

Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 106 (2015)
Heft: 4

Artikel: Internet of Things : die Verknüpfung von Dingen und Diensten
Autor: Pfister, Cuno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-856633>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 17.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Internet of Things

Die Verknüpfung von Dingen und Diensten

Beim Internet of Things geht es darum, physische «Dinge» durch Internet-Dienste anzureichern. Diese Objekte können riesig wie Wasserkraftwerke oder winzig wie Hörgeräte sein. Es können Produkte für Endkunden wie Blumentöpfe oder industrielle Produkte wie Druckgiessmaschinen sein. Ob stationär wie Öltanks oder mobil wie Erntemaschinen, ob einfach wie einzelne Ventile oder komplex wie Industrieanlagen – die Kombinationen und die sich daraus ergebenden Möglichkeiten scheinen grenzenlos.

Cuno Pfister

Damit ein Objekt mit zugehörigen Internet-Diensten kommunizieren kann, muss es «smart» gemacht werden: Es muss mit einem netzwerkfähigen Embedded System ausgestattet werden, das eine direkte oder indirekte Verbindung zum Internet ermöglicht. Dies kann zusätzlichen Nutzen ermöglichen. So kann man zum Beispiel die Heizung im Ferienhaus einschalten, bevor man die Fahrt dorthin antritt. Ein Träger von Hörgeräten kann die Einstellung der akustischen Parameter im Hörgerät optimieren lassen, ohne dass er seine Wohnung verlassen muss. Ein Düsentriebwerk kann technische Probleme frühzeitig selbst erkennen und einen Wartungsauftrag auslösen, bevor akute Störungen auftreten.

Internet-Dienste werden oft basierend auf Cloud-Plattformen realisiert, z.B. Amazon Web Services oder Microsoft Azure. Da die Verbindung zu den Services via Internet geschieht, wird die Sicherheit zu einem zentralen Thema, denn es tummeln sich in dieser relativ ungeschützten Welt Botnetze, NSA und andere Bedrohungen. **Bild 1** zeigt diverse «Dinge», die mit Internet-Diensten verbunden sind. Mehr Kontrolle hat man innerhalb sogenannter «Edge Networks», also z.B. internen Subnetzen in Fabriken, Bürogebäuden oder allgemein in Räumlichkeiten mit eingeschränktem physischem Zugang.

Was ist neu?

Internet-of-Things-Anwendungen existieren schon länger als der Begriff selbst. Schon vor vielen Jahren war es möglich, über das Web auf Daten von Wettersatel-

iten zuzugreifen. Gegenüber solchen Anwendungen haben sich vor allem vier Faktoren geändert:

- Fortschritte in der Mikroelektronik haben die Kosten für Mikrocontroller, Sensoren und Funkchips massiv sinken lassen (Moore's Law). So gibt es heute 32-bit-Mikrocontroller bereits für weniger als einen Dollar zu kaufen.
- Der Erfolg des Webs hat dazu geführt, dass die Kosten für Internetanschlüsse stetig sinken und ein Internetzugang nahezu überall verfügbar ist.
- Dank Cloud-Plattformen können heute Speicher, Rechenleistung und Software nach Bedarf gemietet werden, ohne Investitionen in eigene Rechenzentren oder langfristige vertragliche Verpflichtungen.
- Durch höhere Integration auf der Hardwareseite und durch etablierte Best Practices bei Webdienst-Schnittstellen ist es einfacher geworden, IoT-Lösungen zu entwickeln. Wo es früher millionenschwere Nasa-Projekte und hochbezahlte Spezialisten brauchte, können heute selbst Hobbyisten («Makers») einfache IoT-Lösungen entwickeln.

So gesehen sind die technischen Wachstumstreiber hinter dem Internet of Things (IoT) primär quantitativer Art: Sinkende Investitionskosten, Hardwarekosten, Kommunikationskosten und Personalkosten. Somit werden Anwendungen ökonomisch attraktiv, deren Kosten/Nutzen-Verhältnis noch vor wenigen Jahren zu wenig vorteilhaft gewesen wäre.

