

Swarm Grids - Verteilte Stromnetzsteuerung für verteilte erneuerbare Energieerzeugung

Abstract für Konferenz "Zukünftige Stromnetze"

Eberhard Waffenschmidt, Christian Hotz, Sergej Baum, Ingo Stadler
TH-Köln, Cologne, Germany,
eberhard.waffenschmidt@th-koeln.de

Eine verteilte Stromerzeugung mit erneuerbaren Energien profitiert von einer verteilten Steuerung der Stromverteilung. Das Konzept der zellularen Netze schlägt dafür eine verteilte Struktur des Stromnetzes vor. Hier wird ein Vorschlag für die Steuerung einer solchen zellularen Stromnetzstruktur gemacht, die von den Autoren "Swarm Grid" genannt wird. Der Name bezieht sich auf die schwarmartige Steuerungsstruktur, die keine übergeordnete Steuerung zur Koordination der Netzkomponenten voraussetzt.

In einem Schwarm (z. B. einem Fischschwarm), sind die Mitglieder in der Lage, zu messen (z. B. Fische können sehen), über die anderen zu wissen oder zu kommunizieren (z. B. sich gegenseitig im Auge zu behalten), zu entscheiden und zu reagieren (z. B. die Schwimmrichtung zu ändern). Ebenso sollen die Komponenten in einem Swarm-Grid in der Lage sein, zu messen, miteinander zu kommunizieren, die Informationen zu verarbeiten und zu reagieren. Konkret beinhaltet das vorgestellte Konzept folgendes:

Die Komponenten sind in der Lage, die Spannung am Anschlusspunkt und die Leistung bzw. den Strom des an diesem Punkt angeschlossenen Geräts zu messen. In einer weitergehenden Umgebung sind die Geräte in der Lage, den Spannungswinkel oder sogar die Netzimpedanz zu erfassen. Die Komponenten kommunizieren miteinander, indem sie die gemessenen Informationen austauschen (siehe Illustration in Bild 1). Auf diese Weise kann sich jede Komponente einen Überblick über einen viel größeren Teil des Netzes verschaffen als nur über den Anschlusspunkt. Vorzugsweise basiert die Kommunikation auf Powerline-Kommunikation, so dass nur Komponenten im gleichen Netzzweig miteinander kommunizieren.

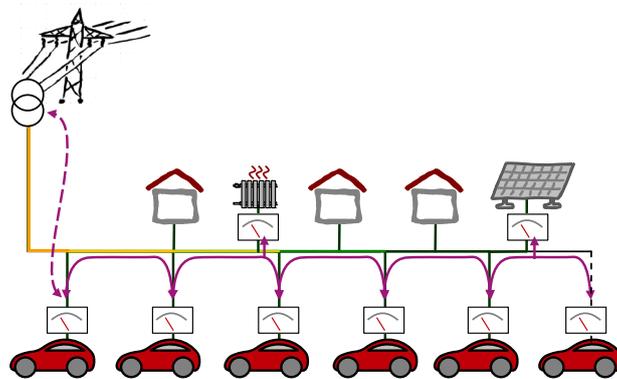


Bild 1: Illustration einer dezentralen Netzsteuerung nach dem Schwarmprinzip.

Unter Berücksichtigung der Messwerte ist jede Netzkomponente in der Lage, ein detailliertes Bild des aktuellen Netzzustandes zu berechnen. Aus diesen Berechnungen können die Komponenten Entscheidungen über ihr Verhalten treffen, z. B. Leistungsmanagement zur Vermeidung von Überlast.

Dies gilt naturgemäß nur für steuerbare Lasten, deren Leistung ohne wesentliche Beeinträchtigung ihrer Funktion moduliert werden kann. Das kann für Komponenten wie Ladestationen für Elektrofahrzeuge, elektrische Wärmepumpen, Klimaanlagesteuerungen, Batterien oder Kraft-Wärme-Kopplungssysteme (KWK) gelten. Solche Komponenten werden die zukünftigen Verteilnetze in einer Gesellschaft mit 100 % erneuerbaren Energien dominieren.

