

DEZENTRALER NETZBETRIEB

DIE DEZENTRALE ENERGIEWENDE BRAUCHT EINE STRATEGIE FÜR EINEN MÖGLICHST DEZENTRALEN NETZBETRIEB. ES GIBT WICHTIGE GRÜNDE WARUM ZENTRALISMUS DER FALSCHER ANSATZ IST UND ES GIBT GUTE IDEEN FÜR EINE WIRKLICH ROBUSTE UND DEZENTRALE LÖSUNG.

Der erste Teil dieser Serie hatte das Themengebiet der dezentralen Strommärkte umrissen. Eine Kernaussage war, dass zentralistische Strommärkte die Physik, und damit die Notwendigkeiten, eines dezentralen Stromnetzes nicht abbilden können werden. Wir fordern deshalb neue Ideen mit dezentralen Ansätzen.

Dezentral ist und bleibt dezentral

Immer wieder versuchen wir darauf hinzuweisen, dass sich im Rahmen der Energiewende sehr viele Dinge ändern werden. Die Dezentralität ist nun mal ein Naturgesetz der Energiewende. Hier sind nur die wichtigsten Aspekte noch einmal kurz zusammengefasst:

- Die Stromerzeugung wird nicht mit Hunderten von Großkraftwerken, sondern mit zig-Millionen kleiner Anlagen dezentral erfolgen.
- 90% der Anlagen werden am Nieder- und Mittelspannungsnetz hängen.
- Es wird von mechanischen Generatoren auf Leistungselektronik umgestellt. Dies verändert fundamental die technischen Möglichkeiten der Regelbarkeit und der Reaktionszeiten.

Obwohl noch lange nicht alle politischen oder wirtschaftlichen Akteure die Notwendigkeit der dezentralen Energiewende ernsthaft verfolgen, so gibt es dennoch erstaunlicherweise einen nahezu flächendeckenden Konsens, dass die Energiewende ein so genanntes „intelligentes Stromnetz“ (Smart Grid) bräuchte.

Die Theorie der Realität

In der Debatte um das ominöse „Smart“ Grid unterliegen wir einem fundamentalen Irrtum. Wir glauben, das „Wetter“ würde sich für unsere „Wettervorhersagen“ interessieren. Doch der Realität sind unsere Theorien völlig egal. Die Naturgesetze, also die Gesetze der Physik, sind weder demokratisch, noch käuflich.

Wir sollten das besagte Smart Grid eher als Technologie analog zur Wettervorhersage oder der Grünen Welle betrachten (siehe Bild 1). Alle drei sind durchaus praktisch, wenn sie funktionieren. Aber das wirklich Wichtige ist am Ende die Realität. Wenn es im Stromnetz „regnet“ (z.B. Frequenzeinbruch), dann brauchen wir umgehend eine Lösung, egal ob das Smart Grid diese Störung korrekt vorhergesagt hat oder nicht. Und was wenn das Smart Grid an der Störung schuld ist?

Smart Failure und der Gridcode

Zu den technischen Risiken der geschwätzigen Smart Grid Lösungen aus Sicht der Computersicherheit hatten wir bereits ausgiebigst berichtet (siehe SONNENENERGIE 2012-02, „Welches Smart Grid?“ im Onlinearchiv). Das Gebot der Stunde ist nicht ein Smart Grid, sondern die Philosophie der Smart Failure.

Wir brauchen technische Lösungen, die auf vorhersehbare Art und Weise kaputt gehen. Smart Failure verlangt danach den Krisenfall zur Normalität zu erklären, um zu prüfen, welche Konsequenzen dies hätte. Wir sollten nicht die gleiche technologische Selbstüberschätzung bei der Energiewende anwenden, die schon bei der Atomkraft und dem Atommüll in so kurzer Zeit so grandios versagt hat.

Wir brauchen einfache, robuste und krisenfesten Lösungen. Wir brauchen deshalb in erste Linie möglichst schnell zukunftsfähige Netzanschlussbedingungen für die dezentralen Netzteilnehmer.

