave.NET-Endgeräte haben generell einen geringen Stromverbrauch, wenn sie nicht in Betrieb sind. Im direkten Systemvergleich benötigen LoRaWANs jedoch etwa die sechsfache Sendezeit und deutlich mehr Empfangsleistung als sWave.NET. Bei einem Vergleichstest im Steute-Labor war der Energieverbrauch während des Sendens und Empfangens beim LoRaWAN-System im Schnitt zwölf Mal höher als beim sWave.NET-System (Komponenten bzw. Bedingungen des Vergleichs: Semtech SX1211 mit sWave.NET-Einstellungen und SX1272 mit LoRaWAN-Einstellungen gemäß LoRa Alliance). Entsprechend höher ist die Batterielebensdauer der sWave.NET-Sensoren.

### Reichweite

Bei LoRaWAN werden typische Reichweiten von bis zu 2 km (innerstädtisch) bzw. 15 km (auf dem Land) erzielt. Bei sWave.Net beträgt die Reichweite, bei der eine zuverlässige Signalübertragung gewährleistet ist, bis zu 60 m (in Gebäuden) bzw. 700 m (Freifeld). Das ist deutlich weniger als in LoRaWANs, für die üblichen industriellen Anwendungen aber völlig ausreichend.

### Latenz und Einschaltzeit

In vielen industriellen Anwendungen spielt die Antwort- und Reaktionszeit des (Funk-)Netzes eine entscheidende Rolle. Ein sWave.NET-Sensor kommuniziert mit einem Zugriffspunkt, der

innerhalb von 50 ms den Empfang des Funkprotokolls der Schaltinformation bestätigt. Ein LoRaWAN-Sensor sendet seine Daten an einen Zugangspunkt, die Antwort wird jedoch vom Backend generiert. Der Sensor muss auf seinen Empfangszeit slot warten

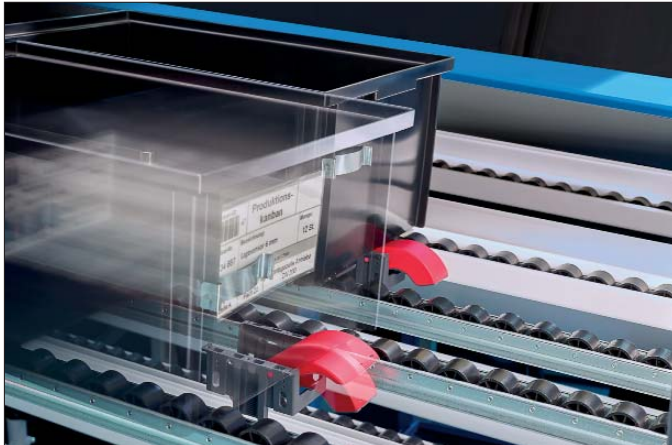


Bild 4: Dieser Sensor (Wippenschalter) wurde speziell für E-Kanban-Anwendungen entwickelt

ten, der auf 1,0 (eventuell auch 2,0) s nach der Übertragung abzielt. Somit ist die Antwortzeit bei sWave.NET deutlich kürzer.

#### Kollisionswahrscheinlichkeit

Dieser Faktor gibt Auskunft darüber, wie stark sich die Signale innerhalb eines Funksystems beeinträchtigen. Eine vergleichende Berechnung zur Kollisionswahrscheinlichkeit ([www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr06/ra\\_sg.htm](http://www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr06/ra_sg.htm), abgerufen am 8. Mai 2020) für den Fall, dass 200 Sensoren ein 20-byte-Telegramm pro Minute senden, ergibt folgendes Bild. LoRaWAN:

- $G_{\text{Uplink}} = 200/32.000,$   
 $P_{\text{UplinkLoss}} = 100 \% - e^{-2G} = 1,2 \%;$
- $G_{\text{Downlink}} = 200/4.000,$   
 $P_{\text{DownlinkLoss}} = 100 \% - e^{-2G} = 9,5 \%.$

sWave.NET:

- $G = 200/6.000,$   
 $P_{\text{LinkBlocked}} = 100 \% - 1/(1+G) =$   
 $G/(1+G) = 3,4 \%.$

sWave.NET wiederholt somit 3,4 % seiner Frames aufgrund einer LBT-Blockierung (Listen Before Talking), verliert jedoch keine Informationen. LoRaWAN verliert hingegen fast jedes zehnte Paket auf seiner Abwärtsverbindung, was zu Verzögerungen und

Wiederholungen führt, wenn Informationen verloren gehen. Bei einer hohen Installationsdichte der Knoten (z.B. 1.000 Nodes/ 30.000 m<sup>2</sup>) und der hohen Anzahl an Telegrammwiederholungen steigt der Energieverbrauch deutlich an.

