Elektrofahrzeuge als schaltbare Nutzlast

Autor(en): **Schär, D. / Baumgartner, F. / Tavares, M.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **103 (2012)**

Heft 7

PDF erstellt am: **23.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857317

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

TECHNOLOGIE **SMART GRID**

Elektrofahrzeuge als schaltbare Nutzlast

Intelligentes Laden dank Internetanbindung

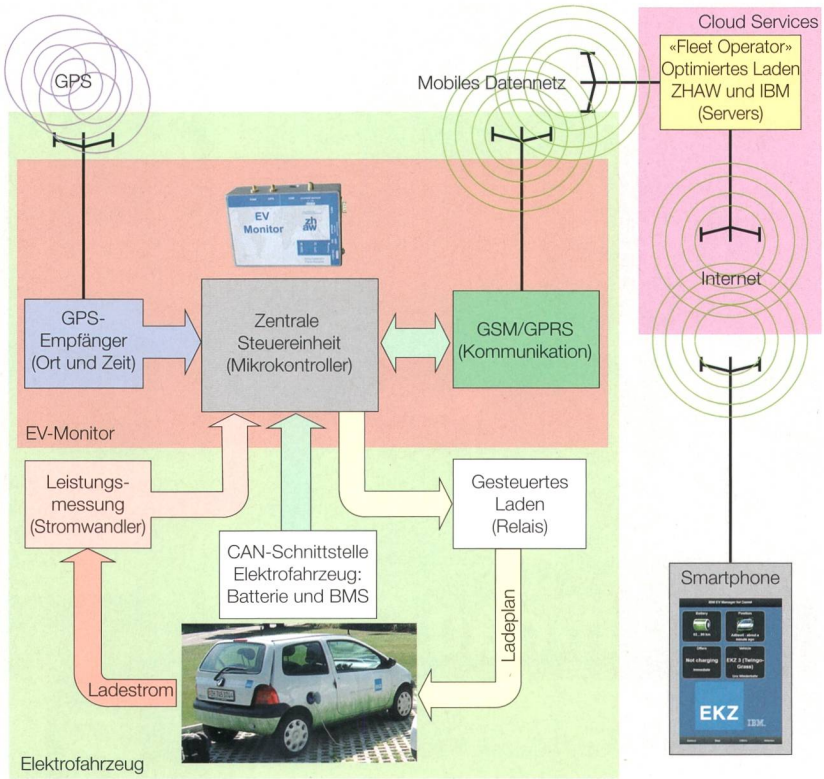
Erneuerbare Energien wie Fotovoltaik und Windkraft lassen sich nicht vorschreiben, wann sie Strom produzieren sollen. Um dennoch jederzeit Strom anbieten zu können, wird der Strom heute in Stauseen oder Batterien zwischengespeichert. Ein anderer Ansatz zur Entlastung des Netzes ist das Trennen von grösseren Verbrauchern vom Netz bei knappem Elektrizitätsangebot. Mit intelligenten Ladeplänen kann hier auch die Elektromobilität einen wertvollen Beitrag leisten.

D. Schär, F. Baumgartner, M. Tavares, D. Gantenbein, A. Fuchs

Ein Kochherd kann über Mittag nicht vom Netz getrennt werden – ein Elektroauto hingegen schon. Falls beim Parken zu Hause und am Arbeitsplatz «eingesteckt» wird, stehen typischerweise über 20 Stunden täglich zur Verfügung, um die Batterien aufzuladen. Da Elektrofahrzeuge selten mit ganz leerer Batterie am Ziel ankommen, muss nur ein Teil nachgeladen werden. Für die Nutzung des Elektrofahrzeugs ist es eigentlich unerheblich, wann genau Strom in die Batterie fliesst – Hauptsache, das Ziel wird erreicht. Vereinfacht gesagt, kann bei einem knappen Stromangebot das Elektroauto für jene Zeit mithilfe eines elektronisch gesteuerten Schalters vom Netz getrennt werden.

Um Angebot und Nachfrage von elektrischer Energie zur Deckung zu bringen und gleichzeitig speicherfähige elektrische Verbraucher optimal zu bewirtschaften, kann ein sogenanntes «virtuelles Kraftwerk» Pläne zum Ein- und Ausschalten bedeutender Stromverbraucher berechnen.

