

# Technologie zur Verbindung von Information und Energie

R. Staub, Zürich

Eine neue Technologie mit der Bezeichnung Digitalstrom soll dazu dienen, verschiedene elektrische Geräte auf relativ einfache Weise miteinander zu verbinden. Dabei wird der Stromverbrauch sicht- und messbar und zudem steigen zugleich auch Sicherheit und Komfort. Möglich wird dies durch den Einsatz eines winzigen Hochvolt-Chips. Da 2010 erste Produkte auf den Markt kommen sollen, wird nachfolgend auf die Funktionsweise sowie auf Einsatzmöglichkeiten eingegangen.

## 1 Ansatz

Seit ungefähr vier Jahren ist die Digitalstrom-Technologie (Abkürzung: dS) für dezentrale Intelligenz in der Entwicklung. Herzstück ist ein von der Firma Aizo erfundener ameisen-großer Chip, der sogenannte dSID (Digitalstrom-Identifizierer) (Bild 1). Mit ihm ausgestattete Komponenten und Geräten, können miteinander kommunizieren. Zudem ermöglicht er auch das Steuern und Regeln lokaler Funktionen. Die Kommunikation erfolgt dabei über das bestehende 230-V-Versorgungsnetz – aber nicht im herkömmlichen Verfahren mit Frequenzüberlagerung, sondern durch eine digitale Kommunikation jeweils im Nulldurchgang der Sinuskurve des Wechselstroms bei gleichzeitiger Sperrung der Leistung.

## 2 Der Hochvoltchip – revolutionäre Technik

**Funktionsvielfalt.** Der Digitalstrom-Chip ist der weltweit erste Hochvoltchip, in dem alles Notwendige integriert ist und der direkt an 230 V Netzspannung angeschlossen wird. Mit Hilfe nur eines preisgünstigen Bauteils wird ein Gerät systemfähig. Ein zusätzliches Netzteil oder ein Prozessor sind dabei nicht erforderlich, da entsprechende Komponenten bereits im Chip untergebracht sind. Dieser bietet mehr als 40 verschiedene Funktionen, wie z. B. digitale und analoge Ein- und Ausgänge, die Direktansteuerung diverser Sensoren, Energiemessung, eine galvanisch getrennte serielle Schnittstelle, Phasen-An- und -Abschnitt, eine RGB-Diode, Überspannungsschutz, Blitzschutz, An- und Abschaltautomatiken, Überlastschutz, Modem usw. Optional verfügt der Chip über eine 230-V-Leistungsendstufe, um z. B. Licht zu dimmen.

### Autor

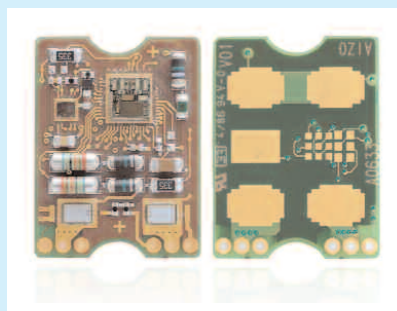
El.-Ing. (ETH) *Richard Staub* ist freier Fachautor und Inhaber der Firma BUS-House, Zürich/Schweiz.

Er kommuniziert innerhalb eines Stromkreises über einen sogenannten Digitalstrom-Meter (dSM), der neben dem Sicherungsautomaten im Elektroverteiler eingebaut wird (Bild 2). Mehrere dieser dS-Meter können dann über ein standardisiertes Protokoll miteinander kommunizieren und ermöglichen zudem über die Kommunikation mit einem ebenfalls auf der Hutschiene zu montierenden dS-Server (dSS) auch eine Anbindung an das Internet (Bild 3).