Aufgrund der mindestens sechsmal längeren Sendedauer gegenüber sWave.NET kommt ein LoRaWAN-Gateway sechsmal schneller an seine Duty-Cycle-Begrenzung, wenn viele Schalter in einem kurzen Zeitraum schalten. LoRaWAN erreicht hier ca. 40 Telegramme á 20 byte pro Minute und Access Point, bei sWave.NET sind es ca. 250. Zur Anhebung des Duty-Cycle-Limits müsste auch bei LoRaWAN die Anzahl der Access Points erhöht werden. Oder es müsste die Empfangsbestätigung deaktiviert werden, was aber zu unerkannten Paketverlusten führen kann.

#### Koexistenz und Störfestigkeit

Diverse Maßnahmen steigern bei beiden Systemen den störungsfreien Betrieb auch gegenüber anderen Drahtlosnetzen. Bei sWave.NET muss z.B. jedes Funktelegramm eines Senders vom jeweiligen Access Point bestätigt werden. Erfolgt keine Antwort, wiederholt jeder Sender das Telegramm in zufälligen Intervallen innerhalb von ca. 13 s bis zu 30-Mal. Zwanzig der dreißig Wiederholungen nutzen einen LBT-Modus, d.h., der jeweilige Sensor prüft vor dem Senden eines Signals, ob der vorgesehene Kanal frei ist. LoRaWAN verwendet kein LBT. Daher besteht hier ein höheres Risiko für unerkannte Kollisionen von Funksignalen, selbst wenn mehrere Uplink-Kanäle verwendet werden.

#### Skalierbarkeit

LoRaWAN wurde u.a. für den Einsatz in Smart Cities und Infrastruktureinrichtungen entwickelt und ist in hohem Maße skalierbar. sWave.NET zielt

auf Anwendungen in der Industrie, insbesondere in der Intralogistik mit mehreren hundert oder gar tausend Funkschaltgeräten und -sensoren auf engstem Raum, z.B. in einer Produktionshalle. Auch hier ist also Skalierbarkeit gegeben, zumal verschiedene Applikationen (E-Kanban, FTS ...) in ein und demselben Funknetz betrieben werden können.

#### Produktprogramm

Für LoRaWAN gibt es ein umfangreiches Produktprogramm an Sensoren, Schaltgeräten und Aktoren. Hingegen kommen bei sWave.NET die Sensoren und Schaltgeräte des Steute-Wireless-Programms zum Einsatz. Dazu gehören auch Sensoren, die speziell für einzelne Applikationen entwickelt wurden – zum Beispiel für die Detektion von Behältern in mobilen E-Kanban-Systemen (Bild 4). Da die Funkmodule in Sensoren anderer Hersteller integriert werden können, ist sWave.NET offen für die Erweiterung um zusätzliche Endgeräte und Funktionen.

### Die Standardlösung gibt es nicht

Als Fazit des Vergleichs kann man festhalten: Bei der Auswahl von Netzlösungen für industrielle Anwendungen muss man wohl oder übel auf „Out-of-the-Box“-Lösungen mit offenen Standards verzichten. Vielmehr sollte der Anwender auf ein System setzen, das bestmöglich auf den individuellen Anwendungsfall angepasst ist. Dann ist der Wettbewerb eröffnet. Ein grundsätzlich offenes, in diesen Fällen aber meist modifiziertes Netz wie LoRaWAN bietet z.B. Vorteile, wenn ein hybrides Netz aus privaten und öffentlichen Infrastrukturen gewünscht ist. Ein proprietäres System wie sWave.NET zeichnet sich durch hohe Stabilität und Störfestigkeit bei industriellen Anwendungen aus. Es gibt bereits vorkonfigurierte Applikationen (E-Kanban, FTS, Andon usw.) und auch besondere Eigenschaften wie den „Deep-Sleep/Wakeup“-Modus für einen energiearmen Betrieb, der in der Intralogistik (z.B. bei der FTS-Steuerung) besondere Vorteile bietet. (bk)