Der traditionelle Ansatz des ferngesteuerten Ladens eines Elektrofahrzeugs geht davon aus, dass die Ladeinfrastruktur via Ladekabel dem Batteriemanagementsystem (BMS) im Auto Befehle zum Ein- und Ausschalten oder Anweisungen zur zu verwendenden Ladeleistung gibt. Dieser Ansatz stammt aus einer Zeit, als noch keine Mobiltelefone und Mikroprozessoren mit Schnittstellen für serielle Bussysteme existierten oder noch sehr teuer waren. Heute aber, dank zahlbarer und leistungsfähiger Mobiltelefonie, ist der teleinformatische Umweg über Ladeeinrichtungen nicht mehr notwendig: Eine Leitzentrale kann dem Elektrofahrzeug direkt kommunizieren, wie geladen werden soll.



ZHAW

Bild 1 Blockschaltbild der telematischen Anbindung des E-Fahrzeugs mittels ZHAW-EV-Monitor als Datenlogger und Steuereinheit zum netzoptimierten Laden.

EV-Monitor als Datenlogger und Steuereinheit

Um eine Elektrofahrzeug-Testflotte steuern zu können, wurde an der ZHAW ein EV-Monitor entwickelt [1] – eine ins Elektroauto eingebaute kleine Box, die mit einem GPS-Empfänger für Zeitaufnahme und Positionsbestimmung des Fahrzeugs sowie einem GSM-Modul für die Kommunikation mit einem Server ausgestattet ist. Via CAN-Bus kann auch der Ladezustand der Batterie ausgelesen werden. Zusätzlich erfasst ein Stromsensor die Ladeleistung vom Netz, was für spezielle Detailangaben wie tatsächliche Effizienz, aber auch zeitliche und räumliche Belastung des Stromnetzes eingesetzt werden kann. Im EV-Monitor befindet sich auch der elektronische Schalter (Relais), mit dem das Ladegerät des Elektroautos vom Netz getrennt oder mit diesem verbunden werden kann. Das Relais liegt zwischen dem Stecker des Elektro-

TECHNOLOGIE **SMART GRID**

Datenquellen	Informationsgehalt	Bemerkungen
GPS-Empfänger im EV-Monitor	Trajektorie von GPS-Daten (Ort und Zeit), d.h. Position und Höhe im Verlauf der Zeit.	Die Geschwindigkeit ist daraus ableitbar.
CAN-Bus des Elektrofahrzeugs	Aktuelle Batterie- und Fahrwerte, insbesondere auch der Ladezustand (SoC) der Batterie.	Der zeitliche Verlauf des Ladezustands ist wesentlich, um Entscheide zum flexiblen Nachladen zu treffen.
Stromverlauf (vom CAN-Bus oder von einem Stromsensor)	1. Fahrstrom Positives Vorzeichen: aus der Batterie entnommen. Negatives Vorzeichen: in die Batterie geladen. 2. Ladestrom Beginn und Ende des Ladevorgangs, die Intensität des Ladevorgangs (Leistung) sowie die Erhaltungsladung am Ende.	Alternative Methode wird benötigt, falls das Auslesen der Batteriewerte am CAN-Bus nicht möglich ist → Batteriemodell. Würden auch noch Spannung und Phasenwinkel gemessen und würde über die Zeit integriert, wäre die geladene Energiemenge (in kWh) bestimmt.

Tabelle Überblick über die via EV-Monitor erfassten Datenquellen und deren Verwendung.

autos und dem Ladegerät und schaltet die 230-V-Wechselspannung.

Bild 1 zeigt das Blockschaltbild und skizziert die Vernetzung. Die alle paar Sekunden gemessenen relevanten Daten werden im EV-Monitor zwischengespeichert. Im Minutentakt wird für den Datenaustausch mit den Servern im Internet Kontakt aufgenommen. Informationen und Befehle können auch direkt per SMS ausgetauscht werden.

Ladezustandsbestimmung mit Batteriemodell

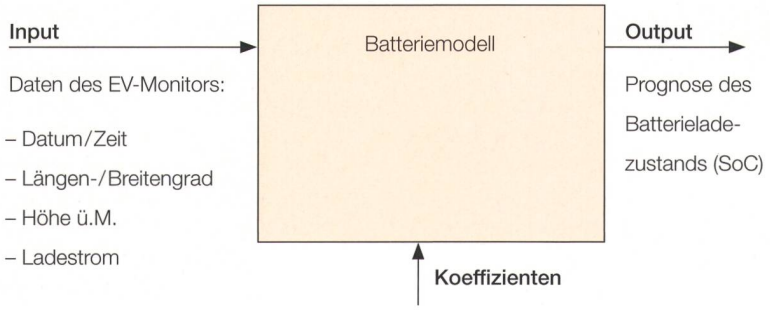
Der EV-Monitor fügt die Daten vom GPS-Empfänger mit den typischerweise am CAN-Bus verfügbaren Daten wie dem Ladezustand der Batterie, den Fahrwerten und den wichtigen Stromwerten zusammen. Die **Tabelle** gibt einen Überblick über die Datenquellen und deren Verwendung.

