

Merkblatt
Umgang mit Lithium-Ionen-Batterien (LIB) nach der Verordnung über Anlagen zum
Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)

Inhalt	Seite
1 Abkürzungsverzeichnis	2
2 Vorbemerkungen	2
3 Begriffsbestimmungen	3
4 Anwendungsbereich AwSV	4
5 Aufbau und Zusammensetzung von LIB	5
6 Wassergefährdung von LIB.....	6
7 Bestimmung und Abgrenzung von Anlagen nach AwSV.....	6
8 Anforderungen nach AwSV	7
8.1 Bewertung der primären Sicherheit.....	7
8.2 Rückhaltung von Leckagen	9
8.2.1 Rückhaltung bei Anlagen zum Lagern von intakten LIZ.....	9
8.2.2 Rückhaltung bei Anlagen zum Lagern von intakten LIB.....	10
8.2.3 Rückhaltung bei Anlagen zum Lagern von defekten LIB	11
8.2.4 Rückhaltung bei Anlagen zum Umschlagen von LIZ und LIB	11
8.2.5 Rückhaltung bei Anlagen zum Verwenden von LIB	11
8.2.6 Rückhaltung beim Herstellen und Behandeln von LIB	11
8.3 Bestimmung der Gefährdungsstufe.....	12
8.4 Anforderungen in Abhängigkeit von der Gefährdungsstufe	13
8.4.1 Eignungsfeststellung	14
8.4.2 Betriebsanweisung.....	14
8.4.3 Fachbetriebspflicht.....	14
8.4.4 Sachverständigenprüfpflicht.....	14
9 Vorbeugender Brandschutz und Löschwasserrückhaltung	15
9.1 Risiken des Umgangs mit LIB	15
9.2 Vorbeugender Brandschutz.....	16
9.3 Löschwasserrückhaltung – Rückhaltung bei Brandereignissen	17
10 Literatur.....	19
11 Weitere Erkenntnisquellen	20
Anlage 1	22
Anlage 2	24

1 Abkürzungsverzeichnis

aBG	allgemeine Bauartgenehmigung (des DIBt)
abZ	allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (des DIBt)
awg	allgemein wassergefährdend
BLAK UmwS	Bund-Länder-Arbeitskreis Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
BMS	Batteriemanagementsystem
DIBt	Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)
HBV-Anlagen	Anlagen zum Herstellen, Behandeln und Verwenden wassergefährdender Stoffe
KG LIB	Kleingruppe „Lithium-Ionen-Batterien“ des BLAK UmwS
LAU-Anlagen	Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Stoffe
LIB	Lithium-Ionen-Batterien
LiPo-Batterien	Lithium-Polymer- Batterien
LiPo-Zellen	Lithium-Polymer-Zellen
LIZ	Lithium-Ionen-Zellen
LöRüRL	Löschwasserrückhalte-Richtlinie
nwg	nicht wassergefährdend
WGK	Wassergefährdungsklasse
wgS	wassergefährdende/r Stoff/e

2 Vorbemerkungen

Dieses Merkblatt gibt Hinweise für die Festlegung von Anforderungen der AwSV an Anlagen zum Umgang mit **fertig konfektionierten** Batteriezellen, die in ihrer Zellchemie Lithium verwenden (Lithium-Ionen-Zellen (LIZ)), und daraus zusammengesetzten Batteriemodulen und -sätzen. Für diese Batteriezellen, -module und -sätze wird nachfolgend als Oberbegriff Lithium-Ionen-Batterien (LIB) verwendet.

Dabei ist aus Sicht des Gewässerschutzes der Fokus insbesondere auf die wassergefährdenden Stoffe (wgS) in den LIB und auf die Löschwasserrückhaltung zu richten. Belange anderer Rechtsbereiche, z. B. des Chemikalienrechts oder des Arbeitsschutzes, bleiben unberührt. Batterien, die in ihrer Zellchemie kein Lithium enthalten, insbesondere Nasszellen (z. B. Redox-Flow-Batterien), werden in diesem Merkblatt nicht behandelt. Auch Anlagen zur Herstellung und Konfektionierung von Zellen sind nicht Gegenstand dieses Merkblattes. Hierfür sind die Regelanforderungen der AwSV einschlägig.

Beispiele für Anlagen zum Umgang mit LIB im Sinne der AwSV und dieses Merkblattes sind:

Lageranlage

- ein Raum/ eine Fläche/ ein Hochregallager zur Lagerung von LIB
- eine Sammel-/ Annahmestelle mit Flächen bzw. Behältern für gebrauchte oder defekte/ nicht mehr funktionsfähige LIB
- eine Fläche zum betriebsgemäßen Abstellen von verunfallten Elektrofahrzeugen
- eine Bereitstellungsfläche für LIB in einer Montagehalle für Elektrofahrzeuge, die dem regelmäßigen Abstellen/ Vorhalten der LIB dient; die übrige Montagehalle stellt jedoch keine Anlage zum Umgang mit wgS dar
- eine Fläche in einem Hafen oder in einem Logistikunternehmen, auf der u.a. Container mit LIB gelagert werden

Umschlaganlage

- eine Fläche in einem Hafen oder in einem Logistikunternehmen, in dem Container mit LIB auf andere Transportmittel umgeladen werden
- eine Fläche, z. B. bei einem E-Autohersteller oder in einer Batteriefabrik, auf der betriebsgemäß LIB von einem Transportmittel auf ein anderes verladen werden

Verwendungsanlage (im Bereich der gewerblichen Wirtschaft und öffentlicher Einrichtungen)

- stationäre Ladestationen mit LIB als Energiespeicher für mobile Geräte oder Fahrzeuge
- stationäres Batterie-Energiespeichersystem mit LIB, auch als stationärer elektrischer Energiespeicher (EES) bezeichnet

Herstellungs-/ Behandlungsanlage

- Anlagen zur Herstellung von LIB aus fertig konfektionierten Zellen, z. B. für den Bau von Elektrofahrzeugen
- Recyclingbetriebe, in denen LIB behandelt werden, z. B. Demontagebetriebe, Zerlege-Anlagen zur Rückgewinnung von Lithiumverbindungen

3 Begriffsbestimmungen

Aktivmaterialien: Materialien, deren chemische Reaktion Energie erzeugt, wenn sich die Batteriezelle entlädt, oder Energie speichert, wenn die Batterie geladen wird (Artikel 3 Abs. 1 Nr. 5 EU-BattVO). Sie sind im Regelfall auf der Kathode als Li-Metall-Mischoxide aufgebracht. Bei Li-Eisen-Phosphatzellen wird stattdessen als Aktivmaterial ein Li-Eisen-Salz verwendet.

Batterien im Sinne des Merkblatts sind die Batterien nach Artikel 3 Abs. 1 Nr. 9 bis 14 EU-BattVO 2023, insbesondere Geräte-, Industrie-, Elektrofahrzeugbatterien und Batterien für leichte Verkehrsmittel.

Batteriemanagementsystem (BMS): ein elektronisches Bauelement, das im Interesse der Sicherheit, Leistung und Lebensdauer der Batterie die elektrischen und thermischen Funktionen einer Batterie überwacht und steuert, die Daten für die Parameter für die Ermittlung des Alterungszustands der Batterie und der voraussichtlichen Lebensdauer gemäß Anhang VII verwaltet und speichert und mit dem Fahrzeug, dem leichten Verkehrsmittel oder dem Gerät, in das die Batterie eingebaut ist, oder mit einer öffentlichen oder privaten Ladeinfrastruktur kommuniziert (Artikel 3 Abs. 1 Nr. 25 EU-BattVO).

Batteriemodul: Jede Gruppe von Batteriezellen, die miteinander verbunden oder zum Schutz vor äußeren Einwirkungen von einem Gehäuse umschlossen sind und die entweder separat oder in Kombination mit anderen Modulen zu verwenden ist (Artikel 3 Abs. 1 Nr. 3 EU-BattVO).

Batteriesatz: Eine Gruppe von Batteriezellen oder -modulen, die so miteinander verbunden oder von einem Gehäuse umschlossen sind, dass sie eine vollständige Einheit bilden, die vom Endnutzer nicht getrennt oder geöffnet werden soll (Artikel 3 Abs. 1 Nr. 2 EU-BattVO).