### Vorzüge von Digitalstrom im Überblick

- erhöht den Komfort
- benötigt keine neuen Kabel
- kostengünstige Nachrüstung möglich
- braucht keine zentrale Intelligenz
- senkt den Energieverbrauch
- preisgünstiger als bislang erhältliche Hausautomationssysteme (preislich mit herkömmlichen Elektroinstallationen vergleichbar)
- kann im System oder für einzelne Geräte (z. B. zum Dimmen) genutzt werden
- soll ab 2010 erhältlich sein

**Energieeffizienz.** Die Technologie soll auch Standby-Probleme lösen, die bei digitaler Vernetzung zu übermäßigem Energieverbrauch führen können, wenn Geräte wie TV, Server u. Ä. dauerhaft in Betrieb sind. Der Chip senkt den Standby-Verbrauch elektrischer Geräte von herkömmlichen 3 bis 5 W auf unter 0,3 W in der jetzigen Version und auf 0,1 W bei der nächstfolgenden. Diese Lösung ist sehr klein (etwa 50 Mal kleiner als die herkömmlichen Lösungen) und energieeffizient (ein Zehntel



### 1 Die ganze Chip-Platine findet Platz in einer Lüsterklemme

Der 4 x 6 mm große dSID (Digitalstrom-Identifizierer) befindet sich oben in der Mitte

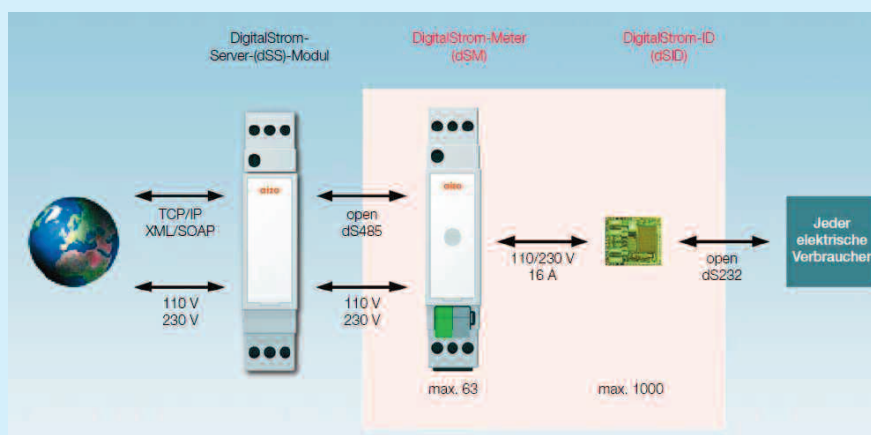
Foto: digitalstrom.org



### 2 Eine Nachrüstung in bestehende Installationen ist relativ einfach

dS-Meter und dS-Server werden auf der Hutschiene im Verteiler eingebaut

Foto: BUS-House



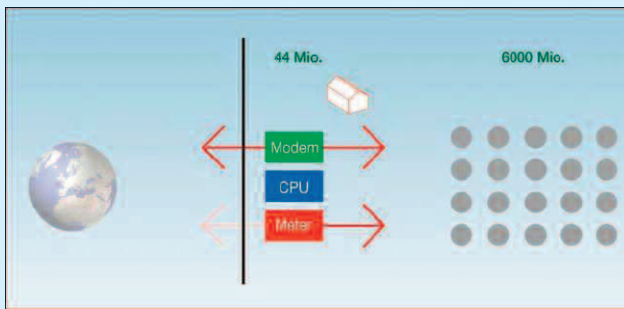
### 3 Die Digitalstrom-Komponenten verbinden alle gewünschten elektrischen Verbraucher über das hausinterne Stromnetz mit dem Internet

Quelle: digitalstrom.org

**4 Die Vernetzung von Elektrogeräten bietet völlig neue Möglichkeiten für Energiemanagement**

Beispiel: In Deutschland finden sich in den 44 Millionen Haushalten mehr als 6 Milliarden Elektrogeräte