Geeignete Technologien

Wie in allen Bereichen der zunehmend komplexer werdenden Welt existiert auch im Internet der Dinge eine Vielzahl von Technologien und Standards (**Bild 2**). In diesem Kontext laufen derzeit viele Diskussionen, z.B. darüber, welche Kommunikationsprotokolle langfristig am besten skalieren werden. Oder welche Ansätze aus der künstlichen Intelligenz und für Big-Data-Analysen am effektivsten sein werden.

Hier braucht es einen guten Überblick und Fachkompetenz, um unnötige Komplexität und Kosten zu vermeiden. Manchmal reicht ein einfaches Dashboard, das einige aggregierte Messwerte prägnant darstellt. In anderen Fällen ist man mit inhärenter, systemweiter Komplexität konfrontiert. Es braucht einen Systemarchitekturprozess, um angemessene, möglichst einfache Lösungen für gegebene Aufgaben zu finden.

Bei der Frage nach geeigneten Protokollen ist es hilfreich, die beiden wichtigsten Szenarien separat zu betrachten:

Kommunikation innerhalb von Edge Networks

Insbesondere in der Industrieautomation gibt es eine Vielzahl von Feldbussen, industriellen Ethernet-Varianten und anderen Mechanismen zur Kommunika-

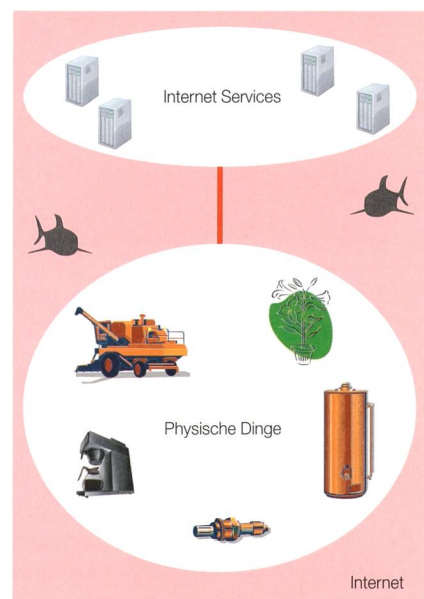


Bild 1 Internet of Things: Die Verbindung physischer Dinge mit Internet-Diensten.

Internet of Things

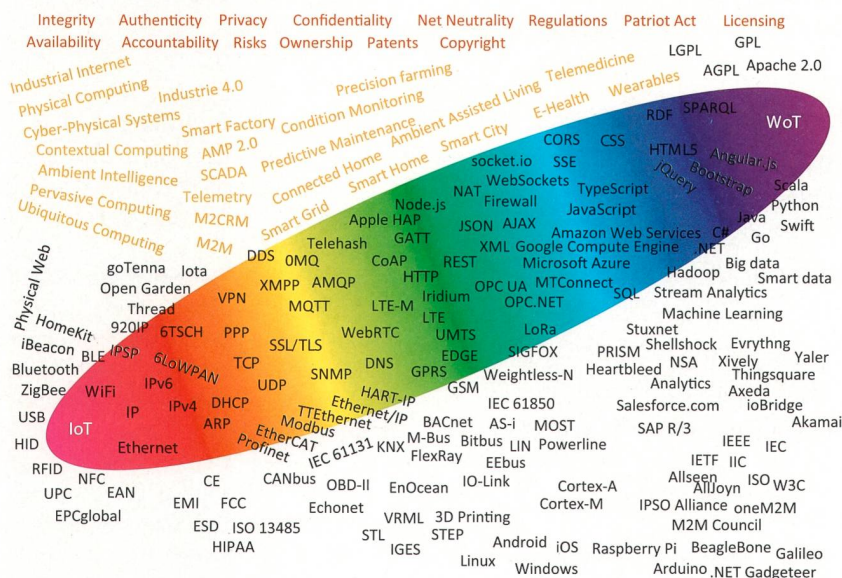


Bild 2 Internet of Things Chaos Slide.

tion von Maschinen untereinander. Die Verwendung von drahtlosen Technologien nimmt zu. Die Industrie unternimmt grosse Anstrengungen, auch innerhalb der Edge Networks Internetprotokolle einzusetzen. Dies ist ein Prozess, dessen Umsetzung lange dauern wird, weshalb die Protokollvielfalt in diesem Bereich noch lange Zeit bleiben wird. Der Zugang zum Internet führt deshalb meist über Gateways, welche die nötigen Protokollkonversionen vornehmen. D.h. die meisten smarten Objekte kommunizieren nicht direkt mit ihren Internet-Diensten, sondern indirekt über Gateways.

