EREA
TRANSFORMERS

erea · energy · engineering

Laden von E-Autos:

Ladesysteme und ihr Netzanschluss

EREA
TRANSFORMERS
erea · energy · engineering

Einleitung

Wie wir öfters von Kunden hören, kann es beim Laden von E-Autos zu Problemen kommen. In diesem Artikel möchten wir diese Probleme und ihre Ursache erklären und Ihnen die Lösungen aufzeigen, die EREA Energy Engineering dafür anbieten kann.

Ladesystem

Bevor das Ladesystem anfängt, ein Elektroauto zu laden, führt es mehrere Kontrollen des Stromnetzes aus. Werden bestimmte Voraussetzungen nicht erfüllt, so kann das Fahrzeug nicht geladen werden. Eine Voraussetzung, die häufig vorkommt, ist die Anwesenheit eines Neutralleiters; dieser darf nur eine beschränkte Spannungsdifferenz gegenüber der Netzerdung haben. Bei einigen Ladesystemen wird der Ladevorgang gesperrt, wenn kein sauberer Neutralleiter erfasst wird.

Netzanschluss

In Belgien gibt es zwei Stromnetz-Typen: 3 x 230 V und 3 x 400 V. Europaweit kommt das 3 x 400 V-Netz bei weitem am häufigsten vor. Aus diesem Grund werden die Ladesysteme für E-Autos auch für diesen Netztyp gebaut. Darum sind bei einem 3 x 400 V-Netz meistens keine Probleme zu befürchten.
In Belgien und verschiedenen anderen europäischen Ländern kommen aber in manchen Gegenden auch 3 x 230 V-Netze vor. Durch den grundlegend unterschiedlichen Aufbau dieser Netze können beim Ladevorgang Probleme auftreten, und zwar sogar bei „Stromtankstellen" in einem einphasig angeschlossenen Gebäude/Wohnhaus.

EREA Energy Engineering bv – Ruggeveldstraat 1 – BE-2110 Wijnegem – Belgien
tel. BE +32 (0)3 355 16 00 – support@erea.be – www.erea.be

EREA TRANSFORMERS
erea · energy · engineering

3 x 230 Volt-Netze

Abb. 1 zeigt ein 3 x 230 V-Netz mit sowohl einem einphasigen als auch einem dreiphasigen Gebäudeanschluss.

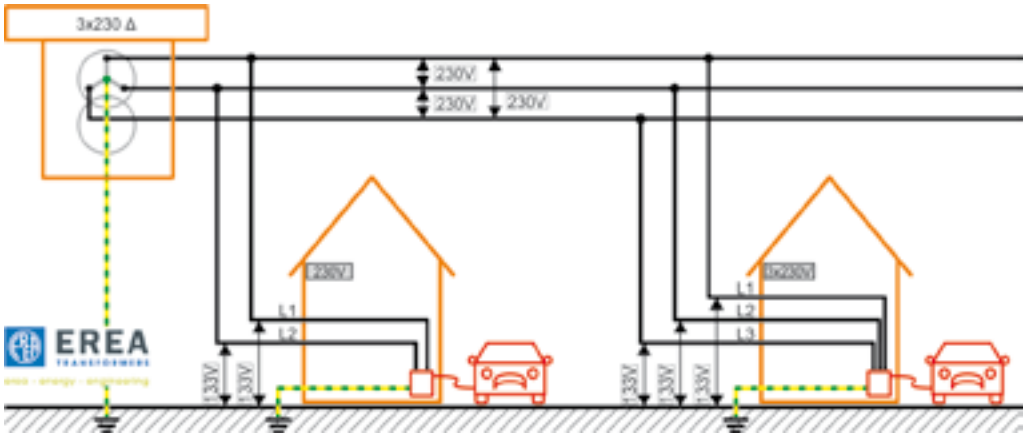

Abb. 1: Ein 3 x 230V-Netz mit einem einphasigen und einem dreiphasigen Gebäudeanschluss.