Quelle: digitalstrom.org



**5 Anwendungsbeispiel für einfache Anzeige des Energieverbrauchs in der Demonstrationswohnung in Wetzlar**

Grünes Leuchten zeigt, dass Verbraucher wenig Energie beziehen

Foto: BUS-House



**6 Lüsterklemme mit eingebautem Digitalstrom-Chip**

Die gelbe Farbe steht für die Verwendung mit Geräten der Beleuchtungstechnik

Foto: digitalstrom.org

**4 Komfort, Sicherheit und Nachhaltigkeit**

Die Installation dieser Technik erfolgt mit nur wenigen Handgriffen. Dann wird der Verbrauch der einzelnen Geräte sichtbar. Ein einfaches Ampelsystem zeigt z. B. unüblich hohen Verbrauch an: Eine rote LED an zentraler Stelle in der Wohnung weist auf ungewollten Betrieb oder auf defekte Geräte hin. Eine abgenutzte Kühlschrankdichtung wird dadurch ebenso schnell erkannt und kann durch eine Fachkraft repariert werden, wie bislang der tropfende Wasserhahn. Somit hilft die Technik dank umfassender Transparenz dabei, den Verbrauch zu senken. Zukünftig soll der in Deutschland lancierte Energiesparzähler von Yello auch mit Digitalstrom-Geräten kommunizieren und so den Energieverbrauch relevanter Einzelverbraucher detailliert in der Rechnung auflisten. Mit der beschriebenen Technik ausgestattete Geräte lassen sich bedienen wie gewohnt: Licht an, Licht aus – je ein Tastendruck am vertrauten Schalter an der Wand genügt. Wer möchte, kann durch langes Drücken dimmen oder lauter und leiser stellen. Ohne große Vorkenntnisse lassen sich z. B. auch eigene Lichtstimmungen programmieren – alles ohne Computer. Eine farbliche Gestaltung der Schaltelemente hilft dem Anwender dabei, sich zurechtzufinden: Gelb steht für Licht, Grau für Beschattung, Grün für Zugang, Blau für die Lüftung usw.

Die Technologie bietet jedoch weit mehr als eine lokale Bedienung von Licht, Jalousien, Lüftung, Heizung oder Sicherheitssystemen über einen Taster. Ein „Alles-aus-Schalter“ schaltet alle nicht notwendigen Geräte aus, sodass z. B. die Espressomaschine nach dem Verlassen des Hauses keine Energie mehr verbraucht, während die Gefriertruhe natürlich weiterkühlt. Der Energieverbrauch wird somit transparent: Ein einfaches Steckerlämpchen zeigt mit den Farben Grün, Orange und Rot, ob sich der Verbrauch eines Geräts im oder über dem als normal definierten Bereich befindet (Bild 5). Natürlich lässt sich über einen Browser alles im Netzwerk auch genau darstellen.

**5 Vorzüge für Installateure und Entwickler**

Alle bisher verfügbaren Systeme für vernetzte Haussteuerung haben die Nachteile, dass sie für eine Massenverbreitung zu teuer sind und für eine richtige Planung und Parametrierung der Geräte oft auch relativ hohe Kenntnisse voraussetzen. Genau dies soll sich durch die neue Technologie ändern. Elektroinstallateure sollen damit in der Lage sein, eine Wohnung „im Handumdrehen“ Digitalstrom-fähig zu machen – ein kleiner Einbau im Sicherungskasten sowie einige farbige Klemmen hinter dem Wandschalter, den Leuchtenanschlüssen und den elektrischen Geräten genügen.

des Energieverbrauchs von bisher gängigen Systemen). Ein Einbau ist also ohne jede Veränderung der Bauform von Geräten möglich. Ein weiterer großer Vorzug von Digitalstrom liegt darin, dass die Gerätehersteller all dies ohne Engineering bekommen, weil es bereits im Chip enthalten ist.

