

Das Internet der Dinge

So verändert die nächste Dimension des Internet die Welt

Verfasser
Dave Evans

April 2011



Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG)

Das Internet der Dinge

So verändert die nächste Dimension des Internet die Welt

Das Internet der Dinge, zuweilen auch als Internet der Objekte bezeichnet, wird alles verändern – auch uns selbst. Dies scheint für viele eine kühne Behauptung zu sein. Vergessen wir jedoch nicht, wie das Internet bereits in der Vergangenheit die Bereiche Bildung, Kommunikation, Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und die Menschheit insgesamt erheblich beeinflusst hat. Das Internet ist ganz klar eine der wichtigsten und gewaltigsten Erfindungen in der Geschichte der Menschheit.

Wenn wir nun bedenken, dass das Internet der Dinge die nächste Dimension des Internets ist und völlig neue und innovative Möglichkeiten zur Erfassung, Analyse und Übertragung von Daten bietet, die in Informationen, Kenntnisse und letztendlich in Wissen umwandelt werden können, so gewinnt das Internet der Dinge immens an Bedeutung.

Gegenwärtig laufen bereits Projekte, die mithilfe des Internet der Dinge die Kluft zwischen Arm und Reich überbrücken und die weltweiten Ressourcen denjenigen zugänglich machen sollen, die sie am nötigsten brauchen. Außerdem sollen sie uns dabei helfen, unseren Planeten besser zu verstehen, sodass wir proaktiv statt reaktiv handeln können. Dennoch gibt es eine Reihe von Hemmnissen, welche die Entwicklung des Internet der Dinge verlangsamen können. Dazu gehören der Umstieg auf IPv6 sowie die Entwicklung von gemeinsamen Standards und Energiequellen für Millionen oder gar Milliarden winziger Sensoren.

Unternehmen, Regierungen, Standardisierungsgremien und die Wissenschaft arbeiten jedoch gemeinsam daran, dass wir diese Herausforderungen meistern können und die Entwicklung des Internet der Dinge weiter fortschreiten kann. Ziel dieses Whitepapers ist es deshalb, das Internet der Dinge in einfach verständlichen Worten zu erklären und Ihnen dessen Potenzial zur Veränderung aller Aspekte unserer heutigen Realität deutlich zu machen.

Das Internet der Dinge heute

Wie viele andere neue Konzepte auch, gehen die Ursprünge des Internet der Dinge auf das Massachusetts Institute of Technology (MIT) und das dortige Auto-ID-Center zurück. Diese im Jahr 1999 gegründete Gruppe arbeitete auf dem Gebiet der vernetzten Radio Frequency Identification (RFID)- und der gerade aufkommenden Sensortechnologie. Die Labore befanden sich in sieben Forschungsuniversitäten auf vier Kontinenten. Sie wurden vom Auto-ID-Center ausgewählt, um die Architektur für das Internet der Dinge zu entwickeln.¹

Bevor wir uns jedoch dem aktuellen Entwicklungsstand des Internet der Dinge zuwenden, müssen wir uns auf eine Definition einigen. Laut Definition der Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) ist das Internet der Dinge schlicht und einfach der Zeitpunkt, zu dem die Zahl der mit dem Internet verbundenen Dinge oder Objekte die Zahl der vernetzten Personen überstieg.²

Im Jahr 2003 zählte die Weltbevölkerung 6,3 Mrd. Menschen, und es gab 500 Mio. Geräte, die mit dem Internet verbunden waren.³ Teilen wir die Zahl der vernetzten Geräte durch die Weltbevölkerung, ergibt dies weniger als ein Gerät (0,08) pro Person. Nach dieser Definition der Cisco IBSG existierte also das Internet der Dinge im Jahr 2003 noch nicht, da die Zahl der vernetzten Objekte relativ gering war. Ein Grund hierfür war, dass heute allgegenwärtige Geräte wie Smartphones damals gerade erst eingeführt wurden. So stellte beispielsweise Steve Jobs, CEO von Apple, das iPhone erst am 9. Januar 2007 auf der Macworld-Konferenz vor.⁴

