

	<b>Elektronik - de</b>			Print
	Medientyp:	Fachpresse-Spezial	Gedruckte Auflage:	31.100
	Veröffentlichungsdatum:	17.12.2015	Verkaufte Auflage:	4.915
	Seite:	20-25	Verbreitete Auflage:	30.601
			Reichweite:	137.502

Internet of Everything:

## Vor uns die Sensorflut



**Ist die Zahl der installierten Sensoren in den letzten Jahren schon rasant gewachsen, so ist das gar nichts im Vergleich dazu, was in den nächsten Jahren noch kommen wird. Überall werden alle möglichen Messwerte aufgenommen, digitalisiert, irgendwohin übertragen und mit immer ausgeklügelteren Methoden analysiert.**

Von Helmuth Lemme

**E**in derart explosives Wachstum hatte kein Marktforscher vorhergesagt. Lag die Weltproduktion von „mobilen“ Sensoren – das heißt solchen, die in tragbaren Kleingeräten wie Smartphones und so weiter sowie in Autos sitzen – im Jahr 2007 noch bei 10 Millionen Stück, so waren es 2013 bereits fast 10 Milliarden, Tendenz weiter schnell steigend. Für das nächste Jahrzehnt erwarten renommierte Fachleute jährlich Billionen. Vor allem deshalb, weil zu den derzeitigen Anwendungsbereichen viele neue hinzukommen werden.

Mittlerweile ist von der „vierten technischen Revolution“ die Rede. Die erste hatte Dampfmaschine, Elektrizität, Verbrennungsmotoren, Radios, Flugzeuge usw. gebracht, die zweite dann Transistor und unverbundene Computer, die dritte die Vernetzung der Computer mit Internet, Facebook, Twitter und so weiter – aber immer noch weitestgehend vom Menschen bedient. In der vierten, die erst noch auf uns zukommt, tauschen sensorbasierte intelligente Systeme automatisch untereinander Informationen aus, ohne dass der Mensch das noch einleitet. Durch die

totale Vernetzung entsteht das Internet of Things (IoT), die Basis für Industrie 4.0. Die ferne Vision ist das Internet of Everything IoE oder IoX, wo alles mit allem in ständiger Kommunikation ist.

### Verwirrspiel mit Zahlen

Wie so eine Welt einmal aussehen könnte, damit befasst sich Janusz Bryzek, Pionier für MEMS-Kommerzialisierung und Gründer von mehreren Firmen im Silicon Valley, heute unter anderem Geschäftsführer von TSensorsSummit [1]. Das „T“ im Namen steht für „trillion“ – amerikanisch gemeint, gleichbedeutend mit einer deutschen Billion,  $10^{12}$  (Hier gibt es immer wieder Konfusion;  $10^{18}$  sind es definitiv nicht). Er hat bereits fünf Symposien zu diesem Thema abgehalten, eines davon in München vom 15. bis 17.9.2014 in enger Kooperation mit der dortigen **Fraunhofer**-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörpertechologien (EMFT), geleitet von Prof. Dr. Christoph Kutter. 36 Vorträge und

150 Teilnehmer beweisen die hohe Aktualität des Themas. Das letzte fand am 9. und 10. Dezember 2015 in Florida statt. Eine jüngst erstellte Roadmap (Bild 1) zeigt, wie die Sensorstückzahlen weiter wachsen sollen.

Bryzek ist voller Euphorie: Er prophezeit, durch die totale Vernetzung innerhalb von 20 Jahren alle großen Probleme der Menschheit lösen zu können: den Hunger zu beenden, die Erderwärmung zu begrenzen, emissionsfreie Energie bereitzustellen, sauberes Wasser zu liefern, die Bevölkerungsexplosion zu verlangsamen und den Anstieg der medizinischen Kosten zu bremsen. Nach seiner Rechnung wären dafür 45 Billionen vernetzte Sensoren erforderlich, die in den 2030er Jahren erreicht sein sollen. Prof. Kutter sieht den Zeitrahmen eher etwas länger, aber ebenfalls hohen Nutzen: „Die einzige Möglichkeit, die Ressourcen effizient zu nutzen, geht über Sensorik und ein sehr viel besseres Kontrollieren der ganzen Abläufe.“ Und sie können auch wertvolle Dienste im Gesundheitsbereich leisten, etwa um Krankheiten schneller und sicherer zu erkennen und bessere Entscheidungen über die richtigen Medikamente zu treffen.

