

Nachhaltiger Schwerlasttransport – Die Abrechnung elektrischer Energie für Oberleitungs-Lkw

Christian R. Hein, Giverny Knezevic, Maximilian Burger, Jens Schwarz und Kerstin Lerchl-Mitsch

Der Schwerlasttransport auf deutschen Autobahnen ist die Triebfeder der lokalen Wirtschaft. Die Bundesregierung hat mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur II wichtige Schritte unternommen, um den Gütertransportsektor nachhaltiger zu gestalten. Die Elektrifizierung der Straßen durch die Nutzung von Oberleitungen in Kombination mit stationärem Laden eröffnet vielfältige Chancen für eine umweltfreundliche, wirtschaftliche und effiziente Mobilitätswende im Schwerlasttransport. Voraussetzung ist jedoch ein entsprechendes Marktmodell, das mit den energiewirtschaftlichen Marktprozessen harmoniert.

Zur Erreichung der Klimaschutzziele, die sich die Bundesregierung bis 2030 gesetzt hat, sind große Anstrengungen notwendig [1]. Da in der Europäischen Union die Kohlenstoffdioxid (CO₂)-Emissionen von schweren Nutzfahrzeugen rund 6 % der CO₂-Gesamtemissionen und rund 25 % der CO₂-Emissionen im Straßenverkehr ausmachen, ist in diesem Sektor enormes Einsparpotenzial vorhanden [2]. Der Verkehrssektor kann hier einen wesentlichen Beitrag leisten, wobei der Umstieg auf alternative Antriebe und Energieträger eine zentrale Rolle spielen könnte.

Mit dem Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung wurden die nächsten Schritte unternommen, den Gütertransportsektor nachhaltig zu gestalten. Die Bundesregierung verfolgt damit den Plan, nachhaltige Alternativen durch politökonomische Instrumente zu fördern und die Markteintrittsbarrieren für den Ausbau der stationären Ladetechnologie, Nutzung von Wechselbatterien sowie das induktive Laden und Oberleitungssysteme für Lkw zu verringern [3].

Die Elektrifizierung der Straße mittels Oberleitung, etwa in Verbindung mit stationärem Laden, birgt viele Potenziale für eine ökonomische, ökologische und schnelle Mobilitätswende im Schwerlasttransport [4]. Voraussetzung ist jedoch ein entsprechendes Akteursmodell, das mit den energiewirtschaftlichen Marktprozessen harmoniert.

Hier setzen die beiden vom BMWK geförderten Forschungsprojekte ELISA und AMELIE 2 an, die in diesem Paper ausführlich dargestellt werden [5].

Technische Voraussetzungen der Oberleitungstechnologie aus Abrechnungssicht

Die Oberleitungsanlage setzt sich aus einer Vielzahl von technischen Komponenten zusammen, welche für die Energieabrechnung relevant sind. Nach der Erfassung der Wechselstrommengen über die realen Lastgangmessungen findet eine Gleichrichtung in Gleichstrom statt, die in der Anlage Verwendung findet. Die Oberleitungsanlage stellt ein neues Flexibilitätspotenzial dar, das in den Energiemarkt integriert werden muss. Dabei gilt es, kritische Netzzustände im angegliederten Verteilnetz zu vermeiden, um die Versorgungssicherheit im deutschen Strommarkt zu gewährleisten. Es müssen Mess- und Steuereinrichtungen an den Übergabemessungen der Energieanlage integriert werden. Die Energieerfassung, individuell je Oberleitungs-Lkw (O-Lkw), erfolgt auf Fahrzeugseite durch eine Gleichstrommessung im Pantographen. Diese Messungen sind derzeit nicht eichrechtskonform.

Energierechtliche Einordnung und politökonomische Annahmen

Die rechtliche Einordnung der Oberleitungsinfrastruktur hat Auswirkung darauf, welches Refinanzierungsinstrument (Maut, Netzentgelte oder Sonstiges) zur Anwendung kommt. Die Oberleitungsinfrastruktur an Fernstraßen sollte rechtlich als Teil der Straße (§ 1 Abs. 4 FStrG) und als Energieanlage (§ 3 Nr. 15 EnWG) gelten. Aus der Einordnung als Teil der Fernstraße resultiert für die Electric Road Systems [6] (ERS)-Nut-

