

# DC-SMART-GRID – KONZEPT EINER ZUKÜNFTIGEN STROMVERSORGUNG IN DER AUTOMOBILINDUSTRIE

Isabella BIANCHINI\*<sup>1</sup>, Timm KUHLMANN<sup>2</sup>, Davis MEIKE<sup>3</sup>, Alexander SAUER<sup>4</sup>

## Heutige Herausforderungen der Energieversorgung

Das europäische Energiesystem erfährt durch einen steigenden Anteil volatiler, dezentraler, erneuerbarer Energieerzeugung (EE) und damit einhergehend einen Rückgang konventioneller Kraftwerke mit fossilen Brennstoffen einen starken Wandel [1], der sich unter anderem auf die Energieversorgung des Industriesektors auswirkt. Aufgrund dieser Entwicklungen steht das Stromnetz vor großen Herausforderung, denen sich gleichermaßen Energieversorger und Anlagenbetreiber stellen müssen:

- Kurzzeitige Stromunterbrechungen
- Flexibilität der Energienachfrage durch Laststeuerung
- Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen
- Steigerung der Energieeffizienz
- Interne Netzqualität zur Vermeidung von Störungen sensibler Mess- und Steuerungstechnik

## DC-Smart-Grid: Intelligentes Energie- und Netzmanagement auf Hallenebene

Einen technischen Lösungsansatz, die Herausforderungen der industriellen Stromversorgung zukunftssicher zu begegnen, bietet die maschinenübergreifende Gleichstromversorgung innerhalb der Produktionshalle [2]. Dabei werden die Gleichstromversorgungen, die bereits lokal in den einzelnen Maschinen und Anlagen gängige Praxis sind, übergeordnet verbunden. Es entsteht ein Lastfluss nicht mehr nur vom übergeordneten Anschlusspunkt bis zum einzelnen Verbraucher, sondern vielmehr ein bidirektionaler Energieaustausch zwischen Energieverbrauchern und, teilweise auch nur temporären, Energieerzeugern wie einen bremsenden Antrieb. Diese Lastflüsse können über eine kennlinienbasierte Regelung innerhalb eines DC-Smart-Grids dezentral in aktiven Netzteilnehmern geregelt werden [3]. Durch die dezentrale Regelung ist eine leichte Integration unterschiedlicher Energiequellen – und damit auch von lokalen EE und Energiespeichern möglich. Die Potenziale des DC-Smart-Grids in Produktionen sind dabei vielfältig [4]:

- Reduzierung des Energieverbrauchs durch die Nutzung von Bremsenergie, den Entfall von dezentralen Wandlern und Netzfilter im Bereich von, je nach Anwendung, bis zu 10 % [5]
- Reduzierung der Anschlussleistung durch Spitzenlastausgleich im Verbund mit Speichern
- Reduzierung der Infrastrukturkosten durch zentralisierte, gesamtleistungsreduzierte Bereitstellung des Gleichstroms
- Erhöhung der Versorgungsqualität durch die übergreifende Nutzung der im Netz und den Anlagen gespeicherte Energie für Kurzzeitunterbrechungen
- Reduzierung von Störungen wie Oberschwingungen und damit dem Risiko der schnellen Alterung von Geräten und dem Ausfall von Mess- und Steuerungstechnik

Größte Hindernisse für die Einführung eines DC-Smart-Grids sind aufwendigere Konzepte für die Schutz- und Schalttechnik sowie geeignete Einführungsstrategien für einen sich entwickelnden Markt von Komponenten und ganzen Maschinen.

---

<sup>1</sup> Universität Stuttgart Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP), Nobelstrasse 12, D-70569 Stuttgart, +49 (0)711 970-1959, isabella.bianchini@eep.uni-stuttgart.de, www.eep.uni-stuttgart.de

<sup>2</sup> Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA), Nobelstrasse 12, D-70569 Stuttgart, +49 (0)711 970-1903, timm.kuhlmann@ipa.fraunhofer.de, www.ipa.fhg.de

<sup>3</sup> Mercedes-Benz AG, D-71059 Sindelfingen, +49 (0)176 30918383, davis.meike@daimler.com, www.daimler.com

<sup>4</sup> Universität Stuttgart Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP), Nobelstrasse 12, D-70569 Stuttgart, +49 (0)711 970-3600, alexander.sauer@eep.uni-stuttgart.de, www.eep.uni-stuttgart.de

## Herausforderungen in der Automobilindustrie

Für einen sicheren Betrieb des Versorgungsnetzes ist es notwendig, dass die erlaubten Netzzrückwirkungen der angeschlossenen Maschinen und Anlagen begrenzt werden. Hierfür müssen derzeit aktive Filter in die Netzversorgung der Produktion integriert werden. Auf Grund der Komplexität des Lastverhaltens der Produktion können diese Filter während der Planung nur unzureichend ausgelegt werden. Eine Anpassung erfolgt während des Produktionsbetriebs mit der Folge zusätzlicher Investitions- und Betriebskosten. Ein DC-Smart-Grid ist über ein Active Front End (AFE) mit dem externen Versorgungsnetz verbunden. Dieses AFE dämpft gleichzeitig Netzzrückwirkungen, ist dabei anpassbar in seiner Wirkungsweise und verringert zusätzlichen Investitionskosten.