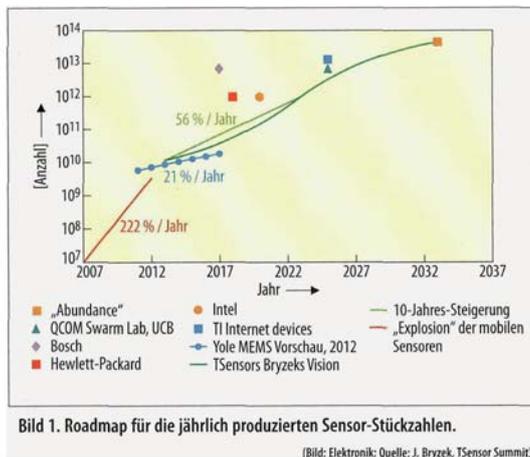


Bild 1. Roadmap für die jährlich produzierten Sensor-Stückzahlen.

(Bild: Elektronik; Quelle: J. Bryzek, TSensor Summit)

Möglich wurde die explosionsartige Vermehrung der Sensoren durch ihre enorme Verbilligung während der letzten Jahre. Systeme, die vor 30 Jahren noch Tausende von Euro gekostet haben oder überhaupt noch nicht existierten, bekommt man heute spottbillig. Selbst hochkomplexe MEMS-Bausteine wie der BMX055 von Bosch Sensortec (mit neun Freiheitsgraden: Beschleunigung, Drehraten und Magnetfeld jeweils in drei Raumrichtungen, für den Einsatz im Smartphone) kosten heute nur noch ein paar Euro. Wenn die gedruckte Elektronik zur Reife kommt, dann könnten viele bald unter 1 Cent kommen. Noch dazu ist das Bauvolumen so klein ge-

worden, dass sie sich praktisch überall einsetzen lassen.

Auch die Rechenleistung, nötig für die Verarbeitung der Sensorsignale, hat sich enorm erhöht und verbilligt. Selbst hochkomplexe Algorithmen wie Fourieranalyse von Schwingungsspektren sind heute sehr leicht zu realisieren. Außerdem ist die Stromaufnahme der Prozessoren, die solche Rechnungen durchführen, drastisch gesunken. So kann man bald überall Mikrocontroller

einbauen, auch an Stellen, wo das früher entweder technisch nicht möglich oder aber zu teuer war.

Schon vieles wurde erfunden, aber noch längst nicht alles ist in konkreter Anwendung. Was in Deutschland fehlt, ist die Kreativität, um aus den Einzelementen marktfähige Produkte zu entwickeln. Hier sind uns die USA mit ihrer Lebensdevise „why not“ weit voraus. Kutter: „Wir haben die ganzen Komponenten vor uns liegen und müssen nur noch schöne Systeme daraus machen.“

Generell ist Deutschland im Bereich Sensorik im internationalen Vergleich sehr gut aufgestellt: Es gibt viele mittelständische Hersteller, einen rührigen Fachverband AMA, jährlich die Messe



Bild 2. Das „Simband“ misst Blutdurchfluss, Blutdruck, Pulsrate, Körpertemperatur und Hautwiderstand. (Bild: Samsung)

„Sensor + Test“ und viele regionale Cluster, die sich immer besser miteinander vernetzen. In den nächsten Jahren werden dafür noch sehr viele kompetente Fachkräfte gesucht. Hubert Steigerwald, Geschäftsführer des Vereins „Strategische Partnerschaft Sensorik“ (SPS [2]), weist auf die Möglichkeiten hin: „Wir reagieren bereits jetzt auf diese Herausforderungen. Beachten Sie unsere Aus- und Weiterbildungsthemen, die wir zusammen mit unseren Partnern bieten.“