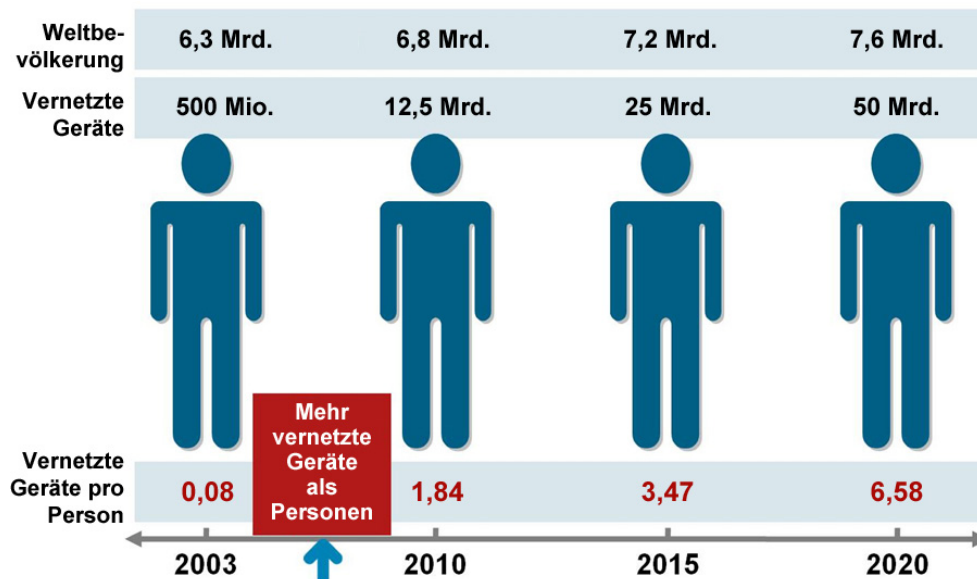
Das explosionsartige Wachstum im Bereich Smartphones und Tablets führte dazu, dass die Zahl der mit dem Internet verbundenen Geräte bis zum Jahr 2010 auf 12,5 Mrd. anstieg, während die Weltbevölkerung auf 6,8 Mrd. anwuchs. Dies war der Zeitpunkt, an dem die Zahl der vernetzten Geräte pro Person erstmals in der Geschichte einen Wert von mehr als 1 (genau gesagt 1,84) erreichte.⁵

Methodik **Methodik**

Im Januar 2009 untersuchte ein Forschungsteam in China Internet-Routing-Daten in Intervallen von sechs Monaten für den Zeitraum von Dezember 2001 bis Dezember 2006. Ähnlich wie bei den Eigenschaften des Mooreschen Gesetzes zeigten ihre Ergebnisse, dass sich die Größe des Internet alle 5,32 Jahre verdoppelt. Die Cisco IBSG setzte diese Zahl ins Verhältnis zur Anzahl der im Jahr 2003 mit dem Internet verbundenen Geräte (500 Mio. laut Forrester Research) und zur weltweiten Bevölkerungszahl laut US-Statistikbehörde, um die Anzahl der vernetzten Geräte pro Person zu ermitteln.⁶

Die Cisco IBSG präzisierte diese Zahlen weiter und kam zu dem Ergebnis, dass das Internet der Dinge etwa in den Jahren 2008 und 2009 entstanden ist (siehe Abbildung 1). Heutzutage hat sich das Internet der Dinge bereits fest etabliert, und Initiativen von Cisco, wie Planetary Skin, Smart Grids und intelligente Fahrzeuge machen weiter Fortschritte.⁷

Abbildung 1. Das Internet of Things entstand zwischen 2008 und 2009



Quelle: Cisco IBSG, April 2011

Für die Zukunft prognostiziert die Cisco IBSG, dass im Jahr 2015 25 Mrd. Geräte mit dem Internet verbunden sein werden, und dass sich diese Zahl bis 2020 auf 50 Mrd. erhöhen wird. Dabei muss man wissen, dass die raschen Fortschritte bei der Internet- oder Gerätetechnologie in diesen Schätzungen noch gar nicht berücksichtigt sind. Die genannten Zahlen basieren auf den uns heute als richtig bekannten Fakten.

Auch mag die Anzahl der vernetzten Geräte pro Person niedrig erscheinen. Grund hierfür ist, dass die Berechnung auf der Zahl der Weltbevölkerung insgesamt basiert, von der ein Großteil noch nicht mit dem Internet verbunden ist. Reduzieren wir die Größe der ausgewählten

Population auf die Zahl an Menschen, die tatsächlich mit dem Internet verbunden sind, steigt die Anzahl der vernetzten Geräte pro Person drastisch an. So wissen wir beispielsweise, dass heutzutage ca. 2 Mrd. Menschen das Internet nutzen.⁸ Wird diese Zahl als Berechnungsgrundlage verwendet, so steigt die Anzahl der vernetzten Geräte pro Person für das Jahr 2010 von 1,84 auf 6,25.

Natürlich wissen wir, dass es in keinem Bereich eine statische Entwicklung gibt – auch und vor allem nicht, wenn es um das Internet geht. Initiativen und Fortschritte wie Planetary Skin von Cisco, das Central Nervous System for the Earth (CeNSE) von HP und Smart Dust („intelligenter Staub“ – ein Netz aus Sensorknoten) besitzen das Potenzial, das Internet um Millionen und sogar Milliarden von Sensoren zu erweitern.⁹ Durch die Verbindung von Rindern, Wasserleitungen, Personen und sogar Schuhen, Bäumen und Tieren mit dem Internet der Dinge können wir die Welt verbessern.

