

# LEITLINIEN

# BEFÄHIGUNGSANFORDERUNGEN FÜR DEN BETRIEB VON FAHRZEUGEN MIT STROMVERSORGUNG FÜR DEN ANTRIEB

Mai 2024



Europäischer Ausschuss zur Ausarbeitung  
von Standards im Bereich der  
Binnenschifffahrt

# INHALTSVERZEICHNIS

TEIL I EINLEITUNG .....	3
1. Ziele und Adressaten .....	3
2. Begriffsbestimmungen .....	4
TEIL II BEFÄHIGUNGSTABELLEN .....	5
1. Befähigungen für den Betrieb von Fahrzeugen mit Stromversorgung für den Antrieb (allgemein) .....	5
2. Befähigungen für den Betrieb von Fahrzeugen, die Akkumulatoren für den Antrieb verwenden .....	6

# TEIL I

## EINLEITUNG

### 1. Ziele und Adressaten

Die CESNI-Arbeitsgruppe für Berufsbefähigungen hat Leitlinien für Befähigungen zum Betrieb von Fahrzeugen mit Stromversorgung für den Antrieb erstellt.

Die Leitlinien beinhalten eine Liste von Mindestanforderungen an die Befähigungen von Fachpersonen (an Bord und/oder an Land), die

- 1) mit den besonderen Risiken der neuen Technologie, mit der sie arbeiten, vertraut sein müssen;
- 2) andere beteiligte Personen (an Land oder an Bord) in einer Anleitungsfunktion einweisen müssen;
- 3) Situationen, die zu einem Unfall führen können, erkennen müssen;
- 4) den Eintritt von Zwischenfällen erkennen und die Risiken für das Schiff und die Besatzung beurteilen müssen;
- 5) im Falle eines Zwischenfalls unverzüglich Schutzmaßnahmen ergreifen müssen.

Die CESNI-Sachverständigen haben für den Betrieb von Fahrzeugen mit Stromversorgung für den Antrieb folgende Risiken ermittelt:

- **Lithium-Ionen-Batterien:** Der Schwerpunkt liegt auf Fahrzeugen, die für den Antrieb mit Lithium-Ionen-Akkumulatoren ausgestattet sind, da solche Akkumulatoren mit Risiken verbunden sind; der Einsatz anderer Akkumulatorentechnologien bleibt davon unberührt;
- **Thermisches Durchgehen:** Mögliche Brände, die durch eine lange chemische Reaktion verursacht werden, können mehrere Stunden, wenn nicht sogar Tage dauern; die Fahrzeugstruktur kann beschädigt werden;
- die Bildung von explosionsfähigem Gas im Brandfall kann zu einer **möglichen Explosion** führen;
- **Gasaustritt:** Im Bereich des Akkumulators kann bei einem Zellenausfall Gas freigesetzt werden. Der Zugang der Besatzung muss eingeschränkt oder der Bereich belüftet werden;
- **Elektrische Gefahren** können zu Verletzungen der Besatzungsmitglieder führen (Stromschlag);
- Bei Verwendung austauschbarer Schütze kann ein **falscher Anschluss** durch einen automatischen Anschluss vermieden werden.

Bei der Ausarbeitung der Leitlinien wurden weitere Aspekte berücksichtigt:

- **Wartung:** Der größte Teil der Wartung wird regelmäßig von Fachfirmen/Fachpersonen mit spezifischen Zertifizierungen durchgeführt. Bei Problemen werden diese Firmen hinzugezogen. Von der Besatzung durchzuführende tägliche Wartungsarbeiten an Bord fallen nur in begrenztem Umfang oder gar nicht an.
- **Austauschbare Akkumulatoren:** Eine unsachgemäße Handhabung der Akkumulatoren kann zu Schäden führen und Gefahren hervorrufen; die Anweisungen des Herstellers sind daher unbedingt zu befolgen.

- **Spannung:** Die zulässige maximale Spannung beträgt gemäß ES-TRIN (Artikel 10.06) derzeit 690 Volt. Es ist sinnvoll, den Anwendungsbereich auf Niederspannung (1000 Volt) zu beschränken, da Besatzungsmitglieder in den meisten Fällen mit Spannungen unter 1000 Volt konfrontiert sind, unbeschadet der Fälle, in denen höhere Spannungen zulässig sind, wie bei von den Untersuchungskommissionen gewährten Abweichungen oder bei Anträgen auf Empfehlungen.