In der Präsentation werden Details eines solchen Swarm-Grid-Konzepts vorgestellt. Als beispielhafte Netzkomponenten werden Ladestationen von Elektrofahrzeugen und die Hintergründe dieses Anwendungsfalles vorgestellt. Außerdem werden erste Ergebnisse aus einem entsprechenden

Forschungsprojekt vorgestellt, die Methoden zur Abschätzung der Netztopologie aus den Messungen und die anschließende Berechnung von Spannungs- und Stromzuständen im ermittelten Stromnetz beinhalten. Damit können Komponenten sich regelmäßig automatisch an mögliche Topologieänderungen anpassen und bei einer Erweiterung durch weitere Komponenten diese nahtlos in das Netzwerk integrieren.

Dabei wird vorgestellt, dass es unter gewissen Annahmen möglich ist, auch die Lage von Knoten zu ermitteln, an denen keine direkten Messungen erfolgen. Dazu wird zunächst die das Netzwerk beschreibende Knotenadmittanzmatrix ermittelt (siehe Visualisierung in Bild 2), aus der dann unmittelbar in einem weiteren Schritt die finale Netztopologie bestimmt werden kann (Bild 3 im Vergleich zum Originalnetz).

Bei bekannter Topologie ist es sodann möglich, aus den Spannungsmessungen an den bekannten Knoten Leitungsströme zu berechnen (siehe Bild 4 als Beispiel) und damit einen Überblick über die Lastsituation zu gewinnen. Der Vortrag wird die entsprechenden Möglichkeiten und Grenzen aufzeigen.

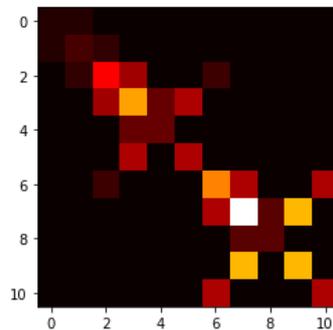


Bild 2: Grafische Visualisierung einer Admittanzmatrix.

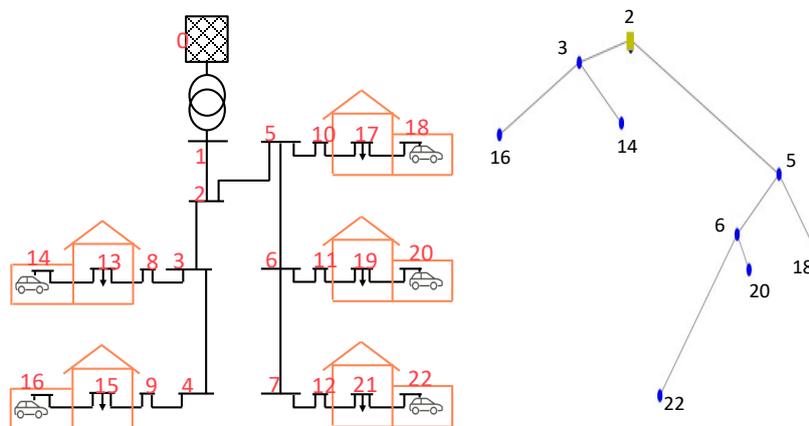


Bild 3: Darstellung des tatsächlichen exemplarischen Stromnetzes (links) und durch Topologie-Schätzung ermittelte Netzstruktur (rechts).

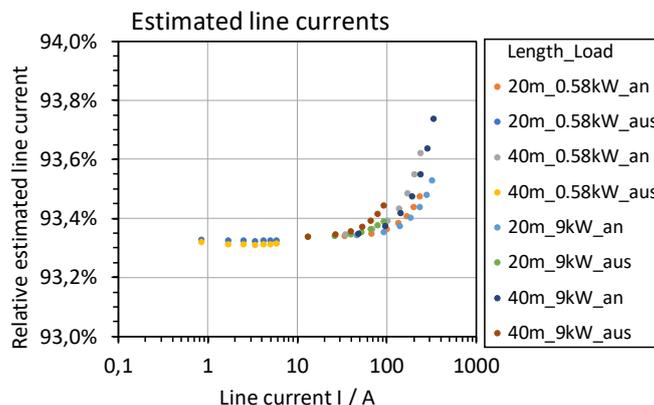


Bild 4: Beispiel für die Genauigkeit von aus Spannungsmessungen geschätzten Leitungsströmen.