

# Digitalstrom – das Internet der Dinge in der Energietechnik

*Prof. Dr. Ludger Hovestadt/Rolf-Edgar Barth*

## 1 Digitalstrom

Die Fragestellung vorab: Was hat der Mensch zu Hause und im Büro von dieser neuen Technik? Wie kann sie der Elektrofachmann mit Nutzen an den Kunden bringen? Welche Erfolgsfaktoren werden die Marktentwicklung beeinflussen?

Die Hochzeit von Energie- und Informationstechnik steht an. Damit soll Strom endlich intelligent werden. Ein dafür entwickelter Hochvolt-dSChip kann direkt über 230-Volt kommunizieren und bietet standardmässig über 60 Funktionen an, zu einem Preis von wenigen Euro. Der winzige Chip findet Platz in jeder Leuchtenklemme, in jeder Schalterdose und wird die heutige Installationstechnik gehörig aufmischen. Er soll das Intelligente Wohnen massentauglich machen, erhöht die Energieeffizienz und wird den Aufbau dezentraler Energieversorgungs-Strukturen merklich erleichtern. Wenn diese Versprechen alle wahr werden, wird dieser Winzling für ein lang anhaltendes „Gewitter“ der Veränderungen in der Energie- und Gebäudetechnik sorgen.

## 2 Einleitung

Die Anforderungen von Endverbraucher, Elektroinstallateuren, Stadtwerken und Energieversorgern könnten unterschiedlicher nicht sein: Der Endverbraucher will mehr Komfort, aber nicht mehr dafür bezahlen, der Elektroinstallateur braucht eine Lösung, um auch Altbauten und Umbauten einfach nachzurüsten.

Und die Stadtwerke und Energieversorger sind mit immer dezentraleren Netzen konfrontiert, wo auch die Verbraucher, dank Anreizen wie der Einspeisevergütung, vermehrt zu Erzeugern

und Energiespeicher werden. Eine schwierige Aufgabe. Dafür braucht es in der Energieverteilung und in der Installationstechnik mehr System bzw. andere Denkmodelle und diese werden mit der Verschmelzung mit der Informations- und Kommunikationstechnologie möglich.

In diesem Sinne bringt Digitalstrom dem Strom das Kommunizieren bei. Die einzelnen Geräte sind nicht mehr einzelne Inselsysteme, sondern kommunizieren miteinander. Möglich wird dies durch den Einbau eben dieses kleinen Schaltkreises in jeden Schalter, in jede Steckdose und in jedes elektrische Gerät. Damit erhält jeder elektrische Verbraucher eine unverwechselbare Adresse, mit der er angesteuert werden kann. Dafür sind im Gegensatz zu anderen Systemen keine separaten Busleitungen notwendig, weil Digitalstrom direkt auf der 230 V Phase kommuniziert.

### **3 Prinzip und Grundfunktionen**

Digitalstrom arbeitet nicht auf der Basis einer HF-Frequenzmodulation, sondern nutzt das Basisband kurz vor dem Nulldurchgang, wo aus der Niederspannung Kleinspannung wird. Weil Digitalstrom das Basisband benutzt, entfallen viele Störfaktoren, welche die Datenübertragung beeinträchtigen könnten. Die Datenübertragung ist abhörsicher von Aussen. Es finden keine Überlagerungen auf andere Phasen statt. Zudem werden keine elektromagnetischen Strahlen emittiert.

Diese Technik hat im Weiteren den Vorteil, im Gegensatz zur Frequenzmodulation (wie z. B. Powerline), dass die Komponenten für einen Schwingkreis und dessen Abgleich entfallen. Und erst damit wird die kleine Bauform von 4 mal 6 Millimeter erst möglich. In dieser Bauform sind Netzteil, Prozessor, Kommunikation sowie eine Vielzahl von direkten Anschlüssen für verschiedenste Aufgaben integriert. Der Chip wird ohne zusätzliche Elektronik direkt an die 230-V Phase angeschlossen. Das Netzteil im Chip versorgt die eigene Elektronik mit einer Leistung bis zu 7 W.