### Schnelle Zunahme auch im Industriebereich

Außer in den Autos und in den besagten Kleingeräten finden Sensoren aber auch zunehmend in Maschinen und industriellen Anlagen Einsatz. Hier überwachen sie wichtige Funktionen und Betriebszustände, dabei auch deren lang-

fristige Veränderungen durch Alterung, Verschleiß oder Korrosion. Aktuelle Messdaten werden mit älteren gespeicherten verglichen und geben so Aufschlüsse darüber, wann Wartung durchgeführt werden muss: ab jetzt nicht mehr wie bisher in regelmäßigen Zeitabständen – oft zu früh oder zu spät –, sondern genau nach Bedarf; das kann erhebliche Kosten sparen. Durch geeignete Auswertung der Daten werden bei Maschinen Prognosen über Restlaufzeiten möglich. Auf „Condition Monitoring“ folgen „Remote Sensing“ und „Remote Monitoring“ [3]. Am Fraunhofer EMFT werden speziell für solche Zwecke Silizium-MEMS-Mikrofone entwickelt [4].

Ein Anwendungsbeispiel sind Windgeneratoren, insbesondere offshore, die im Winter für Wartung nicht zugänglich sind. Weil Stillstand hohe Einnahmehausfälle bedeutet, sind zuverlässige Prognosen nötig, ob sie über mehrere Monate hinweg durchhalten werden. Ein anderes Beispiel:

Die Flugzeugturbinen von Rolls Royce enthalten eine Vielzahl von Sensoren; die damit aufgenommenen Daten werden bereits während des Fluges ans Werk gesendet und analysiert. Wenn etwas nicht stimmt, wird am Zielflughafen der Servicemechaniker informiert, der sich nach der Landung sofort an die Arbeit machen kann. In dieser Art soll noch weitaus mehr kommen. Kutter: „Wir dürfen das nicht verschlafen. Wir müssen unsere Maschinen elektrifizieren, digitalisieren und noch mal viel besser machen. Wenn wir es nicht machen, werden es andere machen.“

Auch Gebäude werden durch Installation von Sensoren „intelligent“: Wohnhäuser (Smart Homes) sind dabei vielleicht noch der kleinste Markt. Sehr viel interessanter sind große gewerbliche Gebäude, wo zahllose Fenster, Türen, Heizungen, Lüftungen, Leuchten und so weiter zu überwachen sind. Der Zweck ist vor allem Energieeinsparung (z.B. im Hotel die Heizung herrunterregeln, wenn der Gast das Zimmer verlässt), daneben auch Zutrittskontrolle und Einbruchssicherung.

Heute schon sitzen in Smartphones bis zu 18 Sensoren, in Autos der Oberklasse an die 100, ebenso viele in Smart Buildings und in Flugzeugen wahrscheinlich tausende. Laut einer Schätzung von Bosch werden bereits 2017 pro Weltbürger etwa 1000 Sensoren im Einsatz sein, andere nennen ähnliche Zahlen für spätere Jahre. Wie auch immer: Die Billionen von Sensoren werden dann mit Sicherheit nicht gleichmäßig



Bild 4. Mobile EKG-Analyse mit Information eines Arztes bei gefährlichen Zuständen. (Bild: Alivecor)

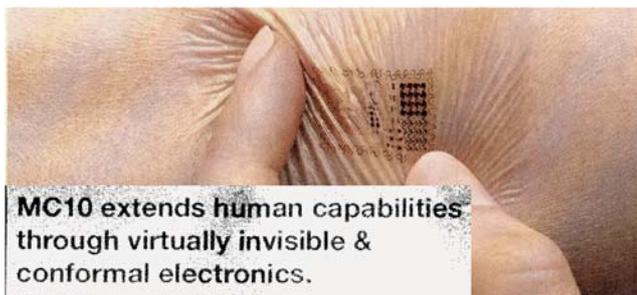


Bild 3. Auf die Haut aufklebbare Sensorfolie für diverse Vitalparameter. (Bild: MC10)

über die Menschheit verteilt sein. Nach wie vor werden etliche Milliarden Menschen keinen einzigen besitzen. Andere um so mehr, und sehr viele werden nicht irgendwelchen Menschen direkt zugeordnet sein, sondern sitzen in Maschinen, großtechnischen Anlagen, Flugzeugen, Schiffen und so weiter.

