



Batteriezellen simulieren BMS sicher testen

Der Batteriezellen-Simulator

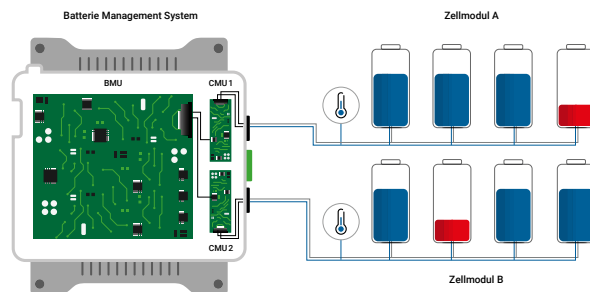
So funktioniert Zell- und Batteriemanagement

Der Ursprung liegt in jeder einzelnen Zelle

Die Elektromobilität macht weltweit rasante Fortschritte. Für die aktuellen mobilen Energiespeicher bedeutet das eine sehr hohe Leistung zu erbringen, sondern auch einen zuverlässigen und sicheren Betrieb zu gewährleisten. Dafür werden Spannung und Temperatur jeder einzelnen Zelle ständig überwacht. Diese Aufgabe übernimmt eine Überwachungselektronik, die Cell Management Unit (CMU).

Einzelne Batteriezellen werden zu einem Zellmodul verbunden, die jeweils über eine eigene CMU verfügen. Damit die Spannung zuverlässig erfasst werden kann, ist die CMU über Messleitungen mit den Plus- und Minuspole der Zellen verbunden. Die zusätzliche Verbindung mit den Temperatursensoren ist für eine optimale Belastung und Ausnutzung von Akkus unverzichtbar.

Das Batterie-Management-System (BMS) beinhaltet die Battery Management Unit (BMU) und sämtliche Cell Management Units. Die BMU ist das zentrale Steuergerät für Batteriemodule wie Antriebsbatterien bei Elektrofahrzeugen oder anderen Arten von Energiespeichern. Es fungiert als „Gehirn“, in dem alle Informationen der Batteriezellenüberwachung zusammengefasst werden. Anhand der Batteriezellspannungen ermittelt die BMU den aktuellen Ladezustand (SoC - State of Charge) und



übernimmt die ganzheitliche Kommunikation zwischen Antriebsbatterie und Fahrzeug. Darüber hinaus gibt sie gegebenenfalls den Befehl zum Ausgleichen der Zellen, damit die Batteriezellen nicht tiefentladen oder überladen werden.

In batteriebetriebenen Fahrzeugen wird das BMS über das 12-/24-Volt-Bordnetz mit Spannung versorgt und beeinflusst somit im Stillstand nicht die Reichweite. Im Vergleich dazu werden die Cell Management Units in der Regel mit elektrischer Energie aus der Antriebsbatterie versorgt und erzeugen daher geringe Ladeverluste. Ein Grund dafür bei der Entwicklung der CMU darauf achtet, den Energieverbrauch minimal zu halten und einen Ruhemodus zu implementieren, um möglichst wenig Eigenentladung zu erzielen. Der Innenwiderstand von Einzelzellen kann aufgrund verschiedenster Faktoren, wie zum Beispiel Produktions-



schwankungen oder Altersschwäche, stark variieren. Dadurch können unterschiedliche Lade- und Entladekurven entstehen, die bei den Batteriezellen zu kritischen Tiefenentladung oder während des Ladevorgangs zu einem Überschreiten der Ladeschlussspannung führen. Abhängig vom Batterietyp kann das irreparable Schäden bis zu Brand der Batteriemodule zur Folge haben!

Werden abweichende Ladungszustände erkannt, können die Ladezustände der einzelnen Batteriezellen mit einer Ausgleichsregelung angepasst werden.