Um einen optimalen Ladefahrplan bestimmen zu können, muss man den Batterieladezustand kennen. Für den Fall, dass diese Daten nicht am CAN-Bus eines Fahrzeugtyps abgegriffen werden können, wurde ein Batteriemodell implementiert.

Das Batteriemodell bestimmt mithilfe der Geografieinformationen aus dem GPS-Signal, der Zeit und dem Ladestrom den Batterieladezustand des Fahrzeuges **(Bild 2)**. Basis sind fahrzeugspezifische Koeffizienten, die bei Testfahrten ermittelt werden können.

Das Batteriemodell kann sich dank Erkennung des Ladestrommusters beim Ladezustand von 80 % selbst kalibrieren **(Bild 3)**. Zu Beginn liegt zwischen der Schätzung des Batteriemodells und dem Ladezustand eine grosse Abweichung vor. Zum Beispiel wurde am 24. November das Modell selbstständig kalibriert. Der geringe Schätzfehler von wenigen Prozent reicht für praktische Anwendungen aus.

Durch eine Weiterentwicklung des Batteriemodells könnte dem Fahrer die Information zur Verfügung gestellt werden, ob die geplante Route mit dem aktuellen Batterieladezustand gefahren werden kann oder nicht. Folgende Informationen der geplanten Route müssten dazu vorhanden sein: Richtgeschwindigkeiten und Höhenunterschiede auf den Streckenabschnitten sowie deren totale Streckenlänge.



ZHAW

Bild 2 Verwendung des Batteriemodells zur Berechnung des Batterieladezustands aus den verfügbaren Daten.

Reicht die in der Batterie gespeicherte Energie nicht aus, könnte eine alternative, energieeffizientere Route vorgeschlagen werden. Das Batteriemodell könnte in einem Online-Routenplaner oder direkt auf einem Navigationsgerät oder Smartphone integriert werden.

Ergänzt werden müsste das Batteriemodell mit Schätzungen des Energieverbrauchs weiterer Energieverbraucher wie Heizung oder Klimaanlage, denn diese Energieverbräuche fallen wegen der hohen Energieeffizienz des E-Autos beträchtlich ins Gewicht.

Visualisierung des gesteuerten Ladens

Über das Smartphone bzw. einen Browser können die vom EV-Monitor auf den Server übertragenen Daten wie auch die vom virtuellen Kraftwerk berechneten «Fahrpläne» abgerufen und dargestellt werden. Ebenfalls können die Position des Fahrzeugs sowie die gefahrene Strecke auf Google-Maps oder anderen elektronischen Karten angezeigt werden. Während der Fahrt kann so festgestellt werden, wo sich das Elektrofahrzeug in Bezug zur nächsten Ladestation befindet.

Heute, in der Frühzeit der Elektromobilisierung mit Fahrzeugen der Lithiumbatterietechnologie, erlauben so auf der Karte dargestellte Fahrten vor allem wichtige Erkenntnisse zum Einsatz der Elektromobile und die Praxistauglichkeit der Batterie.

Der zeitliche Verlauf des Stromes und des Batterieladezustands zeigt, wann gefahren und geladen wurde und in welchen Zeitintervallen nichts geschah.

Bild 4 zeigt die vom EV-Monitor aus dem Fahrzeug beschafften Daten zusammen mit dem vom virtuellen Kraftwerk berechneten Ladefahrplan. Man sieht, wie der Ladezustand beim Fahren – rote, vertikale Fahr- und Rekuperations-Stromverläufe – sinkt und beim Laden – blau markierte Zeitintervalle – steigt.