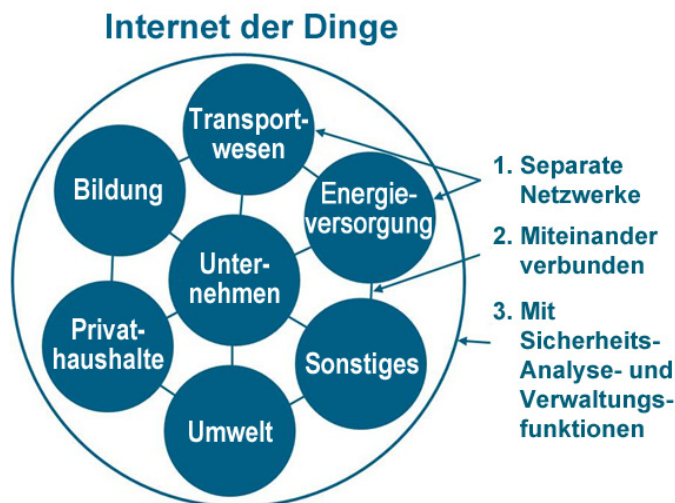
„Durch die Integration von einer Billionen Sensoren in die Umwelt – die alle über Computersysteme, Software und Services miteinander vernetzt sind – können wir den Herzschlag der Erde verfolgen. Dies wird ebenso tiefgreifende Auswirkungen auf die menschliche Interaktion haben, wie das Internet, das die Kommunikation revolutioniert hat.“

Peter Hartwell
Senior Researcher, HP Labs

Das Internet der Dinge als ein Netz aus Netzwerken

Derzeit besteht das Internet der Dinge aus einem losen Verbund unterschiedlichster, jeweils für bestimmte Zwecke entwickelter Netzwerke. So beinhalten die heutigen Autos beispielsweise mehrere Netzwerke zur Steuerung der Motorfunktion, für Sicherheitsfunktionen, Kommunikationssysteme usw. Gewerbliche und Wohngebäude verfügen ebenfalls über verschiedenste Steuersysteme für Heizungen, Lüftungen und Klimaanlage (HLK), Telefondienste, Sicherheit und Beleuchtung. Im Zuge der Weiterentwicklung des Internet der Dinge werden diese und viele andere Netzwerke miteinander vernetzt und um zusätzliche Sicherheits-, Analyse- und Verwaltungsfunktionen erweitert (siehe Abbildung 2). So wird das Internet der Dinge noch leistungsfähiger und eröffnet der Menschheit noch mehr Möglichkeiten.

Abbildung 2. Das Internet der Dinge als Netz aus Netzwerken



Quelle: Cisco IBSG, April 2011

Interessanterweise spiegelt diese Situation die Erfahrungen der Technologiebranche in den frühen Jahren der Netzwerke wider. So machte sich Cisco z. B. In den späten Achtzigern und frühen Neunzigern einen Namen, indem man völlig unterschiedliche Netzwerke durch Multiprotokoll-Routing miteinander verband, wodurch sich IP schließlich als allgemeiner Netzwerkstandard durchsetzte. Im Falle des Internet der Dinge wiederholt sich die Geschichte, wenn auch in deutlich größerem Umfang.

Warum ist das Internet der Dinge so wichtig?

Bevor wir die Bedeutung des Internet der Dinge voll und ganz erfassen können, müssen wir uns zuerst die Unterschiede zwischen dem Internet und dem World Wide Web (oder Web) verdeutlichen – zwei Begriffe, die oft synonym verwendet werden. Das Internet ist die physische Ebene oder das Netzwerk aus Switches, Routern und anderen Geräten. Seine primäre Funktion ist die schnelle, zuverlässige und sichere Übertragung von Informationen von einem Punkt zu einem anderen. Das Web dagegen, ist eine Anwendungsebene, die auf Basis des Internet funktioniert. Seine primäre Funktion ist die einer Schnittstelle, die die Nutzung der über das Internet übertragenen Informationen ermöglicht.

Entwicklung des Web im Vergleich zum Internet

Das Web hat mehrere klar abgegrenzte Entwicklungsphasen durchlaufen:

Phase 1: Am Anfang stand die Forschungsphase, während der das Web den Namen Advanced Research Projects Agency Network (ARPANET) erhielt. In dieser Phase wurde das Web vor allem in der Wissenschaft zu Forschungszwecken eingesetzt.

Phase 2: Die zweite Phase des Web kann man als die der „Brochureware“ (Bezeichnung für ein noch nicht existierendes, aber bereits beworbenes Produkt) bezeichnen. In dieser Phase, die durch einen gewaltigen Ansturm auf Domännennamen gekennzeichnet war, ging es hauptsächlich darum, dass nahezu alle Unternehmen Informationen über das Internet verbreiten wollten, um potentielle Kunden über Produkte und Services zu informieren.