Batteriezelle: Grundlegende funktionelle Einheit einer Batterie im Sinne von Artikel 3 Abs. 1 Nr. 1 EU-BattVO, die aus Elektroden, dem Elektrolyt, dem Gehäuse, Polen und gegebenenfalls Separatoren besteht und die Aktivmaterialien enthält, deren Reaktion die elektrische Energie erzeugt (Artikel 3 Abs. 1 Nr. 4 EU-BattVO).

Elektrolyt: Ein Gemisch aus einem lithiumhaltigen Leitsalz, einem Löse- und einem Co-Lösemittel. Der Elektrolyt stellt in einer Li-Ionenzelle sicher, dass Li-Ionen zwischen den porösen Schichten der Aktivmaterialien der positiven und negativen Elektrode und durch einen ebenfalls porösen Separator hindurch ausgetauscht werden können. Er kann eine Flüssigkeit oder ein Polymer sein.

Lithium-Polymer-Zellen (LiPo-Zellen): Lithium-Ionen-Zellen, z. B. mit Lithium-Eisen-Phosphat oder mit Lithium-Metall-Mischoxid, bei denen der Elektrolyt aus einem gelartigen Polymer besteht.

Stationäres Batterie-Energiespeichersystem: Eine Industriebatterie mit internem Speicher, die speziell dafür ausgelegt ist, elektrische Energie aus dem Netz zu speichern und an das Netz abzugeben oder für Endnutzer zu speichern und bereitzustellen, unabhängig davon, wo oder von wem diese Batterie eingesetzt wird (Artikel 3 Abs. 1 Nr. 15 EU-BattVO).

4 Anwendungsbereich AwSV

LIB können feste und flüssige wgS enthalten. Eine Anlage zum Umgang mit LIB oder mit den wgS, die sich in LIB befinden, fällt in den Geltungsbereich der AwSV. Ausgenommen davon sind oberirdische Anlagen außerhalb von Schutz- und Überschwemmungsgebieten, deren Volumen oder Masse die Bagatellgrenzen nach § 1 Abs. 3 AwSV nicht überschreitet.

Die AwSV findet keine Anwendung auf LIB, die mobil / nicht ortsfest verwendet (z. B. in Elektrofahrzeugen), im Rahmen des Gütertransports transportiert oder die im privaten Bereich verwendet werden.

Für Anlagen außerhalb des Geltungsbereichs der AwSV (z. B. unterhalb der Bagatellgrenzen nach § 1 Abs. 3 AwSV) gelten der Besorgnisgrundsatz bzw. beim Umschlagen der bestmögliche Schutz des § 62 Abs. 1 WHG und die allgemein anerkannten Regeln der Technik gemäß § 62 Abs. 2 WHG.

Der Umgang mit LIB **außerhalb von Anlagen** unterliegt den allgemeinen Sorgfaltspflichten gemäß § 5 Abs. 1 Nr. 1 WHG und beim Lagern dem Besorgnisgrundsatz in §§ 32 Abs. 2, 45 Abs. 3 oder 48 Abs. 2 WHG.

5 Aufbau und Zusammensetzung von LIB

Die kleinste stromspeichernde Einheit einer LIB ist die Lithium-Zelle. Batteriemodule und -sätze bestehen aus einzelnen Zellen, die, ggf. in einer gemeinsamen äußeren Umschließung (Gehäuse), miteinander verschaltet, verklebt und z. B. an den Ableitern verschweißt werden.

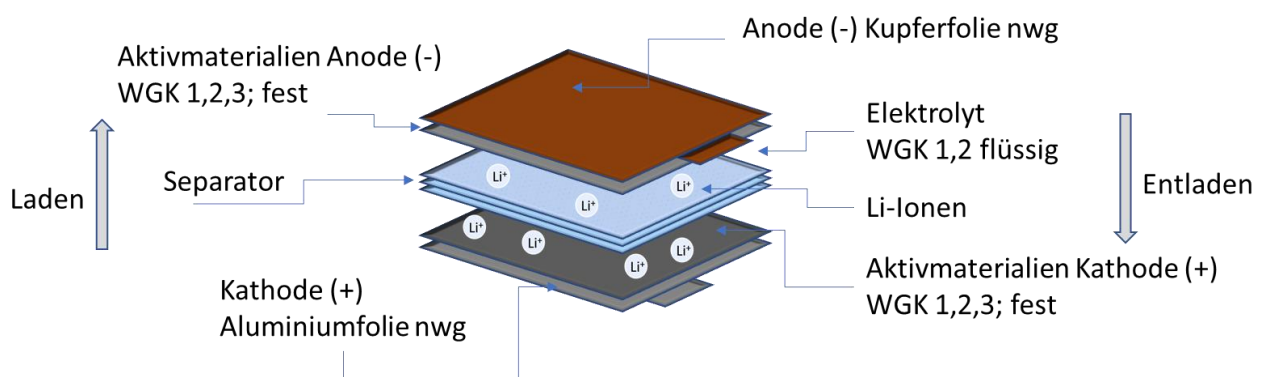


Abbildung 1: Aufbau einer Lithium-Ionen-Zelle mit WGK der möglichen eingesetzten Stoffe (Grafik: KG LIB), vgl. Tabelle in Anlage 1.

In Batteriemodulen und -sätze kann ein Batteriemanagementsystem (BMS) vorhanden sein, das insbesondere Spannung, Strom und Temperatur überwacht und regelt.

Jede Lithium-Zelle enthält verschiedene wgS in flüssiger und / oder fester Form, vor allem in den Elektroden (Kathode und Anode) und im Elektrolyt. Folgende Angaben (Bandbreiten) zum Inhalt einer Lithium-Zelle sind in der Literatur zu finden:

- 10 bis 20 Gew.-% flüssige wgS (Elektrolyt mit Leitsalz)
- 40 bis 60 Gew.-% feste wgS (Li-Metall-Mischoxid)
- 20 bis 30 Gew.-% nicht wassergefährdende Elektrodenmaterialien (Graphit, Kupfer, Aluminium)

Die fehlenden Anteile zu 100 % ergeben sich aus der Umhüllung, dem Separator und weiteren Bauteilen, die keine wassergefährdenden Stoffe enthalten. Zudem enthalten der Elektrolyt und die Aktivmaterialien auf den Elektroden im Einzelnen nicht bekannte wgS als Additive.

Bei Lithium-Polymer-Zellen (LiPo-Zellen) besitzt der Elektrolyt eine gelartige oder sogar feste Konsistenz, so dass keine flüssigen Anteile, dafür ein Anteil von 50 bis 80 Gew-% an festen wgS bezogen auf die Gesamtmasse der Zelle anzusetzen ist.

Bei den LIB ist ein großer Anteil des Elektrolyts in einer festen Matrix (aktive Masse) gebunden. Das Volumen an freiem flüssigen Elektrolyt ist deshalb eher gering.

6 Wassergefährdung von LIB

Der Inhalt einer Batteriezelle kann wie ein Gemisch betrachtet werden, das im Regelfall aus festen und aus flüssigen wgS sowie nicht wassergefährdenden (nwg) Stoffen wie Aluminium, Kupfer, Graphit besteht, siehe Anlage 1.

Die Wassergefährdungsklasse (WGK) für Gemische wird nach Anlage 1 Nr. 5.2 AwSV ermittelt. Wenn die Summe der Massenanteile aller im Gemisch enthaltenen Stoffe der WGK 3, ohne zusätzliche Berücksichtigung eines M-Faktors, mindestens 3 % der Gesamtmasse beträgt, ist das Gemisch nach Anlage 1 Nr. 5.2.1 AwSV in die WGK 3 einzustufen. Nach derzeitigem Kenntnisstand trifft dies insbesondere für Batteriezellen mit Kobalt- und Nickelverbindungen in der Kathode zu. Eine Einstufung des Inhalts der Zelle als allgemein wassergefährdend (awg) (festes Gemisch nach § 3 Abs. 2 Nr. 8 AwSV) ist bei anderen als Lithium-Polymer-Zellen aufgrund des Flüssigkeitsanteils nicht möglich.

Ist die WGK in den Unterlagen nicht angegeben oder nicht plausibel oder lassen die Angaben im Sicherheitsdatenblatt (SDB) keine Ableitung einer WGK zu (z. B. unvollständige Inhaltsangaben), ist eine Einstufung durch den Betreiber nach Anlage 1 Nr. 5.2 und Dokumentation nach Anlage 2 AwSV einzufordern. Eine dokumentierte Einstufung ist entbehrlich, wenn der Anlagenbetreiber für den Inhalt einer Zelle die WGK 3 festlegt (§ 8 Abs. 2 Nr. 4 AwSV).