Im dSchip sind über 60 Funktionen integriert. Darunter befinden sich beispielsweise eine Phasenabschnitt-/anschnitt-

steuerung bis 120 W, die auch Energiesparlampen dimmen kann. Eine weitere wichtige Funktion ist die Leistungsmessung eines angeschlossenen Verbrauchers, eine galvanisch getrennte serielle Schnittstelle zur Kommunikation mit weiteren Geräten und ein direkter Anschluss für Sensoren und Aktoren bis 200 mW sowie binäre Ein- und Ausgänge, 0-10 V Ein- und Ausgang, Helligkeit, Temperatur, Feuchtigkeit, Piezomikrofon, Piezolautsprecher, Infrarot bzw. Luftdrucksensor. In der Praxis kann der Chip direkt in einen Verbraucher eingebaut werden und dient als Ef-



Bild 1 Grobschema von Digitalstrom: Für die Verschmelzung von Daten und Energie werden eine CPU, eine Messeinheit (Meter) und ein Modem benötigt

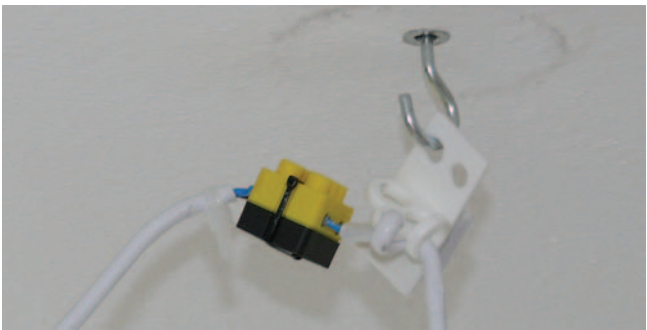


Bild 2 Lüsterklemme mit integriertem dSchip

fektivwertdimmer bis 120 W-Leuchten, Lichtschalter, 9-Wegetaster, LED, Motorsteuerung, Heizungsventilsteuerung, Standby-Schaltung, USB-Gateway und vieles mehr.

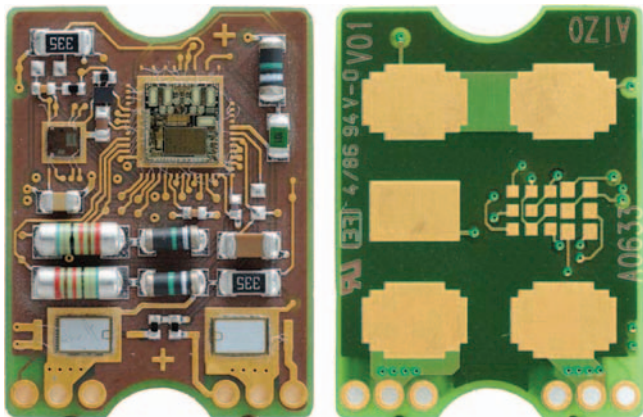


Bild 3 Platine mit dChip für den Einbau in Lüsterklemme



Bild 4 Mit dem einsteckbaren Schnurschalter kann eine ganze Lichtszene von einer beliebigen Steckdose im Raum aus gesteuert werden