In der Transformatorkabine wird der Sternpunkt geerdet. Bei diesem Netztyp beträgt die Spannung zwischen diesem Sternpunkt und den Leitern (das nennen wir die Phasenspannung) 133 V. Da es für eine Spannung von 133 V keine Anwendung gibt, ist eine Verlegung des Neutralleiters nicht sinnvoll, weil die Verbraucher ja in einer Dreieck-Schaltung zwischen den 3 Leitern angeschlossen werden. Dies hat zur Folge, dass die 3 Leiter jeweils ungefähr 133 V gegen die Erdung aufweisen und dass ein dreiphasiges 3 x 230 V-Netz - im Gegensatz zu einem 3 x 400 V-Netz - überhaupt keinen Anschluss an das Erdpotenzial hat.
Wenn das Ladesystem der E-Autos dies erfasst, wird bei verschiedenen (sowohl einphasigen als auch dreiphasigen) Systemen der Ladevorgang an einem 3 x 230 V-Netz gesperrt.

Bei den Dreiphasen-Ladesystemen kommt dann noch ein Problem dazu: sie sind meistens nur für ein 3 x 400 V-Netz gebaut, d.h. bei einem Dreiphasen-3 x 230 V-Netz ist die Spannung schlicht zu niedrig.

Als Lösung für den fehlenden Neutralleiter bei diesem Netztyp bietet sich die Aufnahme eines Trenntransformators an. Der Trenntransformator sorgt für ein elektrisch getrenntes Netz, das gegenüber dem Primärnetz und der Erdung vollständig schwebend ist. Durch die Erdung eines der Leiter kann man dann einen Neutralleiter realisieren.

Diese Lösung ist in Abb. 2 schematisch dargestellt.

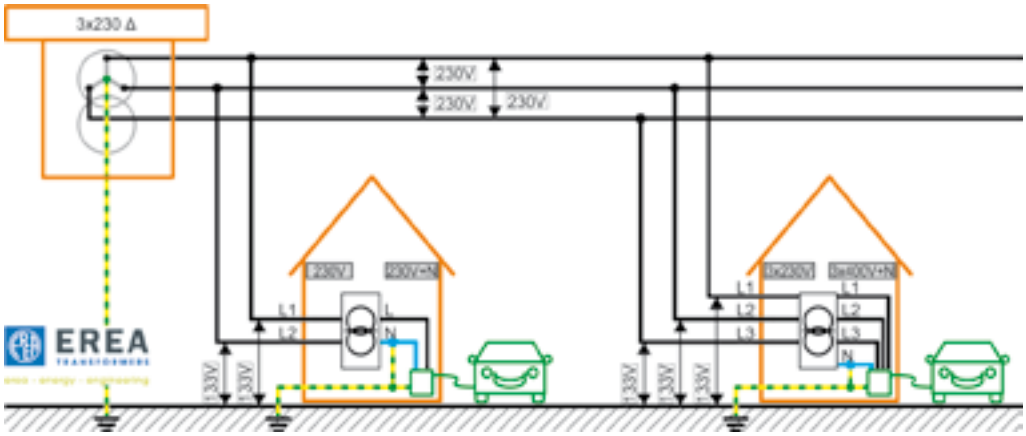

Abb. 2: Realisierung eines Neutralleiters in einem 3 x 230 V-Netz (EC-Reihe für Einphasen-, ECT-Reihe für Dreiphasen-System)

Bei einem Einphasen-Anschluss kann zwischen Eingangsnetz und Ladesystem ein Einphasen-Trenntransformator angeordnet werden, wobei sekundär eine der Trafoklemmen an die Erdung gelegt wird. Diesen Anschluss bezeichnen wir von diesem Zeitpunkt an als Neutralleiter.

In Dreiphasen-Installationen kann zwischen Eingangsleiter und Ladesystem ein dreiphasiger Trenntransformator angeordnet werden, der nicht nur die Trennung, sondern auch die Umwandlung des 3 x 230 V-Netzes in ein 3 x 400 V-Netz mit Neutralleiter realisiert. Der Sternpunkt, an den der Neutralleiter angeschlossen wird, kann geerdet werden, wodurch das Ladesystem sowohl mit einem Neutralleiter (auf Erdpotenzial) versehen als auch auf eine höhere Spannung (3 x 400 V) umgestellt wird.