Die für das wgS-Gemisch in der Zelle ermittelte WGK gilt auch für Batteriemodule und -sätze, in denen diese Zellen verwendet werden.

Soweit LIB nicht bekannter Zellchemie umgeschlagen, gelagert und behandelt werden, z.B. beim Betrieb von Recyclinganlagen, ist gemäß § 3 Abs. 4 AwSV von **WGK 3** auszugehen.

7 Bestimmung und Abgrenzung von Anlagen nach AwSV

Gemäß § 14 Abs. 1 AwSV hat der Betreiber einer Anlage zu dokumentieren, welche Anlagenteile zu einer Anlage gehören und wo die Schnittstellen zu anderen Anlagen sind. Die Dokumentation ist gemäß § 43 Abs. 3 AwSV auf Verlangen der Behörde, bei prüfpflichtigen Anlagen dem Sachverständigen und bei fachbetriebspflichtigen Anlagen und Tätigkeiten dem ausführenden Fachbetrieb vorzulegen. Sofern eine

Anlagenabgrenzung nicht AwSV-konform erfolgte, kann die Behörde entsprechende Änderungen oder Ergänzungen einfordern.

Gemäß § 14 Abs. 2 AwSV gehören zu einer Anlage alle Anlagenteile, die in einem engen funktionalen oder verfahrenstechnischen Zusammenhang stehen. Dies ist insbesondere dann anzunehmen, wenn zwischen den Anlagenteilen wgS ausgetauscht werden oder ein unmittelbarer sicherheitstechnischer Zusammenhang zwischen ihnen besteht.

In stationären Batterie-Energiespeichersystemen werden die wgS in den LIB unter Ausnutzung ihrer Eigenschaften verwendet. Eine Anlage zum **Verwenden** liegt jedoch nur vor, wenn die LIB auch tatsächlich elektrisch angeschlossen werden, also dem Speichern oder Abgeben elektrischer Energie dienen. Werden LIB lediglich für einen solchen Einsatz bereitgehalten, liegt wasserrechtlich ein **Lagern** vor. Entsprechend der Bewertung der primären Sicherheit (LIB entspricht Transportbehälter, siehe Nr. 8.1) kann eine derartige Anlage zum Lagern von LIB wie ein Fass- und Gebindelager beurteilt werden.

Werden LIB in einem stationären Batterie-Energiespeichersystem verwendet, erfolgt hier kein Austausch von wgS. Es ist jedoch von einem engen funktionalen Zusammenhang der elektrisch miteinander verschalteten LIB sowie von einem unmittelbaren sicherheitstechnischen Zusammenhang auszugehen. Sofern der Speicher über mehrere Batteriesätze und -module mit jeweils eigenen separat zu- und abschaltbaren BMS verfügt, können diese einzelnen Batteriesätze und -module aufgrund des dann nicht mehr gegebenen unmittelbaren sicherheitstechnischen Zusammenhangs mit anderen Batteriesätzen und -modulen jeweils als selbständige Anlagen betrachtet werden.

In Recyclingbetrieben sind im Regelfall Anlagen zum **Umschlagen**, **Lagern** und **Behandeln** von LIB vorhanden. Die Behandlung kann die Verfahrensschritte Tiefenentladung, Zerlegung, Zerkleinerung (Shreddern) und chemische Umwandlung umfassen.

8 Anforderungen nach AwSV

8.1 Bewertung der primären Sicherheit

Die Gehäuse von Batteriezellen sind Anlagenteile der primären Sicherheit (primäre Barriere), da sie die wgS bestimmungsgemäß unmittelbar umschließen (innere Umschließung). Die Gehäuse von Batteriemodulen und Batteriesätzen (Batteriegehäuse) bilden weitere Hüllen um die wgS (äußere Umschließung). Ein Undichtwerden des Zellgehäuses (innere Umschließung) wird dadurch im Regelfall im Sinne von § 17 Abs. 1 Nr. 2 und 3 AwSV schnell und zuverlässig erst erkennbar, wenn auch die äußere Umschließung undicht wird oder eine Funktionsstörung auftritt, s. Nr. 8.2.2. Bei der äußeren Umschließung handelt es sich somit ebenfalls um Anlagenteile der primären Sicherheit und nicht um eine Rückhalteeinrichtung im Sinne von § 2 Abs. 16 AwSV.

Nach AwSV können Anlagenteile der primären Sicherheit, die keine Rohrleitungen sind, im weitesten Sinne als Behälter aufgefasst werden. Für LIB (Batteriezellen, -module und -sätze) sind daher die Anforderungen der AwSV an Behälter zugrunde zu legen.

LIB müssen für den vorgesehenen Verwendungszweck grundsätzlich gasdicht, mechanisch stabil sowie widerstandsfähig und beständig gegen thermische und chemische Einflüsse sein. Dies wird durch umfangreiche Nachweise gewährleistet, wie z. B. Ausbreitungsprüfung / Propagationstests nach DIN EN IEC 62619, Abs. 7.3.3, Transport-Prüfungen gemäß UN Manual of Tests and Criteria, Abs. 38.3 (UN 38.3) sowie Prüfungen gemäß Anhang V EU-BattVO 2023/1542 (z. B. Wärmeschock- und Zyklusprüfung, Überladungsschutz, Überhitzungsschutz, Schutz vor Wärmeausbreitung, mechanische Schäden durch Außeneinwirkung, interner Kurzschluss).

LIB sind außerdem als Gefahrgut der Gefahrgutklasse 9 eingestuft und müssen beim Transport mit einem separaten Gefahrzettel 9a gekennzeichnet werden. Sie können selbst über eine gefahrgutrechtliche Zulassung verfügen oder dürfen nur verpackt in speziellen Ausrüstungen, die über eine gefahrgutrechtliche Zulassung verfügen, transportiert werden. In diesen Fällen kann von einer nachgewiesenen Eignung der primären Barriere im Sinne von § 31 Abs. 1 Nr. 1 AwSV (analog Behältern und Verpackungen in Fass- und Gebindelagern) und § 41 Abs. 2 Satz 1 Nr. 1c AwSV ausgegangen werden.

Die innere und äußere Umschließung neuer sowie in Betrieb befindlicher, überwachter LIB kann demzufolge als dichte Verpackung der wgS angesehen werden. Eine primäre Barriere (Sicherheit) im Sinne der AwSV und der TRwS 779 liegt vor.

Die in § 63 Abs. 4 WHG genannten Eignungsnachweise sind jedoch für LIB nicht zutreffend. Bei neuen LIB kann auch ohne diese Eignungsnachweise und ohne gefahrgutrechtliche Zulassung von einer funktionsfähigen primären Barriere ausgegangen werden, wenn die o. g. Nachweise nach EU-BattVO vorhanden sind.

Gleiches gilt für gebrauchte, umgenutzte oder wiederaufgearbeitete LIB im Sinne von Art. 3 Abs. 1 Nr. 31 und 32 EU-BattVO, die vor einer Wiederverwendung auf ihren ordnungsgemäßen Zustand überprüft wurden und mindestens über einen der o. g. Nachweise verfügen. Weitergehende Anforderungen nach AwSV an die primäre Sicherheit sind in diesen Fällen entbehrlich.

Beschädigte oder **defekte LIB** können dagegen zu einer gefährlichen Wärmeentwicklung, Flammenbildung oder zu einem Ausstoß giftiger, ätzender oder entzündbarer Gase oder Dämpfe neigen. Bei Lithium-Eisenphosphat-Zellen ist dieses thermische Durchgehen weniger ausgeprägt, aber nicht völlig auszuschließen. Bei LIB, die als Abfall¹ gesammelt, verwertet (recycelt) oder entsorgt werden, ist davon

¹ Abfallschlüsselnummern AVV 16 01 21* (Lithiumbatterie), AVV 19 12 11* (Modul Lithium-Ionen-Batterie)

auszugehen, dass die Versagenswahrscheinlichkeit ihrer inneren und/oder äußeren Umschließung erhöht und damit die Sicherheit der primären Barriere nicht mehr in ausreichendem Maß gegeben ist. Von ihrer Eignung kann demnach nicht ausgegangen werden.

8.2 Rückhaltung von Leckagen

Ein Überblick über die Anforderungen an die Rückhaltung von Leckagen bei den unterschiedlichen Anlagen zum Umgang mit LIZ und LIB befindet sich in Anlage 2. Neben der Rückhaltung von Leckagen sind die Anforderungen an die Löschwasserrückhaltung zu berücksichtigen, s. Nr. 9.3.