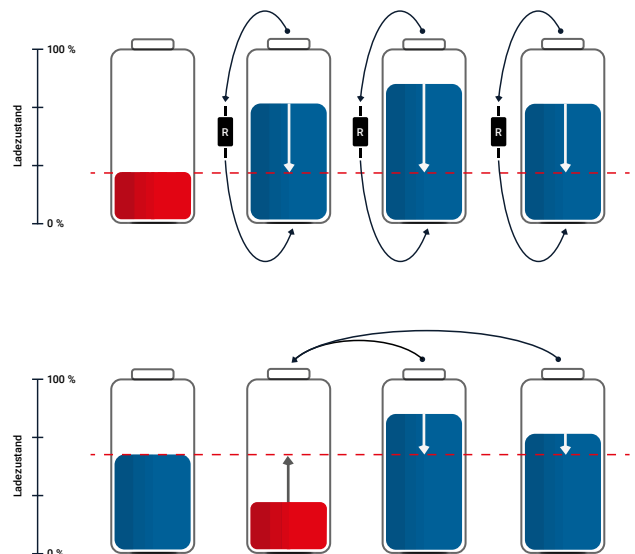
Passives Balancing

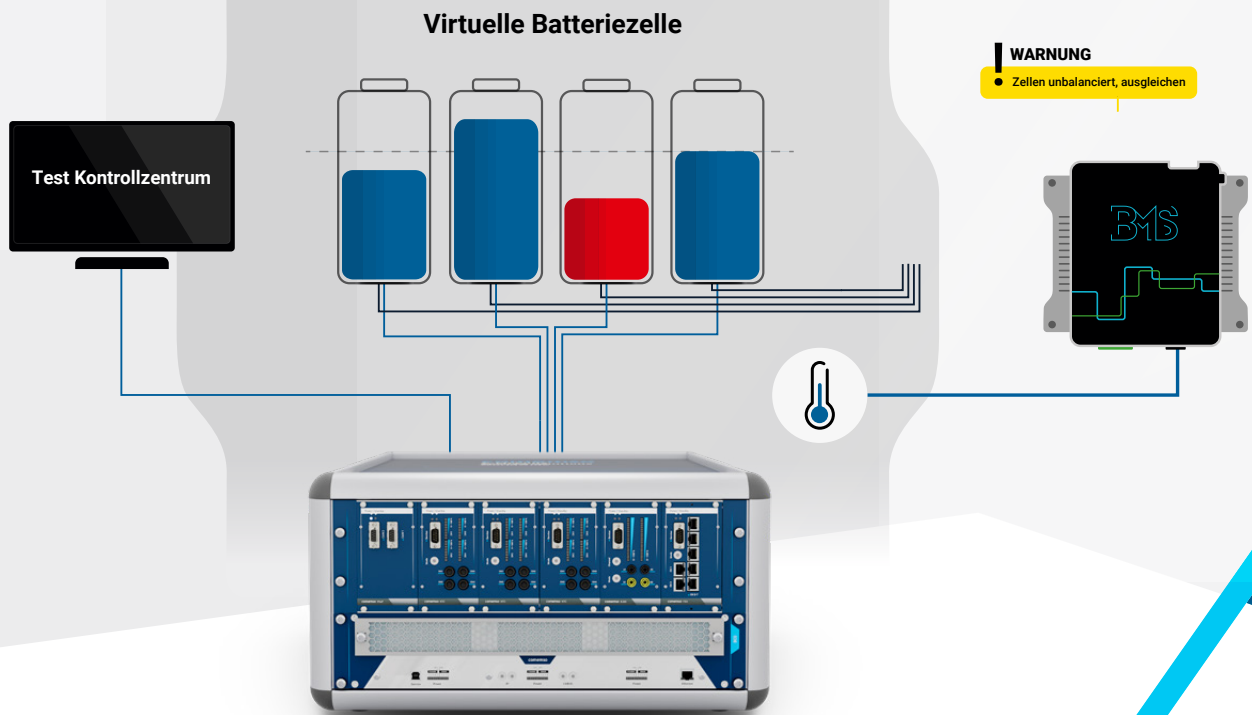
Bei passivem Balancing werden Widerstände anhand eines festgelegten Algorithmus an den Zellen mit höherem Ladezustand zugeschaltet, damit diese nur gering weitergeladen bzw. sogar entladen werden. Die übrigen noch nicht vollständig geladenen Batteriezellen in der Reihenschaltung werden weiterhin mit vollem Ladestrom versorgt, bis der SoC ausgeglichen ist. Diese Variante des Zellausgleichs ist einfach umzusetzen und dadurch kostengünstig. Allerdings wird hierbei Energie in Wärme umgewandelt und die Effizienz herabgesetzt.

Aktives Balancing

Bei aktivem Balancing wiederum werden die Ladungen der Batteriezellen untereinander transferiert. Dieser Vorgang wird von der BMU gesteuert. Hierbei wird Energie von den bereits vollständig geladenen Zellen auf diejenigen benachbarten Batteriezellen übertragen, die ihren Ladezustand noch nicht erreicht haben. Der Vorteil liegt hier im höheren Wirkungsgrad, da die Energie nur in geringen Anteilen in Wärme umgewandelt wird. Allerdings entsteht bei aktivem Balancing ein höherer schaltungstechnischer Aufwand. Höhere Kosten für Entwicklung und Hardware fallen an.

Diesen Vorgang nennt man Balancing. Eine elektronische Schaltung, die ein fester Bestandteil jedes BMS ist, steuert das gleichmäßige Laden jeder einzelnen Batteriezelle innerhalb des Zellmoduls. Sobald bei ungleichen Zellspannungen eine Zelle einen SoC von 100% erreicht hat, wird das gesamte Zellmodul nicht mehr weitergeladen. Spätestens zu diesem Zeitpunkt muss das Balancing durchgeführt werden. Die vollständig geladene Zelle wird auf das Niveau der restlichen Zellen entladen. Anschließend laden alle Zellen gemeinsam weiter.





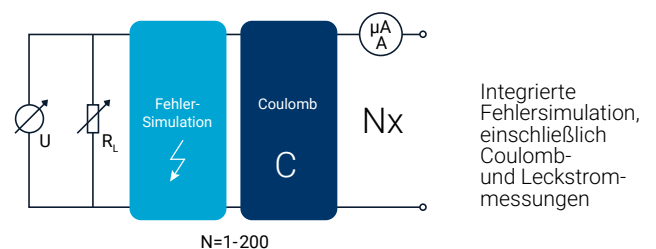
Eine virtuelle Zelle

Die Testbedingungen mit realen Batterien sind gefährlich, nicht reproduzierbar und nicht automatisierbar. Zur Validierung von Batterie-Management-Systemen benötigt man einstellbare „virtuelle Batteriezellen“ die als Zellmodule im Batteriezellen-Simulator realisiert sind. Da alle elektrischen Eigenschaften parametrierbar sind, können mit dem Batterie-Management-System alle notwendigen Zustände bzw. Störungen simulativ bereitstellen. Für Ruhestrom-Messungen sowie zur Detektion ungewollter Leckströme, die beispielsweise durch defekte Ausgänge des Batterie-Management-Systems oder falsche Softwareansteuerung auftreten können, kommen hochpräzise Strommessgeräte zwischen Zelleingang des BMS und Zellausgang des Zellmoduls zum Einsatz. Mit der Leckstrommessung lassen sich Fehler beim Abschalten des BMS frühzeitig erkennen, um anschließend einer Tiefentladung und Beschädigung der Batteriezellen vorzubeugen. Zusätzlich werden die an den Zellen verbauten Temperatursensoren durch eine geeignete galvanisch getrennte Temperatursensor-Emulation, die NTC/PTC-Sensor-Simulation, ersetzt. Sämtliche Datensignale der einzelnen Zellmodule lassen sich damit dem Prüfstand/Hardware-in-the-Loop-System (HiL-System) zuführen. Die Batteriezellen und Temperatursensoren von comemso emulieren dabei die reale Funktionsweise, sodass das BMS bereits im Labor betrieben werden kann.

Mittels Fehlersimulation besteht zusätzlich die Möglichkeit, fehlerhafte Systemzustände zu generieren, sodass die Fehlerfunktion einer Komponente und die damit erforderliche Erkennung derselben im Labor prüfbar wird. Damit stellt ein comemso Batteriezellen-Simulator ein wesentliches Testgerät zur Verifikation der kompletten BMS-Funktionalität dar.

Anwendungsbereiche

Typische Anwender eines Batteriezellen-Simulators sind einerseits Algorithmen-Entwickler für passives und aktives Balancing sowie Entwickler von Batterie-Management-Systemen, aber auch Hersteller von Chips für Batterie-Management-Systeme, Energiespeicher- bzw. Fahrzeughersteller, die eine Funktionsprüfung vor der BMS-Integration in Serie vornehmen möchten, ebenso wie Test- und Zertifizierungs-labore.