Phase 3: In der dritten Entwicklungsphase fand ein Übergang des Web von statischen Daten zu Transaktionsdaten statt, und Produkte und Services konnten ge- und verkauft bzw. Services bereitgestellt werden. In dieser Phase schossen Unternehmen wie eBay und Amazon wie Pilze aus dem Boden. Diese Phase wird auch aufgrund der berüchtigten Dotcom-Blase in Erinnerung bleiben.

Phase 4: Die vierte Phase, in der wir uns derzeit befinden, ist das Social oder Experience Web, in dem Unternehmen wie Facebook, Twitter und Groupon überaus populär und finanziell erfolgreich geworden sind (im deutlichen Unterschied zur dritten Phase des Web), da hierüber Menschen miteinander in Verbindung treten und kommunizieren bzw. persönliche Informationen (Texte, Fotos und Videos) an Freunde, Familienmitglieder und Kollegen übermitteln können.

Internet der Dinge: Die erste Entwicklungsphase des Internet

Im Vergleich zum Web verlief die Entwicklung und Weiterentwicklung des Internet zwar kontinuierlich, war jedoch nicht von großen Veränderungen gekennzeichnet. Das Internet erfüllt im Wesentlichen noch immer den gleichen Zweck, für den es im Zeitalter des ARPANET entwickelt wurde. So gab es z. B. zu Beginn mehrere verschiedene Kommunikationsprotokolle, wie AppleTalk, Token Ring und IP, während heute standardmäßig hauptsächlich das IP-Protokoll im Internet verwendet wird.

In diesem Zusammenhang gewinnt das Internet der Dinge zunehmend an Bedeutung, da es die erste wirkliche Weiterentwicklung des Internet darstellt – ein Entwicklungssprung, der zu revolutionären Anwendungen führen wird, die die Lebens- und Arbeitsweise sowie das

Lernverhalten und die Freizeit der Menschen entscheidend verändern können. Das Internet der Dinge hat das Internet bereits zu einem Sensorinstrument gemacht (Temperatur, Druck, Vibration, Licht, Feuchtigkeit, Belastung), dank dem wir proaktiv statt reaktiv agieren können.

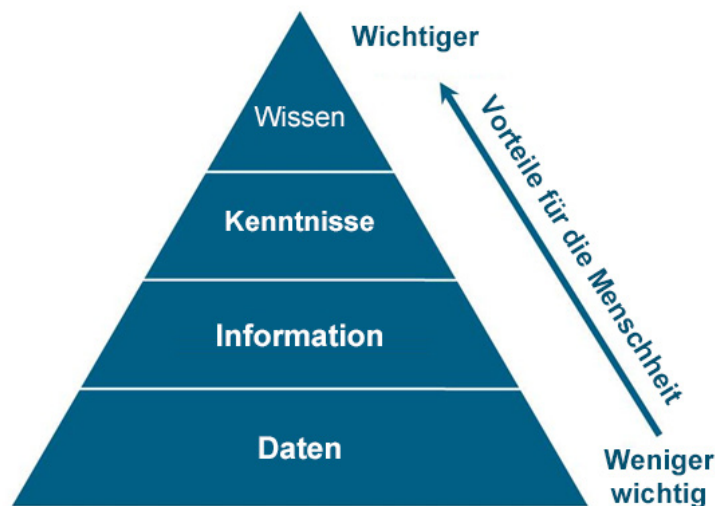
Darüber hinaus erreicht das Internet Bereiche und Stellen, die bisher nicht zugänglich waren. Internetfähige Geräte werden in die Körper von Patienten eingebracht, damit Ärzte die Ursachen bestimmter Krankheiten diagnostizieren und ermitteln können.¹⁰ Pflanzen, Tiere und geologische Formationen können mit winzigen Sensoren versehen und mit dem Internet verbunden werden.¹¹ Am anderen Ende des Spektrums gelangt das Internet jetzt dank des IRIS-Programms (Internet Routing in Space) von Cisco in den Weltraum.¹²

Wir entwickeln uns weiter, weil wir miteinander kommunizieren

Die Menschheit entwickelt sich weiter, weil wir miteinander kommunizieren. So musste beispielsweise das Feuer nach seiner Entdeckung und Weiterverbreitung nicht neu entdeckt sondern lediglich weitergegeben werden. Ein aktuelleres Beispiel ist die Entdeckung der Helixstruktur der DNA- Moleküle, welche genetische Informationen von einer Generation an die nächste weitergeben. Nachdem die Entdeckung im April 1953 von James Watson und Francis Crick in einem wissenschaftlichen Artikel veröffentlicht wurde, konnten sich die Medizin und die Genforschung die Informationen zunutze machen und enorme Fortschritte auf diesem Gebiet erzielen.¹³