Wir brauchen einen EE-Gridcode!

Netzfrequenz und Spannung

In unserer Serie zur Netzintegration der Elektrofahrzeuge (in den Jahren 2009 bis 2012) wurden sehr viele Aspekte beleuchtet, darunter auch die Hintergründe der Netzstabilität. Die Details zur Netzfrequenz kann man z.B. in der SONNENENERGIE 2012-06 nachlesen. Extrem stark vereinfacht könnte man die wichtigsten Sachverhalte so zusammenfassen:

- Die Netzfrequenz ist die Kenngröße für das globale Gleichgewicht von Angebot und Nachfrage im gesamten Stromnetz.
- Die Spannung ist die Kenngröße für das Gleichgewicht im lokalen Netz.

Das Prinzip der dezentralen Überwachung der Netzparameter Frequenz und Spannung ist so alt wie das Stromnetz selbst. Seit über 100 Jahren wird so die Stabilität des Netzes gesichert. Doch moderne Computer- und Messtechnik gepaart mit Verfahren der Mustererkennung und Prognosealgorithmen kann

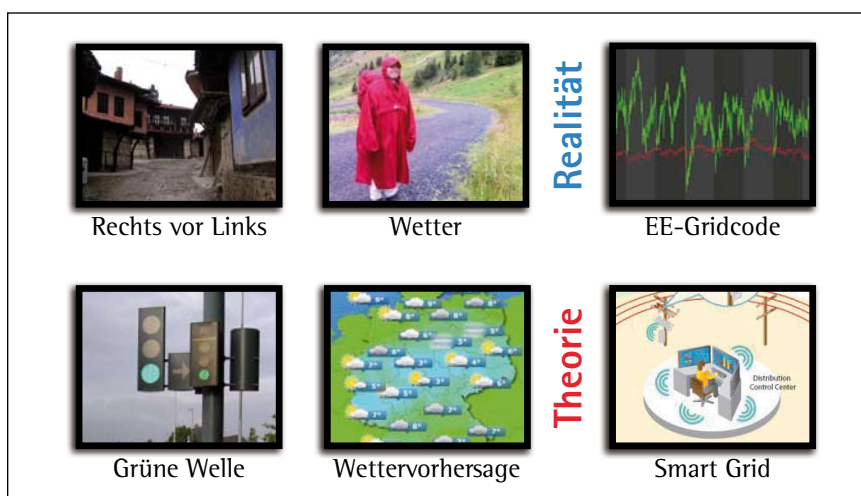


Bild 1: Wir sollten das Smart Grid eher als Technologie analog zur Wettervorhersage oder der Grünen Welle betrachten. Es ist sehr praktisch, aber nicht notwendig. Am Ende zählt immer die Realität. Was wir deshalb in erster Linie brauchen, sind zukunftsfähige Netzanschlussbedingungen für die dezentralen Erneuerbaren: den EE-Gridcode.

heute noch viel mehr aus den gängigen Netzparametern herauslesen, als nur den aktuelle Netzzustand. Man kann z.B. Schaltvorgänge in vorgelagerten Trafostationen erkennen oder aus den lokalen Messungen der letzten Monate, Tage und Stunden eine lokale „Wettervorhersage“ für das örtliche Stromnetz erstellen. Dies ist ohne kostspielige Kommunikation möglich und damit extrem robust und zuverlässig. Tabelle 1 zeigt einige der aktuellen Projekte und Produkte aus diesem Umfeld.

Stabil ist stabil ist stabil ...

Eine zentrale Erkenntnis steckt in dem banalen Ansatz der verteilten Eigenverantwortung: Wenn jeder vor seiner eigenen Haustür kehrt, dann ist die ganze Stadt sauber. Diesen Denkansatz kann man auf das Stromnetz übertragen. Wenn an jedem Punkt im Stromnetz die Spannung und Frequenz stabil im zulässigen Bereich gehalten werden, dann ist per Definition das ganze Stromnetz stabil, denn das Ganze ist ja nur die Summe der Einzelbestandteile.

