

# Sicherer Umgang mit Gefahrstoffen

Anforderungen an Tankanlagen für flüssige Rohstoffe wie Elektrolyte und NMP



**Keywords**

- *Lithium-Ionen-Batterien*
- *Elektrolyte, NMP, Gefahrstoffe*
- *Tanklager, Sicherheitstechnik*

Die Herstellung von Batteriespeichern von der Zelle bis hin zum fertigen Modul durchläuft zahlreiche Produktionsschritte. Flüssige Medien spielen vor allem in den folgenden Prozessschritten eine Rolle:

- Mischen der Aktivmaterialien (Elektrodenfertigung),
- Trocknen der Elektroden (Elektrodenfertigung),
- Elektrolytbefüllung (Zell-Assemblierung),
- Potting (Packfertigung).

Während der Herstellung der Beschichtungsmaterialien für die Elektroden werden den Aktivmaterialien in speziellen Misch- und Dispergieranlagen Lösungsmittel zugegeben. In der Regel wird NMP (1-Methyl-2-pyrrolidon battery grade) dafür eingesetzt. Dabei handelt es sich um eine fortpflanzungsgefährdende, gesund-

Im Herstellungsprozess von Lithium-Ionen-Batterien werden gefährliche Flüssigkeiten in großen Mengen benötigt. An die Bevorratung und Verteilung werden daher besondere Anforderungen gestellt. Das betrifft zum einen die vorschriftengerechten Rahmenbedingungen, wie auch die verfahrenstechnische Handhabung. Eine wesentliche Rolle spielt die Sicherheitstechnik.

heitsschädliche und reizende Flüssigkeit. Aufgrund der Gefährdungseigenschaften wurde dessen Verwendung von der Europäischen Kommission beschränkt und mit einem Substitutionsgebot verhängt. Bislang haben sich aber noch keine geeigneten Alternativen am Markt durchgesetzt. Somit müssen bei der Verwendung besondere Maßnahmen und bewährte Vorgehensweisen zur Begrenzung und Überwachung der Gefährdungen bei der Anwendung berücksichtigt werden. Die Leitlinien der ECHA (European Chemicals Agency) zur Einhaltung der Beschränkung 71 der REACH-Verordnung gehen näher darauf ein.

Eben dieses NMP fällt beim Trockenprozess der Elektroden als Lösemitteldampf wieder an und wird in speziellen Kondensations- und Destillationsanlagen mit einer Quote von über 95 % zurückgewonnen und dem Misch-

prozess wieder zur Verfügung gestellt. Anfängendes Abwasser und flüssige Rückstände müssen fachgerecht gelagert und für die Entsorgung bzw. Wiederverwendung bereitgestellt werden.

Am Ende des Assemblierungsschrittes werden die Zellen mit Elektrolyten befüllt, um den Ladungsaustausch in der Batterie sicherzustellen. Bei den Elektrolyten handelt es sich in der Regel um kundenspezifische Formulierungen, bei dem Leitsalze in Lösemittel wie EMC (Ethylmethylcarbonat) oder DMC (Dimethylcarbonat) gelöst werden. Elektrolyte sind ebenfalls wassergefährdende und entzündliche Flüssigkeiten. Um eine Lagerstabilität zu gewährleisten, müssen die Elektrolyte in bestimmten Temperaturbereichen genutzt und mit Inertgas überlagert werden. Die Lösemittel selbst müssen für Spülvorgänge in Reinform bereitgestellt

und die Spülmengen in geeigneten Behältern gesammelt werden.