Dieses Prinzip der Informationsweitergabe und Weiterentwicklung von Entdeckungen lässt sich am ehesten verstehen, wenn wir die Art und Weise untersuchen, in der Menschen Daten verarbeiten (siehe Abbildung 3). Die Ebenen der Pyramide umfassen von oben nach unten Daten, Informationen, Kenntnisse und Wissen. Daten sind das Rohmaterial, das zu Informationen verarbeitet wird. Die einzelnen Daten für sich haben keinen besonderen Nutzen. Große Mengen von Daten andererseits können zur Identifizierung von Trends und Mustern genutzt werden. Diese und andere Informationsquellen zusammen bilden unsere Kenntnisse. Um es ganz einfach auszudrücken: Kenntnisse sind Informationen, die jemand besitzt. Das Wissen entwickelt sich dann aus der Kombination von Kenntnissen und Erfahrungen. Während sich Kenntnisse mit der Zeit ändern können, ist Wissen zeitlos – und all dies beginnt mit der Erfassung von Daten.

Abbildung 3. Der Mensch verwandelt Daten in Wissen



Quelle: Cisco IBSG, April 2011

Wichtig ist also, sich bewusst zu sein, dass ein direkter Zusammenhang zwischen der Eingabe (Daten) und der Ausgabe (Wissen) besteht. Je mehr Daten generiert werden, desto mehr Kenntnisse und Wissen können Menschen erwerben. Das Internet der Dinge sorgt für einen drastischen Anstieg der Menge an Daten, die uns zur Verarbeitung zur Verfügung steht. Diese Tatsache, kombiniert mit der Fähigkeit des Internet, Daten weiterzugeben, wird der Menschheit noch größere Fortschritte ermöglichen.

Internet der Dinge: Wichtig für den Fortschritt der Menschheit

Das stetige Wachstum der Weltbevölkerung macht es zunehmend erforderlich, dass die Menschheit verantwortungsvoll und sparsam mit der Erde und ihren Ressourcen umgeht. Darüber hinaus wünschen sich die Menschen ein gesundes, erfülltes und bequemes Leben für sich selbst, für ihre Familien und für alle anderen, die ihnen etwas bedeuten. Wenn wir die Möglichkeiten der nächsten Dimension des Internet (Internet der Dinge) zur Erkennung, Erfassung, Übertragung, Analyse und Verteilung riesiger Datenmengen mit der Art und Weise kombinieren, wie Menschen Informationen verarbeiten, wird die Menschheit über die nötigen Kenntnisse und das nötige Wissen verfügen, um nicht nur ihr Überleben zu sichern, sondern auch in den kommenden Monaten, Jahren, Jahrzehnten und Jahrhunderten zu wachsen und zu gedeihen.

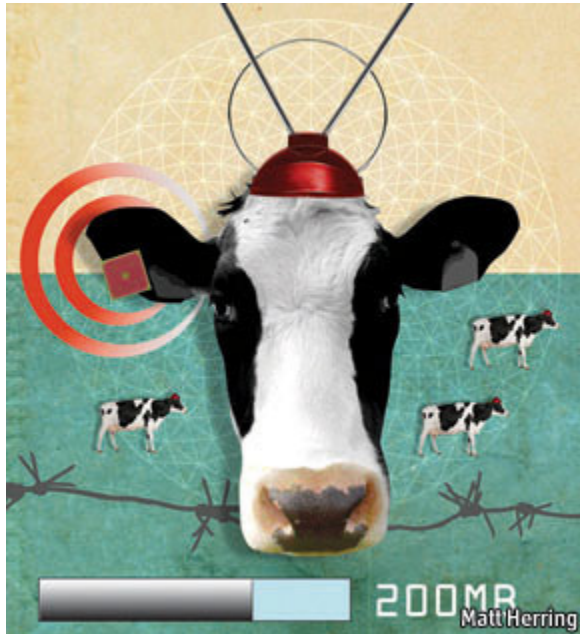
Anwendungsbereiche des Internet der Dinge: Was Rinder, Wasserleitungen und Menschen gemeinsam haben

Mit der Überschreitung des Punktes, an dem mehr Objekte als Personen mit dem Internet verbunden sind, hat sich uns eine einzigartige Möglichkeit zur Entwicklung von Anwendungen in den Bereichen Automatisierung, Sensoren und der Machine-to-Machine-Kommunikation eröffnet. Die Möglichkeiten sind in der Tat grenzenlos. Die folgenden Beispiele zeigen, wie das Internet der Dinge das Leben der Menschen verbessert.

Jetzt sind die Rinder dran!