Der Benutzer des Elektrofahrzeugs kann jederzeit zwischen 3 Lademodi umschalten. Im Modus «Immediate» wird nach dem Einstecken schnellstmöglich geladen. Im Modus «Premium» wird der Ladevorgang automatisch in die günstigen Nachtstunden verschoben. Im Normalmodus «Intelligent» übergibt der Benutzer das Planen des optimalen Ladens und des Erbringens von Regelleistung dem Energieversorgungsunternehmen. Basierend auf individuellen Fahrverhalten wird im IBM Edison Virtual Power Plant (EVPP) für jedes Fahrzeug die benötigte Energie

TECHNOLOGIE **SMART GRID**

und die zeitliche Flexibilität beim Nachladen berechnet und den Stromnetzbedürfnissen angepasst und gegebenenfalls die Ladepläne dynamisch angepasst [2, 3].

Neue Möglichkeiten dank Vernetzung des Fahrzeugs

Mit dem vorliegenden Projekt konnte demonstriert werden, dass sowohl Fahrer wie auch Energieversorger die Verbindung des Fahrzeuges mit dem Internet nutzen können.

Mithilfe eines Smartphones oder Computers kann der Besitzer des Elektrofahrzeugs sein Auto steuern und beobachten: Er weiss, wie weit die Ladung fortgeschritten ist, er kann die gefahrene Route analysieren oder neue Strecken planen, er weiss, wo das Auto aktuell steht, und er kann verschiedene Lademodi wählen. Soll es sofort oder später geladen werden? Soll eine bevorzugte Stromqualität geladen werden?

Der Energieversorger kann das E-Fahrzeug dann so laden, wie es aus seiner Sicht bezüglich Stromangebot und Netzauslastung optimal ist. Automatisch kann dies dank einem «virtuellen Kraftwerk» geschehen.

Offen ist die Frage, welche Schnittstellen zwischen Auto- und Stromwelt in Zukunft zahlenmässig vorherrschen werden. Werden es Hardware-Schnittstellen sein, werden «EV-Monitor»-ähnliche Boxen eingebaut werden, oder werden Module beispielsweise auf die Diagnoseschnittstellen der Fahrzeuge gesteckt werden, um ein Fahrzeug fähig zur automatischen Verbindung mit dem Stromnetz zu machen?

Es zeichnet sich ab, dass E-Autos mittels eingebauter Systeme standardmässig internetfähig sein werden. Entsprechend wird die Schnittstelle zwischen der Auto- und der Stromwelt wahrscheinlich eine Software-Schnittstelle sein. Dies hat den Vorteil, dass die Autoindustrie nicht befürchten muss, dass Stakeholder direkt auf den Fahrzeug-CAN-Bus zugreifen und so bei gewissen Fahrzuständen sicherheitsrelevante Befehle abgeben. Geschaltet wird der Ladestrom dann nicht mehr mittels zusätzlich eingebautem Relais, sondern letztlich durch einen Befehl oder durch Vorgabe von Ladestromsollwerten ans Ladegerät. Durch Übergabe des Fahrplans als zeitliche Sollwerte der gewünschten Ladeleistung wird die Hoheit des Batteriemanagementsystems in jedem Fall gewahrt.

In diesem Zusammenhang haben ZHAW und EKZ im Rahmen der oben beschriebenen Batteriemodell-Machbarkeitsstudie auch gezeigt, dass der Ladezustand aus messbaren Parametern auch dann genügend genau schätzbar wird, wenn keine teleinformatische Verbindung via CAN-Bus zum Batteriemanagementsystem der Traktionsbatterie aufgebaut werden kann.