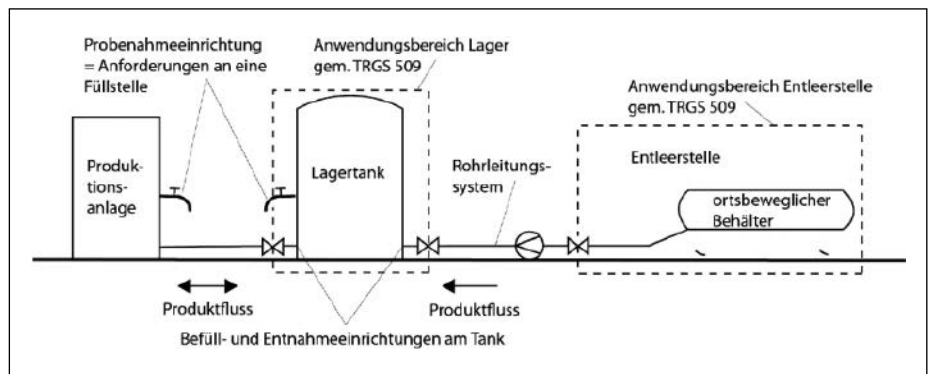
### Packfertigung der Zellen

Bei der Packfertigung werden die Gehäuse mit den Zellen teilweise oder vollständig mit einer Masse gefüllt oder eingebettet, um sie stoß- und schwingungsfest zu machen sowie eine Abdichtung gegen Feuchtigkeit, Lösungsmittel und ätzende Stoffe zu schaffen. Diesen Vorgang nennt man „Potting“. Vergussmassen werden auch zur elektrischen Isolierung, Flammhemmung und Wärmeableitung verwendet. Die gängigsten Arten von Vergussmassen sind Polyurethan, Acryl, Epoxidharz und Silikon. Jede dieser chemischen Verbindungen hat jedoch ihre eigenen physikalischen und gefährlichen Eigenschaften. Gerade beim Umgang und der Lagerung mit Polyurethan sind besondere Maßnahmen zu berücksichtigen.

Die Göhler Anlagentechnik aus Hösbach/Nordbayern beschäftigt sich seit über 70 Jahren mit der Planung, dem Bau sowie der Wartung und Service von verfahrenstechnischen Anlagen, speziell Tankanlagen für gefährliche Medien. Mit über 300 Mitarbeitern an mehreren Standorten in Deutschland. Auch in dem relativ jungen Markt der Batteriefertigung im Großmaßstab verfügt Göhler über sehr gute Referenzen. Durch die Marktkenntnisse sowohl in der Automobilbranche als auch im Chemiehandel und der chemischen Industrie können Automobilkonzerne, die nun Batterien fertigen wollen, von den Erfahrungen des Anlagenbauers in den beiden Branchen profitieren.

### Planung der Lager

Damit die benötigten Medien für den unterbrechungsfreien Produktionsbetrieb zur Verfügung gestellt werden können, ist der Betreiber auf eine ausreichende Bevorratung angewiesen. Dabei werden zahlreiche Anforderungen und Rahmenbedingungen an die Lagerung gestellt. Den gesetzlichen Rahmen bildet im Wesentlichen die TRGS 509 (Lagern von flüs-



Auszug aus TRGS 509 (Begriffsbestimmungen).

sigen und festen Gefahrstoffen in ortsfesten Behältern sowie Füll- und Entleerstellen für ortsbewegliche Behälter) und die TRGS 510 (Lagerung von Gefahrstoffen in ortsbeweglichen Behältern). Zudem sind weitere Vorschriften einzuhalten.

### Einige Beispiele hierfür sind:

- BlmSchVO,
- WHG mit AwSV,
- Druckgeräterichtlinie,
- Atex-Vorschriften.

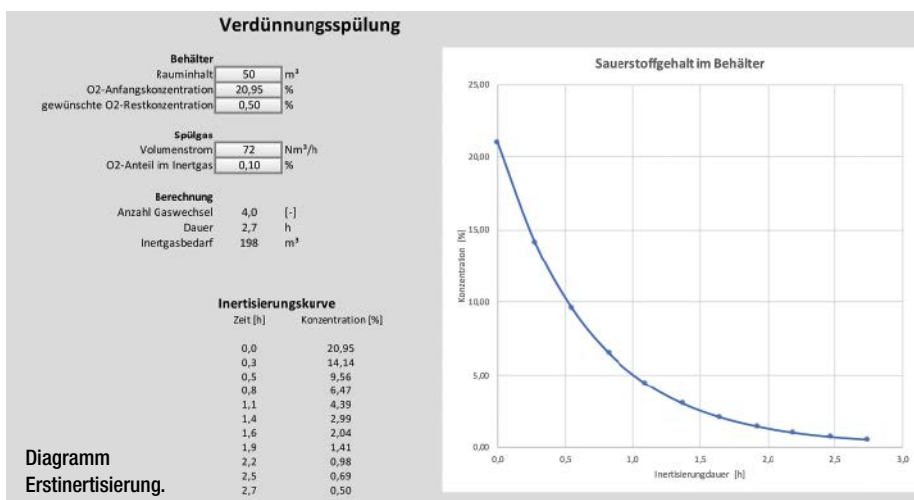
Um diese Vielzahl der Regularien sowie Produkt- und Kundenanforderungen zu berücksichtigen, ist eine detaillierte Planung notwendig. Dabei spielt das Umsetzen der auftragsspezifischen Anforderungen eine wichtige Rolle, was einer gründlichen Bedarfsanalyse erfordert. Der Nutzen für den Auftraggeber steht an erster Stelle. Neben den Lagervolumina, den Abgabeleistungen und den Druck- und Temperaturvorgaben sind auch die Schnittstellen der Tankanlagen zu klären:

- Wie sind die Umgebungsbedingungen (z.B. Innen/ Außenaufstellung, wie auch Erdbeben)?
- Mit welchen Gebinden werden die Medien angeliefert (Kupplungstypen, Entladungspumpe oder Stickstoffentladung, Mengen, Mengenerfassung...)?

- Welche Produkthanforderungen (z.B. Temperierung, Inertisierung, Restsauerstoff/ Restfeuchte) gelten?
- Stehen die Daten an den Übergabepunkten (Volumenstrom, Druck, Temperatur) zur Verfügung?
- Welche Schnittstellen zu Fremdanlagen (z.B. E-Fill-Maschinen, Mixing, NMP-Recovery, Destillationsanlage, Schäummaschine) werden benötigt?
- Welche elektrischen Schnittstellen und Datenanbindung sind erforderlich? Ist eine Rückverfolgbarkeit gefordert?
- Wie werden die Ver- und Entsorgungseinrichtungen (Abluft/Heizung/Kühlung, Stickstoff, Druckluft, Entwässerung) gelegt?
- Wie hoch sind CAPEX/ OPEX?

Die Göhler-Experten erarbeiten die benötigten Parameter. Mit diesen Vorgaben kann die Anlage im Detail geplant und konstruiert werden. Neben der Spezifikation für Tanks und Pumpen ist auch die Auslegung der Sicherheitsarmaturen wie Flammendurchschlagsicherungen für eine sichere Tankanlage ausschlaggebend. Die Einstufung von PL-/ SIL-Kategorien, die sich aus einer Risikoanalyse und einer gemeinsamen HAZOP mit dem Anwender ergeben, sind grundlegend für die weitere Ausführungsplanung. Die Auslegung der Sensorik und Überwachungsanlagen wie Sauerstoffmessgeräte und Gaswarnanlagen runden das Thema ab – und dies alles ist in der geforderten ATEX-Kategorie. Seitens des Anlagenbetreibers sind noch weitere Punkte wie Brand- und Blitzschutz zu thematisieren. Schließlich wird eine mängelfreie Abnahme durch die ZÜS (zugelassene Überwachungsstelle) erwartet. Auch das Inertisierungssystem bedarf einer sorgfältigen Auslegung, um die geforderte Produktqualität oder die Inertisierungsstufe nach TRGS einzuhalten. Dazu gehört auch die Berechnung der Erstinertisierung als Verdünnungsspülung, um den maximal zulässigen Restsauerstoffgehalt zu gewährleisten.

Bei den Lagermedien handelt es sich oftmals um wassergefährdende Stoffe. Eine WHG-kon-





Tab. 1: exemplarische Mediendaten

	Wassergefährdungsklasse	Lagerklasse	Flammpunkt	Dichte	Viskosität	Schmelzpunkt
NMP (BG)	1	6.1 C	91 °C	1,028 g/cm <sup>3</sup>	1,661 mPas	-23,6 °C
Elektrolyt	3	3	16 °C	1,07 g/cm <sup>3</sup>	0,6 mPas	4 °C
Polyurethan (Polyol / Isocyanat)	1/ 2	10–13/3	-6/>200 °C	1,04/1,21 g/cm <sup>3</sup>	1.380/440 mPas	Ca. 20/< 10 °C

forme Be- und Entladefläche mit geeignetem Havariesystem und der zugehörigen Berechnung nach TRWS 779 ist daher unvermeidlich. Je nach Behälterbauart (ein- oder doppelwandig) sind Auffangwannen mit geeigneter Beschaffenheit in Massivbauweise erforderlich.