BMS Testsystem mit 144 virtuellen Batteriezellen

Test Kontrollzentrum

Testprozesse können mit einem externen PC über CAN, Ethernet oder EtherCAT gesteuert werden

Direkter Anschluss an das BMS über Kabelkonfektionen für optimale Präzision und minimale Störungen

Externer Anschluss zur Kabelverlängerung, individuell anpassbar

Türverriegelung über Not-Aus-Schalter

Sichere Verbindung und einfache Installation der BMS-Testgeräte

Zuverlässige und robuste Konstruktion mit einer 1-jährigen Garantie

Für den Transport innerhalb des Labors können stabile Beine angeschraubt werden

Robuste Rollen für flexible Positionierung im Labor

3 Jahre Garantie auf das BZS Modul

Das R-ISO-Modul zur Prüfung von Isolationsüberwachungsgeräten (IMD) im Rahmen des BMS

Das NTC/PTC-Modul zur Simulation des thermischen Verhaltens einer Batterie

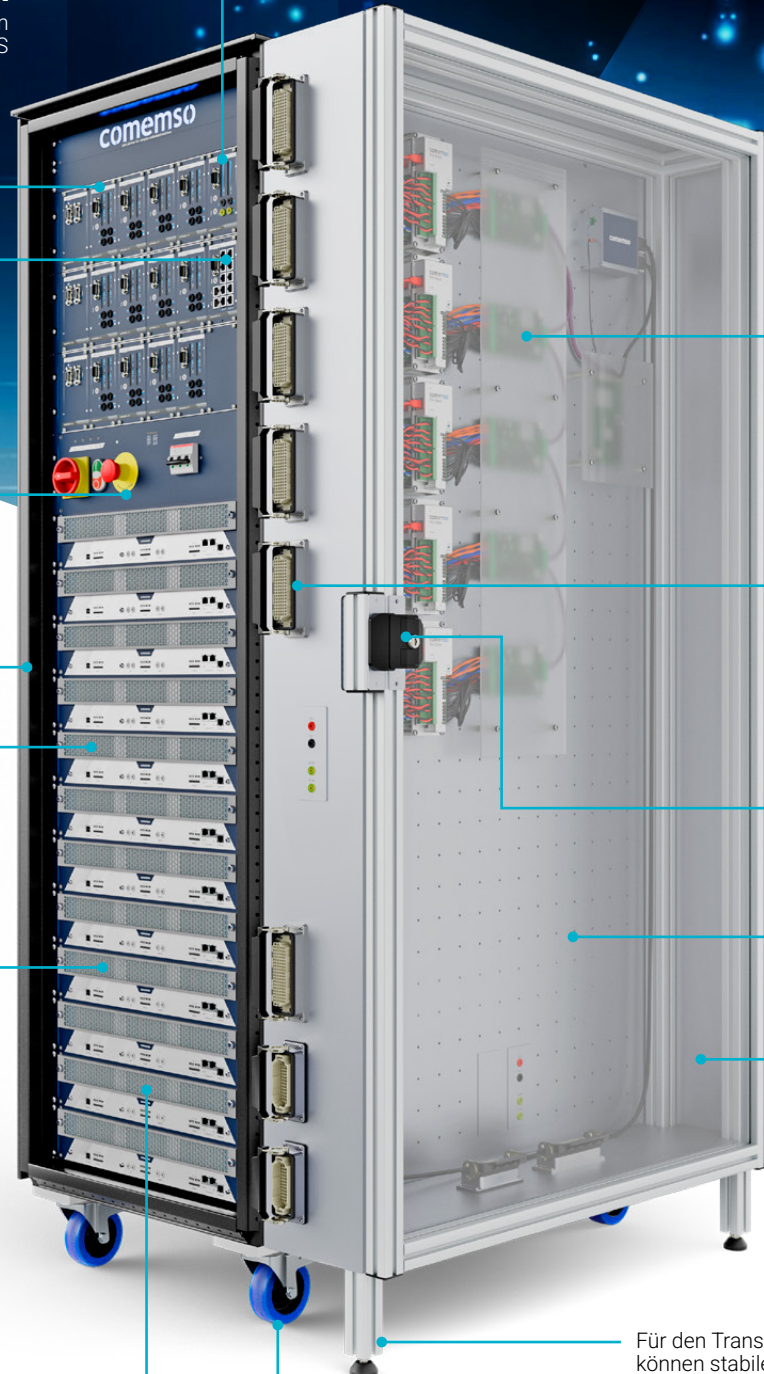
Das FSU-Modul zur Simulation von Messkabelbrüchen zwischen den BMS- und BZS-Zellen

Not-Aus-Schaltung erweiterbar über comemso SwitchBox

Maximale Rackgröße 38 HU

Das System kann jederzeit um weitere BZS-Module erweitert werden

BZS zur Prüfung des BMS auf Zellebene mit hochpräziser und hochauflösender Messtechnik





Individuelle Beratung

Von unserer jahrelangen Erfahrung in der Elektromobilität können Sie profitieren. Gerne beraten wir Sie persönlich und erarbeiten gemeinsam mit Ihnen eine passende Lösung für Ihr Projekt. Unser technischer Vertrieb freut sich auf Ihre Kontaktaufnahme!

Für höchste Anforderungen

Ein Batteriezellen-Simulator (BZS) muss viele unterschiedliche Bereiche für die funktionale Verifikation eines modernen BMS abdecken können und auch bei hohen Balancing-Strömen eine hohe Genauigkeit der Spannungsregelung aufweisen, um eindeutig den Ladezustand einer Batteriezelle emulieren zu können. Exakt aufeinander abgestimmte Hardware- und Software-Regler sind erforderlich, während schlanke Regelungsalgorithmen ein ebenso dynamisches wie sicheres Verhalten garantieren.