## 4 Erfolgsfaktoren von Digitalstrom

### 4.1 Das Ende der Lampendrähte

Die Revolution beginnt für den Verbraucher wie auch den Elektroinstallateur in der Installation: Digitalstrom entkoppelt die Physik der Verkabelung systematisch von der Funktion der Installation. Für Licht-Wechselschaltungen müssen keine Drähte mehr gezogen werden. Es genügt Phasenleiter und Nullleiter. Die Verbindung vom Schalter zur Lampe benötigt keinen direkten Draht, auf dem die Spannung über den Schalter ein- und ausgeschaltet wird. Diese Funktion übernimmt Digitalstrom. Der Chip im Schalter sendet dem Chip in der Lampe ein Signal und dieser schaltet ein oder aus. Dabei müssen die beiden einfach im selben Stromkreis bzw. in derselben Sicherungsgruppe an derselben Phase sein. Die Schalter sind in einem Digitalstrom-Stromkreis auch nicht mehr an eine bestimmte Lampe gebunden. Die Schaltungslogik kann jederzeit neu eingestellt werden, ohne dass Drahtverbindungen geändert werden müssen.

Damit wird die Installation im Neubau bedeutend einfacher, es werden weniger Drähte und separate Leitungen gebraucht. Und im Umbau eröffnen sich ganz neue Dimensionen, weil keine Leitungen mehr nachgezogen werden müssen. Die nach der alten Bauweise benötigten Verbindungen werden einfach ersetzt durch die Kommunikation mittels Informations- und Kommunikationstechnologie zwischen den Digitalstrom-Verbrauchern und Stueerelementen.

### 4.2 Der Digitalstrom-Kreis: das bestehende Stromnetz und nur 3 Komponenten

Die Installation eines Digitalstromkreises gestaltet sich sehr einfach. Das bestehende Stromnetz und folgende drei Komponenten: Digitalstrom-Webserver, Digitalstrom-Meter und den dSChip.

Der Elektroinstallateur baut in den Verteilerschrank einen dS-Webserver ein und in Reihe zur Absicherung jedes Stromkreises einen dS-Meter (dS-Zähler). Im Weiteren baut er bei jedem

Schalter und bei jedem elektrischen Gerät den dSChip ein, der auch als eine Lüsterklemme integriert werden kann. Die für die verschiedenen Elektrogerätegruppen vorprogrammierten Chips entsprechen einer von neun Farben.

Für eine Lampe baut der Installateur eine gelbe Klemme ein, für Audiotechnik eine türkisfarbene, für Sicherheit wie Alarmanlagen eine rote, für Schatten eine graue, usw.

Für Steckdosen gibt es Zwischenstecker, ebenfalls mit dem dSChip bestückt, fertig installiert und programmiert. Jetzt kann der Elektroinstallateur oder sogar der Kunde selbst die Geräte mittels Klicken auf die Taster/Schalter zuweisen. In Zukunft werden viele Verbraucher wie Sparlampen, Haushaltsgeräte oder Unterhaltungselektronik direkt von Haus aus mit dem dSChip bestückt sein, dann entfallen diese Zwischenstecker.

Die Möglichkeiten sind auch für Haushaltsgerätehersteller unbegrenzt, weil Digitalstrom die Vernetzung fast zum Nulltarif anbietet. Denkbar wäre zum Beispiel eine Lichtanzeige rot/grün in der Wohnung, ob die Waschmaschine im Keller schon fertig ist. Oder ein Staubsauger schaltet automatisch aus und gibt einen Signalton, wenn jemand an der Haustüre klingelt.



Bild 5 Farbcodes für die vorprogrammierten Digitalstrom-Klemmen

In älteren Installationen, in denen mehrere Räume an einer Sicherungsgruppe angeschlossen sind, kann Digitalstrom Verbraucher zu virtuellen Raum-Stromkreisen zusammenfassen, unabhängig davon, wie die Leitungen verlegt sind.

### 4.3 Elektrofachleute werden zu kompetenten Energieberatern

Für die Elektroinstallateure wird sich damit ein neues Marktfeld eröffnen. Ohne ganze Elektroinstallationen auf den Kopf zu stellen, können diese bestehende Installationen aufrüsten und das Intelligente Wohnen einem breiten Massenpublikum ermöglichen. Der Installateur kann für den Kunden neue Gewerke in Betrieb nehmen wie z. B. eine Beschattungs- oder eine Alarmanlage und dies mit minimalem Verkabelungsaufwand. Zudem ist der Installateur für sehr viele Anwendungen nicht auf einen Meister/Ingenieur angewiesen. Er kann die vorprogrammierten Komponenten selbst in Betrieb nehmen.