Das IoT wird auch eine große Anzahl neuer Arbeitsplätze kreieren. Bryzek berichtet von einer Untersuchung von Cisco, nach der es bis 2020 weltweit 170 Millionen werden sollen, überwiegend hochqualifizierte. So viele Fachleute muss der Arbeitsmarkt erst einmal hergeben. Das kann noch schwierig werden.

### Umgang mit Big Data

Ein Problem ist die Datenflut, die diese Sensoren produziert. Es ist unbedingt nötig, sie unmittelbar vor Ort vorzuver-

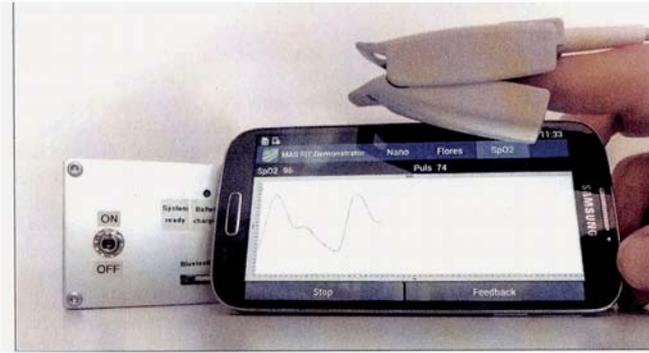


Bild 5. Blut-Messsystem für Glukose, Laktat, Cholesterol, Sauerstoff und andere Größen. (Bild: Fraunhofer FIT)

arbeiten und die relevanten Informationen zu extrahieren, um die Übertragungswege und Speicher zu entlasten. Speziell für diese Art von Aufgaben wurde im Frühjahr 2014 die **Fraunhofer-Allianz „Big Data“** gegründet, der mittlerweile 25 Institute angehören. Die drei großen Herausforderungen sind hier

- **Geschwindigkeit:** Die Daten fallen in ständig steigendem Tempo an.
- **das schiere Volumen:** Die Mengen werden immer größer.
- **die Heterogenität:** Die vielen verschiedenen Arten der Daten (Zahlen, Tonaufnahmen, Festbilder, Filme usw.) erschweren zunehmend die Auswertung.

Für die wachsenden Byte-Mengen mussten immer wieder neue Präfixe erfunden werden. Tera ( $10^{12}$ ) sind schon bald langweilig, es folgen Peta ( $10^{15}$ ), Exa ( $10^{18}$ ), Zetta ( $10^{21}$ ), Yotta ( $10^{24}$ ) und jetzt ganz neu Bronto ( $10^{27}$ ), benannt nach einem furchterregenden Saurus aus der Kreidezeit. Derartige Kapazitäten würden bei Weitem ausreichen, um von sämtlichen Weltbürgern die vollständige DNA und alle Computer- und Smartphone-Aktivitäten abzuspeichern (wie interessant für die Großen Brüder!). Wie viele Bytes tatsächlich auf der Welt schon produziert wurden, darüber gehen die Zahlen ganz erheblich auseinander, wohl vor allem deshalb, weil die Tätigkeiten der Geheimdienste nur sehr unzureichend bekannt sind. Es ist die Rede von Verdoppelung alle zwei Jahre. Hewlett Packard lässt verlauten, NSA und FBI hätten bereits Daten über Personen in der Größenordnung Yottabyte gesammelt.

Der weitaus größte Anteil der neuen Sensoren kommuniziert mit den zugehörigen Computern über Funk, weil eine

Verkabelung entweder nicht möglich oder unbezahlbar wäre. Sie funken normalerweise nicht ständig, sondern meist nur sehr kurzzeitig, mit langen Pausen dazwischen. Insofern ist die Gefahr der Verstopfung aller Funkkanäle nicht so groß. Außerdem spart das Energie; die Batterien halten länger beziehungsweise die Versorgung mittels Energy Harvesting ist möglich. Vor dem Versenden über das Netz müssen die Daten unbedingt sicher verschlüsselt werden. Die Großen Brüder betreiben bekanntlich kräftig Wirtschafts- und Technologie-spyonage. Viele Anwender verhalten sich da bodenlos leichtsinnig.