zer ein verfassungsgesichertes Zugangs- und Nutzungsrecht zur ERS-Infrastruktur. Da die ERS-Infrastruktur nach den Projekten ELISA und AMELIE 2 rechtlich als Teil der Fernstraße gilt und die Straße beim Laden und Fahren an der Oberleitung zur Teilnahme am Verkehr genutzt wird, steht allen ERS-Kunden dieses verfassungsgestützte Zugangsrecht zu. Wird die Einordnung als Fernstraße gewählt, so ist festzulegen, welchen energierechtlichen Charakter die Infrastruktur und ihre Akteure im Sinne des EnWG aufweisen. Diesbezüglich nehmen sämtliche Modelle die Einordnung als Energieanlage gem. § 3 Nr. 15 EnWG vor. Damit gelten elektrische Straßensysteme an Fernstraßen gleichzeitig als Fernstraße und Energieanlage.

Nach der Einordnung als Energieanlage gem. § 3 Nr. 15 EnWG differenzieren sich die Modelle erstmals. Im Sinne des AMELIE 2-Modells sollte die Oberleitungsinfrastruktur als Energieanlage eigener Art eingeordnet und in § 3 Nr. 17 EnWG als Ausnahme (neben Kundenanlagen und Wasserstoffnetzen) aufgelistet werden. Dem Basis- und ELISA-Modell liegt die Annahme zugrunde, den ERS-Betreiber als Letztverbraucher i.S.d. § 3 Nr. 25 EnWG einzuordnen.

Neue Rolle des Mobilitätsanbieters in den Modellen

Der Akteur des Mobilitätsanbieters spielt sowohl im ELISA- als auch im AMELIE 2-Modell eine Rolle, hat jedoch unterschiedliche Bedeutungen. Im ELISA-Modell ist der Mobilitätsanbieter ein Fahrstromabrechnungs-

dienstleister. Das Modell geht davon aus, dass der ERS-Betreiber insbesondere die Fahrstromabrechnung (Nutzerkontakt, Informationsbereitstellung, Datenaufschlüsselung, Zuordnung und Rechnungsstellung) nicht selbst übernehmen wird. Der ELISA-Mobilitätsanbieter ist kein Stromlieferant. Der AMELIE 2-Mobilitätsanbieter tritt dagegen als Stromlieferant auf. Entweder ist er selbst ein Stromlieferant speziell für ERS oder er hat mehrere Stromlieferanten im Portfolio. Der ERS-Nutzer kann somit seinen Stromlieferanten selbst wählen und übernimmt ansonsten die gleichen Pflichten wie im ELISA-Modell.

Beschreibung der Abrechnungsmodelle

Unter Berücksichtigung, dass die O-Lkw im fließenden Verkehr Energie beziehen, wurde zunächst eine Vielzahl von Abrechnungsvarianten betrachtet. Im Mittelpunkt stand die Frage, wie der Strom, der an der Oberleitung bezogen wird, dem Verbrauch zugeordnet und abgerechnet werden kann. Die verbrauchsabhängige Abrechnung von Fahrstrom, entgegen Pauschalen wie bspw. einer Flatrate, macht das Abrechnen der Energiekosten für O-Lkw nachvollziehbar und fair. Die gerechte Verteilung des Fahrstroms fördert die Akzeptanz bei den Speditoren. Weil mit der verbrauchsabhängigen Abrechnung die effiziente Nutzung von Energie belohnt wird, sinkt langfristig der Energieverbrauch des gesamten Systems. Daher beruhen alle Modelle auf einer Abrechnung, die auf einem Energiezähler direkt auf dem O-Lkw basiert.

Basismodell

Im Basismodell schließen die Kunden einen Vertrag direkt mit dem Ladepunktbetreiber ab. Überträgt man diesen Ansatz auf ERS, tritt der ERS-Betreiber gegenüber den ERS-Nutzern in privatrechtlicher Form auf, d.h. der Strom wird an sie verkauft und verbrauchsabhängig nach kWh abgerechnet. Der ERS-Betreiber schließt einen Stromliefervertrag mit einem Stromlieferanten seiner Wahl pro ERS-Abschnitt ab oder bietet diese Leistung selbst an. Neben dem Stromliefervertrag schließt der ERS-Betreiber einen Netznutzungsvertrag für die Oberleitungsanlage in Bezug auf die vorgelagerten Netzebenen ab. Dabei muss mit jedem Verteilnetz-

betreiber ein Vertrag geschlossen werden, an dessen Netze ERS angeschlossen sind. Außerdem ist ein Messstellenvertrag je Oberleitungsanlage abzuschließen.