Installateure werden ihren Kunden neue Dienstleistungen anbieten können. Zum Beispiel könnten sie mit der genauen Energiemessung Installationen optimieren und Kunden beraten, wie und wo man Energie sparen könnte. Wird der Chip erst einmal quasi gratis in jede Sparlampe, jedes Gerät, jeden elektrischen Verbraucher integriert sein, fehlen dem Verbraucher nur noch Digitalstrom-Server und Digitalstrom-Meter. Für die Elektrofachleute eröffnet sich ein grossen Marktpotential, dem Endkunden wertige Beratung anzubieten und bestehende Installationen sehr einfach und komfortabel nachzurüsten.

### 4.4 Differenziertes Lastmanagement zum Schutz der Umwelt

Für Energieanbieter/Stadtwerke wird Digitalstrom vor allem darum interessant, weil im Sinne des Kunden und des effizienten Verbrauchs viel mehr Daten gemessen und analysiert werden können. Bei Digitalstrom kann der genaue Verbrauch jedes elektrischen Verbrauchers bestimmt werden. Dies kommt der zunehmend dezentralen Netzstruktur sehr entgegen. Energieanbieter/Stadtwerke werden ihren Stromeinkauf auf dem Spot-

markt besser koordinieren können und teure Spitzenlasten teilweise vermeiden können. Auch wird das differenzierte Netzmanagement erleichtert. Nach einem Stromausfall können die einzelnen Verbraucher kaskadisch zugeschaltet werden.

In Zukunft werden Stromanbieter neue Preismodelle anbieten können, weil sie den Stromverbrauch besser regeln können. Sie können Verbraucher belohnen, wenn sie den Strom dann brauchen, wenn er günstig ist. Wenn der Kunde ein Zeitfenster für die Geschirrspülmaschine vorgibt, und der Energieanbieter der Maschine dann das Signal gibt, wenn der Tarif am tiefsten ist. So kann der Energieanbieter den Stromverbrauch viel genauer „glätten“. Denkbar sind Bonussysteme oder Rechnungsauswertungen (Smart-Metering) wie beim Mobiltelefon, bei der jede einzelne Verbindung aufgeführt wird und z. B. die Überwachung der Verbraucher. Wenn ein Kühlschrank plötzlich 30 % mehr Strom braucht, kann das ein Indiz auf einen Defekt sein. Digitalstrom kann aber auch innerhalb eines Hauses oder einer Wohnung den Strom regulieren. Verfügt ein Haushalt über eine Photovoltaikanlage könnte er z. B. den Kühlschrank so steuern, dass dieser dann vor allem kühlt, wenn Strom verfügbar ist und der nicht anderweitig verbraucht wird.

#### 4.5 Datenschutz

Die Möglichkeiten sind unbegrenzt, mit dem Einzug der Informations- und Kommunikationstechnologie ist die Verteilung nur noch ein Regel- bzw. Parametrierproblem. Die Entwickler von Digitalstrom legen hohen Wert auf Datenschutz. Es wird nicht möglich sein, Geräte beliebig von aussen zu steuern, ebenso nicht, den Verbrauch jedes einzelnen Gerätes von aussen zu messen. Es wird immer am Bewohner liegen, wie viel er Dritten preisgeben will.

#### 4.6 Minimaler Verbrauch, maximaler Komfort für den Endkunden?

Ganz neu sind die einzelnen Funktionen von Digitalstrom nicht, sondern gehören im höheren Ausbaustandard längst zum Alltag.