#### Der nächste Boom: Wearables

Exponentielles Wachstum kann bekanntlich nicht ewig weitergehen. Wenn einmal jeder Weltbürger sein Smartphone hat und von der Werbung nicht mehr ausreichend motiviert werden kann, sich jedes Jahr ein neues zuzulegen, dann wird sich das Wachstum hier sicher verlangsamen. Eine andere Klasse von Geräten stößt aber bisher

noch in ein Vakuum: die sogenannten Wearables, Kleinstgeräte, die direkt am Körper oder in unmittelbarer Körpernähe getragen werden und diverse Vitalparameter aufnehmen, zum Beispiel Herz- und Atemfrequenz, Blutdruck, Blutzuckergehalt, EKG, EEG. Die aufgenommenen Rohdaten werden – meist über eine Kurzstrecken-Bluetooth-Verbindung – zum Smartphone gefunkt, darin mit der zugehörigen App ausgewertet und in konzentrierter Form dann irgendwohin gesendet, zum Beispiel an einen Arzt oder ein medizinisches Labor. Nützlich ist das vor allem für alte und kranke Menschen, für die in kritischen Situationen die Hilfe sehr viel schneller kommen kann. In vielen Pflegeheimen herrschen bekanntlich häufig katastrophale Zustände; das Personal ist oft inkompetent, überlastet, schlecht bezahlt und wenig motiviert. Elektronische Geräte können zwar keine Schmerzen lindern, aber in vielen Fällen den Pflegern die Arbeit erleichtern. Hier bahnt sich für die nächsten Jahre ein riesiger Boom an.



Bild 6. Tragbares EEG-Analysegerät zur Ermittlung emotionaler Zustände.

(Bild: Emotiv)

Ein paar Beispiele aus der mittlerweile kaum noch übersehbaren Anzahl solcher Produkte: Das „Simband“ von Samsung (Bild 2) misst Blutdurchfluss, Blutdruck, Pulsrate, Körpertemperatur und Hautwiderstand [5]. Die Firma MC10 fertigt auf die Haut aufklebbare Sensorfolien für diverse Messgrößen (Bild 3 [6]). EKG-Analysegeräte (Bild 4) informieren bei gefährlichen Abweichungen vom gesunden Zustand automatisch einen Arzt [7]. Der Schlafüberwachungs-Sensor „Beddit“ [8] wird unter das Laken gelegt und registriert Herzfrequenz, Atemfrequenz, Schnarchen, verschiedene Schlaf-

stadien, Wachzeiten sowie Aufstehen aus dem Bett. Ein Beispiel, was mit Vernetzung von vielen derartigen Geräten und Auswertung des Gesamtdatensatzes möglich ist: Bei einem leichten Erdbeben in Napa (Kalifornien) ließ sich feststellen, dass in der unmittelbaren Umgebung praktisch alle davon aufwachten, in etwas größerer Entfernung nur noch einige, sehr weit weg keiner mehr.

Ein am Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik (FIT) entwickeltes Blut-Messsystem (Bild 5) misst Glukose, Laktat, Cholesterin, Sauerstoff sowie die Fluoreszenz von mit Farbstoff-

fen markierten Biomarkern [9]. Das Gerät „uChek“ von Biosense Technologies erkennt 25 verschiedene Krankheiten [10]. Sogar die Entdeckung von Brustkrebs soll mit spezieller Sensorik möglich sein [11].

Für Parkinson-Kranke gibt es einen speziellen Löffel, der das Zittern der Hand um 70 % dämpft [12]. Für Diabetiker ist die Glukosemessung nichtinvasiv möglich; durch Kombination mehrerer verschiedener Messverfahren erhöht sich die Genauigkeit [13]. EEG-Analysegeräte ermitteln emotionale Zustände; dazu werden auf dem Kopf einige Elektroden platziert (Bild 6), die Spannungen im Mikrovoltbereich werden verstärkt und einer Fourieranalyse unterworfen [14]. Sogar ein Gerät zur DNA-Analyse in iPad-Größe wurde schon vorgestellt [15]; in der ersten Version soll es 1 Milliarde Basen erfassen, in der zweiten Version 20 Milliarden, in der dritten dann sogar 100 Milliarden (die Großen Brüder werden scharf darauf sein!).