8.2.1 Rückhaltung bei Anlagen zum Lagern von intakten LIZ

Bezüglich der erforderlichen Rückhaltung (Sekundärbarriere) ist getrennt auf das Vorhandensein fester und flüssiger wgS abzustellen. Eine Rückhaltung für im Schadensfall austretende feste wgS (z. B. bei LiPo-Zellen) ist nicht erforderlich, soweit die Anforderungen nach § 26 Abs.1 AwSV erfüllt sind.

Ist dagegen ein flüssiger Elektrolyt vorhanden und tritt dieser durch eine Leckage aus einer Zelle aus, handelt es sich aufgrund der Bauart der Zellen und der Eigenschaften des Elektrolyts meist nur um einen geringen Anteil (etwa 2 – 5 % des in einer Zelle vorhandenen Elektrolyten von bis zu 200 ml). Die leichtflüchtigen sowie flüchtigen Bestandteile des Elektrolyten verdampfen, weitere Bestandteile werden fest bzw. kristallisieren aus. Je nach stofflicher Zusammensetzung verbleibt außerhalb der Zelle nur eine geringe Menge an ausgetretener Flüssigkeit. Die Zellumhüllungen sind elektrolytbeständig und dicht. Deshalb verursacht die Undichtigkeit einer Zelle keine weiteren Leckagen bei benachbarten Zellen oder am Batteriegehäuse, solange ein thermisches Durchgehen auszuschließen ist.

Rückhalteeinrichtungen sind nach § 18 Abs. 2 AwSV flüssigkeitsundurchlässig auszuführen. **Flüssigkeitsundurchlässig** sind demnach Bauausführungen dann, wenn sie ihre Dicht- und Tragfunktion während der Dauer der Beanspruchung durch die wassergefährdenden Stoffe, mit denen in der Anlage umgegangen wird, nicht verlieren. Bei Beton ist dies gemäß Nr. 7.2.5 TRwS 786 gegeben, wenn die Eindringtiefe nicht betonangreifender Flüssigkeiten nicht tiefer als 2/3 der Betonschichtdicke bzw. der Betondichtkonstruktion ist.

Dies kann im Regelfall bei Vorliegen folgender Randbedingungen unterstellt werden:

- das Volumen an wassergefährdenden Stoffen, das bei Betriebsstörungen freigesetzt werden kann, ist sehr viel kleiner als 20 l (Größenordnung bis 200 ml),
- die Überwachung der Anlage gewährleistet eine Erkennung und Beseitigung von Leckagen innerhalb von 72 Stunden (Beanspruchungsstufe „mittel“ nach Abschnitt 5.1 Abs. 2 TRwS 786),

- die Aufstellfläche der Anlage besteht aus Stahlbeton mindestens der Druckfestigkeitsklasse C30/37,
- die Mindestbauteildicke beträgt 20 cm,
- unverzichtbare Arbeits- und Bewegungsfugen im Beaufschlagungsbereich sind mit einem Fugenblech oder einem dauerelastischen Fugendichtstoff mit abZ/aBG für LAU-Anlagen unter den in der abZ/aBG definierten Randbedingungen ausgeführt (s. Nr. 7.3.3 Abs. 1 DAfStb-Rili Teil 1),
- die Anlage wird durch den Betreiber innerhalb von 2,5 Jahren nach Errichtung halbjährlich, danach mindestens jährlich auf Risse überprüft; erkannte Risse werden unverzüglich ordnungsgemäß abgedichtet und
- Bodeneinläufe dürfen nicht vorhanden sein oder sie sind gegen das unbeabsichtigte Eindringen von Leckagen und Löschwasser zu sichern. Zur Nutzung von betrieblichen Entwässerungssystemen s. Nr. 9.3.

Ein definiertes Rückhaltevolumen ist nicht erforderlich.

8.2.2 Rückhaltung bei Anlagen zum Lagern von intakten LIB

Sofern eine LIZ von weiteren dichten Umhüllungen umgeben ist, z. B. in einem Modul oder in einer Batterie, ist es nach menschlichem Ermessen unwahrscheinlich, dass Leckagen aus der Zelle in Boden oder Gewässer gelangen.

Die Leckagen aus den Batteriezellen verbleiben in den dichten Gehäusen der Batteriemodule und -sätze. Insofern fungieren diese Gehäuse wie eine Auffangvorrichtung. Da Modul- und Batteriegehäuse aber ein schnelles und zuverlässiges Erkennen von Leckagen und Undichtheiten nicht per se gewährleisten können (§ 17 Abs. 1 Nr. 2 und 3 AwSV), können diese nicht als Rückhalteeinrichtungen im Sinne des § 2 Abs. 16 AwSV, sondern lediglich als zusätzliche, äußere Umhüllungen der primären Barriere (Batteriezelle) angesehen werden, siehe Nr. 8.1. Die Besorgnis einer Gewässerverunreinigung ist bei Batteriemodulen oder -sätzen, die über eigene Gehäuse (äußere Umschließung) verfügen, damit auch ohne gesonderte Rückhalteeinrichtung im Sinne von § 2 Abs. 16 AwSV auszuschließen. Ein Versagen auch dieser Gehäuse bei einer Leckage der Zelle ist unwahrscheinlich. Deshalb kann die Auffangfunktion von dichten Modul- und Batteriegehäusen dahingehend berücksichtigt werden, dass in Anlagen zum ausschließlichen Umgang mit derartigen Modulen oder Batterien auf eine flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtung verzichtet werden kann. Eine Fläche nach **betriebstechnischen Anforderungen** im Sinne von Nr. 9.1.1 Abs. 4 TRwS 779 genügt. **Dies erfordert im Einzelfall eine Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV von den Anforderungen des § 18 AwSV.**

Wenn Leckagen und Undichtheiten jedoch durch ein aktives BMS in den Batterien oder Modulen im Sinne von § 17 Abs. 1 Nr. 2 und 3 AwSV schnell und zuverlässig erkannt werden, kann deren Gehäuse als Rückhalteeinrichtung gemäß § 2 Abs. 16 AwSV angesehen werden. **Eine Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV ist in diesem Fall entbehrlich.**

8.2.3 Rückhaltung bei Anlagen zum Lagern von defekten LIB

Die Regelung von Nr. 8.2.2 ist nicht anwendbar auf die Lagerung ungeprüfter defekter LIB, da die Eignung der primären Barriere nicht im Sinne von Nr. 8.1 nachgewiesen ist. Damit ist eine höhere Wahrscheinlichkeit für das Versagen der primären Barriere und den Austritt flüssiger Elektrolyte in größeren Volumina als oben genannt gegeben. Trotzdem ist die mögliche Leckagemenge gering. Die Anlagen unterliegen außerdem einer betrieblichen Überwachung. Daher sind diese LIB in einer flüssigkeitsundurchlässigen Rückhalteeinrichtung zu lagern. Das erforderliche Rückhaltevolumen ist nach § 18 Abs. 3 AwSV zu bestimmen. Soll die Rückhalteeinrichtung auch Löschwasser aufnehmen, kann sich ein erheblich größeres Rückhaltevolumen ergeben (siehe Nr. 9).

Dies gilt z. B. auch für Anlagen zum betriebsgemäßen Abstellen von verunfallten Elektrofahrzeugen.

LIB, die für das Recycling vorgesehen sind, deren primäre Barriere jedoch nachweislich funktionstüchtig ist, können wie qualitätsgeprüfte gebrauchte LIB gelagert werden, s. Nr. 8.2.6.

8.2.4 Rückhaltung bei Anlagen zum Umschlagen von LIZ und LIB

Für Anlagen zum Umschlagen von intakten LIZ gelten die Anforderungen an das Lagern von LIZ (siehe Nr. 8.2.1).

Bei Anlagen zum Umschlagen von LIB ist in der Regel davon auszugehen, dass kein BMS aktiv ist. Deshalb gelten die entsprechenden Anforderungen nach Nr. 8.2.2 bzw. bei defekten LIB nach Nr. 8.2.3.

8.2.5 Rückhaltung bei Anlagen zum Verwenden von LIB

Anlagen zum Verwenden von LIB, z. B. in stationären Batterie-Energiespeichersystemen verfügen in der Regel über ein aktives BMS. Die Regelungen nach Nr. 8.2.2 können entsprechend angewendet werden.