EREA Energy Engineering bv – Ruggeveldstraat 1 – BE-2110 Wijnegem – Belgien
tel. BE +32 (0)3 355 16 00 – support@erea.be – www.erea.be

Speziell für diese Anwendung hat EREA Energy Engineering die EC-Baureihe für einphasige und die ECT-Baureihe für dreiphasige Systeme entwickelt.
Diese Trafos besitzen mehrere Eigenschaften, durch die sie sich besonders gut für diese Anwendung eignen:

- Die gewählten Leistungsstufen wurden auf die gängigen Ladesysteme abgestimmt
  → (1 Phase oder 3 Phasen, 16 A, 32 A, 50 A, 63 A).
- Niedriger Einschaltstrom für die Verwendung in Installationen in Wohnhäusern oder Gebäude im Tertiärsektor
  → Primäre Absicherung mit einem Sicherungswert, der dem Nennstrom entspricht (Typ D)
- Niedrigere Verluste als Standard-Transformatoren (sowohl belastet als auch unbelastet)
  → Abgestimmt auf die BTE-Baureihe (energieeffiziente Transformatoren)
- Zusätzliche Anschlussklemme für den Neutralleiter an den Sekundärleiter (nur bei der EC-Reihe)
  → Einfacher Anschluss möglich

3 x 400 Volt-Netze

Abb. 3 zeigt einen Einphasen- und Dreiphasen-Anschluss an ein 3 x 400 V-Netz mit Neutralleiter.

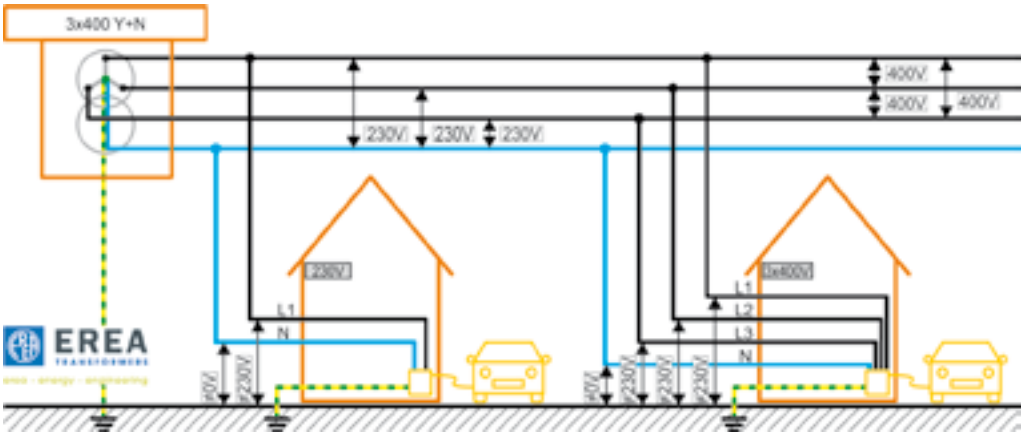

Abb. 3: Infrastruktur 3 x 400 V + N

Bei diesem Netztyp wird auch der Neutralleiter in der Trafostation geerdet. Somit liegen bei diesem Netztyp zwischen dem Neutralleiter und den Phasen 230 V an. Hier wird der Neutralleiter natürlich mitverlegt.
Darum ist dies der am besten geeignete Netzanschluss sowohl für Einphasen- als auch für Dreiphasen-Systeme.

Ausnahmsweise kann es trotzdem vorkommen, dass das E-Fahrzeug - obwohl die Bedingungen anscheinend ideal sind - nicht geladen werden kann. Bei zu großer Entfernung zur Trafostation und ungleichgewichtiger Lastverteilung kommt es durch den Strom im Neutralleiter dann doch wieder zu einer Potenzialdifferenz gegenüber der Erde, und somit zum Ansprechen des Sicherheitssystem des Ladesystems.
Auch dies lässt sich durch die Aufnahme von Trenntransformatoren lösen, mit denen man ein elektrisch getrenntes Netz realisiert und den Neutralleiter wieder auf Erdpotenzial bringt (Abb. 4).