Kommunikation von Gateways mit Internet-Diensten

Sobald das geschützte Edge Network verlassen wird, kommen die Internet-Kernprotokolle zum Zug: IPv4, IPv6, TCP, UDP, und darauf aufbauend TLS und DTLS für sichere Übertragung.

Unterhalb der Kernprotokolle können verschiedene Protokolle zum Einsatz kommen, z.B. LTE im Falle von Mobilfunkverbindungen. Die Auswahl von Protokollen ist hier zurzeit relativ klein, es zeichnen sich jedoch interessante Alternativen ab, die Lösungen ermöglichen, die bisher nicht praktikabel gewesen wären, z.B. mit LoRa oder LTE-M.

Oberhalb der Kernprotokolle, auf der Anwendungsebene, wird es ebenfalls spannend. Mehrere Organisationen versuchen hier, für das IoT eigene Protokolle zu etablieren, wie z.B.: CoAP, MQTT, AMQP, XMPP, DDS, OPC UA

und MTConnect. Manchmal wird für eine Anwendung ein bestimmtes Protokoll gefordert. So wird z.B. OPC UA in der Industrieautomation oft verlangt, um Kompatibilität der Produkte auf allen Ebenen zu ermöglichen. Falls jedoch keine zwingenden Gründe für ein bestimmtes Anwendungsprotokoll bestehen, empfehlen wir in der Regel die Verwendung von HTTP und sogenannten REST-Web-Service-Schnittstellen. Kein anderes Anwendungsprotokoll konnte sich über eine so lange Zeit in Bezug auf Skalierbarkeit, Flexibilität und Einfachheit so gut bewähren. Mit der kommenden Version HTTP/2 sind zudem weitere Verbesserungen zu erwarten, die für IoT-Anwendungen attraktiv sind, z.B. das Multiplexing von mehreren HTTP-Verbindungen über eine einzige TCP-Verbin-

dung statt der Verwendung mehrerer (relativ teurer) TCP-Verbindungen.

Noch weiter oben im Protokollstack stellt sich die Frage nach Informationsmodellen und deren Repräsentation, z.B. als JSON oder in binär codierten XML-Formaten. Hier stehen heute meist firmeninterne Formate oder Formate eines bestimmten IoT-Plattformanbieters im Vordergrund. Längerfristig sind branchen- oder prozessspezifische Standards notwendig, um die Integration von Komponenten verschiedener Hersteller noch weiter zu vereinfachen.

Unternehmensperspektive

Welche Protokolle auch immer zum Einsatz kommen, so dienen sie letztlich dazu, Prozesse oder Produkte laufend zu optimieren, z.B. die Stillstandzeiten von teuren Anlagen zu minimieren, die Fahrstrecken einer Flotte von Transportfahrzeugen zu minimieren, lästige Routinearbeiten im Haus zu reduzieren, die Sicherheit der Arbeiter auf einer Baustelle zu erhöhen.

Mit dem Internet verbundene Produkte können aktuelle und präzise Messdaten liefern, wo bisher auf Vermutungen zurückgegriffen werden musste. Für eine optimale Routenplanung einer Tankfahrzeugflotte kann es einen entscheidenden Unterschied machen, ob man sich auf Messungen abstützen kann («Der Öltank von Kunde X ist zu 23 % gefüllt») oder auf Vermutungen («Kollege A meint, dass der Öltank von Kunde X vermutlich noch fast voll ist und wir deshalb frühestens in einem Monat einen Tankwagen zum Nachfüllen vorbeischieken müssen»). Je präziser und aktueller die Sicht eines Unternehmens auf ihre Prozesse ist, umso effektiver können diese gestaltet wer-