8.2.6 Rückhaltung beim Herstellen und Behandeln von LIB

Anlagen zum Herstellen von LIB (aus fertig konfektionierten LIZ) sowie zum Behandeln von neuen oder von qualitätsgeprüften gebrauchten oder wiederaufgearbeiteten bzw. umgenutzten LIB können analog wie Anlagen zum Lagern von intakten LIB beurteilt werden (siehe Nr. 8.2.2).

Für Anlagen zum Behandeln nicht qualitätsgeprüfter defekter LIB, z. B. in Recyclinganlagen, ist eine **flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtung** erforderlich. Das Rückhaltevolumen ist nach § 18 Abs. 3 AwSV zu bestimmen, da die Funktionsfähigkeit der primären Barriere nicht mehr nachgewiesen ist. Als Rückhalteeinrichtung für austretende flüssige Stoffe kommen nicht nur spezielle Auffangwannen, sondern z. B. auch Montage- und Produktionshallen oder Container in Betracht, soweit sie über eine flüssigkeitsundurchlässige Bodenfläche verfügen.

8.3 Bestimmung der Gefährdungsstufe

Die Gefährdungsstufe ermittelt sich gemäß § 39 Abs. 2 AwSV aus dem maßgebenden Volumen bzw. der maßgebenden Masse der in der Anlage vorhandenen wgS, also aller wgS in allen zur Anlage gehörenden LIB und der maßgebenden WGK. Bei Anlagen zum Verwenden von LIB ist nach § 39 Abs. 6 AwSV das Volumen bzw. die Masse der wgS in einer LIB mit der Anzahl der in der Anlage **vorhandenen** LIB zu multiplizieren bzw. bei Lageranlagen nach § 39 Abs. 3 AwSV mit der Anzahl der LIB, **für die die Anlage ausgelegt ist**. Das Produkt ist jeweils als maßgebendes Volumen bzw. maßgebende Masse der Anlage in die Tabelle des § 39 Abs.1 AwSV einzusetzen.

Zur Anlagenabgrenzung siehe Nr. 7.

Bei Anlagen, in denen gleichzeitig mit LIB umgegangen wird, für die sich gemäß Nr. 5.2 Anlage 1 AwSV unterschiedliche WGK ergeben haben, sind für die Ermittlung der Gefährdungsstufe gemäß § 39 Abs. 10 AwSV die LIB mit der höchsten WGK maßgebend, sofern der Anteil der wgS in diesen LIB mehr als 3 % des Gesamtinhalts der Anlage beträgt. Ansonsten ist die nächst niedrigere WGK maßgebend.

Beispiel: Wenn in einer Anlage LIB vorhanden sind, deren Inhalte gemäß Nr. 6 in WGK 1 bzw. WGK 3 einzustufen sind, ist die WGK 3 maßgebend, wenn die Masse der wgS in LIB mit WGK 3 mehr als 3 % der Gesamtmasse an wgS in der Anlage beträgt. Bei LIB mit max. 3 % WGK 3-Stoffen und ansonsten nur LIB mit WGK 1-Stoffen ergibt sich WGK 2 als nächst niedrigere WGK.

Die aus maßgebender Masse bzw. maßgebendem Volumen und maßgebender WGK ermittelte Gefährdungsstufe ist für die Anforderungen zugrunde zu legen, die in Abhängigkeit von der Gefährdungsstufe gelten bzw. gestaffelt sind (s. Nr. 8.4). Sind die Anforderungen zusätzlich vom Aggregatzustand abhängig, sind für die LIB, die einen flüssigen Elektrolyt enthalten, die Anforderungen für flüssige Stoffe als die jeweils weitergehenden maßgeblich (vgl. hierzu auch FAQ des BLAK UmwS zu § 46 AwSV:

<https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/betrieblicher-umweltschutz/umgang-mit-wassergefaehrdenden-stoffen>).

Liegen keine belastbaren Massen- oder Volumenangaben zu den wassergefährdenden Inhaltsstoffen einer LIB vor, wird empfohlen, aus den allgemein recherchierbaren Anteilen (siehe dazu Nr. 5) die maximalen Anteile zu verwenden. Liegen keine Angaben zu den WGK der enthaltenen Stoffe vor, ist nach § 3 Abs. 4 AwSV von **WGK 3** auszugehen.

Für **Lithium-Ionen-Zellen (LIZ)** kann entsprechend für die Berechnung des maßgebenden Volumens bzw. der maßgebenden Masse und Gefährdungsstufe der Anlage als **überschlägiger Ansatz** ein Anteil wgS an der Gesamtmasse der LIZ von 80 % (**flüssig 20 %**, **fest 60 %**) herangezogen werden. Der Rest von 20 % teilt sich in nwg Stoffe und Gehäuse auf.

Beispiel	Masse flüssiger wgS in t	Masse fester wgS in t	Maßgebende Masse der Anlage in t	Gefährdungsstufe der Anlage bei maßgebender WGK 3
Lageranlage für LIZ, Lagermenge 2 t	0,4	1,2	1,6	C

Tabelle 1: Beispiel Lageranlage für LIZ - Ermittlung der Gefährdungsstufe mittels überschlägigem Ansatz

Bei **Batteriemodulen und -sätzen** ist der Anteil wgS wegen der zusätzlichen Bauteile geringer als bei LIZ. Deshalb kann hier als **überschlägiger Ansatz** ein Anteil wgS an der Gesamtmasse von nur 60 % herangezogen werden (**flüssig 15 %**, **fest 45 %**). Der Rest von 40 % teilt sich in nwg Stoffe und Gehäuse auf.

Beispiel	Masse flüssiger wgS in t	Masse fester wgS in t	Maßgebende Masse der Anlage in t	Gefährdungsstufe der Anlage bei maßgebender WGK 3
Lageranlage für Batteriemodule und -sätze, Lagermenge 2 t	0,3	0,9	1,2	C

Tabelle 2: Beispiel Lageranlage für Batteriemodule und -sätze – Ermittlung der Gefährdungsstufe mittels überschlägigem Ansatz

8.4 Anforderungen in Abhängigkeit von der Gefährdungsstufe

Anlagen mit Lithium-Polymer-Zellen, deren Inhalt als allgemein wassergefährdendes festes Gemisch eingestuft wurde, werden keiner Gefährdungsstufe zugeordnet (§ 39 Abs. 11 AwSV). Die Anforderungen an diese Anlagen sind von anderen Kriterien als der Gefährdungsstufe abhängig und werden bei den nachfolgenden Unterpunkten eigens erläutert.

8.4.1 Eignungsfeststellung

Für Anlagen zum Umgang mit LIB ist eine Eignungsfeststellung **nicht** erforderlich,

- wenn es sich um eine HBV-Anlage handelt (§ 63 Abs.1 WHG),
- wenn für die LAU-Anlage eine Baugenehmigung erteilt worden ist und die Baugenehmigung die Einhaltung der wasserrechtlichen Anforderungen voraussetzt (§ 63 Abs. 3 WHG) oder
- für LAU-Anlagen der Gefährdungsstufe A (§ 41 Abs.1 Nr.1 AwSV).

Weitere Ausnahmen vom Erfordernis der Eignungsfeststellung gemäß § 41 Abs. 2 und 3 AwSV greifen für LAU-Anlagen nur, wenn für alle Teile der Anlage ein Eignungsnachweis, d. h. für die LIB selbst eine Zulassung nach gefahrgutrechtlichen Vorschriften vorliegt. Nach § 41 Abs. 2 Satz 1 Nr. 2 AwSV ist zudem die Vorlage eines Gutachtens erforderlich.

Bei LAU-Anlagen für feste allgemein wgS (auch feste Gemische) ist eine Eignungsfeststellung erst ab einer maßgebenden Masse von mehr als 1.000 t erforderlich (§ 41 Abs. 1 Nr. 3 AwSV).

8.4.2 Betriebsanweisung

Die Pflicht zur Vorhaltung einer Betriebsanweisung ergibt sich aus § 44 AwSV für Anlagen zum Umgang mit LIB der Gefährdungsstufen B, C und D.

Bei Anlagen zum Umgang mit festen allgemein wassergefährdenden (awg) Gemischen ist eine Betriebsanweisung erst ab einer maßgebenden Masse von mehr als 1.000 t erforderlich (§ 44 Abs. 4 Satz 1 Nr. 5 AwSV).