Die Leitlinien richten sich in erster Linie an Ausbildungseinrichtungen und Schulen, die Studierende und Schüler in neuen Technologien ausbilden. Sie wenden sich aber auch an Fahrzeugeigentümer, die die Verantwortung dafür tragen, dass ihre Besatzung in neuen Technologien geschult ist. Zudem können sie eine nützliche Informationsquelle für Versicherungsgesellschaften sein, die Besatzungen gegen Arbeitsunfälle versichern und in dieser Funktion möglicherweise Anforderungen an die Besatzungsmitglieder stellen.

## 2. Begriffsbestimmungen

1. **„Fahrzeug mit Stromversorgung für den Antrieb“:** ein Fahrzeug, das Energie aus (mindestens) einer Stromquelle (Generatoren\*, Akkumulatoren, Brennstoffzellen) nutzt.  
*Generatoren können mit Gasöl, Methanol, Wasserstoff oder einem anderen Brennstoff betrieben werden.*
2. **„Fahrzeug mit Akkumulatoren\*\*“:** ein Fahrzeug, bei dem die Energieversorgung für den Antrieb (ganz oder teilweise)\*\* aus Akkumulatoren stammt.  
Ein Akkumulator\* ist ein wiederaufladbarer **Speicher** für elektrische Energie auf elektrochemischer Basis.  
Ein Akkumulator\* kann fest eingebaut oder austauschbar sein.  
*\* Der Begriff „wiederaufladbare Batterie“ kann ebenfalls verwendet werden.  
\*\* Die Verwendung des Akkumulators kann variieren: von der Unterstützung anderer Energiequellen (wie Brennstoffzellen oder Motoren) bis hin zur vollständigen Versorgung der für den Fahrzeugantrieb verwendeten Elektromotoren.*
3. **„Fahrzeug mit Brennstoffzellen“:** ein Fahrzeug, bei dem die Energieversorgung für den Antrieb (ganz oder teilweise) aus Brennstoffzellen stammt.  
Eine Brennstoffzelle ist ein **Energiewandler**, in dem die chemische Energie des Brennstoffs (z. B. Methanol oder Wasserstoff) durch Oxidation direkt in elektrische und thermische Energie umgewandelt wird.  
*(Ein Fahrzeug mit Brennstoffzellen ist immer auch mit Akkumulatoren ausgestattet).*
4. **„Mit Methanol als Brennstoff betriebenes Fahrzeug“:** ein Fahrzeug, bei dem der Energiewandler (Verbrennungsmotor oder Brennstoffzelle) mit Methanol gespeist wird.

# TEIL II

## BEFÄHIGUNGSTABELLEN

### 1. Befähigungen für den Betrieb von Fahrzeugen mit Stromversorgung für den Antrieb (allgemein)

Die Fachperson muss in der Lage sein,

SPALTE 1 BEFÄHIGUNG	SPALTE 2 KENNTNISSE UND FERTIGKEITEN
<p>1. für die Einhaltung der einschlägigen Rechtsvorschriften, Standards und Sicherheits- und Wartungsanweisungen für Fahrzeuge mit Stromversorgung zu sorgen;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der Vorschriften für Fahrzeuge mit Stromversorgung wie der einschlägigen Polizeivorschriften und Vorschriften des ES-TRIN.</li> <li>2. Kenntnis der Sicherheits- und Wartungsanweisungen des Herstellers.</li> <li>3. Fähigkeit, die Besatzungsmitglieder in ihren Tätigkeiten zu unterweisen und zu überwachen, um für die Einhaltung der Rechtsvorschriften, Standards und Anweisungen für Fahrzeuge mit Stromversorgung zu sorgen.</li> </ol>
<p>2. für die Einhaltung der Sicherheitsstandards beim Betrieb eines Fahrzeugs mit Stromversorgung zu sorgen;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der erforderlichen Sicherheitsausrüstung (z. B. nicht leitendes Werkzeug) und persönlichen Schutzausrüstung (z. B. Augenschutz und Schutzkleidung).</li> <li>2. Kenntnis der Grundlagen der Elektrizitätslehre (einschließlich Wechselstrom, Gleichstrom, Parallel- und Reihenspannung, Ampere).</li> <li>3. Kenntnis des Generator-, Motor- und Transformatorenschutzes (z. B. Leistungsschalter, Thermorelais, Sensoren).</li> <li>4. Fähigkeit, sicherzustellen, dass alle Besatzungsmitglieder so handeln, dass die auf Fahrzeugen mit Stromversorgung geltenden Sicherheitsstandards eingehalten werden.</li> </ol>
<p>3. die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, um Sicherheitsrisiken in Verbindung mit der Stromversorgung zu verhindern oder zu mindern;</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der Maßnahmen zur Risikoverhütung beim Betrieb eines Fahrzeugs mit Stromversorgung.</li> <li>2. Kenntnis der Gefahren eines elektrischen Lichtbogens (z. B. Schweißen von Kontakten, geschmolzenes Metall, Blendung, Verbrennungen durch Plasma und ionisiertes Gas).</li> <li>3. Kenntnis sicherer Isolierungsverfahren und -arbeiten, die von speziell qualifiziertem Wartungspersonal durchgeführt werden müssen.</li> <li>4. Fähigkeit zur Verwendung geeigneter Feuerlöschschrüstung bei brennender elektrischer Ausrüstung.</li> <li>5. Fähigkeit zur Vermeidung oder Bekämpfung der mit einem elektrischen Lichtbogen verbundenen Gefahren.</li> </ol>