Versionen für Babys und Kleinkinder überwachen Atemrhythmus, Liegeposition, Hauttemperatur und so weiter, die Daten gehen irgendwo in die Cloud und werden analysiert, bei Bedarf werden die Eltern über das Smartphone informiert [16]. „Intelligente“ Windeln untersuchen den Urin auf Indizien für Krankheiten [17]. Ein Teddy-

## Letzter Schrei: „Intelligente“ BHs

Nr. 1: Die japanische Firma Ravijour hat einen BH mit „True Love Tester“ vorgestellt (Bild). Er enthält einen Herzfrequenz-Sensor; die Messdaten werden per Bluetooth an das Smartphone gefunkt, auf dem eine entsprechende App installiert ist. Diese vergleicht das aufgenommene Muster mit früher bei anderen Gelegen-



Der BH öffnet nur bei einer Herzfrequenz, die „echter Liebe“ entspricht. (Bild: Ravijour)

heiten mit emotionaler Erregung ermittelten. Der Hersteller behauptet, diese unterscheiden zu können. Nur wenn echte Liebe detektiert wird, sendet das Smartphone ein Signal zurück, das ein Öffnen des Verschlusses auslöst. So sollen Frauen vor ungewollten Übergriffen geschützt werden können. Der Prototyp wurde vorgestellt; über Serienfertigung ist nichts zu erfahren, auch nicht über die Sicherheit gegenüber Fehlauslösungen (für Hackerangriffe überaus verlockend!), nichts darüber, wie man ihn bei leerer Batterie noch aufkriegt,

und schon überhaupt nichts, ob die Daten gleich an Google und Facebook weitergeleitet werden ([news.cnet.com/8301-17938\\_105-57617747-1/bust-lock-down-bra-only-unhooks-for-love-true-love](http://news.cnet.com/8301-17938_105-57617747-1/bust-lock-down-bra-only-unhooks-for-love-true-love)).

Nr. 2: Der BH funkt jedesmal beim Öffnen ein Signal an das Smartphone; dieses sendet dann ein Tweet aus. Alle Twitter-Follower sind dann über den Vorgang informiert ([www.cnet.com/news/bosombuddy-bra-tweets-every-time-its-unhooked](http://www.cnet.com/news/bosombuddy-bra-tweets-every-time-its-unhooked)).

Nr. 3: Diese Entwicklung von Microsoft hat den Zweck einer Essbremse. Der in den BH eingebaute Sensor misst Herzfrequenz, Atmung, Hautwiderstand und Bewegung und sendet die Daten an das Smartphone mit entsprechender App. Diese ermittelt daraus die aktuelle Stimmung und warnt vor einem Fressanfall ([www.telegraph.co.uk/technology/microsoft/10499811/Microsoft-developing-smart-bra.html](http://www.telegraph.co.uk/technology/microsoft/10499811/Microsoft-developing-smart-bra.html)).

Bild 7. Fitnessband mit zehn Sensoren für Herzfrequenz, GPS-Position, Hautwiderstand, UV-Strahlung und andere Größen.

(Bild: Microsoft)



bär hat Augen mit LEDs, die mit der gleichen Frequenz wie die Herzfrequenz des Kindes blinken, um Vertrauen zu schaffen [18]. Barbiepuppen enthalten Mikrofone mit Spracherkennungs-Software, die die Gespräche von Kindern aufnehmen und an den Hersteller funken [19] – was schon viel Ärger erregte.

### Sport mit Elektronik

Eine verwandte Art von Produkten ist interessant für Sportler, die ihre Leistung kontrollieren wollen. Teils werden sie genauso am Körper getragen wie z.B. das Fitnessband von Microsoft (Bild 7) mit zehn Sensoren für Herzfrequenz, GPS-Position, Hautwiderstand, UV-Strahlung und andere Größen, teils sitzen sie auch in den Sportgeräten. So zum Beispiel im Rennrad: Sensoren registrieren die Kraftübertragung vom Fuß auf das Pedal; bei 100 Messungen pro Sekunde bleibt dem Sportarzt nichts verborgen [20]. In Sportkleidung eingebaute Sensoren messen Herzfrequenz, Blutdruck, Atmung, Bewegung, Kalorienverbrauch [21]. Sensoren in Tennisschlägern registrieren Schlagstärke, Auftreffpunkt und Richtung [22]. Sogar Bälle mit eingebauter Elektronik gibt es schon; sie analysieren, wie die Spieler mit ihnen umgehen, und helfen so dem Trainer [23].