In der Welt des Internet der Dinge werden sogar die Rinder vernetzt. Ein Sonderbericht der Zeitschrift *The Economist* mit dem Titel „Augmented Business“ (Erweiterte Wirtschaft) beschreibt, wie Rinder überwacht werden (siehe Abbildung 4). Sparked, ein niederländisches Start-up-Unternehmen implantiert Sensoren in die Ohren von Rindern. So können Landwirte die Gesundheit und die Bewegungen von Rindern überwachen und ein umfangreicheres und gesünderes Fleischangebot für die Verbraucher gewährleisten. Jedes Rind generiert pro Jahr ein Datenvolumen von etwa 200 MB.¹⁴

Abbildung 4. Jetzt haben sogar die Rinder Sensoren.



Quelle: *The Economist*, 2010.

Mumbai: Eine Geschichte von zwei Städten

Obwohl Effizienzsteigerungen und neue Geschäftsmodelle positive wirtschaftliche Auswirkungen haben werden, ist es vielfach der menschliche Aspekt, der die wesentlichen Vorteile des Internet der Dinge ausmachen wird. Einer der Bereiche, wo das Internet der Dinge einen echten Unterschied machen kann, ist die Überbrückung der Kluft zwischen Arm und Reich. Dr. C.K. Prahalads Buch, *The Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty Through Profits*, enthält eine Reihe verblüffender Statistiken, in denen Dharavi (das ärmste Stadtviertel von Mumbai) mit Warden Road (einem wohlhabenden Stadtviertel, nur wenige Häuserblöcke entfernt) verglichen wird.

Die kommunalen Wassergebühren für die Bewohner von Dharavi betragen 1,12 US-Dollar pro Kubikmeter. Die Bewohner von Warden Road nur 0,03 US-Dollar. Die Ungerechtigkeit ist offensichtlich: die Armen von Mumbai bezahlen das 37-fache für Wasser (ein lebenswichtiges Gut).¹⁵

Der Hauptgrund für diese Ungleichheit sind die höheren Kosten für die Bereitstellung von Versorgungsleistungen in ärmeren Stadtvierteln. Schuld daran sind ineffiziente Infrastrukturen und Probleme wie Lecks und Diebstahl. Einem Artikel der Zeitschrift *The Wall Street Journal* zufolge wurden von den Kunden „vor sieben Jahren mehr als 50 % des durch North Delhi Power Ltd. bereitgestellten Stroms nicht bezahlt. Eine der größten Herausforderungen für Energieunternehmen besteht darin, den Diebstahl durch Indiens arme Bevölkerung zu reduzieren.“

Abbildung 5. Ineffiziente Stromversorgung in Indien.



Quelle: *The Wall Street Journal*, 2009.

Dank der überall vorhandenen Sensoren und der vernetzten Systeme liefert das Internet der Dinge mehr Informationen für die Behörden, ermöglicht eine bessere Kontrolle und trägt so dazu bei, diese Probleme zu erkennen und zu beheben. So können Unternehmen rentabler arbeiten und erhalten einen zusätzlichen Anreiz, die Infrastrukturen in ärmeren Stadtvierteln zu verbessern. Höhere Effizienz führt außerdem zu einer Senkung der Preise. Dies wiederum bewirkt, dass diejenigen, die die Dienstleistungen jetzt kostenlos beziehen, zu zahlenden Kunden werden.¹⁶

Bessere Lebensqualität für ältere Menschen

Die Weltbevölkerung altert rasch. Bis zur Mitte des Jahrhunderts werden ca. 1 Mrd. Menschen im Alter von 65 Jahren und darüber als „über dem Erwerbsalter“ eingestuft werden.¹⁷ Das Internet der Dinge kann die Lebensqualität für diese steigende Zahl älterer Menschen deutlich verbessern. Stellen Sie sich beispielsweise ein kleines tragbares Gerät vor, das die Vitalfunktionen einer Person messen und eine Warnmeldung an eine Pflegekraft oder einen Arzt senden kann, wenn ein bestimmter Grenzwert erreicht wird, oder erkennen kann, wenn jemand hingefallen ist und nicht mehr aufstehen kann.

Herausforderungen und Hindernisse für das Internet der Dinge

Eine Reihe von Hindernissen kann dazu beitragen, die Weiterentwicklung des Internet der Dinge zu bremsen. Die drei wichtigsten sind der Umstieg auf IPv6, die Stromversorgung der Sensoren und die Vereinbarung von Standards.

Umstieg auf IPv6. Im Februar 2010 gingen der Welt die IPv4-Adressen aus. Obwohl dieses Szenario keine für die allgemeine Öffentlichkeit spürbaren Auswirkungen hatte, kann es den Fortschritt des Internet der Dinge hemmen, da potenziell Milliarden neuer Sensoren eindeutige IP-Adressen benötigen werden. Außerdem vereinfacht IPv6 die Verwaltung von Netzwerken, da es Funktionen für die automatische Konfiguration enthält und bessere Sicherheitsfunktionen bietet.