ZHAW

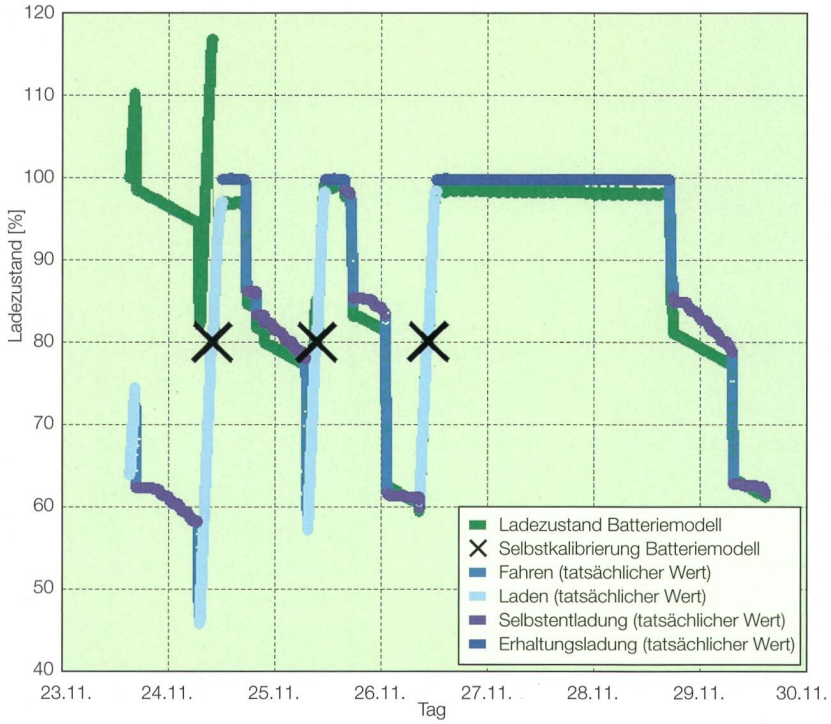


Bild 3 Aus dem Batteriemodell berechneter Ladezustand über mehrere Tage mit Selbstkalibrierungen.

Ausblick

Die Fernsteuerbarkeit des Ladevorgangs der Elektrofahrzeug-Traktionsbatterien wird es ermöglichen, mehr erneuerbare Energie verwerten zu können [4, 5, 6]. Die Batterien können dann zugeschaltet werden, wenn genügend Strom aus Wind- und Solarenergie zur Verfügung steht. Ist aber das Netz überlastet oder steht zu wenig Leistung zur Verfügung, können zur Entlastung Elektroautos vom Netz getrennt werden und dieses somit entlasten – natürlich aber nur, wenn dies der Zeitplan des Fahrers zulässt.

Dazu braucht es heute nur ein Relais, einen EV-Monitor, das Mobilfunknetz sowie eine Benutzeroberfläche. In Zukunft werden diese Elemente möglicherweise alle im E-Fahrzeug eingebettet sein und müssen nur noch via Software-Schnittstellen passend angesprochen werden. Dank der Nutzung von im Fahrzeug vorhandenen Funktionen müssen diese nicht in der Ladeinfrastruktur dupliziert werden, was die Ladeinfrastruktur-Investitionen reduziert – eine Voraussetzung, um überall, wo Autos stehen, diese auch mit dem elektrischen Netz verbinden zu können.

IBM

Bild 4 IBM EV-Manager-Anwendung für Smartphones und Webbrowser. Visualisierung des gesteuerten Ladens.

Gelb: Ladezustand (SoC) in %. Rot: Strom in A (Positiv: Strom aus der Batterie, fahren. Negativ: Strom in die Batterie, laden). Blau: Während diesem Zeitintervall wird gemäss virtuellem Kraftwerk geladen.

TECHNOLOGIE **SMART GRID**

Résumé

Des véhicules électriques utilisés comme modules de charge commutables

Une charge intelligente grâce à une connexion Internet

Les voitures électriques d'EKZ (Elektrizitätswerke des Kantons Zürich) sont reliées à Internet par le biais d'un enregistreur de données bidirectionnel avec fonction de communication de la Haute école des sciences appliquées de Zurich (ZHAW SoE). Les données de conduite incluant position et temps ainsi que les courants de charge et décharge de la batterie sont analysés sur le serveur du laboratoire de recherche de Rüschlikon (IBM) et la flexibilité de charge individuelle pronostiquée est utilisée pour une intégration optimale au réseau d'électricité. Les schémas de charge intelligents calculés sont retransmis automatiquement par les réseaux de données mobiles à l'unité de commande du véhicule électrique. L'utilisateur a la possibilité de surveiller la charge depuis n'importe quel lieu à l'aide d'Internet ou d'un smartphone et le cas échéant de l'ajuster à ses besoins. De manière générale, cette approche contribue à adapter la sollicitation du réseau électrique en fonction des énergies renouvelables disponibles. No

Der EV-Monitor könnte sogar als Elektrizitätszähler funktionieren. Da die Position des Fahrzeugs bekannt ist, könnte die bezogene Energie direkt dem jeweiligen Elektrizitätsdienstleister verrechnet werden. Ein Abrechnungssystem in den Ladesäulen erübrigt sich so und es genügen einfache Steckdosen zur Energieversorgung der E-Mobilität.

Referenzen

[1] De Queiroz Tavares Marina, Gartmann Jonas, Perucchi Flavio, Baumgartner Franz, Youssefzadeh Maria: «Understanding future customer needs by monitoring EV-drivers' behavior», Proc. EVS-25, Shenzhen, China, November 5–9, 2010.