8.4.3 Fachbetriebspflicht

In Anlagen zum Umgang mit LIB, die einen flüssigen Elektrolyt enthalten, erfolgt ein Umgang mit flüssigen wassergefährdenden Stoffen. Die Fachbetriebspflicht ergibt sich gemäß § 45 Abs. 1 AwSV für oberirdische Anlagen der Gefährdungsstufe C und D, zusätzlich für Anlagen der Gefährdungsstufe B in Wasserschutzgebieten sowie für Umschlaganlagen des intermodalen Verkehrs (ohne Bezug zu einer Gefährdungsstufe).

Für Anlagen zum Umgang mit ausschließlich festen awg Gemischen ist eine Fachbetriebspflicht nicht vorgesehen (§ 45 Abs. 1 AwSV).

8.4.4 Sachverständigenprüfpflicht

Gemäß Zeile 3 Anlage 5 AwSV besteht für oberirdische Anlagen mit flüssigen wassergefährdenden Stoffen außerhalb von Schutz- und Überschwemmungsgebieten eine Prüfpflicht vor Inbetriebnahme und nach wesentlicher Änderung für Anlagen der Gefährdungsstufe B, C und D. Wiederkehrend alle 5 Jahre und bei Stilllegung sind oberirdische Anlagen der Gefährdungsstufe C und D überprüfen zu lassen.

In Schutz- und Überschwemmungsgebieten bedürfen gemäß Zeile 3 Anlage 6 AwSV oberirdische Anlagen mit flüssigen wassergefährdenden Stoffen der Gefährdungsstufe

B, C und D vor Inbetriebnahme und nach wesentlicher Änderung, wiederkehrend alle 5 Jahre sowie bei Stilllegung einer Überprüfung durch einen Sachverständigen.

Anlagen mit **ausschließlich festen** wgS in den Zellen sind Anlagen zum Umgang mit festen awg Gemischen. Sie sind als Anlagen mit festen wgS insbesondere vor Inbetriebnahme und nach wesentlicher Änderung zu prüfen, wenn die maßgebende Masse 1.000 t überschreitet. (§ 46 Abs. 2 und 3 in Verbindung mit Zeile 4 Anlage 5 und 6 AwSV).

9 Vorbeugender Brandschutz und Löschwasserrückhaltung

9.1 Risiken des Umgangs mit LIB

Von LIB geht vor allem aufgrund ihrer hohen Energiedichte eine potenzielle Brandgefahr aus. Im Brandfall setzen die Zellen eine sehr hohe thermische Energie frei, die das Sechs- bis Zehnfache der elektrisch gespeicherten Energie betragen kann. Sind LIB beschädigt oder werden sie nicht sachgemäß gelagert, besteht die Gefahr einer Selbstentzündung und einer schnellen Brandausbreitung.

Im Brandfall wird die in den LIB gespeicherte Energie durch starke exotherme Reaktionen zusätzlich als brandbeschleunigende thermische Energie freigesetzt. Dies führt zum thermischen Durchgehen der LIB mit der Folge des Versagens der primären Umschließung (nicht nur Zellen-, sondern ggf. auch Modul- und Batteriegehäuse) und eines Temperaturanstiegs bis zu 1.400 °C („thermal runaway“). Soweit Wasser als Löschmittel verwendet wird, ist im Brandfall mit einem **erheblichen Mehrbedarf an Löschwasser zu Kühlzwecken** zu rechnen.

Bei einem Brand können neben Phosphorsäure und Lithiumfluorid ätzende Flusssäure (WGK 2) und bei kobalthaltigen Elektroden auch stark wassergefährdendes Kobaltoxid bzw. Lithium-Kobaltoxid (WGK 3) im Löschwasser anfallen.

Aufgrund des stofflichen Gefährdungspotenzials sowie des ggf. zu erwartenden großen Löschwasseranfalls ist es zwingend erforderlich, Vorkehrungen zum Gewässerschutz für den Brandfall zu treffen.

Zunehmend wird versucht, den „thermal runaway“ durch Integration von BMS zur Temperaturüberwachung und -regelung frühzeitig zu erkennen und zu verhindern. In vollautomatischen Lageranlagen mit hohen Lagerkapazitäten ist z. B. die Sauerstoffreduktion zur Schaffung einer Schutzatmosphäre in Verbindung mit der Installation hochsensibler Ansaugrauchmelder eine Möglichkeit, um potenzielle Brände zu verhindern oder zu bekämpfen, bevor sie außer Kontrolle geraten [Szy23].

Das notwendige Löschwasserrückhaltevolumen ist daher im Einzelfall abhängig von den getroffenen Maßnahmen zur Brandvermeidung und -erkennung festzulegen. Zudem gibt es mittlerweile Verfahren, entzündete Batterien kontrolliert in einem geschlossenen Raum abbrennen zu lassen und diesen nur von außen zu kühlen. Das anfallende Kühlwasser ist hier in der Regel nicht mit wgS kontaminiert.

Bei Lithium-Eisenphosphat-Zellen ist die Gefahr des „thermal runaway“ nicht so ausgeprägt. Die sonstigen Gefahren unterscheiden sich jedoch nicht von denen bei Lithium-Metall-Mischoxid-Zellen.

9.2 Vorbeugender Brandschutz

Die Erarbeitung eines Brandschutzkonzeptes ist für Anlagen zum Umgang mit LIB auch aus Sicht des Gewässerschutzes unerlässlich.

In einem Brandschutzkonzept sind alle erforderlichen baulichen, technischen und organisatorischen Maßnahmen zu beschreiben, die die Entstehung eines Brandes und seine Ausbreitung verhindern. Vorzugsweise ist das Konzept von einem Sachverständigen für Brandschutz zu erarbeiten.

Aus wasserrechtlicher Sicht sind in einem Brandschutzkonzept neben § 20 AwSV die Anforderungen der TRwS 779 (2023), Nr. 5.3 Brandschutz und 5.4 Löschwasserrückhaltung zu berücksichtigen.

Die Umsetzung von Maßnahmen zum Vorbeugenden Brandschutz fällt nicht in die Zuständigkeit des Wasserrechts. Die Maßnahmen können jedoch erheblichen Einfluss auf den Umfang der erforderlichen Löschwasserrückhaltung haben.

Hinweise zum Vorbeugenden Brandschutz enthalten u. a. die VdS 3103 [VdS3103] und der Brandschutzleitfaden des Bundesverbandes Energiespeicher Systeme (BVES) e. V. (2021) [BVES21a].

Damit nicht jeder Brand zu erheblichen Umweltauswirkungen führt, sollten **sicherheitstechnische Schutzmaßnahmen** vorgesehen werden. Dazu zählen z. B.

- Ausreichend große Abstände zu anderen Anlagen/ Gebäuden,
- Bildung kleiner Lager- bzw. Brandabschnitte, die Anzahl der LIB ist je Brandabschnitt möglichst klein zu halten,
- Begrenzung von Lagerguthöhen,
- Installation von Vorrichtungen zur Druckentlastung,
- Überwachung von Anlagen mittels Brandmeldeanlage, Überwachung der Temperatur und der Abluft, Einsatz Rauchmeldeanlagen (RMA),
- Sauerstoffreduktion zur Schaffung einer Schutzatmosphäre in Verbindung mit der Installation hochsensibler Ansaugrauchmelder,
- Wareneingangskontrollen, z. B. der Lieferscheine, in denen der Zustand (Ladung) der Batterie (State of certified Energy (SOCE)) angegeben wird,
- Installation selbsttätiger Löschanlagen, z. B. Löschschaum- und Sprinkleranlagen, sowie Ausstattung mit Rauch- und Wärmeabzugsanlagen,
- Bereichsgesteuerte Kühlung, Kühlung von außen,
- Sicherstellung einer ausreichenden Löschwasserversorgung, unter Beachtung des höheren Wasserbedarfs zu Kühlzwecken,
- Vorhaltung von Quarantäne-Containern für auffällige Transportgebilde / LIB,
- Gesicherte Zugänglichkeit für Einsatzkräfte.

9.3 Löschwasserrückhaltung – Rückhaltung bei Brandereignissen

Da die Entstehung eines Brandes in Anlagen zum Umgang mit LIB nicht auszuschließen ist, ist gemäß § 20 AwSV die Rückhaltung von im Brandfall austretenden wassergefährdenden Stoffen, von Lösch-, Berieselungs- und Kühlwasser sowie von entstehenden Verbrennungsprodukten mit wassergefährdenden Eigenschaften vorzusehen („Löschwasserrückhaltung“). Das erforderliche Rückhaltevolumen kann durch geeignete Maßnahmen des vorbeugenden Brandschutzes reduziert werden. Sofern kein Einsatz von Löschwasser und Schaummitteln vorgesehen ist und kein verunreinigtes Berieselungs- oder Kühlwasser anfällt, kann im Einzelfall auf eine Löschwasserrückhaltung verzichtet werden.