Strom für Sensoren. Damit das Internet der Dinge sein volles Potenzial entfalten kann, müssen Sensoren in der Lage sein, sich selbst mit Strom zu versorgen. Stellen Sie sich vor, Sie müssten die Batterien von Milliarden von Geräten auswechseln, die über die ganze Erde und sogar im Weltraum verteilt sind. Es ist klar, dass dies nicht möglich ist. Die Sensoren müssen deshalb in der Lage sein, Strom aus Umwelterscheinungen wie Vibrationen, Licht und Luftströmungen zu erzeugen.¹⁸ Wissenschaftlern gelang ein wichtiger Durchbruch, als sie beim 241th National Meeting & Exposition of the American Chemical Society im März 2011 einen marktfähigen Nanogenerator vorstellten – einen flexiblen Chip, der Körperbewegungen zur Stromerzeugung nutzt, z. B. durch Fingerkneifen.¹⁹

„Diese Entwicklung [der Nanogenerator] stellt einen Meilenstein auf dem Weg zur Produktion tragbarer Elektronikgeräte dar, die durch Körperbewegungen angetrieben werden können und keine Batterien oder Steckdosen benötigen. Die Nanogeneratoren werden unser zukünftiges Leben verändern. Ihr Potenzial wird lediglich durch unsere Fantasie begrenzt.“

Zhong Lin Wang
Lead Scientist, Georgia Institute of Technology

Standards Obwohl erhebliche Fortschritte im Hinblick auf Standards gemacht wurden, reichen diese Änderungen nicht aus. Dies betrifft vor allem die Bereiche Sicherheit, Datenschutz, Architektur und Kommunikation. Die IEEE ist eine der Organisationen, die daran arbeitet, diese Herausforderungen zu meistern. Sie stellt sicher, dass IPv6-Pakete über unterschiedliche Netzwerktypen hinweg geroutet werden können.

Es ist wichtig, im Auge zu behalten, dass die bestehenden Hindernisse und Herausforderungen nicht unüberwindbar sind. In Anbetracht der Vorteile, die das Internet der Dinge verspricht, werden diese Probleme sicher gelöst werden. Es ist lediglich eine Frage der Zeit.

Weitere Schritte

Wie so oft wiederholt sich die Geschichte. Wie damals, als der Slogan von Cisco „The Science of Networking Networks“ lautete, hat das Internet der Dinge jetzt ein Stadium erreicht, in dem verschiedenste Netzwerke und eine Vielzahl von Sensoren unter einem einheitlichen System von Standards zusammengefasst werden und zusammenarbeiten müssen. Zu diesem Zweck müssen Unternehmen, Regierungen, Standardisierungsgremien und die Wissenschaft auf ein gemeinsames Ziel hinarbeiten.

Anschließend müssen Service Provider und andere Instanzen Anwendungen bereitstellen, die einen echten Mehrwert für das Leben der Menschen bieten, um die Akzeptanz des Internet der Dinge in der Bevölkerung zu erhöhen. Das Internet der Dinge darf technologische Fortschritte nicht um der Technologie willen vorantreiben. Die Branche muss gleichzeitig den tatsächlichen Mehrwert für den Einzelnen deutlich machen.

Zum Schluss können wir sagen, dass das Internet der Dinge die nächste Dimension des Internet ist. Da sich die Menschheit durch die Verarbeitung von Daten zu Informationen, Kenntnissen und Wissen weiterentwickelt, hat das Internet der Dinge das Potenzial, unsere heutige Welt zu verändern – und zwar zum Besseren. Wie schnell dies gelingt, hängt von uns ab.

Für weitere Informationen wenden Sie sich unter devans@cisco.com an Dave Evans, Chief Futurist und Chief Technologist der Cisco IBSG.

Die folgenden Personen haben einen wichtigen Beitrag zur Verfassung dieses Whitepaper geleistet:

- Scott Puopolo, Vice President, Cisco IBSG Service Provider Practice
- Jawahar Sivasankaran, Senior Manager, Cisco IT Customer Strategy & Success Group
- JP Vasseur, Distinguished Engineer, Cisco Emerging Technologies
- Michael Adams, Cisco IBSG Communications Strategy Practice