Wenn also jeder Netzteilnehmer dezentral, autonom und eigenverantwortlich dafür sorgt, dass sein eigenes Verhalten den Netzzustand an seinem Netzanschlusspunkt immer in die Richtung der höheren Stabilität treibt und niemals die Verletzung harter Grenzwerte zulässt, dann wäre das gesamte Netz stabil. Es klingt fast so einfach wie es letztlich ist.

Um im Bild der Stadtreinigung zu bleiben sei hier jedoch gleich auf zwei zentrale Konflikte hingewiesen:

- Nicht jeder Bürger besitzt einen Besen bzw. sieht ein, warum er vor seiner Haustür sauber machen sollte.
- Wenn die Bürger die Stadt sauber halten würden, dann wären die Mitarbeiter der Stadtreinigung arbeitslos.

Arbeitslose Stadtreinigung

Der erste Punkt kann im Stromnetz durch entsprechende (Straf-)Tarife bei der Verletzung von Stabilitätsgrenzwerten recht einfach gelöst werden. Wir werden hierauf in der nächsten Folge dieser Artikelserie eingehen, in der Ideen für dezentrale Stromzähler vorgestellt werden sollen. Teilweise wurden die entsprechenden Denkansätze bereits in der SONNENENERGIE 2015-02 skizziert.

Der zweite Konfliktpunkt ist schon kritischer. Die Energiewende hat bereits – und wird in Zukunft noch stärker – den Energieversorgern das Geschäftsmodell „Verkauf von kWh-Strom“ und „Spitzenlaststrom zur Mittagszeit“ entrissen. Somit bleibt als letzte Bastion das Geschäftsfeld „Regelenergie für Netzstabilität“. Ein chaotischer Strommarkt und ein instabiles Netz sind die beste Grundlage für dieses lukrative Geschäftsmodell.

Was würde den Energieunternehmen noch bleiben, wenn das Netz „von sich aus“ einfach nur stabil wäre?

Indien ohne Internet?

Im fernen Indien sieht man die Sache eher pragmatisch. Dort stellt sich die Frage nicht, denn das Netz ist nahezu überall und jeden Tag instabil. Dies hat Tanuja Ganu, die seit 2011 bei IBM Re-

search India in Bangalore arbeitet, bereits in ihrer Kindheit verinnerlicht. Ferner hat sie schnell erkannt, dass es selbst in Indien, einem Land voller Call-Center und Computerexperten, nur an wenigen Ort wirklich halbwegs zuverlässige Internetverbindungen gibt ... und dass sich daran in absehbarer Zeit in der Fläche auch nicht viel ändern wird. Und ganz ehrlich, in den meisten anderen Ländern auf diesem Planeten sieht es nicht viel besser aus.

Für Tanuja Ganu stand schnell fest, dass ein „geschwätziges“, zentralistisches Smart Grid zur Lösung der indischen Stromnetzprobleme gar nicht in Frage kommt, weil es dafür verlässliche Kommunikation bräuchte. Deshalb entwickelte sie 2012 den nPlug (siehe Tabelle 1). Es ist eine Steckdose, die das Stromnetz beobachtet und auf der Basis von lokalen Messwerten (siehe Bild 2) dezentrale Verbrauchsoptimierung vornimmt.

Die wissenschaftlichen Veröffentlichungen zum nPlug sind sehr lesenswert. Ausgehend vom nPlug hat die Forscherin noch weitere Geräte mit dem Ansatz der dezentralen Optimierung erprobt.

Die Schweiz ohne Berge?