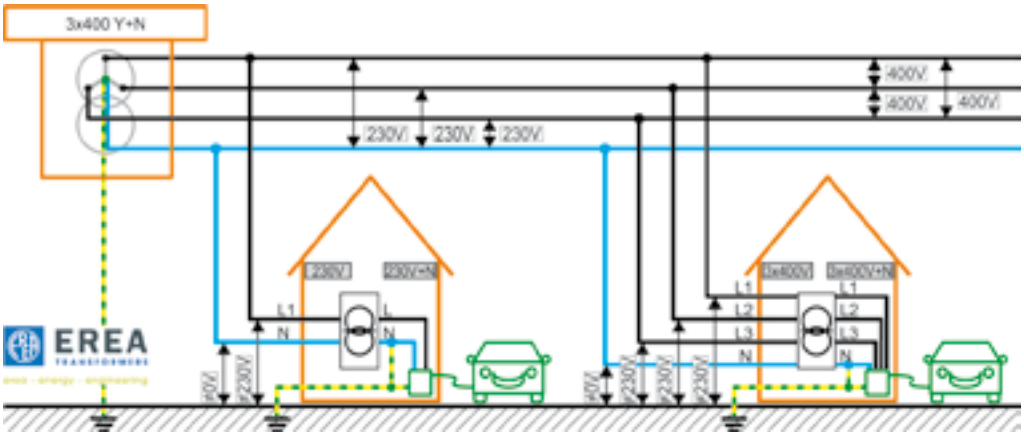

*Abb. 4: Erneute Erdung des Neutralleiters 3 x 400V + N mit Hilfe eines Transformators (EC-Reihe für **Einphasen-** und ECT-Reihe für Dreiphasen-Systeme)*

EREA TRANSFORMERS

erea · energy · engineering

EC and ECT series - EC und ECT Serien

Isolating transformers for coupling Charging stations - Low inrush current

Trenntransformatoren zum Kopplung von Ladestationen - Einschaltstrombegrenst

Charging station type	Typ der Ladestation	Single phase - 16A	Single phase - 32A	Single phase - 48A	Three-phase - 16A	Three-phase - 32A	Three-phase - 63A
		Monophase - 16A	Monophase - 32A	Monophase - 48A	Dreiphasen - 16A	Dreiphasen - 32A	Dreiphasen - 63A
Transformer type	**Transformatortyp**	**230EC 3700/IRC**	**230EC 7400/IRC**	**230EC 11000/IRC**	**ECT 11000/IRC**	**ECT 22000/IRC**	**ECT 44000/IRC**
Transformer code	Transformator-Code	11536	11537	11580	11538	11539	11582
Power	Leistung	3,7 kVA	7,4 kVA	11 kVA	11 kVA	22 kVA	44 kVA
U primary	U Primär	230V-245V	230V-245V	230V-245V	230V Δ/400V Y+N	230V Δ/400V Y+N	230V Δ/400V Y+N
U secondary	U Sekundär	230V+N	230V+N	230V+N	400V Y+N	400V Y+N	400V Y+N
I primary (230V Δ)	I Primär (230V Δ)	16,5A	32,9A	49A	28,6A	57,2A	112A
I primary (400V Y+N)	I Primär (400V Y+N)				16,5A	33A	64,7A
I Sec (1ph: 230V / 3ph: 400V Y+N)	I Sec (1ph: 230V / 3ph: 400V Y+N)	16A	32A	48A	16A	32A	63A
Protection primary	Primärschutz	16A type C	32A type C	50A type C	230V Δ - 32A type C	230V Δ - 63A type C	230V Δ - 125A type C
					400V Y - 16A type C	400V Y - 32A type C	400V Y - 63A type C
Protection secondary	Sekundärschutz	16A type C	32A type C	50A type C	16A type C	32A type C	63A type C
No-load losses - PFe (W)	Leerlaufverluste - PFe (W)	42	45	40	58	75	114
Full-load losses - Pcu (W)	Volllastverluste - Pcu (W)	78	152	190	222	578	858
Efficiency - (%)	Wirkungsgrad - (%)	96,9	97,4	98,0	97,5	97,2	97,8
Voltage drop - dU(%)	Spannungsabfall - dU(%)	2,1	2,1	1,7	2,0	2,6	2,0
Dimensions:	**Abmessungen:**						
mm Length - A	Länge - A	240	280	320	420	480	640
mm Width - B	Breite - B	200	230	260	270	270	390
mm Height - C	Höhe - C	225	365	415	365	415	500
mm Distance between holes - D	Lochabstand - D	200	180	210	280	320	400
mm Distance between holes - E	Lochabstand - E	177	178	220	223	240	245
mm Hole diameter - Ø	Lochdurchmesser - Ø	11	11,5	11,5	11	11	11
kg Weight	Gewicht	45	76	107	121	168	314
Type of enclosure IP20	**Gehäusetyp IP20**	**K20EC/030**	**K20EC/035**	**K20EC/045**	**K20ECT/040**	**K20ECT/050**	**K20ECT/060**
Code	Code	11540	11541	11581	11542	11543	11583
mm Dimensions A x B x C	Abmessungen A x B x C	270 x 250 x 240	307 x 268 x 420	350 x 355 x 470	460 x 320 x 420	530 x 320 x 470	660 x 470 x 560
kg Weight	Weight	3,3	5,6	8,6	8,3	9,0	15,2
Type of enclosure IP23	**Gehäusetyp IP23**	**K23EC/030**	**K23EC/035**	**K23EC/045**	**K23ECT/040**	**K23ECT/050**	**K23ECT/060**
Code	Code	11544	11545	11603	11546	11547	11604
mm Dimensions A x B x C	Abmessungen A x B x C	290 x 353 x 240	325 x 370 x 420	370 x 460 x 470	480 x 435 x 420	550 x 420 x 470	680 x 570 x 560
kg Weight	Weight	5,7	8,4	12,5	12,7	14	20
Type Silentblock	**Typ Schwingungsdämpfer**	**SILENT BLOCK 50**	**SILENT BLOCK 50**	**SILENT BLOCK 50**	**SILENT BLOCK 50**	**SILENT BLOCK 50**	**SILENT BLOCK 120**
Code	Code	11483	11483	11483	11483	11483	11484