Anfallendes Löschwasser kann direkt an der Anfallstelle (z. B. im Brandabschnitt, Gebäude oder Container), in dafür vorgesehenen separaten Rückhalteeinrichtungen (z. B. Kellergeschoss, gesonderter Behälter zum Auffangen von Löschwasser) oder in geeigneten betrieblichen Entwässerungsanlagen zurückgehalten werden.

Bestandteile der Löschwasserrückhaltung können daher sein:

- flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteflächen, sonstige wasserundurchlässige Flächen,
- Auffangräume, z. B. Löschwasserrückhalteeinrichtung im Gebäude, Container,
- Teile betrieblicher Entwässerungssysteme mit Absperr- oder Havarieschiebern (spätestens vor Übergabe in die öffentliche Kanalisation und vor der Einleitung in Gewässer, idealer Weise selbstschließend) und
- mobile oder stationäre Absperrsysteme (z. B. Dichtblasen an Einläufen, Schotts an den Ein- und Ausgängen bzw. Toren).

Eine verbindliche Bemessungsrichtlinie für die Löschwasserrückhaltung beim Umgang mit LIB ist nicht bekannt. Zu beachten ist jedoch die **TRwS 779 (2023) Nr. 5.4 (2)**, die auf die Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie (LÖRÜRL, Fassung August 1992) verweist. Dieser Verweis gilt auch für **AU- und HBV-Anlagen**. Weitere mögliche Erkenntnisquellen zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen sind:

- die VdS 2557: 2013-03 (01) (Leitlinien zur Schadenverhütung der deutschen Versicherer, Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen)², [VdS2557],
- der VCI-Leitfaden Löschwasserrückhaltung [VCI14],
- Anlage 2a des Referentenentwurfs zur Änderungsverordnung der AwSV [AwSV20],
- Leitfaden Brandschadensfälle: Vorsorge – Bewältigung – Nachsorge. Rheinland-Pfalz [RLP19],

² vom LAI/AISV für Störfallanlagen empfohlen [AISV21], [AISV22]

- Schweizer Leitfaden für die Praxis – Löschwasser-Rückhaltung [Sch15],
- Handlungsempfehlung Hessen zum Vollzug des Gebotes zur Rückhaltung verunreinigter Löschmittel im Brandfall [Han11] und
- UNECE Safety guidelines and good practices for the management and retention of firefighting water. United Nations Economic Commission for Europe [UNE19].

Vorsorglich sei darauf hingewiesen, dass die Anwendung der hier genannten Quellen auf eine zu beurteilende Anlage zu unterschiedlichen Ergebnissen führen wird. Entsprechende Berechnungen können insofern lediglich der Orientierung dienen, nicht jedoch der Bestimmung eines absolut verbindlichen Rückhaltevolumens aus der Sicht des Wasserrechts.

Die Eckdaten aus den genannten Quellen berücksichtigen mitunter noch keinen zusätzlichen Wasserbedarf für Kühlzwecke, wie er im Brandfall bei Anlagen mit LIB besteht.

Nach Nr. 4.2.4 LÖRüRL [LÖRüRL] müssen Boden und Wände von Löschwasser-Rückhalteinrichtungen bis zum Zeitpunkt der Entsorgung **ausreichend dicht** sein. Dies gilt als erfüllt z. B. bei der Verwendung von Stahl oder von wasserundurchlässigem Beton nach DIN 1045 mit einer Dicke von 20 cm.

Die Löschwasserrückhalteinrichtung kann mit der Rückhaltung flüssiger Leckagen kombiniert werden. Die jeweils höhere Anforderung an die Undurchlässigkeit der beaufschlagten Flächen und Aufkantungen ist einzuhalten.

Bei der Bestimmung des erforderlichen Löschwasser-Rückhaltevolumens bedarf es einer engen Abstimmung zwischen der Baubehörde, der Brandschutzdienststelle, der örtlichen Feuerwehr und der zuständigen Wasserbehörde.

Bestimmung und Nachweis des Löschwasser-Rückhaltevolumens sollen Bestandteil des anlagenbezogenen Brandschutzkonzeptes sein, welches den involvierten Behörden im Rahmen einer Anlagengenehmigung vorzulegen ist.

10 Literatur

- AISV21 AISV-AK: Der Lebenszyklus von Lithium-Ionen-Akkumulatoren (Lithium-Akkumulatoren bzw. Lithium-Batterien) aus Sicht von Störfallrecht und Anlagensicherheit, AK des AISV zu TOP 4.2 der 148. Sitzung, Stand: 23.06.2021
- AISV22 AISV-AK: Lagerung von Lithium-Ionen-Akkumulatoren (Lithium-Akkumulatoren bzw. Lithium-Batterien) – Geltende Regelungen sowie Vorschläge zur Festlegung von Anforderungen aus Sicht von Anlagensicherheit, Arbeitsschutz und Wasserrecht. Anlage 02 - AK des AISV zu TOP 5.1 der 153. AISV-Sitzung vom 21.-23.06.2022, Stand: 16.05.2022
- AwSV17 Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen ([AwSV](#)), Stand: 21.04.2017, Bundesgesetzblatt Teil I Nr. 22
- AwSV20 Referentenentwurf AwSV-Änderung Erste Verordnung zur Änderung der Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen, Stand 18.06.2020, https://www.bmu.de/fawsv_novelle
- BVES21a Bundesverband Energiespeicher Systeme e.V. (BVES): Vorbeugender und abwehrender Brandschutz bei Lithium-Ionen-Großspeichersystemen. 2. Aufl. 12.11.2021; <https://www.BVES-Großspeicher>
- DAfStb-Rili Deutscher Ausschuss für Stahlbeton: Richtlinie „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“ (BUMwS:2011-03); [DIN Media](#)
- DIN 1045 DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
- DIN EN23 DIN EN IEC 62619:2023-08, VDE 0510-39:2023-08
Sekundärzellen und -batterien mit alkalischen oder anderen nicht-säurehaltigen Elektrolyten - Sicherheitsanforderungen an sekundäre Lithiumzellen und -batterien für die Verwendung in industriellen Anwendungen (IEC 62619:2022); Deutsche Fassung EN IEC 62619:2022
- EU-BattVO VERORDNUNG (EU) 2023/1542 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 12. Juli 2023 über Batterien und Altbatterien, zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG und der Verordnung (EU) 2019/1020 und zur Aufhebung der Richtlinie 2006/66/EG
- Han11 Handlungsempfehlung Hessen zum Vollzug des Gebotes zur Rückhaltung verunreinigter Löschmittel im Brandfall, Hessenweit abgestimmte Empfehlung, Umweltministerium Hessen, Stand 17.11.2011
- LöRüRL Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhaltanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (LöRüRL), in der Fassung August 1992, vom 08.06.1993, auf: <https://www.is-argebau.de/>, Zugriff 01.03.22
- RLP19 Leitfaden Brandschadensfälle: Vorsorge – Bewältigung – Nachsorge. Rheinland-Pfalz, Mainz. 2019, Internet.pdf (https://mkuem.rlp.de/fileadmin/14/Service/Publikationen/Leitfaden_Brandschaden2019_Internet.pdf)
- Sch15 Schweizer Leitfaden für die Praxis – Löschwasser-Rückhaltung 1. Auflage August 2015 (<https://www.vkg.ch>)