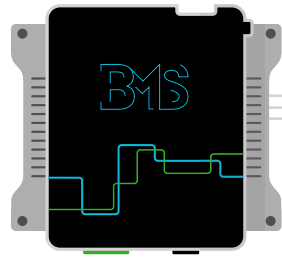
comemso Batteriezellen-Simulatoren bestehen ausschließlich aus hochwertigen Schaltungskomponenten, die für eine optimale Rauschunterdrückung, die Ausgangssignale glätten und so die Verifikation von passivem und aktivem Balancing im Strombereich bis 6.0 A ermöglichen. Feinste Messungen von Ruhe- und Leckstrom erfolgen im μA -Bereich. Balancing-Algorithmen werden stets mit der mA-Messung im vollen Bereich oder mit der Coulomb-Messung validiert. Die integrierte Fehlersimulation bietet je nach ausgewählter Variante verschiedene Simulationen von Kurzschlüssen, Leitungsbrüchen und Polaritätswechsel bzw. Fehlmontage der Zelle an. Die hohen Isolation pro Zelle kann die Gesamtspannung des Batteriezellen-Simulators bis zu 1500V betragen, sodass eine Realisierung von Batteriemodulen mit bis zu 300 Zellen à 5V möglich ist. Für die komplette funktionale Verifikation moderner BMS-Systeme für Soft- und Hardware bietet er eine reproduzierbare und zuverlässige Anwendung. Sämtliche Messgrößen wie Spannungsquelle, Stromstärke und

Stromsenke sind vollständig kalibrierbar und machen comemso Testsysteme zukunftssicher.

Das Komponentensystem für modulare Lösungen

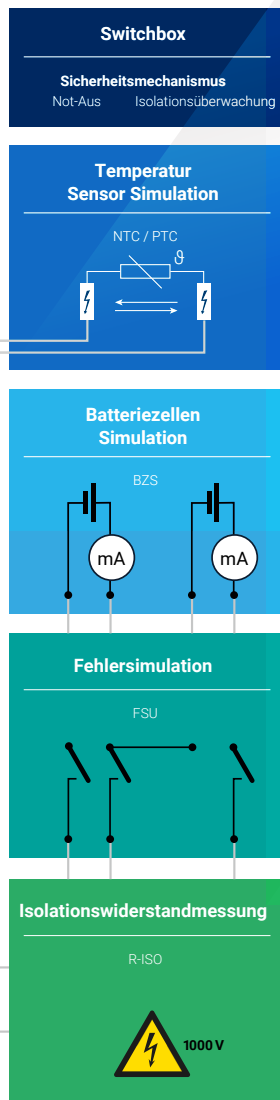
Die modular aufgebauten comemso Batteriezellen-Simulatoren bieten nach dem Baukastenprinzip ein breites Spektrum an individuellen Lösungen im Zusammenspiel mit Standardkomponenten. Mit dieser Flexibilität ist es erst möglich Systeme in verschiedenen Größen zu realisieren und individuellen Kundenanforderungen gerecht zu werden. So bieten comemso portable Tischsysteme mit 12-36 Zellen an, die sich ideal für Chip-Hersteller, Start-Ups oder für den akademischen Einstieg eignen. Die mittelgroßen Systeme von 24-60 Zellen wecken das Interesse bei Entwicklern von Batterie-Management-Systemen sowie allen Entwicklung von aktivem und passivem Balancing.

Individuelle Kundenprojekte werden auf Wunsch auch mit mehr als 240 Zellen ermöglicht. Allen Systeme ermöglichen Batterie-Management-Systeme vom Zelllevel bis hin zum Packniveau zu testen. Sämtliche Systemgrößen sind ebenso als End-Of-Line-Varianten für den Dauerbetrieb in der Serienvvalidierung, in Test- und Zertifizierungslaboren bzw. für die Endabnahme beim Fahrzeughersteller konfigurierbar.



Design eines Prüfstandes

Ein ganzheitlicher HiL-Prüfstand für BMS-Tests besteht aus vielen modularen Einzelkomponenten. Er ist individuell an Ihre Anforderungen und Bedürfnisse anpassbar und jederzeit erweiterbar – auch zu einem späteren Zeitpunkt. So kann man mit einem BZS mit nur wenigen Zellen beginnen. Diesen kann man dann später flexibel um weitere Zellen und Funktionen erweitern.



Behalten Sie die Umgebung im Auge

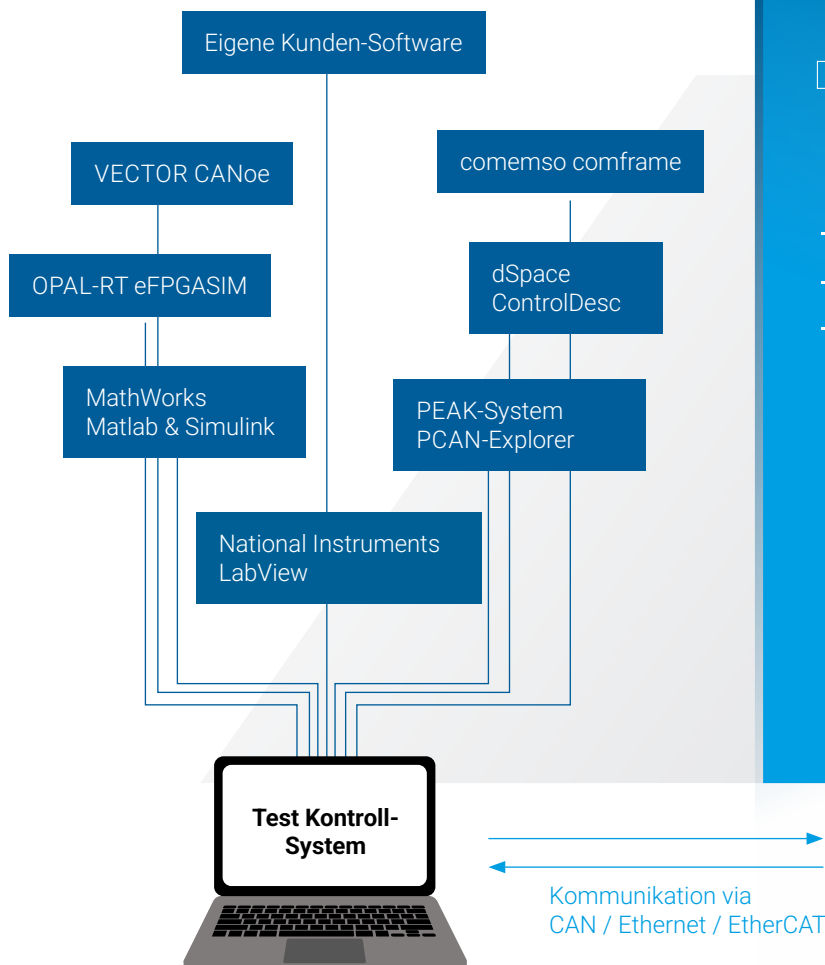
Ein Batterie Management System funktioniert unter idealen Bedingungen im Labor fehlerfrei. Selbst bei widrigen Klima- und Umgebungsbedingungen muss stets gewährleistet sein, dass alle Sicherheitsalgorithmen korrekt funktionieren – bei Kälte und Hitze, bei sandigen oder salzigen Bedingungen. Um eine optimale Leistung über die gesamte Lebensdauer eines Elektrofahrzeugs zu gewährleisten, setzen viele Tier-1-Zulieferer bei Entwicklungs- und/oder End-of-Line-Tests eine Klimakammer ein.