Wenn man an die Schweiz denkt, so schweben vor dem geistigen Auge meist Bilder von Kühen, Käse, Schokolade, Geld, Schnee und Bergen. Ja, die Schweizer haben hohe Berge und die dortigen Netzbetreiber haben viele Pumpspeicherkraftwerke, mit denen sie gutes Geld (mit Regelenergie) verdienen. Und dennoch haben es die Schweizer Netzbetreiber offenbar geschafft, sich

Tabelle 1: Aktuelle Projekte und Produkte zur dezentralen Netzsteuerung

			
	IBM nPlug	Alpiq GridSense	InGrid
Projektstart	2012	2014	(2009) 2014
Webseite	www.ibm.com/in/research	www.grid sense.ch	www.ingridag.com
Land	Indien	Schweiz	Schweiz
Prognosealgorithmus	nPlug GSMA	GridSense	NeuroGrid
Status	Forschung	Produkt	Pilotanwendungen

Diese Produkte und Projekte verfolgen die Strategie des dezentral optimierten Netzbetriebes. Alle beobachten die Netzparameter „Frequenz und Spannung“ und leiten daraus Erkenntnisse über den aktuellen und zukünftigen lokalen Netzzustand ab. Es gibt weiterhin noch diverse ähnlich gelagerte Forschungsprojekte und Publikationen (siehe auch www.gridco.de).

Quellen: IBM Research-India, Alpiq Intec, InGrid AG

den Blick für die Zukunft nicht „zuzu-betonieren“.

Dass die Elektromobilität sinnvoll ist und als Massenprodukt zwangsläufig kommen wird, war in der Schweiz, die selber keine Autos produziert, schon lange unumstritten. Dass es einen Zusammenhang zwischen Elektroautos und der Speicherung von Strom gibt, lag auf der Hand. Anstatt sich, wie es in Deutschland offenbar üblich geworden ist, gegen die unvermeidliche Zukunft zu stellen, hat man sich in der Schweiz entschieden das neue Potential aktiv zu erschließen.

Bereits im Mai 2009 präsentierten Cord Dustmann und Max Ursin auf dem Elektromobilitätskongress EVS24 das als „SwissV2G“ benannte Konzept der dezentralen Optimierung von Ladevorgängen. Aus der Idee wurde das Forschungsprojekt „Swiss2Grid“ geboren, welches dann in die Gründung der InGrid AG mündete. Diese führt seit Anfang 2014 erste Pilotprojekte mit Netzbetreibern zur dezentralen Betriebsoptimierung durch. Die Basis ist auch hier die Beobachtung der Netzfrequenz und Netzspannung.

Alpiner GridSense ist käuflich

Fast zeitgleich hat der Schweizer Netzbetreiber Alpiq unter dem Namen GridSense eine eigene Lösung für dezentrales Netzmanagement vorgestellt. Einer der Werbesprüche lautet: „GridSense – die mehr als smarte Lösung“.

Das erste reale Produkt ist eine Steckdose („Wallbox“) für das gesteuerte Aufladen von Elektrofahrzeugen, die auf der Hannover Messe 2014 offiziell vorgestellt wurde. Die Entwicklung der Technologie

geht zurück auf das Schweizer Unternehmen Protoscar, eine Designschmiede für exklusive Lösungen im Bereich der Elektromobilität.

Die Alpiq hebt in ihren Unterlagen die hohe Datensicherheit und die geringen Kosten hervor. Beide Vorteile ergeben sich automatisch aus dem Verzicht auf die unnötige und teure Kommunikation.

Zum Erscheinungszeitpunkt dieses Artikels soll es die GridSense-Ladesteckdose zu kaufen geben. Der Schweizer Netzbetreiber will das Produkt nicht nur im eigenen Land, sondern in ganz Europa anbieten. Weitere Geräte mit GridSense (Hausbatterien, Wärmepumpen, etc.) sollen gegen Ende 2015 verfügbar sein.

Der Alpiq und Protoscar gilt es an dieser Stelle ein dickes Lob auszusprechen. Der dezentrale Netzbetrieb benötigt zu seinem Durchbruch möglichst viele käufliche Produkte. Die gibt es jetzt. Danke für so viel Mut zur Innovation!

Wer hat es erfunden?