ELISA-Abrechnungsmodell

Im Abrechnungsmodell ELISA gilt die strabengebundene Oberleitung bzw. der ERS-Betreiber als Letztverbraucher (Abb. 1). Er ist bezüglich den der Oberleitungsanlage vorgelagerten Netzebenen netzentgeltspflichtig. Es wird von nur einem Netzbetreiber je Oberleitungsabschnitt ausgegangen, an dessen Verteilnetz der jeweilige Abschnitt angeschlossen ist. In diesem Abrechnungsmodell gibt es zu jedem Zeitpunkt nur einen Stromlieferanten und nur einen ERS-Betreiber. Der Lkw nimmt die Rolle eines dem EnWG nachgelagerten Endkunden an der Oberleitung ein. Die ERS-Nutzer sind daher keine Letztverbraucher gem. § 3 Nr. 25 EnWG und damit auch nicht netzentgeltspflichtig für die dem ERS vorgelagerten Netzebenen.

Der Stromlieferant je ERS-Abschnitt wird im Zuge eines Ausschreibungsverfahrens durch den ERS-Betreiber als öffentlichem Auftraggeber sowohl in Bezug auf die Fahrals auch auf die Verluststrommengen ermittelt. Anschließend erfolgt eine öffentliche Auftragsvergabe. Die regulierungsrechtlichen Vorschriften des EnWG für Elektrizitätsversorgungsnetze gelten in vollem Umfang bis zum Netzverknüpfungspunkt der Oberleitung [7].

AMELIE 2-Abrechnungsmodell

Um ein funktionierendes Finanzierungs- und Abrechnungsmodell für ERS zu etablieren, sind zwei unterschiedliche Netzsektoren, das Fernstraßen- und Wegekostenrecht, notwendig. Fernstraßen- und Wegekostenrecht haben derzeit kaum rechtliche Anknüpfungspunkte zum Energiewirtschaftsrecht. Das AMELIE 2-Akteursmodell bezieht Akteure aus beiden Gebieten ein. Aus dem Fernstraßen-/Mautbereich folgt insbesondere die Einbindung des Fernstraßenbundesamts, des Bundesamts für Güterverkehr und des Mautsystembetreibers. Aus dem energiewirtschaftlichen Bereich werden Stromanbieter und Verteilnetzbetreiber einbezogen.

Da die ERS-Infrastruktur an das Energieversorgungsnetz der allgemeinen Versorgung angeschlossen wird, fallen für die Netzebenen oberhalb der Spannungsebene, an die das ERS angeschlossen ist, Netzentgelte im Sinne des EnWG an. Diese werden vom ERS-Betreiber an die Verteilnetzbetreiber abgeführt. Dementsprechend werden auch die Netznutzungsverträge zwischen dem ERS-Betreiber und den Verteilnetzbetreibern geschlossen, an deren Netze die ERS-Abschnitte angeschlossen sind. Außerdem besteht zwischen ERS-Betreibern und jedem Mobilitätsanbieter (Stromlieferant für ERS), der Fahrstrom an ERS-Nutzer liefern möchte, ein ERS-Rahmenvertrag [8]. In Abb. 2 agiert der Mobilitätsanbieter nicht selbst als Abrechnungsdienstleister. Die Mautgebühr und