EREA Energy Engineering bv – Ruggeveldstraat 1 – BE-2110 Wijnegem – Belgium / Belgien
tel. BE +32 (0)3 355 16 00 – sales@erea.be – www.erea.be

Transforming since 1933

MEHR INFOS

Abb. 5: Schnellauswahlkarte - Überblick über die lieferbaren Standard-transformatoren für Ladesäulen.

EREA TRANSFORMERS

erea · energy · engineering

Lösungen zur Realisierung eines Neutralleiters

Seit mehreren Jahren führt EREA Energy Engineering eine Transformator-Baureihe im Programm, die speziell für die gängigsten Ladesysteme konzipiert wurden. Für Einphasen-Anwendungen ist das die EC-Reihe (erhältlich in 16 A, 32 A und 50 A), für Dreiphasen-Systeme die ECT-Reihe (erhältlich in 3 x 16 A, 3 x 32 A und 3 x 63 A)

EREA Energy Engineering bv – Ruggeveldstraat 1 – BE-2110 Wijnegem – Belgien
tel. BE +32 (0)3 355 16 00 – support@erea.be – www.erea.be

Transforming since 1933

Abb. 6: Einige Modelle aus unseren EC- und ECT-Baureihen

Die wichtigste Eigenschaft, durch die diese Transformatoren sich von Standardtransformatoren unterscheiden, ist der **niedrige Einschaltstrom** (IRC - Inrush-Current). Die meisten Standardtransformatoren haben eine Einschaltstromspitze vom 15- bis 20fachen des Nennstroms bei Volllast. Diese Transformatoren sind in erster Linie für industrielle Anwendungen bestimmt, wo die Verwendung eines Typ D-Automaten unproblematisch ist. In Wohnanwendungen ist das nicht möglich, deshalb kann der Einschaltstrom bei größeren Transformatoren zum Problem werden.

Beim Entwurf der Trafos der EC- und ECT-Baureihe wurde darum der Einschaltstrom so gewählt, dass **keine Überdimensionierung der Primärsicherung erforderlich** ist. Ein gewöhnlicher Sicherungsautomat mit C-Charakteristik genügt, außerdem ist es auch ausreichend, den Wert der Sicherung anhand des Trafo-Nennstroms im Volllastbetrieb zu ermitteln.

Empfohlene Optionen

Für jeden dieser Transformatoren bietet EREA Energy Ausführungen in verschiedenen Schutzarten an. Serienmäßig führen wir Modelle in Schutzart IP20 und IP23, auf Anfrage sind auch höhere IP-Klassen möglich.

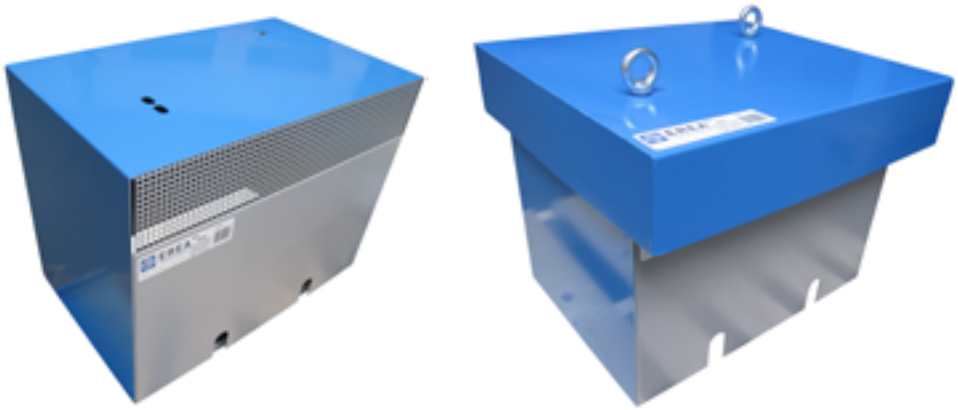

Abb. 7: Links ein Gehäuse in Schutzart IP20, rechts in IP23. Höhere IP-Schutzarten auf Anfrage lieferbar.