Electrosuisse / ITG-Kommentar

Internet of Things

Die exponentielle Entwicklung des Internets in den letzten zwei Jahrzehnten fand hauptsächlich für die Kommunikation zwischen Personen statt: das World Wide Web, das Teilen von Videos, Social Networks usw. Heute hat man jederzeit, überall und auf sehr preiswerte Weise Zugriff aufs Internet. Dadurch ist es technisch und wirtschaftlich auch möglich geworden, unterschiedliche Objekte (Dinge) ans Internet anzuschliessen. Es erstaunt daher nicht, dass die Anzahl der angeschlossenen Objekte exponentiell wächst.

Der Beitrag von Cuno Pfister stellt kurz die im Internet of Things eingesetzten zahlreichen und manchmal redundanten Technologien vor und geht aus der Sicht eines Unternehmens, das solche Produkte entwickelt, auf das Spektrum möglicher Lösungen ein. Cuno Pfister betont zurecht, dass die technologischen Entwicklungen auch Auswirkungen auf die Organisation eines Unternehmens und dessen Geschäftsmodelle haben.

Dominique Gabioud ist Professor an der Fachhochschule Westschweiz (HES-SO) Wallis. Er ist auf dem Gebiet der verteilten Informationssysteme, insbesondere für Smart Grids, aktiv.



Bild 3 Prozessoptimierung mittels Instrumentierung der Welt.

den, z.B. um Fahrzeiten und Treibstoffverbrauch zu minimieren.

Etwas überspitzt kann man sagen, dass durch IoT ein Unternehmen vom Steuern zum Regeln übergeht («closing the loop»): Statt aufgrund von Vermutungen zu entscheiden, oder aufgrund von einseitig negativem Feedback im Falle von Reklamationen, können Optimierungen schnell und effektiv datengesteuert vorgenommen werden (Bild 3). Ziel ist das Ende der «kollektiven Blindheit» von Unternehmen (David Stephenson).

Nicht nur die Beobachtung wird schneller und präziser, auch korrigierende Eingriffe können oft mittels Fernsteuerung beschleunigt oder sogar automatisiert werden. So kann z.B. eine Waschmaschine dann eingeschaltet werden, wenn der Strom gerade billig ist.

Neben Prozessen können auch Produkte optimiert werden. Ein klassisches Produktionsunternehmen verkauft seine Produkte nach dem Motto «fire and forget»: Sind die Produkte verkauft, hört das Unternehmen nie mehr etwas von den Produkten, und falls doch, vermutlich aufgrund von Reklamationen. Werden die Produkte jedoch smart und mit dem Internet verbunden, so können sie bis an ihr Lebensende über eine digitale «Nabelschnur» mit dem Hersteller verbunden bleiben. Dies kann für eine schnellere Diagnose von Störungen genutzt werden, für die Vermeidung von Störungen, und auch für situationsgerechte Angebote: eine Kamera, welche detektiert, dass der Benutzer viele Land-

schaftsaufnahmen macht, kann ihm den Kauf eines Polfilters vorschlagen und wird damit zum virtuellen Verkäufer. Daten über die reale Benutzung von Produkten «im Feld» können jedoch auch Hinweise darauf geben, wie zukünftige Produktgenerationen verbessert werden können, z.B. indem für selten benutzte Kamerafunktionen keine eigenen Knöpfe mehr angebracht werden, oder nur in Kameramodellen für ganz bestimmte Kundengruppen.

Organisatorische Herausforderungen

IoT-Projekte sind in grossen Unternehmen anspruchsvoll, weil sie in der Regel mehrere Abteilungen tangieren – oft auch Lieferanten und Kunden. Wenn ein eigenes Produkt «smart» und mit dem Internet verbunden werden soll, dann muss sich die Entwicklungsabteilung mit der IT absprechen, denn die IT wird die Daten empfangen und auswerten müssen, die von den Produkten der-einst geliefert werden. Oft kann die Service-Abteilung sagen, welche Daten relevant sind, z.B. um frühzeitig drohende Ausfälle erkennen zu können (predictive maintenance).