Die genannten Beispiele sind nur ein kleiner Bruchteil dessen, was tatsächlich schon auf dem Markt ist oder in Kürze kommen wird. Weil die menschliche Kreativität unbegrenzt ist, schlägt sie gelegentlich auch wilde Kapriolen, einfach um zu zeigen, was technisch möglich ist: so bei den „intelligenten“

BHs, siehe Kasten „Letzter Schrei“. Wie ernst das gemeint ist, sei dahingestellt. Auf jeden Fall bleiben immer noch genug sinnvolle Dinge übrig. mh

### Quellen

- [1] [www.TSensorsSummit.org](http://www.TSensorsSummit.org)
- [2] [www.sensorik-bayern.de](http://www.sensorik-bayern.de)
- [3] Helmut Lemme: Antworten statt Daten *Elektronik* Nr. 21/2013, S. 36
- [4] [www.emft.fraunhofer.de](http://www.emft.fraunhofer.de)
- [5] [www.voiceofthebody.io/simband](http://www.voiceofthebody.io/simband)
- [6] [www.mc10inc.com](http://www.mc10inc.com)
- [7] [www.alivecor.com](http://www.alivecor.com)
- [8] [www.bedditi.com](http://www.bedditi.com)
- [9] [www.fit.fraunhofer.de/de/presse/13-09-12.html](http://www.fit.fraunhofer.de/de/presse/13-09-12.html)
- [10] [www.medgadget.com/2013/08/smartphone-based-urine-analysis-interview-with-ucheys-myshkin-ingawale.html](http://www.medgadget.com/2013/08/smartphone-based-urine-analysis-interview-with-ucheys-myshkin-ingawale.html)
- [11] [www.indiegogo.com/projects/eclipse-the-first-smart-digital-self-breast-exam-device](http://www.indiegogo.com/projects/eclipse-the-first-smart-digital-self-breast-exam-device)
- [12] [www.liftlabsdesign.com](http://www.liftlabsdesign.com)
- [13] [www.integrity-app.com](http://www.integrity-app.com), [www.biosensors-tech.com](http://www.biosensors-tech.com), [www.globes.co.il/en/article-1000877563](http://www.globes.co.il/en/article-1000877563)
- [14] [www.emotiv.com/epoc](http://www.emotiv.com/epoc)
- [15] [www.genapsys.com](http://www.genapsys.com)
- [16] [www.owletcare.com](http://www.owletcare.com), [www.mysensible-baby.com](http://www.mysensible-baby.com)
- [17] [www.indiegogo.com/projects/pixie-scientific-smart-diapers\\_blogs\\_plos.org/globalhealth/2014/05/wiredhealth](http://www.indiegogo.com/projects/pixie-scientific-smart-diapers_blogs_plos.org/globalhealth/2014/05/wiredhealth)
- [18] [www.mimobaby.com](http://www.mimobaby.com)
- [19] Denise Bergert: WLAN-Barbie zeichnet Gespräche auf [www.heise.de/-2576510.html](http://www.heise.de/-2576510.html)
- [20] [road.cc/content/news/130261-brim-brothers-finally-launch-zone-dpmx-cleat-based-power-meter](http://road.cc/content/news/130261-brim-brothers-finally-launch-zone-dpmx-cleat-based-power-meter)
- [21] [www.omsignal.com](http://www.omsignal.com)
- [22] [www.zepp.com](http://www.zepp.com), [www.babolat.com/product/tennis/racket/babolat-play-pure-drive-102188](http://www.babolat.com/product/tennis/racket/babolat-play-pure-drive-102188)
- [23] [94fifty.com](http://94fifty.com)