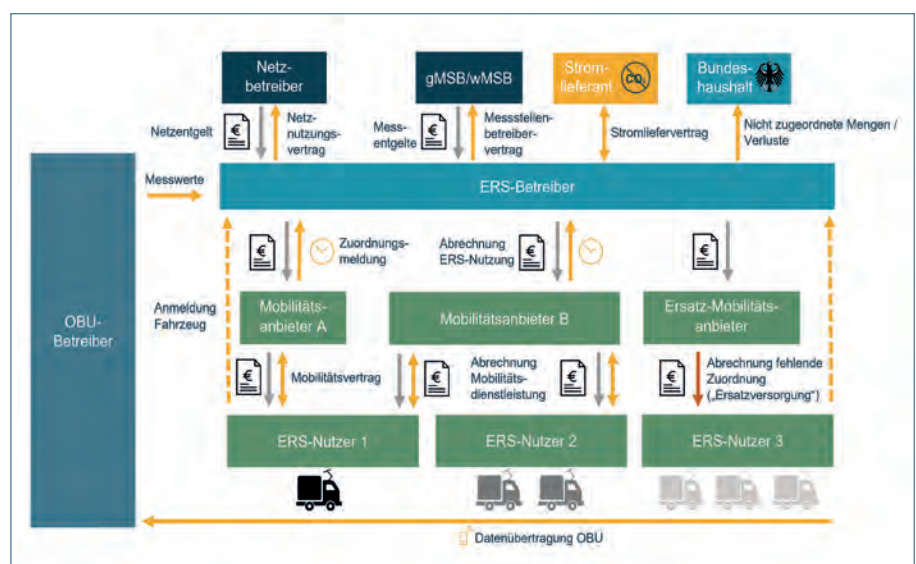


Abb. 1 ELISA-Abrechnungsmodell – Rollenkonzept

Darstellung: e-netz Südhessen und COUNT+CARE

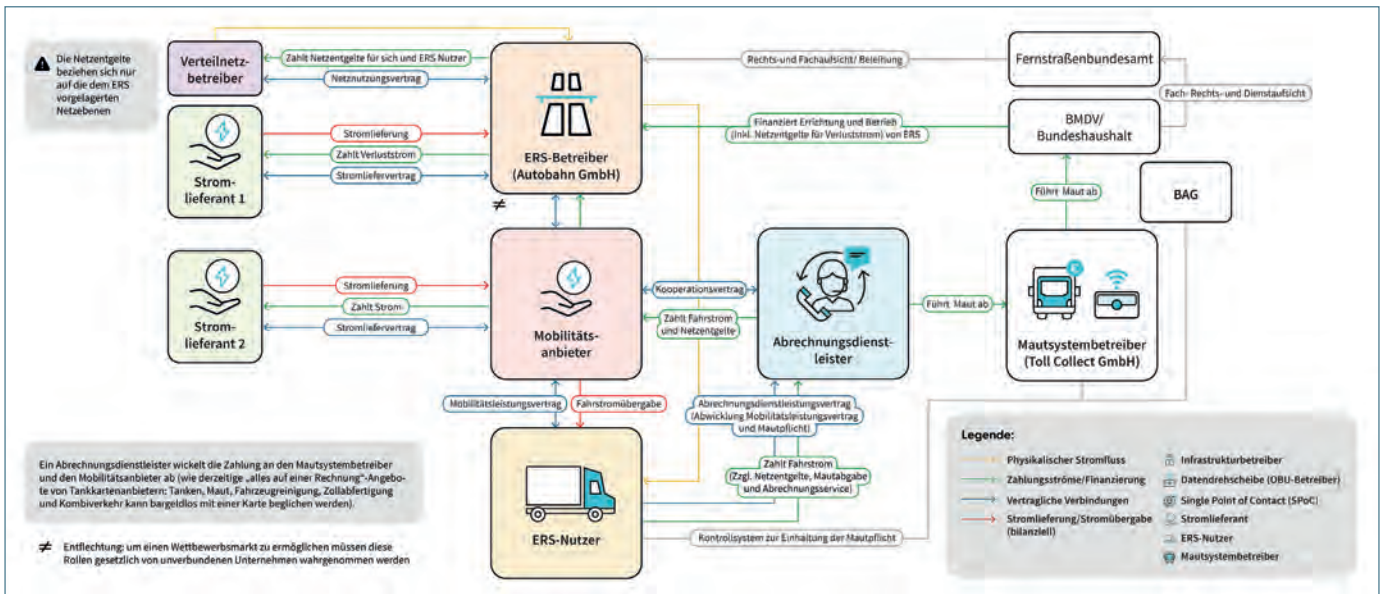


Abb. 2 AMELIE 2 - Abrechnungsmodell

Darstellung: IKEM

die Fahrstromkosten werden durch einen Abrechnungsdienstleister an die Toll Collect und den Mobilitätsanbieter abgeführt.

Blick in die Zukunft

Mit der Liberalisierung des Fahrstrommarktes steigt sowohl der Wettbewerb auf den einzelnen tangierten Wertschöpfungsstufen als auch die Komplexität in den Prozessen und dem hieraus resultierenden Abstimmungsbedarf der einzelnen Marktakteure. Es ist daher zu empfehlen, den Markt in Abhängigkeit vom ausgebauten Oberleitungsnetz langsam zu öffnen und zu Beginn niedrige Markteintrittsbarrieren zu schaffen.