Unsere Ladesystem-Transformatoren werden mit niedriger magnetischer Induktion gebaut. Außer den in diesem Artikel bereits erörterten Vorteilen ist dies auch der Grund dafür, dass diese Transformatoren (im Gegensatz zu Industrietrafos) im Betrieb besonders leise sind - für Wohnanwendungen natürlich ein erheblicher Vorteil! Ist der Transformator-Unterbau (beispielsweise durch hohle Holzstrukturen) jedoch resonanzanfällig, so lässt sich die Entstehung eines hörbaren Brummtons nicht völlig ausschließen. In diesem Fall empfiehlt sich die Aufstellung des Transformators auf Schwingungsdämpfern.

Abb. 8: Schwingungsdämpfer. Die Gummi-Struktur verhindert die Weitergabe der akustischen Schwingungen an den Unterbau, sodass diese nicht verstärkt werden.

EREA
TRANSFORMERS
erea · energy · engineering

Gesamtbetriebskosten (Total Cost of Ownership - TCO)

Zur Realisierung dieses niedrigen Einschaltstroms enthalten die EC- und ECT-Transformatoren mehr Eisen und Kupfer als vergleichbare Standardtransformatoren. Das macht diese Transformatoren natürlich auch teurer. Andererseits sind sie im Betrieb aber auch ausgesprochen verlustarm, sodass die Mehrkosten sich in wenigen Jahren über die Energiekostenersparnis amortisieren. Darum liegen die Gesamtbetriebskosten (Total-Cost-of-Ownership, TCO) eines EC- oder ECT-Ladestation-Transformators deutlich niedriger als bei Standardtransformatoren.

MEHR INFOS

Wahl der primär- und sekundärseitigen Sicherung

Sicherung

Die Transformatoren müssen sowohl primär- als auch sekundärseitig ausreichend gesichert werden.

Die Transformatoren aus der EC- und der ECT-Reihe müssen sowohl primär- als auch sekundärseitig mit einem Typ C-Automaten auf ihren Nennstrom gesichert werden. Die genauen Werte der empfohlenen Sicherungen sind unserer Schnellauswahlkarte zu entnehmen. (Die vollständige Schnellauswahlkarte im PDF-Format für Ladestation-Transformatoren finden Sie oben in diesem Artikel (Abb. 5) oder auf unserer Website *www.erea.be* unter „Dokumente".

Fehlerstrom-Schutzschalter – Typ B

Trenntransformatoren realisieren ein völlig neues Netz, das vollständig vom Speisenetz getrennt ist. Eventuelle Isolationsfehler können somit nicht von den vor dem Transformator angeordneten Fehlerstromschaltern erkannt werden. Außerdem kann das Laden von E-Autos einen Gleichfehlerstrom verursachen, den die FS-Schutzschalter des gewöhnlichen A-Typs nicht erkennen können. Falls das Ladesystem nicht mit einer eingebauten Sicherung dagegen geschützt ist, muss folglich ein FS-Schutzschalter des B-Typs aufgenommen werden, der sowohl Wechsel- als auch Gleichfehlerströme erkennen kann.

dossena

EREA Energy Engineering bv – Ruggeveldstraat 1 – BE-2110 Wijnegem – Belgien
tel. BE +32 (0)3 355 16 00 – support@erea.be – www.erea.be

Transforming since 1933

EREA
TRANSFORMERS

erea · energy · engineering

Möchten Sie mehr über Ladesysteme und ihren Netzanschluss wissen? Unsere engagierten und erfahrenen Mitarbeiter helfen Ihnen gern.

EREA Energy Engineering
Ruggeveldstraat 1
B-2110 Wijnegem
BELGIEN

Tel.: + 32 3 355 16 00
Fax + 32 3 355 16 01

www.erea.be

Edition - 2020-07-07

Transforming since 1933