SPALTE 1 BEFÄHIGUNG	SPALTE 2 KENNTNISSE UND FERTIGKEITEN
4. ein Fahrzeug mit Stromversorgung zu betreiben.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der Ausfallerscheinungen des elektrischen Antriebs- und Steuerungssystems.</li> <li>2. Kenntnis der Energieverbrauchsquote beim Betreiben des Fahrzeugs.</li> <li>3. Kenntnis der Risiken im Zusammenhang mit der täglichen Wartung.</li> <li>4. Fähigkeit zur Erkennung von Fehlerzuständen auf der Grundlage der verfügbaren Parameter eines elektrischen Antriebssystems (z. B. Kühlwassertemperatur, Wicklungstemperatur, Ampere- und Spannungspegel).</li> <li>5. Fähigkeit, bei einem Ausfall der Leistungselektronik oder einer Störung der Regelung und Steuerung des Antriebssystems die Kontrolle über das Fahrzeug wiederzuerlangen.</li> <li>6. Fähigkeit, das Energiemanagement zwischen den verschiedenen Energiequellen und elektrischen Antrieben im Normal- und Notbetrieb (z. B. bei einem Seitenleck am Fahrzeug) zu beherrschen.</li> <li>7. Fähigkeit, die täglichen Wartung auf sichere Weise durchzuführen.</li> </ol>

## 2. Befähigungen für den Betrieb von Fahrzeugen, die Akkumulatoren für den Antrieb verwenden

### 2.0 Allgemeine Befähigungen

Die Fachperson muss in der Lage sein,

SPALTE 1 BEFÄHIGUNG	SPALTE 2 KENNTNISSE UND FERTIGKEITEN
1. für die Einhaltung der einschlägigen Rechtsvorschriften, Standards und Sicherheits- und Wartungsanweisungen für Fahrzeuge mit Akkumulatoren zu sorgen;	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der Vorschriften für Fahrzeuge mit Akkumulatoren als Energiespeicher für die Energieversorgung wie der einschlägigen Polizeivorschriften und Vorschriften des ES-TRIN, einschließlich der Bedingungen für die Verwendung und Lagerung der Akkumulatoren.</li> <li>2. Kenntnis der Sicherheits- und Wartungsanweisungen.</li> <li>3. Fähigkeit, die Besatzungsmitglieder in ihren Tätigkeiten zu unterweisen und zu überwachen, um für die Einhaltung der Rechtsvorschriften, Standards und Anweisungen für mit Akkumulatoren betriebene Fahrzeuge zu sorgen.</li> </ol>