Abteilungsübergreifende Zusammenarbeit ist selten einfach. Wie verschieden die Kulturen solcher Abteilungen sein können, zeigt ein Vergleich zwischen der «Produktwelt» und der «IT-Welt»: Die IT ist heute an agile Prozesse gewöhnt, und liefert im Extremfall «ewige Betas», d.h. Services, die laufend verbessert werden und nie als fertig gelten. Im Gegensatz dazu wünscht sich die Produktion, dass sie auch nach 20 Jahren noch alle Bauteile beziehen kann, die in einem Produkt verbaut wer-

den. Softwarefehler können praktisch ohne Zeitverzögerung und ohne Distributionskosten korrigiert werden. Fehler in einem physischen Produkt können hingegen zu teuren Rückrufaktionen führen.

Derartige Unterschiede zu überbrücken ist nicht einfach und geschieht nicht von alleine. Es braucht z.B. Systemarchitekten, welche alle Fäden in der Hand halten – unabhängig davon, welcher Abteilung diese Fäden thematisch zugeordnet werden können. Bei dieser anspruchsvollen Rolle geht es um das Sicherstellen vieler übergreifender Architekturqualitäten: Skalierbarkeit, Security, Privacy, Usability.

Von der Pflicht zur Kür

Am einfachsten sind IoT-Projekte, bei denen es um rein firmeninterne Optimierungen geht, z.B. um die Reduktion der Stillstandzeiten von eigenen Anlagen oder um die Kostenreduktion der eigenen Logistik. Das sind die «low-hanging fruits». Hier müssen am wenigsten Parteien miteinander kooperieren und es wird vor allem der Kern des eigenen Geschäftes nicht angetastet, das Geschäftsmodell.

Das grösste Potenzial des IoT, aber auch die grösste Herausforderung, liegt hingegen dort, wo Optimierungen auch Kunden oder Lieferanten betreffen, wodurch sich das Geschäftsmodell und letztlich die Natur des Unternehmens verändern können.

Pay-per-Use scheint eines der sinnvollsten IoT-Geschäftsmodelle zu sein: Statt ein Flugzeugtriebwerk zu verkaufen, wird es vermietet und nach geflogenen Meilen abgerechnet. Der Kunde bezahlt für den Service des Produktes,

Commentaire Electrosuisse / ITG

Internet of Things

Le développement exponentiel d'Internet au cours des deux dernières décennies a été réalisé pour la communication entre personnes : World Wide Web, partage de vidéos, réseaux sociaux... Aujourd'hui, on peut accéder à Internet n'importe où et n'importe quand avec des coûts marginaux très faibles. Il devient donc techniquement et économiquement possible de connecter toutes sortes d'objets (things) à Internet et il n'est dès lors pas surprenant que le nombre d'objets connectés ait entamé une croissance exponentielle.

L'article de Cuno Pfister présente un bref survol des diverses technologies de l'Internet des objets – trop nombreuses et souvent redondantes – et aborde le déploiement de solutions Internet of Things du point de vue d'une entreprise qui fabrique des produits connectés. Il insiste avec raison sur l'évolution de l'organisation de l'entreprise et de son modèle d'affaire induite par un changement qu'on pourrait supposer de prime abord seulement technologique.

Dominique Gabioud est professeur à la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO) Valais. Il est actif dans le domaine des systèmes d'information répartis, appliqués en particulier aux smart grids.

statt das Produkt zu kaufen. Dadurch verschiebt sich die Motivation des Herstellers: Da mit Reparaturaufträgen kein Geld mehr zu verdienen ist, werden die Minimierung von Störungen und die schnellstmögliche Reaktion auf Störungen zu entscheidenden Wettbewerbsfaktoren. IoT ist das Mittel dazu.