**3 Kollektive Intelligenz für neue Lösungen**

Durch die erwähnte Vernetzung ist kollektive Intelligenz möglich – eine Schwarmintelligenz, vergleichbar mit jener eines Ameisenhaufens: Denn ein einzelnes Tier richtet wenig aus, aber als Kolonie reagieren Ameisen schnell und effizient auf ihre Umwelt. Eine Gruppe kleiner Stromverbraucher im Haushalt kann das Stromnetz entlasten, indem es den Verbrauch zeitlich besser verteilt.

Heute verbraucht jedes Gerät unkontrolliert Energie. Wenn alle Geräte zur selben Zeit Energie benötigen, muss der Energieversorger mehr Spitzenenergie liefern. Ein einzelnes Gerät beeinflusst das Netz nicht, Millionen von Geräten in ganz Europa haben allerdings mit ihrem unkontrollierten Verhalten einen sehr großen Einfluss, der mit dem klassischen zentral gesteuerten Verfahren nur mit hohem technischen Aufwand beeinflusst werden könnte. Die seit Jahrzehnten angewendete Steuerung über Rundsteuersignale deckt zwar

große Verbraucher in den Haushalten ab, nicht aber die vielen Kleinverbraucher, deren Leistungen sich entsprechend summieren. Kollektive Intelligenz vernetzter Geräte kann also das Stromnetz entlasten (Bild 4).

In einem Stromkreis mit Schwarmintelligenz kühlt der Kühlschrank zum Beispiel nämlich dann, wenn die Geschirrwaschmaschine nicht läuft. Oder er stoppt die Kühlung, wenn ein Staubsauger eingeschaltet wird. Das Resultat ist ein gleichmäßiger Verbrauch, der dann besser prognostizierbar ist. Stromanbieter können dadurch die bereitzustellende Energie besser kalkulieren und sie längerfristig zu günstigeren Preisen einkaufen – die Abhängigkeit von teurerer Spitzenenergie auf dem Spotmarkt würde sich so verringern.

**Einsatz im Bereich regenerativer Energien.**

Im großen Stil kommt kollektive Intelligenz auch der relativ unstillen Energieproduktion regenerativer Quellen sehr entgegen, die in den nächsten Jahren markant ausgebaut wird. In Deutschland macht der Anteil der Windenergie mit momentan insgesamt 22 GW installierter Leistung bereits heute knapp 19 % der gesamten installierten Kraftwerksleistung aus, bis 2020 sollen es 50 GW sein. In einem intelligenten Stromnetz könnte z. B. ein gut gedämmter Kühlschrank zeitweise das Kühlaggregat ausschalten, bis wieder ein Energieüberschuss vorhanden ist, indem der Chip eine sinkende oder steigende Netzfrequenz erkennt.

Das Farbsystem der Bedienung findet auch bei der Installation Anwendung, da Klemmen mit Digitalstrom-Chips und entsprechenden Funktionen dem gleichen Farbcode folgen (Bild 6). Die Technik funktioniert grundsätzlich autonom und ohne zentrale Funktionen. Die Gebäudestruktur (Basisflächen) werden im dSM abgebildet und Geräte entsprechend zugewiesen. Alle Geräte der gleichen „Farbe“ und in der gleichen Basisfläche „hören“ dann auf die entsprechenden Befehle. Es herrscht ein „Denken“ in Funktionen, wie z. B. „es ist zu dunkel“, „es ist zu kalt“ oder „ich gehe“. Die Funktionen werden dann den einzelnen Geräten zugewiesen.

Da die Grundfunktionen pro Stromkreis vorbestimmt sind, erfolgt die Installation nach dem Prinzip „Plug & Play“. Bei Bedarf können die Einstellungen über einen Browserzugriff aber individuell angepasst werden. Dabei sollen die Komponenten und ebenso der Einbau preisgünstig sein – vergleichbar mit einer herkömmlichen Elektroinstallation – also preiswerter als andere Hausautomationssysteme.