Wie auch bei so vielen anderen Dingen kann man nur selten genau sagen, welches Ereignis letztlich zu welchem Ergebnis geführt hat. Vermutlich haben auch die Bemühungen der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) und des Bundesverbandes Solare Mobilität (bsm) einen Beitrag zu diesen Entwicklungen geleistet. Was 2008 auf der Hannover Messe (auf einer Treppe) bei einem kurzen Gespräch mit Stefan Kastner (bsm) und Gunnar Kaestle (TU Clausthal) zu dezentralen Ladestrategien begann, führte 2011 zur Vorstellung des Babelbee-Konzeptes in Berlin und Mün-

chen (siehe auch Kasten nächste Seite). Wir haben mit vielen Leuten darüber gesprochen und in der SONNENENERGIE ausgiebig darüber geschrieben.

Jeder der in Tabelle 1 aufgeführten Akteure verweist in seinen Publikationen darauf, dass man Patente angemeldet hat (z.B. nPlug in US 20130274945 A1). Wir haben diese Patente zwar nicht umfassend gesichtet, doch man kann davon ausgehen, dass es hierbei neben einem großen Haufen an Trivialitäten im Kern primär um die Algorithmen zur Interpretation der Muster geht, die das Messsystem liefert und die Prognoseverfahren für kommende Ereignisse. Das Grundprinzip, dass Frequenz und Spannung eine Aussage über den Netzzustand erlauben, ist seit über 100 Jahren bekannt und somit (hoffentlich) in keinem zivilisierten Land auf diesem Planeten noch patentwürdig.

Weniger Komplexität für mehr technische Entkopplung

Systeme scheitern an ihrer eigenen Komplexität. Diese Erkenntnis gilt faktisch überall. Nehmen wir als praktisches Beispiel die Geschichte der Musikübertragung. Wie viele digitale Kopierschutz- und Kompressionsverfahren (PCM, MP3, AAC, OGG, DTS-HD, ...) und Steckertypen (USB, Toslink, HDMI, ...) hat es in den letzten 10 Jahren gegeben? Unzählige.

Seit wann gibt es schon den 3,5 mm Kopfhörer-Klinkenstecker? Seit den 1980er-Jahren; unverändert!

Das Stromnetz besteht aus sehr langlebigen Komponenten. Deshalb brauchen wir an den kritischen Schnittstellen, sinn-

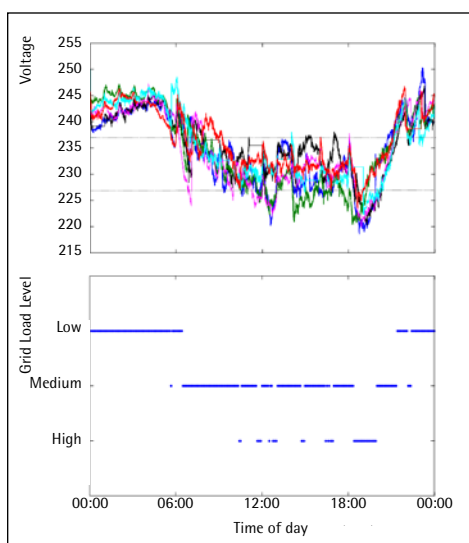


Bild 2: In den Unterlagen des nPlug Projektes der IBM Research-India findet man dieses Beispiel für die Erkennung und Prognose der Zeitabschnitte mit unterschiedlich hoher Netzbelastung (unten). Der obere Teil zeigt die realen Messwerte der letzten 7 Tage an einer Haushaltssteckdose in Indien. Das System arbeitet völlig autonom.