- Szy23 Szypulski, T.: Besondere Anforderungen an anlagentechnischen Brandschutz. VdS S+S report 4/23, S. 18ff
- TRwS779 Technische Regel wassergefährdender Stoffe TRwS 779, Allgemeine Technische Regelungen, Juni 2023
- UNE19 UNECE Safety guidelines and good practices for the management and retention of firefighting water. United Nations Economic Commission for Europe, e-ISBN: 978-92-1-004290-1, 2019; <https://www.UNECO>
- UN 38.3 Empfehlungen für die Beförderung gefährlicher Güter - Handbuch über Prüfungen und Kriterien, Kapitel UN 38.3 „Lithium-Metall- und Lithium-Ionen-Batterien“ Transporttest, Hrsg. Vereinte Nationen, New York und Genf, 2019, Deutsche Übersetzung, 2023, BAM, Kapitel 38, S. 521-541
- VC114 Leitfaden Rückhaltung von Löschwasser, Verband der Chemischen Industrie, Dezember 2014; <https://www.vci.de>
- VdS2557 Richtlinie VdS 2557: 2013-03(1) Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen, Leitfaden Verband der Schadenversicherer e.V. (VdS) 2013 (<https://shop.vds.de/>)
- VdS2557a VdS 2557a: Berechnungsblatt Löschwasser-Rückhaltevolumen. Anlage zu den Leitlinien zur Schadenverhütung der deutschen Versicherer „Planung und Einbau von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen“ (VdS 2557), <https://www.vds-2557a>
- VdS2357 VdS 2357 „Richtlinien zur Brandschadensanierung“ des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), Richtlinien zur Brandschadensanierung, 2014; <https://vds-2357>
- VdS3103 VdS 3103:2019-06 (3) Lithium Batterien, Juni 2019; <https://vds-3103>
- WHG21 Wasserhaushaltsgesetz ([WHG](#)), Fassung 31.07.2009 (BGBl. I S. 2585), zuletzt geändert am 18.08.2021, BGBl. I S. 3901

11 Weitere Erkenntnisquellen

- Acc22 Lithium-Ion Batterien: Bewertung und sicherer Transport. Handbuch Lithium-Logistik, Lithium-Logistik – Bewertung und sicherer Transport, Stand: 10.02.2023; <https://accurec.de>
- BVES21b Bundesverband Energiespeicher Systeme e.V. (BVES): Sicherheitshinweise für Anwender von Batteriespeichern bei Wasserschäden und Hochwasser. 26 Juli 2021, BVES e.V.; <https://www.bves.de/Sicherheitshinweis>
- Kun16 Kunkelmann, J., - Untersuchung des Brandverhaltens von Lithium-Ionen und Lithium-Metall-Batterien in verschiedenen Anwendungen und Ableitung einsatztaktischer Empfehlungen. Brandschutzforschung der Bundesländer - Bericht Nr. 175, KIT, Stand September 2015 mit redaktioneller Überarbeitung Dezember 2016
- MIndBauRL Musterrichtlinie über den baulichen Brandschutz in Industriebauten (Muster-Industriebau-Richtlinie – [MIndBauRL](#)) Stand: Mai 2019
- REA06 Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des europäischen Parlamentes und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Agentur für chemische Stoffe, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG,

- 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission vom 18.12.2006; <http://REACH>
- Smi21 Smith, A.: Zellkomponenten von Lithium-Ionenzellen. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), IAM-ESS, Batterietechnik, Vortrag vom 29.01.2021 (unveröffentlicht)
- TRG509 [TRGS 509](#) Lagern von flüssigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behältern, BAuA - Technischer Arbeitsschutz (inkl. Technische Regeln)
- TRG510 [TRGS 510](#) Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern, BAuA - Technischer Arbeitsschutz (inkl. Technische Regeln)

Anlage 1

Einstufungen möglicher Hauptbestandteile einer Lithium-Ionen-Zelle in WGK

Die Tabelle ist bezüglich möglicher Inhaltsstoffe nicht abschließend, nicht jeder Inhaltsstoff ist in jedem Zelltyp vorhanden.

Stoff	WGK	Aggregatzustand	CAS-Nr.	Kenn-Nr. (Rigoletto)	Schmelzpunkt	Siedepunkt	Bemerkung
ANODE							
Kupfer (Korngröße ≥ 1 mm)	nwg	fest	7440-50-8	1443			
Graphit (Kohlenstoff)	nwg	fest	16291-96-6 und weitere	801			
Lithium-Titanium-Oxid (LTO)	3	fest	12031-82-2	*)			
Silizium	nwg	fest	7440-21-3	8653			
Ruß / Leitruß	nwg	fest	1333-86-4	1742			
KATHODE							
Aluminium	nwg	fest	7429-90-5	1443			
Lithium-Kobalt(III)oxid (LiCoO ₂)	3	fest	12190-79-3	*)			
Lithium-Mangandioxid	3	fest	12162-79-7	*)			
Lithium	1	fest	7439-93-2	7195			
Aluminium-Kobalt-Lithium-Nickel-Oxid (AlCoLiNiO)	3	fest	177997-13-6	10185			
Kobalt-Lithium-Mangan-Nickel-Oxid (Li-NMC)	3	fest	182442-95-1	10186			
Kobalt-Lithium-Nickel-Oxid	2	fest	028-058-00-2	7358			
Phosphorsäure, Eisen(2+)-Lithiumsalz (1:1:1)-	1	fest	15365-14-7	8770			

Stoff	WGK	Aggregatzustand	CAS-Nr.	Kenn-Nr. (Rigoletto)	Schmelzpunkt	Siedepunkt	Bemerkung
(Synonym Lithium-Eisen-Phosphat) (FeLiO ₄ P)							
ELEKTROLYT-Lösungsmittel Flammpunkt Fp in °C)							
Ethylencarbonat (143°C)	1	fest	96-49-1	2268	35-39 °C	247- 249 °C	mit festem Überzug, gut in Wasser löslich
Propylencarbonat (135°C)	1	flüssig	108-32-7	5046	-49 °C	243 °C	in Wasser löslich 240 g/l (20 °C)
Dimethylcarbonat (17°C)	1	flüssig	616-38-6	4077	0,5-4,7 °C	90 °C (1016 hPa)	in Wasser löslich 139 g/l (20 °C)
Kohlensäure-ethylmethylester Synonym Ethylmethylcarbonat (23°C)	1	flüssig	623-53-0	9377	-55 °C (1013 hPa)	101 (992 hPa)	in Wasser löslich 46,8 g/l bei 20 °C
1,2-Dimethoxyethan Synonym u.a. DME, Ethylen-glykoldimethyl (-2°C)	1	flüssig	110-71-4	5048	-58 °C	84,75 °C	Zündtemperatur 200 °C
Elektrolyt- LEITSALZ							
Lithiumhexafluorophosphat (LiPF ₆)	2	fest	21324-40-3	9245			Zersetzungstemperatur 70 °C

*) WGK 3-Regeleinstufung gemäß § 3 Absatz 4 Satz 1 AwSV, da nicht in der [Online-Datenbank RIGOLETTO](#) recherchierbar

Anlage 2**Überblick über die wesentlichen Anforderungen an die Rückhaltung flüssiger Leckagen*)**

Anlage	Merkblatt Nr.	Primäre Sicherheit	Sekundäre Sicherheit
Lagern und Umschlagen intakter LIZ	8.2.1 8.2.4	gegeben, eine dichte Umschließung vorhanden	<ul style="list-style-type: none"> • nur minimale Leckagen zu erwarten (max. 200 ml), deshalb kein definiertes Rückhaltevolumen erforderlich • Rückhaltung über flüssigkeitsundurchlässige Bodenfläche, z. B.: Beton mindestens C 30/37, Mindestbauteildicke 20 cm, WHG-Fugen
Lagern, Umschlagen, Herstellen, Behandeln und Verwenden intakter LIB	8.2.2	gegeben, mindestens zwei dichte Umschließungen vorhanden	<ul style="list-style-type: none"> • Austritt von Leckagen unwahrscheinlich, keine flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtung erforderlich • ausreichend ist Bodenfläche, die den betriebstechnischen Anforderungen genügt (im Sinne von TRwS 779, Nr. 9.1.1) • Verzicht auf Rückhaltung erfordert Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV von § 18 AwSV • soweit Leckagen über ein aktives BMS festgestellt werden, ist die Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV von § 18 AwSV nicht erforderlich (Modul- bzw. Batterie-Gehäuse ist dann als Rückhalteeinrichtung anzusehen)
Lagern, Umschlagen und Behandeln defekter LIZ / defekter LIB	8.2.3 8.2.4 8.2.6	nicht nachweisbar, von einem möglichen Versagen der primären Sicherheit ist auszugehen	<ul style="list-style-type: none"> • geringe Leckagen zu erwarten • erforderliches Rückhaltevolumen nach § 18 Abs. 3 AwSV bestimmen • flüssigkeitsundurchlässige Rückhalteeinrichtung im Sinne von TRwS 786

*) Details sind der jeweils genannten Merkblatt Nr. zu entnehmen.

Neben der Rückhaltung von Leckagen sind die Anforderungen an die Löschwasserrückhaltung zu berücksichtigen, s. Nr. 9.3.