[2] Gantenbein Dieter, et al.: «Distributed integration technology development», EDISON Consortium, Deliverable D3.1, April 30, 2011. http://www.zurich.ibm.com/smartgrid.

[3] Sundstroem Olle, Binding Carl: «Flexible Charging Optimization for Electric Vehicles considering Distribution Grid Constraints», IEEE Transactions on Smart Grid, Vol. 99, December 2011.

[4] Gantenbein Dieter: «Elektrofahrzeuge im Smart Grid unterstützen erneuerbare Energien», EKZ Fachtagung Elektromobilität, 13. September 2011.

[5] Video «IBM and EKZ Make Electric Vehicle Charging More Convenient with New Smartphone Application». http://bit.ly/ibmek

[6] Fuchs Andreas, «Cost-effective Smart Charging Infrastructure for Electric Cars», IAMF, International Advanced Mobility Forum, Geneva, March 8, 2012.

Angaben zu den Autoren

Daniel Schär, El.-Ing. FH, arbeitet als Wissenschaftlicher Assistent am Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW). Er befasst sich mit Fotovoltaik und Elektromobilität und entwickelte das Batteriemodell.

ZHAW, 8401 Winterthur, sdan@zhaw.ch

Franz Baumgartner, Prof. Dr., ist Dozent für erneuerbare Energien und Elektronik an der ZHAW.

ZHAW, 8401 Winterthur, bauf@zhaw.ch

Marina de Queiroz Tavares, Dr. Ing., ist Dozentin für Signalverarbeitung und Nachrichtentechnik an der ZHAW.

ZHAW, 8401 Winterthur, dqtm@zhaw.ch

Dieter Gantenbein, Dipl. El.-Ing. ETH, MSc. CS, Projektleiter SmartGrid bei IBM Research – Zurich, im Labor Rüschlikon.

IBM Research – Zurich, 8803 Rüschlikon, dga@zurich.ibm.com

Andreas Fuchs, Dr. phil. nat., MAS ETH MP, arbeitet als Co-Projektleiter Elektromobilität in der Unternehmensentwicklung der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich. Ziel ist es, optimale Methoden und Infrastrukturlösungen für die Einbettung elektrischer Fahrzeuge ins Stromnetz zu finden.

EKZ, 8002 Zürich, andreas.fuchs@ekz.ch

Anzeige

«Die Schlanken»

MIZ/KIZ-kWh-Zähler

MID-Konform

M-Bus

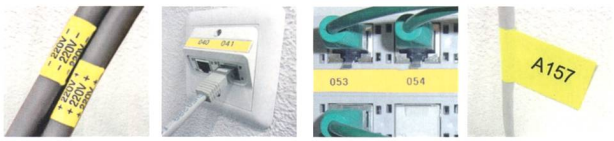
Direktmessend
Einfach-/Doppeltarif
Impulsgeber S0 + M-BUS Schnittstelle
Genauigkeit Klasse B (1)
Momentanwertanzeige

ELKO SYSTEME AG

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

brother at your side

Das Telematiker-Gerät

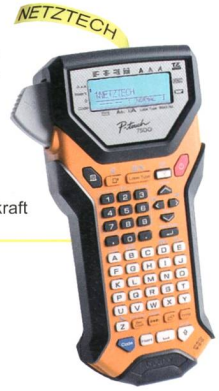


Kabelkennzeichnung | Steckdosenkennzeichnung | Panel- und Portbeschriftung | Fähnchenkennzeichnung

Der P-touch 7500

Ein sehr robustes und handliches Beschriftungsgerät, die Ideallösung für den Einsatz im technischen Alltag. Dank dem Fähnchen-, Panel-, Port-, oder Umlaufdruck- sowie Standardbeschriftungen ist dieses Gerät ein richtiger Beschriftungsprofi.

- 6, 9, 12, 18, 24mm breite Schriftbänder
- Speichertasten
- Beschriftung mit Standard-, Flexi- oder Extraklebkraft
- Masse: 235x134x78mm



Weitere Informationen unter:
www.netztech.ch

NETZTECH®

Netztech Handels AG ▪ Sihlbruggstrasse 109 ▪ CH-6340 Baar
Telefon 041 768 05 05 ▪ Fax 041 768 05 06
info@netztech.ch ▪ www.netztech.ch