Endnoten

1. Quelle: Wikipedia, 2011.
2. Quelle: Cisco IBSG, 2011
3. Quelle: US-amerikanische Statistikbehörde, 2010; Forrester Research, 2003.
4. Quelle: Wikipedia, 2010.
5. Quellen: Cisco IBSG, 2010; US-amerikanische Statistikbehörde, 2010.
6. Wenngleich niemand die genaue Anzahl der zu einem bestimmten Zeitpunkt mit dem Internet verbundenen Geräte vorhersagen kann, liefert die Methode, bei der eine Konstante (Größe des Internet verdoppelt sich alle 5,32 Jahre) auf eine zu einem gegebenen Zeitpunkt allgemein geltende Anzahl von vernetzten Geräten (500 Mio. im Jahr 2003) angewendet wird, einen für den Zweck dieses Whitepapers geeigneten Schätzwert. Quellen: „Internet Growth Follows Moore's Law Too“, Lisa Zyga, PhysOrg.com, 14. Januar 2009, <http://www.physorg.com/news151162452.html>; George Colony, Gründer und Chief Executive Officer von Forrester Research, 10. März 2003, <http://www.infoworld.com/t/platforms/forrester-ceo-web-services-next-it-storm-873>
7. Quelle: „Planetary Skin: A Global Platform for a New Era of Collaboration“, Juan Carlos Castilla-Rubio und Simon Willis, Cisco IBSG, März 2009, http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/pov/Planetary_Skin_POV_vFINAL_spw_jc_2.pdf
8. Quelle: World Internet Stats: Usage and Population Statistics, 30. Juni 2010.
9. Quellen: Cisco, 2010; HP, 2010.
10. Quelle: „The Networked Pill“, Michael Chorost, *MIT Technology Review*, 20. März 2008, <http://www.technologyreview.com/biomedicine/20434/?a=f>
11. Quelle: „Researchers Debut One-Cubic-Millimeter Computer, Want to Stick It in Your Eye“, Christopher Trout, Endadget, 26. Februar 2011, <http://www.engadget.com/2011/02/26/researchers-debut-one-cubic-millimeter-computer-want-to-stick-i/>
12. Das Programm Internet Routing in Space (IRIS) von Cisco nutzt den Cisco Space Router, um den IP-Zugriff mithilfe von Satelliten zu erweitern. Dank des Routers müssen keine Daten mehr von und an eine zusätzliche Bodenstation gesendet werden – ein Verfahren, das sehr kostspielig und zeitaufwändig sein kann. Darüber hinaus erweitern die Cisco Space Router den IP-Zugriff auf Regionen, die von traditionellen Bodennetzwerken oder 3G-Netzwerken nicht abgedeckt werden. So werden konsistente und umfassende IP-Funktionen bereitgestellt – unabhängig vom geographischen Standort.
13. Quelle: „The Discovery of the Molecular Structure of DNA“, NobelPrize.org.
14. Quelle: „Augmented Business“, *The Economist*, November 2010.

15. Quelle: „*Fortune at the Bottom of the Pyramid: Eradicating Poverty Through Profits*“, Dr. C.K. Prahalad.
16. Quelle: „India Has Its Own Kind of Power Struggle“, *The Wall Street Journal*, Jackie Range, 7. August 2009.
17. Quelle: Vereinte Nationen, 2010.
18. Quelle: „Smart Dust Sensor Network with Piezoelectric Energy Harvesting“, Yee Win Shwe und Yung C. Liang, ICITA, 2009, <http://www.icita.org/papers/34-sg-Liang-217.pdf>
19. Quelle: „First Practical Nanogenerator Produces Electricity with Pinch of the Fingers“, PhysOrg.com, 29. März 2011, <http://www.physorg.com/news/2011-03-nanogenerator-electricity-fingers.html>

Weitere Informationen

Die Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG) unterstützt Führungskräfte bedeutender öffentlicher und privater Organisationen weltweit durch Beratungsleistungen bei der Bewältigung wichtiger geschäftlicher Herausforderungen. Dabei verfolgen die Branchenexperten der Cisco IBSG einen Ansatz, der Strategien, Prozesse und Technologien miteinander verbindet, um die Visionen unserer Kunden in die Realität umzusetzen.

Weitere Informationen zur IBSG finden Sie unter <http://www.cisco.com/go.ibsg>.



Hauptgeschäftsstelle Nord- und Südamerika
Cisco Systems, Inc.
San Jose, CA

Hauptgeschäftsstelle Asien-Pazifik-Raum
Cisco Systems (USA) Pte. Ltd.
Singapur

Hauptgeschäftsstelle Europa
Cisco Systems International BV Amsterdam,
Niederlande

Cisco verfügt über mehr als 200 Niederlassungen weltweit. Die Adressen mit Telefon- und Faxnummern finden Sie auf der Cisco Website unter www.cisco.com/go/offices.

 Cisco und das Cisco Logo sind Marken von Cisco Systems, Inc. und/oder Partnerunternehmen in den Vereinigten Staaten und anderen Ländern. Eine Liste der Cisco Marken finden Sie unter www.cisco.com/go/trademarks. Die genannten Marken anderer Anbieter sind Eigentum der jeweiligen Inhaber. Die Verwendung des Begriffs „Partner“ impliziert keine gesellschaftsrechtliche Beziehung zwischen Cisco und anderen Unternehmen. (1005R)