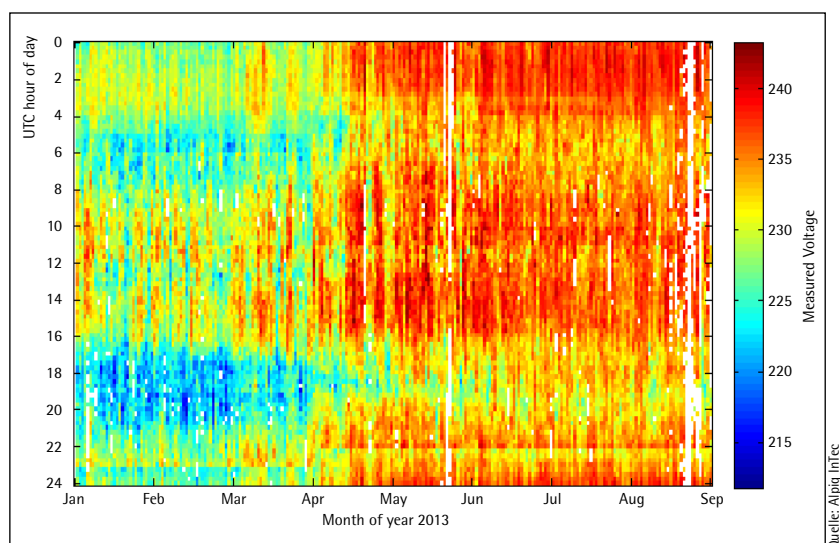


Bild 3: Dieses Beispiel aus den GridSense-Unterlagen der Alpiq InTec zeigt die täglichen und saisonalen Muster des Spannungsverlaufes an dem Netzanschlusspunkt eines Einfamilienhauses in der Schweiz. Jeder Ort hat einen anderen „Fingerabdruck“. Auf der Basis dieser dezentralen Messung kann nun direkt vor Ort die Stromnetz-„Wettervorhersage“ für den nächsten Tag erstellt werden. Das GridSense Konzept erlaubt neben dem dezentralen EE-Gridcode-Ansatz auch die Option der Smart Grid-Kommunikation für externe Prognosen und Preissignale.

bildlich gesprochen, weniger „HDMI“ und mehr „3,5 mm Klinke“.

Wir brauchen zwischen den technischen Systemen, die sich möglichst unabhängig voneinander parallel und auf eigenen Zeitskalen weiterentwickeln können sollen, möglichst einfache Schnittstellen zur Entkopplung. Je näher sich diese Schnittstellen an der Realität (also der unveränderbaren Physik) orientieren, desto geringer wird auch der Bedarf für Nach- und Umrüstungen, was letztlich die Kosten reduziert und gleichzeitig die Systemzuverlässigkeit erhöht.

Die „Kommunikations“-Schnittstelle im dezentralen Stromnetz sollte deshalb primär auf „Mitteilungen“ in der Sprache der Netzfrequenz und Netzspannung aufbauen. Netzbetreiber „reden“ dann mit den Kraftwerken primär darüber, dass sie z.B. über die Stufenschalter der Trafostationen aktiv die Spannung in Teilästen des Netzes in die Richtung verschieben, die für die Vermeidung von Überlastungen und somit den stabilen Netzbetrieb notwendig ist. Die dezentralen Erzeuger und Verbraucher werden dann autonom im Einklang mit dem Gridcode reagieren.

Dezentral in die Zukunft

Einige Umweltverbände in Deutschland und Europa beginnen die Vorteile dieser Strategie zu prüfen oder setzen sich bereits aktiv dafür ein. Auch die Daten- und Verbraucherschützer verstehen inzwischen, dass nicht überall wo „Smart“ drauf steht auch „Smart“ drin ist.

Es wäre mehr als erfreulich, wenn nicht nur Schweizer Netzbetreiber einen Blick in die dezentrale Zukunft wagen würden. Denn letztlich sind weder die Naturgesetze noch die dezentrale Realität der Energiewende aufzuhalten.

Wir hoffen auch, dass die baldige Verfügbarkeit der Babelbee dem momentan noch vorherrschenden Analphabetismus in Sachen Frequenz und Spannung aktiv entgegenwirken und für mehr Interesse am Stromnetz und dezentralen Betriebsstrategien sorgen wird.