comemso hat eine hocheffiziente Lösung entwickelt: Ein Testsystem mit einer Klimakammer, die Platz für bis zu 12 BMS bietet, um automatisierte Tests bei höheren und niedrigeren Temperaturen durchzuführen. End-of-Line-Tests können so effizienter und in schneller Abfolge durchgeführt werden. Ein Multiplexer (MUX) beschleunigt die Tests. Er vervielfacht die Batteriezellen Schritt für Schritt auf die gewünschte Testeinheit, ohne dass die Prüflinge unterversorgt sind. In einem weiteren Schritt wird die nächste Testtemperatur eingestellt und die Tests werden nacheinander erneut durchgeführt. So kann viel Zeit für die Temperaturwechsel eingespart werden.



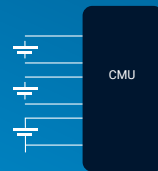
Hardware & Software passen zusammen

Für schnell einsetzbare Testsysteme mit geringen Implementierungskosten unterstützen Batteriezellensimulatoren von comemso weltweit etablierte Softwarelösungen. Sie lassen sich schnell in bestehende Software-Testumgebungen integrieren. Mit einem Testautomatisierungssystem können sequenzielle Testläufe ohne Unterbrechung rund um die Uhr durchgeführt werden. Das System kann zeitsparend eingesetzt werden und steigert den Nutzen mit höherer Qualität von Testergebnissen. Zahlreichen Anschlussmöglichkeiten machen das System zu einem unverzichtbaren Testgerät.



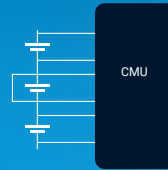
Integrierte Fehlersimulation

Für beste Ergebnisse und eine präzise Zellenspannung ist in die BZS-Elektronik jeder Zelle eine Fehlersimulation integriert.



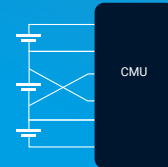
Verbindungsunterbrechungen

Kabelbrüche in der Verbindung zwischen Zellen und BMS, Materialermüdung ...



Kurzschlüsse

Defekte Batteriezellen, Zellsteuerungsfehler, defekte elektronische Komponenten ...



Polaritätswechsel

Verkabelungsfehler, Verpolung in einer Zelle, ...



Thermische Temperaturüberwachung

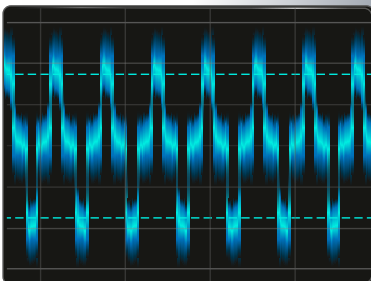
Batteriezellen bewegen sich in einem engen Arbeitstemperaturbereich. Die Lebensdauer und Zyklenfestigkeit der Batteriezelle, ebenso wie die funktionale Sicherheit des Akkus hängen wesentlich davon ab, dass die Batteriezelle diesen Bereich einhält. Übersteigt die Temperatur einen kritischen Wert, kommt es zum Thermal Runaway. Dabei steigt die Temperatur innerhalb von Millisekunden extrem an und die im Akku gespeicherte Energie wird schlagartig freigesetzt. So entstehen extrem hohe Temperaturen und es kommt zu einem Brand, der mit herkömmlichen Mitteln kaum zu löschen ist. Um die Gefahr eines Thermal Runaways zu minimieren, muss das BMS die thermische Stabilität des Energiespeichers gewährleisten. Hierfür sorgen entsprechende Temperatursensoren (NTC/PTC) der Batteriezellen bzw. des Batteriemoduls.

Aus diesem Grund müssen heutige Batteriezellen-Simulatoren nicht nur präzise Strom- und Spannungsmessungen gewährleisten, sondern auch die Temperatur exakt emulieren. Eine galvanisch getrennte Temperatursensor-Emulation für NTC- und PTC-Widerstände im Hochvoltbereich sowie die Simulation von Kurzschlüssen und Leitungsbrüchen der Sensoren sind ebenso erhältlich.

Anbindung an automatisierte Testsysteme

Der comemso Batteriezellen-Simulator verfügt über zwei Fernsteuerungsschnittstellen. Damit erfolgt die komplette Konfiguration als auch das Auslesen der Messwerte aller Sensoren für die aktuelle Spannung, den Strom, Fehlerflags und die Hardwaretemperatur. Über die CAN-Schnittstelle sowie Ethernet-ModBus kann eine unbegrenzte Anzahl von Zellen angesprochen und ausgelesen werden.

Für Highspeed-Anwendungen mit bis zu 120 Zellen ist das System mit einer zusätzlichen EtherCAT-Schnittstelle ausgestattet, die Zykluszeiten im μ s-Bereich kommuniziert. Alle verfügbaren Schnittstellen sind öffentlich zugänglich und dokumentiert – die Testsystem-Software kann frei gewählt werden. Ein weiterer Nutzen ist die vollständige Integration in bereits bestehende Softwareumgebungen. Diese Tools bieten Möglichkeiten für Skripte und Testgeneratoren zur Automatisierung von Testszenarien einschließlich umfangreicher Testberichte. Für Tests mit dynamischem Zellverhalten können darüber hinaus MATLAB-Modelle angebunden werden.