<b>SPALTE 1 BEFÄHIGUNG</b>	<b>SPALTE 2 KENNTNISSE UND FERTIGKEITEN</b>
<p><b>2. für die Einhaltung der Sicherheitsstandards beim Umgang mit Akkumulatoren zu sorgen;</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der einschlägigen Sicherheitsstandards, einschließlich der Verwendung von isolierten Werkzeugen, und der Gefahren, die durch das Tragen von metallischen Gegenständen wie Uhren oder Armbändern entstehen.</li> <li>2. Kenntnis der einschlägigen Sicherheitsausrüstung und -verfahren (einschließlich Risikoinventarisierung und -bewertung) sowie der persönlichen Schutzausrüstung (z. B. Augenschutz und Schutzkleidung).</li> <li>3. Kenntnis der verschiedenen Eigenschaften von Akkumulatoren (z. B. die Auswirkungen ungleichmäßiger Ladung/Entladung zusammenschalteter Akkumulatoren, häufig in Akkumulatoren verwendete chemische Bestandteile).</li> <li>4. Kenntnisse über das Vermeiden von Kurzschlüssen, übermäßiger Entladung und zu hoher Ladeströme.</li> <li>5. Kenntnisse der Risiken beim Umgang mit beschädigten Akkumulatorenzellen.</li> <li>6. Fähigkeit, bei Kontakt von Haut oder Augen mit offen liegenden Akkumulatorenzellbestandteilen wie Elektrolyt oder Pulver Erste Hilfe zu leisten.</li> <li>7. Fähigkeit, die Besatzungsmitglieder bei ihrer Tätigkeit anzuweisen und zu überwachen, um für die Einhaltung der Sicherheitsstandards beim Umgang mit Akkumulatoren zu sorgen.</li> </ol>
<p><b>3. mit thermischem Durchgehen, Brand- und Explosionsgefahren umzugehen.</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der Maßnahmen zur Vermeidung von Brand- und Explosionsrisiken beim Umgang mit Akkumulatoren, einschließlich der Vorbereitung von Bereichen für den Umgang mit Brand- und Explosionsgefahren und der zur Bekämpfung von Zwischenfällen erforderlichen Werkzeuge.</li> <li>2. Kenntnis der Fehlermöglichkeiten bei Akkumulatoren (z. B. thermisches Durchgehen, Überladung, Tiefentladung, Abdampfen).</li> <li>3. Fähigkeit zur Auslösung der Feuerlöschanlage bei thermischem Durchgehen und brennenden Akkumulatoren.</li> <li>4. Fähigkeit, das Ausbreiten von thermischem Durchgehen und Akkumulatorenbränden an Bord zu verhindern.</li> <li>5. Fähigkeit, alle erforderlichen Maßnahmen bei brennenden Akkumulatoren, auch bei lang anhaltenden Bränden, zu ergreifen (z. B. Kühlung und Brandbekämpfung im Akkumulatorenraum).</li> </ol>

## 2.1 Befähigungen für das Verfahren zum Aufladen/Austauschen

Die Fachperson muss in der Lage sein,

SPALTE 1 BEFÄHIGUNG	SPALTE 2 KENNTNISSE UND FERTIGKEITEN
<p>1. die für Akkumulatoren spezifischen Systeme an Bord, die mit On-Board-Systemen verbunden sind, sicher zu betreiben.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der technischen Aspekte des Aufladens/Austauschens von Akkumulatoren wie <ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemeine Anordnung und Betriebshandbuch,</li> <li>• Aufladesystem und Erdungskonzept der Anlage,</li> <li>• austauschbare Akkumulatoren,</li> <li>• Sicherheitsmaßnahmen,</li> <li>• elektrisches Verkabelungs- und Schaltersystem,</li> <li>• Akkumulatorenmanagementsystem,</li> <li>• Redundanz- und Schutzkonzept des Systems,</li> <li>• Belüftungssystem,</li> <li>• Schalter und Sicherungen,</li> <li>• Steuerungs-, Überwachungs- und Sicherheitssysteme, Alarmer und einsatzbereite Feuerlöschanlagen.</li> </ul> </li> <li>2. Kenntnis der Anweisungen des Herstellers, insbesondere für austauschbare Akkumulatoren.</li> <li>3. Fähigkeit, die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit der Bauteile zum Aufladen und Austauschen zu überprüfen.</li> <li>4. Fähigkeit, auf Alarmer richtig zu reagieren und die erforderlichen Maßnahmen zu ergreifen, einschließlich Protokollierung und Benachrichtigung des Schiffsführers.</li> <li>5. Fähigkeit, Akkumulatorensysteme unter Berücksichtigung der einschlägigen technischen Aspekte zu betreiben.</li> <li>6. Fähigkeit, die Anweisungen des Herstellers, insbesondere für austauschbare Akkumulatoren, anzuwenden.</li> </ol>

## 2.2 Befähigungen für die Durchführung regelmäßiger Überprüfungen und Wartungen

Die Fachperson muss in der Lage sein,

SPALTE 1 BEFÄHIGUNG	SPALTE 2 KENNTNISSE UND FERTIGKEITEN
<p>1. die regelmäßige Überprüfung und Wartung des Akkumulatorensystems durchzuführen und zu überwachen.</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kenntnis der Verfahren zur Wartung und Überwachung des Akkumulatorensystems, einschließlich derjenigen, die von speziell qualifiziertem Wartungspersonal durchgeführt werden müssen.</li> <li>2. Kenntnis möglicher Funktionsstörungen und Alarmer, wie vom Hersteller beschrieben.</li> <li>3. Fähigkeit, die zugelassene tägliche, wöchentliche und regelmäßig wiederkehrende Wartung durchzuführen.</li> <li>4. Fähigkeit, Funktionsstörungen zu beheben und die Überprüfungen und Wartungsarbeiten zu dokumentieren.</li> </ol>

\*\*\*