Im nächsten Teil dieser Artikelreihe soll es um vertrauenswürdige Netzanschlusspunkte gehen, die ein dezentraler Gegenentwurf zu den angedrohten, geschwätzigen „Smart“ Metern sein könnten.

ZUM AUTOR:

► Tomi Engel

DGS Fachausschuss Solare Mobilität

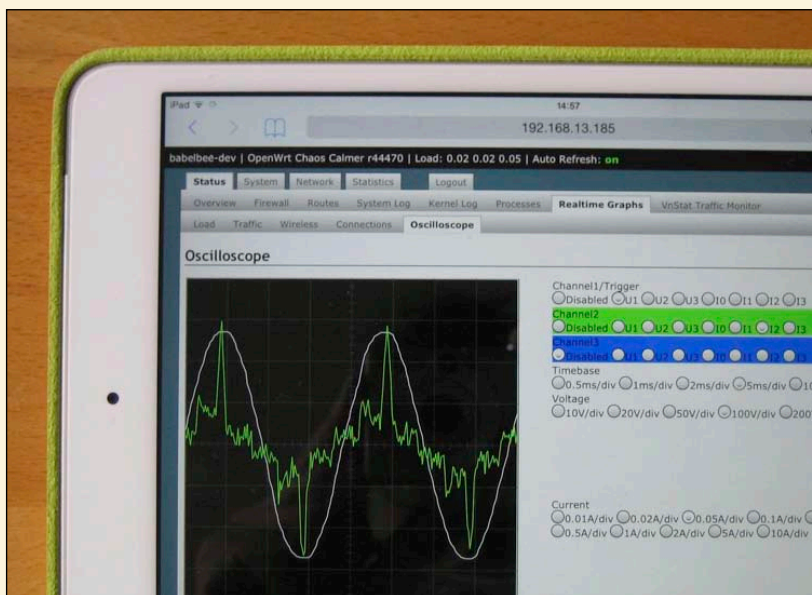
tomi@objectfarm.org

Babelbee – Open Source Projekt für dezentrales Netzmanagement



Im Rahmen unserer Artikelserie zur Netzintegration von E-Fahrzeugen wurden in den Jahren 2009 bis 2013 in der SONNENENERGIE alle Facetten der sinnvollen und notwendigen Kopplung der elektrischen Mobilität an das Erneuerbare Stromnetz beleuchtet. Dabei wurden auch die Anfänge der Babelbee dokumentiert.

Da kein Hersteller unsere Idee aufgreifen wollte, ein vergleichbar leistungsfähiges und vor allem frei programmierbares Stromnetzanalysegerät anzubieten, hat sich das Babelbee-Team nun entschlossen die Produktion eines solchen Gerätes selber in die Hand zu nehmen. Wir wollen diesen hochwertigen Baustein der dezentralen Energiewende zum Leben erwecken. Wir wollen eine Alternative zum angeblich alternativlosen, zentralistischen Netzbetrieb ermöglichen.



Die Software der Babelbee basiert auf dem OpenWRT Linux. Die Version mit den von uns gemachten Anpassungen und Erweiterungen steht öffentlich auf der Entwicklungsplattform Github zur Verfügung. Der Zugriff auf eine Babelbee kann über einen normalen Internet-Browser erfolgen. Es gibt neben der detaillierten Administrationsoberfläche auch eine vereinfachte Ansicht, die lediglich die Stromnetzmesswerte wiedergibt. Zum Standardumfang der Software gehört u.a. auch ein Oszilloskop, mit dem man recht einfach die Verzerrungen von Schaltnetzteilen, Ladegeräten oder Phasenanschnittsdimmern beobachten kann.

Die Kampagne zur Finanzierung der Produktion der ersten Babelbee-Kleinserie soll im Mai 2015 im Internet auf der Indiegogo-Plattform starten. Wir suchen Unterstützer und experimentierfreudige Erstbesteller, die mit der Babelbee das Stromnetz entdecken und die dezentrale Energiewende mit uns voranbringen wollen.

Weitere Details unter: www.babelbee.org