Global produzierende Unternehmen wie die Automobilindustrie sind auf interne Standards für die Produktionstechnik zur Effizienzsteigerung und Komplexitätsreduzierung angewiesen. Die zunehmenden Anforderungen an die Energieversorgung innerhalb der Fabrik erfordern eine Ausweitung der Standardisierung bis auf die Energieversorgung. Dieses steht im Konflikt mit den unterschiedlichen länderspezifischen Anforderungen, z. B. erlaubte Netzzrückwirkungen oder Spannungsniveau. Ein DC-Smart-Grid erlaubt eine standortunabhängige fabrikinterne Energieversorgung mit einem definierten, speziell an die Gegebenheiten anpassbaren Netzanschlusspunkt in Form des AFEs.

Zur Erreichung der Klimaziele ist eine CO<sub>2</sub> neutrale Produktion unabdingbar. Die Mercedes-Benz AG plant ab 2022 in allen deutschen Produktionsstandorten auf eine CO<sub>2</sub> neutrale Energieversorgung umzustellen [6]. Dieses Ziel wird unter anderem durch eine Leistungsbilanzierung unter Ausnutzung der Flexibilitätspotenziale auf allen Netzebenen – vom Hallennetz über das Werksnetz bis zum öffentlichen Mittelspannungsnetz – erreicht. Unter Berücksichtigung ökologischer und wirtschaftlicher Zielgrößen müssen die Lastflüsse zwischen dem eigenen Wärmekraftwerk, der Photovoltaikanlage, der Produktionshallen, den Batteriespeichern und dem externen Energiemarkt geregelt werden. Die Betriebsstrategien der einzelnen Teilnehmer beruhen auf Prognosen über Wetter, Produktionsprogramm und Strompreise. Zusätzlich wird die Stromversorgung sektorübergreifend mit der Wärmeversorgung der Produktion gekoppelt. Dieses Regelungssystem der energieträgerübergreifenden Energieversorgung benötigt umfangreiche Daten über den energetischen Zustand des Systems und muss verstärkt auf die dezentral, verteilten Teilnehmer auch innerhalb der Produktionshallen zugreifen, um beispielsweise die Betriebscharakteristiken der Speicher und die Einspeiseleistung der PV-Anlage zu regeln.

## Zusammenfassung

Um die Herausforderungen der industriellen Energieversorgung zu meistern, bedarf es eines Zusammenwirkens aller Netzteilnehmer auf den unterschiedlichen Netzebenen. Ein DC-Smart-Grid bietet auf der unteren Hallennetzebene wichtige Potenziale. Dieses DC-Smart-Grid gilt es so zu erweitern, dass es die übergeordnete Regelung der Leistungsbilanzierung unterstützt. Hierfür bedarf es Schnittstellen und abgeglichenen Regelungsstrategien mit dem Energiemanagement.

## Referenzen

- [1] Sovacool, B. K.: How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. In: Energy Research & Social Science 13 (2016), S. 202–15.
- [2] Borcherdig, H.; Austermann, J.; Kuhlmann, T.; Weis, B.; Leonide, A.: Concepts for a DC Network in Industrial Production. In: Second IEEE International Conference on DC Microgrids (ICDCM); Nürnberg; 2017
- [3] Schaab, D.; Weckmann, S.; Kuhlmann, T.; Sauer, A.: Simulative analysis of a flexible, robust and sustainable energy supply through industrial Smart-DC-Grid with distributed grid management. In: proceedings of 25th CIRP LCE conference; Copenhagen; 2018
- [4] Laribi, R.; Schaab, D.; Sauer, A.: Nutzenpotenziale von DC-Smart-Grids in der Industrie. In: wt Werkstattstechnik online 5 (2019), S. 307–311. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag
- [5] Meike, D.; Ribickis, L.: Recuperated Energy Savings Potential and Approaches Robotics. In: Proceedings of IEEE International Conference on Automation Science and Engineering; Trieste; 2011
- [6] Daimler AG, Nachhaltigkeitsbericht 2018, [www.daimler.com/nachhaltigkeit](http://www.daimler.com/nachhaltigkeit)