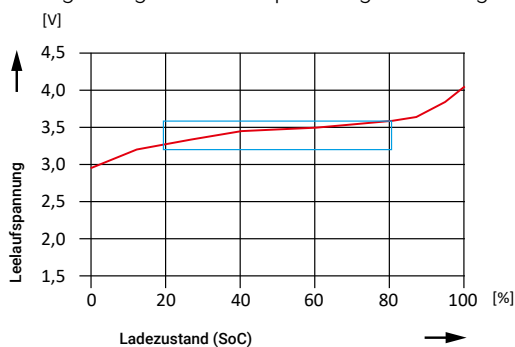
Spannungsschwankungen

Laden mit Wechselstrom (AC) kann das BMS, das bordeigene Ladegerät des Fahrzeugs, elektromagnetischen Störungen aussetzen. Einerseits kann das BMS diese Störungen filtern, andererseits sollte das BMS auch in der Lage sein, das dynamische Zellverhalten zu überwachen, was bei einer zu starken Filterung übersehen würde. Um die Filterung entsprechend zu optimieren, hat comemso eine neue Softwarefunktion „Voltage Oscillation“ entwickelt. Dabei wird eine Quasi-Sinus-Spannung mit einer für jede Zelle individuell einstellbaren Amplitude von bis zu 35mV (70mVpp) und einer Frequenz von 1-1000 Hz auf die Gleichspannung aufmoduliert, um ein Störsignal zu emulieren.



Präzision auf den Punkt gebracht

Bei der Bestimmung des Ladezustands der Zellen eines Batteriemoduls kommt dem Messfehler eine entscheidende Bedeutung zu. Schon Ungenauigkeiten von $\pm 10\text{ mV}$ behindern den aktiven Ladungsausgleich. Die Genauigkeit der Zellmessung hängt wiederum von der Spannungsreferenz der CMU ab. Die vereinfachte Entladekurve verdeutlicht, wie wichtig eine genaue Zellspannungsmessung ist.

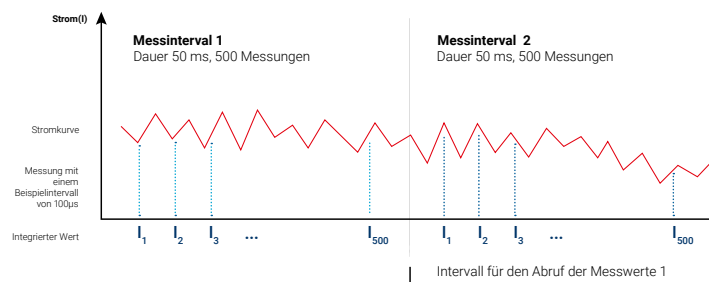


Strommessung nach dem Coulomb-Prinzip

Um das Ausgleichsverhalten zu erfassen, ist eine präzise Strommessung mit hoher Frequenz stets unerlässlich. Aus diesem Grund bietet comemso für seine Batteriezellensimulatoren optional eine Coulomb-Messung an. Jedes einzelne Batteriezellenmodul verfügt über eine integrierte Messelektronik, die eine Messung alle $100\text{ }\mu\text{s}$ ermöglicht. Insgesamt werden 500 Messwerte über einen Messzeitraum summiert und in einen physikalischen Wert umgerechnet. Dieser Integralwert wird dann über den Kommunikationsbus ausgegeben. Ein Messzeitraum dauert 50 ms.

Je nach Zellchemie fällt die Ladekurve unterschiedlich flach aus. Anhand des Beispiels ist jedoch erkennbar, dass der flachste Teil in der Regel im Bereich zwischen 20 und 80 % SoC liegt und dabei relativ linear verläuft. In der Abbildung entsprechen 20 % ca. 3,25 V und 80 % ca. 3,6 V. Zwischen 20 und 80 % SoC (60 %) liegt somit eine Differenz von 0,35 V (350 mV) vor. Wenn man nun den SoC für jedes einzelne Prozent richtig bestimmen möchte, kann man die Spannung berechnen. Gemäß Abtasttheorem sollte die CMU die Spannung mit einer doppelt so hohen Genauigkeit mit 2,9 mV messen.

Um diese Messgenauigkeit für die CMU zu ermöglichen, muss der BZS nach dem Abtasttheorem mit einer doppelt so hohen Genauigkeit simulieren (d. h. mit 1,45 mV). Das gilt unter sämtlichen Bedingungen und bei unterschiedlichen Balancingströmen. Das präziseste Batteriemodell erfüllt keinen Nutzen, wenn es die Hardware nicht gleichermaßen genau in die Realität umsetzen kann. comemso setzt auf Präzision und legt den Standard bei $\pm 0,5\text{ mV}$ fest. Für End of Line-Version ist dieser sogar bis $\pm 0,3\text{ mV}$ festgehalten.



Kalibrierung und Feinstjustierung

Wie bei jedem sensorischen Gerät unterliegt auch beim Batteriezellen-Simulator die Messgenauigkeit möglichen Altersschwankungen. Um stets Messwerte mit höchster Genauigkeit zu erhalten, wird eine jährliche Rekalibrierung empfohlen.

Dafür bietet comemso zwei Möglichkeiten:

- A) die BZS-Module an comemso schicken
- B) die Kalibrierung selbst durchzuführen

Das BZS SmartCal vermisst voll automatisiert alle Sensoren der emulierten Batteriezeile und kann diese bei Abweichungen nachjustieren. Die beiden Möglichkeiten der Justierung umfassen

einen Kalibrierungsbericht nach ISO

9001. Eine Fein- bzw. Nachjustierung der Spannungssensoren kann ab BZS Gen. 8 problemlos über die comemso Tool-box durchgeführt werden. So lassen sich auch geringste Abweichungen der Spannungsungenauigkeit eliminieren. Für die Justierung werden

lediglich eine USB-Verbindung zum PC sowie eine einfache CAN-Ansteuerung benötigt.

Bitte beachten dass bei der manuellen Nachjustierung kein Kalibrierungsbericht erstellt wird.



Batteriemodelle

Batteriemodelle sind zu einem wichtigen Werkzeug für die Entwicklung batteriebetriebener Systeme geworden, sobald der Einsatz realer Batterien aus Sicherheitsgründen nicht mehr möglich ist. Mithilfe zahlreicher einstellbarer Parameter, wie dem aktuellen Ladezustand (SoC) oder der allgemeine Zellgesundheit (SoH), kann die virtuelle Batterie das Verhalten einer echten Batterie nachbilden.