In Phase 1, gleichzusetzen mit einer Markthochlaufphase, könnte zunächst eine verbrauchs-unabhängige Fahrstromabrechnungsmethode gewählt werden, welche jedoch die Verbräuche in der Kalkulation berücksichtigt (Abb. 3). Aktuell befindet sich auf einigen O-Lkw der Feldversuche ein Verbrauchsmessgerät, welches sich den technischen Anforderungen eines eichrechtskonformen Gleichstromzählers annähert. Sollte ein eichrechtskonformer Zähler zum Zeitpunkt des Markthochlaufs noch nicht am Markt erhältlich sein, könnte der Verbrauch in kWh durch nicht eichrechtskonforme Zähler gemessen und abgerechnet werden. Dies wurde u.a. auf der ELISA-Teststrecke erprobt. Eine vergleichbare Übergangsphase gab es bereits beim stationären Laden.

Sobald ein geeigneter eichrechtskonformer Gleichstromzähler für O-Lkw am Markt erhältlich ist, sollte dieser eingesetzt werden und hiermit Phase 2 ermöglichen. Je nach Marktphase sollte sich die Abrechnungsvariante durchsetzen, die den größten Ausgleich zwischen Erleichterung eines Markthochlaufs (geringes Maß an Regulierung und technischem Aufwand) und Akzeptanz (Nutzerfreundlichkeit und Verbrauchsgerechtigkeit) schafft. In Phase 2 sollte der Marktakteur des Mobilitätsanbieters eingeführt werden. Durch diesen Akteur wird der Aufwand beim ERS-Betreiber reduziert,

da nun der ELISA-Mobilitätsanbieter den Kundenkontakt und die Fahrstromabrechnung gegenüber den ERS-Nutzern übernimmt. In Phase 2 sollten vor allem Kommunikations- und Datenaustauschprozesse erprobt und gefestigt werden.

In Phase 3 sollten die ERS-Nutzer die freie Wahl des ELISA-Mobilitätsanbieters haben. Es soll ein Wettbewerbsmarkt auf der Wertschöpfungsebene Service und Abrechnung entstehen. Durch die Rolle des Mobilitätsanbieters wird eine 1:n Beziehung geschaffen. Der Mobilitätsanbieter kann neben dem Ver-

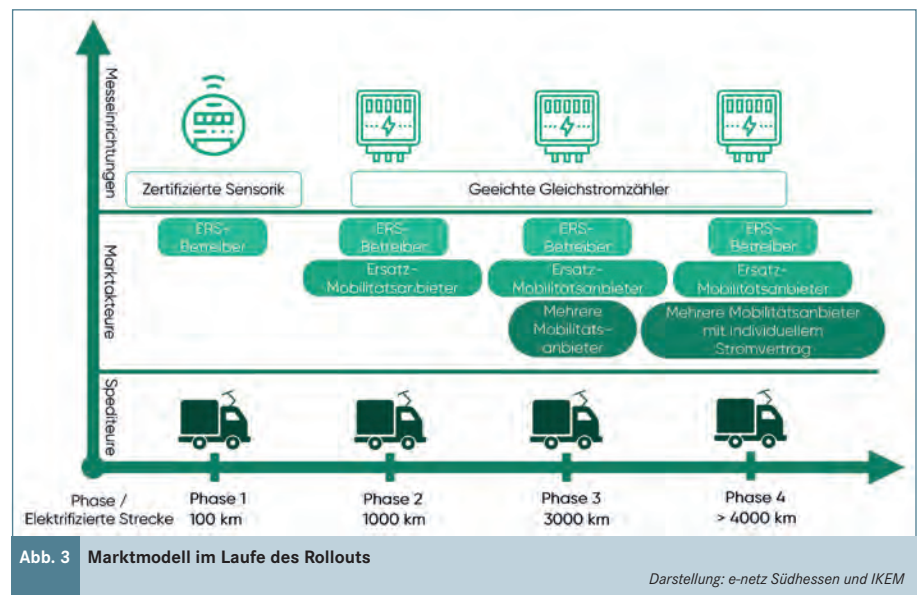


Abb. 3 Marktmodell im Laufe des Rollouts

Darstellung: e-netz Südhessen und IKEM

kauf von Mobilitätsdienstleistungen für das ERS auch andere Aufgaben wahrnehmen und z.B. Bündelprodukte mit stationärem Laden anbieten. Mit Phase 3 steigt die Komplexität, was erst bei ausreichend großem Marktvolumen gerechtfertigt ist.