Doch erst Digitalstrom wird das Potential attestiert, den Durchbruch des Intelligenten Wohnens und des intelligenten Büros für den Massenmarkt zu schaffen. Damit wird endlich die strukturell veraltete Installationstechnik abgelöst. Heute werden zwar mehr Lichtgruppen und Steckdosen eingebaut, an der Verkabelung hat sich jedoch in vielen Fällen gar nichts verändert. Und Anpassungen an die Installationen resultieren meist darin, dass alles demontiert werden muss, nur um einige Kabel nachzuziehen.

Digitalstrom soll so preiswert werden, dass es einfach da sein wird. In jedem neuen Gerät soll ein dSChip bereits eingebaut sein. Der Endkunde hat die Wahl. In einer mit Digitalstrom ausgerüsteten Installation kann er diese wie bisher bedienen: der Schalter bleibt ein Schalter: Ein/Aus. Oder er kann die erweiterten Funktionen nützen: Szenenschaltungen, Dimmen, Softstart und Gruppenschaltungen.

Der größte Vorteil für den Endverbraucher ist die Einfachheit von Digitalstrom. Es braucht keine speziellen Geräte oder Vor-



Bild 6 Digitalstrom-Server und Digitalstrom-Meter im DIN-Verteilergehäuse – pro Stromkreis wird ein dS-Meter benötigt

kenntnisse für die Programmierung. Die Bedienkonzepte bleiben gleich, doch sie werden sanft erweitert. Jeder kann mit wenigen Tastenklick selbst Lampen und Schalter zuweisen. Eine grosser Teil der Geräte wird vorprogrammiert sein. Zudem wird Digitalstrom ebenso wenig sichtbar sein wie Strom an sich, die Komponenten verschwinden hinter den Schaltern, in den elektrischen Geräten z. B. Lampen und in der Elektroverteilung.

Für den Elektrohandwerker sind das die Trümpfe der Zukunft. Er stattet die Installation zum gleichen oder tieferen Preis (z. B. weniger Materialverbrauch, schneller installiert) mit Digitalstrom aus, der Kunde bedient seine Installation wie bisher, kann sie aber jederzeit erweitern. Zugleich erhält er mit jedem mit Digitalstrom bestückten elektrischen Verbraucher einen eingebauten Blitz- und Überlastschutz sowie eine Abschaltautomatik für defekte Geräte.

#### 4.7 Der geringe Eigenverbrauch des dSChip

Ein weiteres Argument für Digitalstrom ist der minimale Verbrauch im Vergleich zu anderen Hausautomationslösungen: 0,3 W pro dSChip anstelle von bis zu 3 Watt pro herkömmlichen Dimmer-Gerät. Der dSChip löst zudem auch das Standby-Problem. Geräte mit dem eingebauten Chip werden noch genau diese 0,3 W und nicht mehr 3 bis 20 W brauchen. In der Wohnung können die Bewohner alle Verbräuche jedes Gerätes übersichtlich im Webbrowser verfolgen. Eine Alles-aus-Schaltung schaltet sämtliche Verbraucher, die dafür vorgesehen sind, Standby-Modi und Geräte aus. Damit können die Bewohner selbst etwas aktiv dafür tun, ihren Energieverbrauch zu optimieren.

#### 4.8 Digitalstrom in der Ausschreibung und in neuen Kostenstrukturen

Die Vernetzung zum Quasi-Nulltarif wird auch für den Endverbraucher viele Vorteile bieten. Verschiedene Gewerke wie Beleuchtung, Beschattung, HLK können ohne wesentliche Engineeringleistungen in Betrieb genommen werden und erhöhen den

Komfort und die Energieeffizienz. In der Gebäudeautomation werden sich neue Möglichkeiten in Verbindung mit Funk für leitungslose Sensorik ergeben.