Der Ladezustand ist ein wichtiger Kennwert für alle batteriebetriebenen Geräte. In vollständig geladenen Zustand liegt dieser Wert bei 100 %. Durch das Entladen sinkt dieser bis auf 0 %. Zur Bestimmung des SoC wird die Methode der Spannungsmessung benutzt. Eine volle Batterie erkennt man an einer höheren Spannung. Allerdings beträgt die Spannungsdifferenz zwischen dem vollständig geladenen und entladenen Zustand oft nur wenige Volt. Alternativ kann die stromintegrative Methode zur Bestimmung des SoC angewendet werden. Hierbei wird Wert über den Batteriestrom während einer Integrationszeit aus dem Coulomb-Wert bestimmt. Sowohl der Strom, der in die Batterie hineinfließt, als auch der aus der Batterie kommende Strom wird in Ampère-Sekunden gemessen und kumuliert.

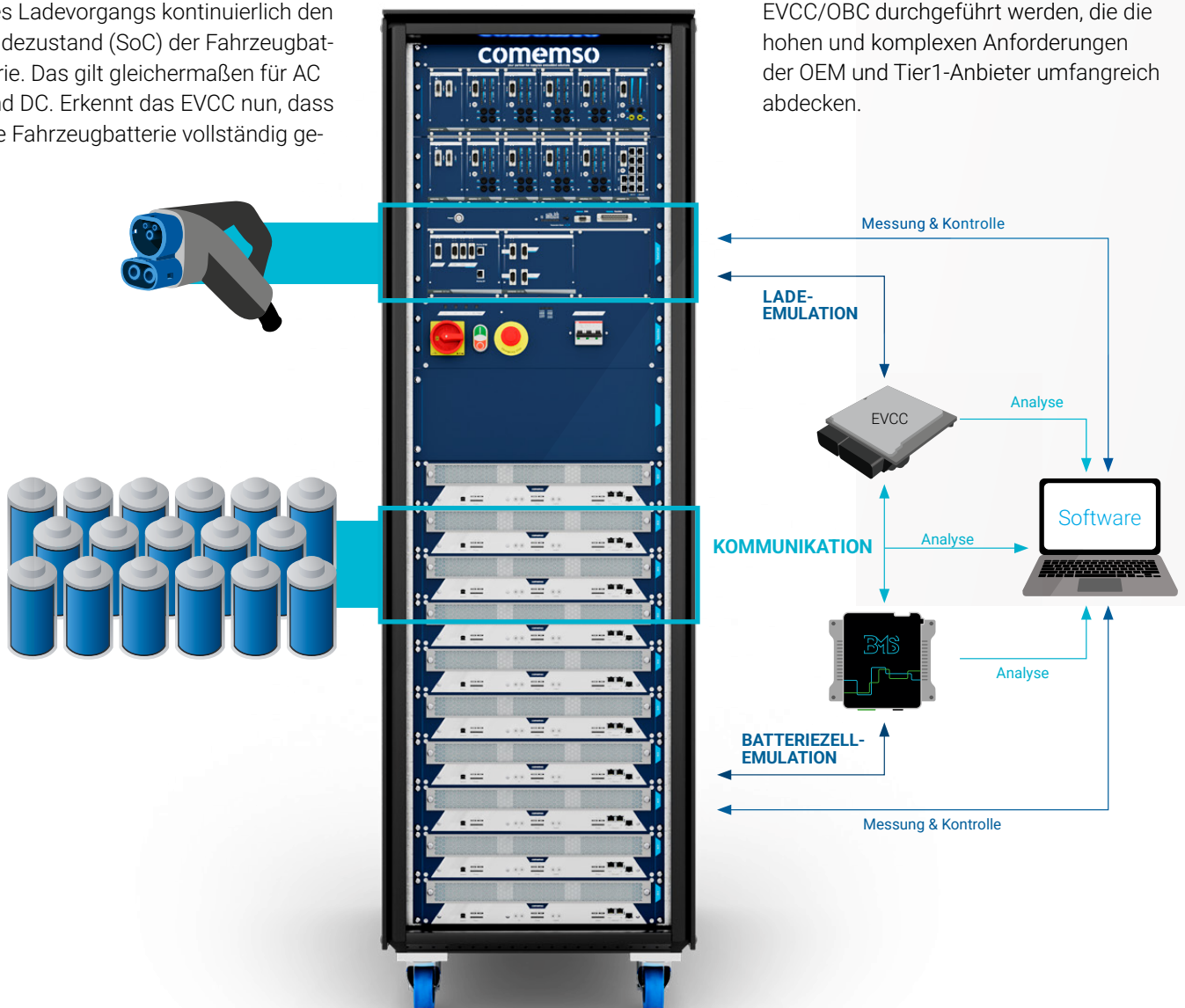
Das Batteriemodell von comemso arbeitet linear und ist auf das Verhalten des BMS bei unterschiedlichen Änderungen von SoC und SoH spezialisiert. Zusätzlich zu den statischen Tests mittels Testautomatisierung und den auf MATLAB/Simulink basierenden Batteriemodellen für dynamische Tests bietet der BZS ab Generation 8 auch einfache integrierte Batteriemodelle, die für jede Zelle individuell konfiguriert werden können. Das Modell wird direkt in der BZS-Hardware gespeichert bzw. von dort ausgelesen. Einfaches, dynamisches Batterieverhalten kann damit kostengünstig nachgebildet werden.

Integrierte Schnittstellentests

Testen von BMS über EVCC bis OBC

Der rasante Fortschritt der Elektromobilität hat im Vergleich zu konventionellen Verbrennerfahrzeugen neue Herausforderungen mit sich gebracht. Der neue Fokus liegt nun auf der Elektronik und Software, die viel mehr Überwachungsaufgaben übernehmen müssen. Dabei geht es im Wesentlichen um zwei Steuergeräte: zum einen das Batterie-Management-System (BMS) und zum anderen den Electric Vehicle Charge Controller (EVCC), der sich auf dem On-Board-Charger (OBC) befindet. Das BMS hat die Aufgabe die Fahrzeugbatterie zu überwachen und ggf. zu regeln. Das EVCC wiederum steuert die Kommunikation sowie den Stromfluss beim Ladevorgang zwischen dem Elektrofahrzeug und der Ladesäule. Als Bindeglied zwischen BMS und Ladesäule erfasst das EVCC während des Ladevorgangs kontinuierlich den Ladezustand (SoC) der Fahrzeugbatterie. Das gilt gleichermaßen für AC und DC. Erkennt das EVCC nun, dass die Fahrzeugbatterie vollständig ge-

laden oder ein unerwarteter Fehler aufgetreten ist, sendet es eine Meldung an die Ladesäule, damit der Ladevorgang abgebrochen und eine Beschädigung der Fahrzeugbatterie verhindert werden kann. Es ist daher extrem wichtig, bereits in der Entwicklungsphase alle relevanten Parameter zwischen BMS und EVCC mithilfe eines Verbundprüfstands im Labor zu testen, um mögliche Fehlerquellen gefahrlos, automatisiert und reproduzierbar zu erkennen. So kann späteren Risiken vorgebeugt werden. Jahrelange Praxiserfahrung sowie Erkenntnisse aus umfangreichen elektrischen Fehlersimulationen machen den comemso Verbundprüfstand zu einem hochpräzisen Hardware-in-the-Loop-System. Damit können Tests und Analysen der Kommunikation zwischen BMS und EVCC/OBC durchgeführt werden, die die hohen und komplexen Anforderungen der OEM und Tier1-Anbieter umfangreich abdecken.