Einstieg mit Pilotprojekten

Da beim IoT eine ungewöhnliche Vielzahl von Disziplinen zusammenkommen kann, von der Sensorik bis zur Big-Data-Analyse, geht es vordringlich um den Ausbau des nötigen Know-hows im Unternehmen. Dazu kann man mit der Frage beginnen, welche Daten einerseits leicht zu erfassen wären, andererseits eine merkliche Verbesserung der Prozesse erlauben würden. Dann werden ein bis drei Pilotprojekte gestartet, in denen fehlendes Know-how intern aufgebaut wird und

Résumé

L'Internet des objets

La combinaison des objets et des services

L'Internet des objets a pour but de doter, par le biais de services Internet, les objets physiques d'avantages supplémentaires, ainsi que de nouvelles fonctions. Centrales hydroélectriques ou appareils auditifs, la taille de ces objets peut varier de façon considérable. Il peut s'agir de produits destinés aux clients finaux, tels que des pots de fleurs, ou de produits industriels comme des machines de moulage sous pression. Pour que les objets soient en mesure de communiquer avec leurs services Internet respectifs, ils doivent être rendus « intelligents ». Autrement dit, ils doivent être équipés d'un système embarqué capable de se connecter à un réseau et qui permette une connexion à Internet. En ce qui concerne la question relative aux protocoles appropriés, il est utile de considérer séparément les deux principaux scénarios, soit la communication au sein de réseaux Edge (réseau de l'installation) et la communication de passerelles avec les services Internet. Quels que soient les protocoles employés, l'objectif reste toujours le même : optimiser en permanence les processus ou les produits.

No

Kontakte zu passenden externen Partnern hergestellt werden. Die Projektteams sollten so zusammengesetzt sein, dass die relevanten Abteilungen und alle Stufen, vom Ingenieur bis zur Geschäftsleitung, vertreten sind und damit die gewonnene Erfahrung später im

Unternehmen weiter verbreitet und ausgebaut werden kann.

Autor

Dr. Cuno Pfister promovierte an der ETH Zürich unter Niklaus Wirth und ist Gründer und Geschäftsführer von Oberon.

Oberon microsystems AG, 8005 Zürich, pfister@oberon.ch

Anzeige



LANZ für Neubauten und Nachinstallationen

Zur Verbindung von Trafo und Hauptverteilung:
 LANZ HE-Stromschienen 400 A – 6000 A 1000 V IP 68

Zum el. Anschluss von Maschinen und Anlagen:
 LANZ EAE-Stromschienen 25 A – 4000 A 600 V

Zur Führung von Strom-, Daten- und Steuerkabel:
 LANZ C-Kanäle G-Kanäle Gitterbahnen Flachbahnen Multibahnen Weitspann-MB Steigleitungen

Zur Zuführung von Strom-, Daten- und Telefonleitungen zu Arbeitsplätzen in Büro und Betrieb:
 Brüstungskanal-Stromschienen 63 A 230/400 V, Doppelboden-Anschlussdosen und -Auslässe.

ISO 9001 CE- und IEC-konforme Stromschienen, Kabelbahnen und Kabelzuführungen sind die Kernkompetenz von LANZ. Beratung, Offerte, rasche und preisgünstige Lieferung von **lanz oensingen ag** CH-4702 Oensingen Tel. 062 388 21 21

☐ Mich interessieren Bitte senden Sie Unterlagen.

☐ Könnten Sie mich besuchen? Bitte tel. Voranmeldung!

Name / Adresse / Tel.

•A4



lanz oensingen ag

CH-4702 Oensingen
 Telefon 062 388 21 21
 www.lanz-oens.com

Südringstrasse 2
 Fax 062 388 24 24
 info@lanz-oens.com

«Der Sicherheitstester» EurotestXE MI 3102BT

Neu



Einfach - Selbsterklärend - Menügeführt
NIV und NIN Installationsprüfungen
FI Prüfungen Typ B und B+
Automatische Testabläufe, Messdatenspeicher
Schnittstellen RS232, USB und Bluetooth
Software EuroLinkPRO inkl.
Android Software optional



Messgeräte • Systeme • Anlagen

Zur Kontrolle und Optimierung des Verbrauches elektrischer Energie
 Brüelstrasse 47 CH-4312 Magden Telefon 061-845 91 45 Telefax 061-845 91 40
 E-Mail: elko@elko.ch Internet: www.elko.ch