Eine noch stärkere Marktöffnung wird in Phase 4 angestrebt. Hier übernehmen die Mobilitätsanbieter dieselben Aufgaben wie in Phase 3 und es würde zusätzlich eine neue Wertschöpfungsebene geschaffen. Jeder ERS-Nutzer könnte seinen eigenen Stromanbieter wählen. Die Entwicklung eigener Fahrstromtarife gäbe zusätzliche Anreize zum Stromsparen. Ein regelmäßiger und enger Informationsaustausch zwischen Mobilitätsanbieter und Kunden könnte erfolgen, was wiederum die Akzeptanz der Kunden steigern und ihr Interesse am eigenen Verbrauch erhöhen könnte. Der direkte Wettbewerb zwischen Mobilitätsanbietern bietet beste Voraussetzungen für eine nutzerfreundliche Fahrstrompreis- und Produktbildung. In diesem Szenario sind die ERS-Nutzer netzentgeltspflichtig. Der Ersatz-Mobilitätsanbieter wird zuständig, falls kein Mobilitätsanbieter gewählt wurde.

Es ist nicht zu empfehlen, mit Phase 4 bereits vor umfangreichem Ausbau der ERS-

Infrastruktur zu beginnen. Durch die kundenscharfe Bilanzierung und Netzentgeltspflichtigkeit ergibt sich eine erhöhte prozessuale und administrative Komplexität im Vergleich zum ELISA-Abrechnungsmo- dell. Im Falle des Portfolio-Ansatzes steigt zusätzlich der Aufwand zur Errichtung notwendiger IT-Infrastruktur, da einem Mobilitätsanbieter n-viele Stromlieferanten zu- geordnet sein können [9].

Anmerkungen

- [1] Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3905) geändert worden ist.
- [2] Umweltbundesamt (2022): Entwicklung und Zielerreichung der Treibhausgasemissionen in Deutschland im Sektor Verkehr des Klimaschutzgesetzes, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit – Umweltbundesamt [Hrsg.], Berlin, 2022.
- [3] BMDV (2022): Masterplan Ladeinfrastruktur II der Bundesregierung, Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) Referat G 23 [Hrsg.], Berlin, 2022.
- [4] Elektrifizierter, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen, Teilprojekt ELISA; Projektpartner: Die Autobahn GmbH des Bundes, e-netz Südhessen AG, Siemens Mobility GmbH, TU Darmstadt 11/2018-06/2025.

- [5] Hein, C.R; Knezevic, G. (2023): Die Abrechnung elektrischer Energie für Oberleitungs-LKW. Modellvergleich ELISA II-B und AMELIE 2.
- [6] Im Fallbeispiel ist hier konkret die straßengebundene Oberleitung gemeint. Im Allgemeinen können darunter alle straßengebundenen Systeme verstanden werden.
- [7] Elektrifizierter, innovativer Schwerverkehr auf Autobahnen, Teilprojekt ELISA; Projektpartner: Die Autobahn GmbH des Bundes, e-netz Südhessen AG, Siemens Mobility GmbH, TU Darmstadt 11/2018-06/2025.
- [8] AMELIE 2 – Abrechnungssysteme und -methoden von elektrisch betriebenen Lkw, sowie deren interoperable Infrastrukturen im europäischen Kontext 2; Projektpartner: Fachhochschule Erfurt, Siemens Mobility; Laufzeit: 11/2020-01/2024.
- [9] Hein/Knezevic, aaO. (Fn. [5]).

*C.R. Hein, K. Lerchl-Mitsch, Forschung und Entwicklung, e-netz Südhessen AG, Darmstadt; G. Knezevic, IKEM – Institut für Klimaschutz, Energie und Mobilität e.V., Berlin; M. Burger und J. Schwarz, COUNT+CARE GmbH & Co. KG, Darmstadt
christian.hein@e-netz-suedhessen.de
kerstin.lerchl-mitsch@e-netz-suedhessen.de
giverny.knezevic@ikem.de
maximilian.burger@countandcare.de
jens.schwarz@countandcare.de*



VIRTUELLE ENERGIE-EVENTS

- > Webinare
- > Online-Messen
- > Showrooms



Hier informieren!