Elektromagnetische Verträglichkeit

Testsysteme müssen robust sein und jederzeit zuverlässig funktionieren. Das bedeutet auch, dass sie immun gegen elektromagnetische Störungen sein sollten und andere Systeme nicht beeinträchtigen. Die Batteriezellen-simulatoren von comemso erfüllen die höchsten Anforderungen der Richtlinien zur elektromagnetischen Verträglichkeit. Das bestätigen vielfache erfolgreiche Testergebnisse in der hauseigenen EMV-Prüfkammer.





„ comemso hat sich seit Jahren hohe Maßstäbe bei der Entwicklung von Test- und Validierungssystemen gesetzt, um für seine Kunden optimale Lösungen zu realisieren.“

16 Jahre Innovation

Testprozesse verstehen und simulieren

Seit 16 Jahren entwickelt comemso Prüfsysteme zur Optimierung von e-Mobilitätssystemen. Heute sind wir mehr denn je entschlossen, den Markt für Elektromobilität auch in Zukunft mit Innovationen zu bereichern. Um die bestmögliche Lösung zu finden, führen wir stets eigene Tests in der Praxis durch. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse fließen direkt in die Entwicklung neuer Lösungen und Produkte ein.



Technischer Fragebogen für BZS-Systeme

Um Ihnen ein möglichst genaues Angebot unterbreiten zu können, bitten wir Sie, die folgenden Fragen zu Ihren technischen Anforderungen zu beantworten.

Graue Felder ausfüllen, Dokument abspeichern und an uns zurücksenden.

Kontakt

Firma

Straße

Land

Abteilung

PLZ / Stadt

Ansprechpartner Technik

Name

E-Mail

Telefon

Ansprechpartner Einkauf

Name

E-Mail

Telefon

Branche

☐ EV-Hersteller ☐ BMS-Hersteller ☐ Chip-Hersteller

☐ Integrator ☐ Sonstige

Bereich

☐ Forschung ☐ Entwicklung ☐ Produktion / End-of-Line

☐ Sonstige

Projektangaben

1. Zell-Simulation/ -emulation

Anzahl der Zellen

Maximale Zellspannung (V)

Zellspannungsgenauigkeit (DUT Seite)

Ausgleichstyp

Ausgleichsstrom (A)

Extra Features

☐ Coulomb-Messung ☐ μ A-Messung

☐ Simulation von Rauscheffekten

☐ Fehlersimulation (Kurzschluss, Polaritätswechsel)

☐ Erweiterte Fehlersimulation (Messleitungen zum BMS)

2. Temperatursimulation

Anzahl der Temperaturkanäle

☐ Fehlersimulation (Kurzschluss, Kabelbruch)

3. Isolationswiderstand

Anzahl der Isolationswiderstandskanäle

4. BMS Strommessung

☐ Shunt Emulation (-150 mV to +150 mV)

☐ Hall-Effekt-Sensor Emulation (-6 V to +6 V)

5. Gehäuse

☐ Racksystem ☐ Tischsystem

☐ Integration in kundenseitiges Rack-/Tischsystem

6. Energieversorgung

a. Strom/Spannung im Labor verfügbar

Spannung (V) Strom (A)

☐ 1 Phase ☐ 3 Phasen ☐ mit N

b. Notausschalter ☐ ja ☐ nein

c. Isolationsüberwachung ☐ ja ☐ nein

7. Steuerungs- und Kommunikationssoftware

Integration in bestehende Software geplant ☐ ja ☐ nein

Welche Schnittstellen ? ☐ CAN ☐ Ethernet ☐ EtherCAT

Comemso software mit GUI und Rest-API ☐ ja ☐ nein

8. Prüfstand

Integration geplant ☐ ja, mit EVCC ☐ ja ☐ nein

9. Projektinformationen

a. Geplanter Projektstart

b. Projektbudget

☐ < 50.000 € ☐ 50.000 € - 100.000 €

☐ 100.000 € - 200.000 € ☐ >200.000 €

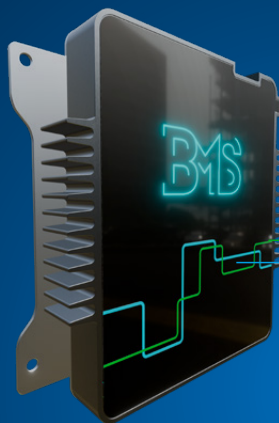
c. Existierendes Pflichtenheft ☐ ja ☐ nein

d. Geplante Erweiterung in der Zukunft ☐ ja, geplante Zellen ☐ nein

10. Weitere Anforderungen

Wenn Sie Hilfe beim Ausfüllen dieses Fragebogens benötigen, stehen Ihnen unsere Vertriebsingenieure gerne zur Verfügung. Schreiben Sie uns: sales@comemso.de

E-Mobilität Testlösungen Weltweit



comemso

comemso electronics GmbH
Karlsbader Str. 13 | 73760 Ostfildern
Deutschland
+49 711 / 982 98 -200
sales@comemso.com

www.comemso.com

010201-339-E-EL

© Copyright 2026 – comemso electronics GmbH
Sämtliche Inhalte dieser Broschüre, insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken, sind urheberrechtlich geschützt. Sofern nicht anders vereinbart, liegen die Urheberrechte – einschließlich Vervielfältigung, Veröffentlichung, Bearbeitung und Übersetzung – bei der comemso electronics GmbH. Die Nutzung der Inhalte dieses Dokuments zum Zwecke des Text- und Data-Minings durch KI-Systeme ist untersagt.