**Mechanische und elektrische Realisierung der Anlage**

Mit Abschluss der Planung wird die nächste Projektphase eingeleitet: die mechanische und elektrische Realisierung der Anlage. Mit einem großen Vormontageanteil im Herstellerwerk kann der Aufwand auf der Baustelle reduziert werden. Alle für den Anlagenbau erforderlichen Gewerke müssen Hand in Hand reibungslos ineinandergreifen: von der Tankaufstellung über den Stahl- und Rohrleitungsbau, die Temperierung und Isolierung bis hin zur elektrischen Verkabelung. Hohe Sicherheitsanforderungen bei der Ausführung der Arbeiten sind heute selbstverständlich. Die Gesundheit der Mitarbeiter und Umweltschutz sind unabding-

bar. Eine sorgfältige Verarbeitung der Materialien wird ebenso zwingend vorausgesetzt. Schließlich dürfen keine metallischen Partikel im Medium sein, damit es innerhalb der Batteriezelle nicht zu einem Kurzschluss kommt. Weshalb auch spezielle Filter in der verfahrenstechnischen Ausführung berücksichtigt sind. Die Inbetriebnahme mit mehrmaligem Spülen der Anlage und Beprobung ist deshalb von großer Bedeutung und für den Auftraggeber und Anwender essenziell. Die Qualitätsansprüche an die Fachkräfte und die Anlage sind hoch!

Vor der Abnahme werden dem Anwender und den Abnahmebehörden die notwendigen Dokumentationsunterlagen zur Verfügung gestellt. Diese umfassen häufig einige Meter Papierordner. Darunter ist ein Dokument besonders wichtig: Die CE-Konformitätsbescheinigung nach Maschinenrichtlinie und den angewandten Regelwerken. Ohne diese Bescheinigung darf die Anlage nicht in Betrieb gehen!

Derzeit sind in Deutschland und Europa einige Zellfabriken in Planung und Geschwindigkeit bei der Markteinführung der fertigen Batterie ist extrem wichtiger Faktor. Die Umsetzung eines Tanklagerprojektes bedarf einer frühzeitigen Einbindung der Planer und Anlagenbauer mit ausreichend Kapazitäten und Fachpersonal.

**Wartung und Service**

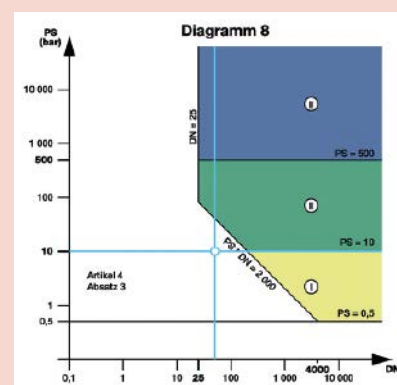
Nach erfolgter Abnahme und Übergabe ist für den Fachbetrieb aber noch nicht Schluss. Die neue Tankanlage muss regelmäßig nach WHG, TRGS und Betriebssicherheitsverordnung und den Herstellervorgaben gewartet werden, besonders die sicherheitstechnischen Komponenten. Nur durch eine sorgfältige Wartung und Instandhaltung kann eine lange Lebensdauer der Anlage sowie ein störungsfreier Anlagenbetrieb gewährleistet werden.

**Gute und frühzeitige Beratung und Planung**

Die Herstellung von Tankanlagen zur Versorgung der Batterieproduktion stellt hohe Anforderungen an die Planung, den Bau und die Wartung. Der Betreiber der Anlagen ist daher gut beraten, sich frühzeitig mit Fachfirmen mit entsprechender Expertise in Verbindung zu setzen. Durch die gefährlichen Medien sind viele

**CITplus-Tipp**

Für die Einstufung von Druckbehältern und Rohrleitungen nach Druckgeräterichtlinie eignet sich übrigens besonders gut das Göhler-DGRL-Tool auf [www.goehler.de](http://www.goehler.de).



Vorschriften bei der Umsetzung zu berücksichtigen. Nur durch langjährige Erfahrung und einem hohen Wissensstand kann ein hohes Sicherheits- und Qualitätsniveau gewährleistet werden und bietet dem Produzenten eine rechtskonforme Planung, Realisierung und einen sicheren Betrieb.

Bilder © Göhler



**Der Autor**  
**Martin Zang,**  
 Technischer Leiter,  
 Göhler Anlagentechnik



Beispiel einer vormontierten Filterstation.

Wiley Online Library



**GÖHLER GMBH UND CO. KG Anlagentechnik,**  
 Hösbach  
 Tel.: +49 6021 4200-202 · [www.goehler.de](http://www.goehler.de)