#### 4.9 Hilfeleistungen für bedürftige Bewohner

Eine andere zukünftige Anwendung wird das „Assisted Ambient Living“ sein, das es betagten Menschen ermöglichen wird, länger in ihrer gewohnten Lebensumgebung zu wohnen. Mittels Digitalstrom können bestehende Liegenschaften einfach nachgerüstet werden. Denkbar sind z. B. integrierte Notfalltaster in Lichtschaltern mit Mikrofon und Lautsprecher. Im Notfall wird eine Person direkt mit einer Hilfszentrale verbunden und kann Hilfe anfordern. Oder ein Mensch braucht Hilfe bei der Bedienung eines Geräts, wie z. B. der Heizung. Dank der Vernetzung kann die Person im fernen Hilfszentrum direkt auf das Gerät zugreifen.

Übrigens gab genau diese Idee des Hilfsknopfs, der den Drückenden mit einem Callcenter für Hilfeleistungen verbindet, den Ausschlag zur Entwicklung von Digitalstrom. Doch nützt die Zentrale nichts, wenn Sie nicht auf einzelne Geräte zugreifen kann. So entstand die Idee der Vernetzung von Geräten, die allerdings nur funktionieren wird, wenn die Vernetzung, also der Digitalstrom von Anfang an eingebaut wird.

#### 4.10 Der Standard und die Markteinführung

Die Technologie ist zukunftsgerichtet: es werden nur Technologien verwendet, die bereits existieren. Für die spezifische Programmierung ist keine proprietäre Software oder neue Programmiersprache nötig.

Außer dem Chipdesign ist Digitalstrom komplett Open Source. Jeder und Jede kann sich damit an der weiteren Entwicklung des Standards beteiligen. Der Elektroinstallateur geht damit kein Risiko ein, sich für ein sehr spezifisches, proprietäres System auszubilden und zu spezialisieren, mit dem Risiko, dass sich das System nicht durchsetzen kann resp. die verschiedenen Hersteller zueinander inkompatibel sind.

Ein wichtiger Erfolgsfaktor wird die flächendeckende Einführung des Chips sein. Nur wenn auch große Hersteller ihre Geräte mit dem dSchip ausrüsten, wird für viele der Anreiz geschaffen werden, ihre Installationen mit Digitalstrom nachzurüsten. Ansonsten stehen die Chancen sehr gut, denn Digitalstrom ist im Gegensatz zu vielen Systemen ein offener Standard und erfüllt vielfältige Anforderungen für Energieversorger, Elektrohandwerker und Endverbraucher. Zudem muss sich ein Kunde nicht für oder gegen Digitalstrom entscheiden. Will er ihn nicht, bedient er seine Installation einfach wie gewohnt.

Jeder Interessierte kann sich die neuesten Infos mailen lassen, wenn er sich unter [www.digitalstrom.org](http://www.digitalstrom.org) anmeldet.

#### 4.11 Wann sind die ersten Digitalstrom-Kits erhältlich?

Ab Januar 2009 werden die ersten Developer-Kits erhältlich sein, ab Oktober 2009 werden die ersten Geräte zuerst in Deutschland, Österreich und der Schweiz erwartet.

Packen wir es an! Den neuen Markt mitzugestalten ist unsere jetzige Chance!

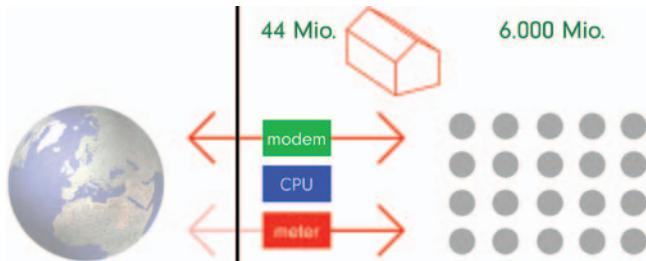


Bild 7 In Deutschland gibt es rund 44 Millionen Haushalte in denen weit über 6.000 Millionen Elektrogeräte zum Einsatz kommen, die bislang noch nicht vernetzt sind