## 6

### Offener Standard

Bei Digitalstrom handelt es sich um einen offenen Standard. Jeder, der Interesse hat, kann seine eigene Applikation entwickeln, sein Gerät bauen oder Services anbieten – so wie man es aus der Welt von Linux, Wikipedia o. Ä. kennt. Bekannte Standards und offene Schnittstellen zu allen Seiten zeichnen die Technologie aus. Im Sinne der Systemsicherheit sind Übertragungsverfahren und der Chip zwar patentrechtlich geschützt, ihre Wirkungsweise kann allerdings von allen Mitgliedern der Digitalstrom-Allianz eingesehen werden (siehe Kasten).

Ein entsprechender Server erlaubt zudem das Implementieren eigener Steueranwendungen und Visualisierungen. Hierfür stehen neben klassischen Webservices (SOAP) auch eine browserbasierte Schnittstelle (JavaScript, JSON) sowie Skripting-Möglichkeiten zur Verfügung. Damit hat ein Entwickler eine breite Palette von Werkzeugen und Schnittstellen zur Auswahl, die von der Implementierung einer einfachen Javascript-basierten Website bis zu einer komplexen verteilten Anwendung alles ermöglicht.

#### Die Digitalstrom-Allianz

Die Digitalstrom-Allianz ist eine Non-Profit-Organisation, die am 7.7.2007 an der ETH Zürich gegründet wurde. Sie hat zum Ziel, die Digitalstrom-Technologie zu einem weltweiten Standard zu entwickeln. Ihr obliegt auch das Management der technologischen Weiterentwicklung, die Zertifizierung von Produkten, die Definition der Standards für Hard- und Software sowie Nutzerinteraktion. Darüber hinaus dient die Organisation der Vernetzung ihrer Mitglieder auf virtueller und realer Basis.

Die Technologie ist, abgesehen von dem Design des Chips, offen zugänglich (Open Source). Sie verwendet keine proprietären Protokolle und Technologien, sondern setzt auf bestehende Web-2.0-Standards wie AJAX, Java oder XML. Die Digitalstrom-Allianz kann laufend neue Partner begrüßen. Darunter sind z. B. Zählerhersteller, VNB sowie Gebäudebewirtschafter. Auch einige Vertreter der Installationsbranche signalisieren mit ihrer Mitgliedschaft, dass sie Digitalstrom als Pioniere einsetzen werden.

Das offene Konzept von Digitalstrom endet jedoch nicht an den Schnittstellen. Der Server, eine der zentralen Komponenten des Systems, wurde von der digitalstrom.org unter der Schirmherrschaft der Eidgenössischen Technischen Hochschule (ETH) Zürich von Anfang an mit dem Ziel einer Veröffentlichung als Open-Source-Software entwickelt. Ende des Jahres 2009 soll der Quellcode der ersten auf Linux basierenden Version frei zugänglich gemacht werden. Dies ermöglicht nicht nur die Entwicklung neuer Applikationen, die auf den dS-Server zugreifen, sondern sogar auch die Entwicklung eigener Varianten dieser Systemkomponente für spezielle Anwendungen. So ist unter anderem bereits eine Variante der Software für den Einsatz in zentralen Stromzählern in Entwicklung. Der Servercode wird sowohl in der embedded- wie auch in der PC-Version zur Anwendung kommen.

## 7

### Fazit

Im Moment wird Digitalstrom im Labor und in Pilotprojekten auf Herz und Nieren geprüft und die Serienfabrikation des Digitalstrom-Chips vorbereitet. Elektrische Geräte, und damit auch Digitalstrom-Komponenten, müssen verschiedenen Normen bezüglich EMV (Oberschwingungen hoch- und niederfrequent) erfüllen, z. B. EN 55011. Weiter gibt es auch Normen bezüglich der Netzqualität, z. B. EN 61000-2-2. Sollte es gelingen, die normativen Anforderungen zu erfüllen, wird die Technologie den Markt für Hausautomation und Smart-Metering wohl neu aufmischen. ■

ANZEIGE