



ChemCar-Wettbewerb

Sicherheitsregeln

Rev. 1.0.2026

1. Umfang

Prozess- und Betriebssicherheit ist stets ein zentrales Thema im Chemieingenieurwesen, besonders, wenn Chemikalien in öffentlichen Bereichen gehandhabt werden. Aus diesem Grund muss für jedes ChemCar eine detaillierte Sicherheitsanalyse vorgelegt werden.

Alle Fragen aus dem "Leitfaden_Sicherheitstechnik.pdf" oder "safety_guideline.pdf" müssen beantwortet werden. Wendet euch dazu an den Sicherheitsbeauftragten des Instituts. Sicherheitsüberprüfungen werden von einem Audit-Team der ChemCar-Organisation durchgeführt. Alle Termine und Fristen werden auf der Organisationswebseite (<https://www.vdi.de/chemcar>) bekanntgegeben.

2. Unterstützung

Es gibt keine Einschränkung bei der Anforderung von Unterstützung hinsichtlich der Fahrzeugsicherheit. Teams können Sicherheitshilfe von ihrem betreuenden Lehrenden, anderen Lehrenden, anderen Universitäten oder Fachleuten aus der Industrie und anderswo anfordern. Alle ChemCar-Studierenden, die entweder an ihrer Heimathochschule oder beim Wettbewerb mit Chemikalien umgehen, müssen die Gefahreigenschaften dieser Chemikalien verstehen. Vor der Verwendung einer bestimmten Chemikalie müssen stets sichere Handhabungsmethoden geprüft werden. Die Fakultätsbetreuenden sind dafür verantwortlich, dass die notwendige Ausrüstung und Anleitung bereitgestellt wird, um sicher mit den Chemikalien arbeiten zu können.

3. Audits

3.1. Dokumentenprüfung

Ein Audit eures Systemdesigns und die Einhaltung von Sicherheitsanforderungen wird anhand der bereitgestellten Dokumentation des Teams durchgeführt. Bis zum angegebenen Stichtag müssen die u.g. Unterlagen vorliegen. Jede Verspätung führt zum Ausschluss vom Wettbewerb. Es empfiehlt sich, die ausgefüllte Sicherheitsanalyse vom Fakultätsbetreuenden überprüfen zu lassen, um sicherzustellen, dass die wesentlichen Gefahren erkannt sind und angemessen beherrscht werden. Folgende Dokumente sind Teil der Dokumentation:

- Zertifizierungsseite (Vorlage wird bereitgestellt)
- Ausgefüllte Sicherheitsanalyse (Vorlage wird bereitgestellt)
- Quantitative Basis für die Druckentlastung, sofern zutreffend (Kapitel 6.2)
- Auslegungsberechnungen für eine Druckentlastungseinrichtung, sofern zutreffend (Kapitel 6.2)

- Testverfahren und Ergebnisse für eine Druckentlastung, sofern zutreffend (Kapitel 6.2)
- Testprotokoll für Druckbehälter (Anhang A)
- Aktuelles Foto des Fahrzeugs, auf dem das gesamte Fahrzeug zu sehen ist
- Sicherheitsdatenblätter und Betriebsanweisungen für alle verwendeten Chemikalien

Hinweis: Alle Dokumente sollten zu **einer PDF-Datei** zusammengefasst werden. Bitte eine gescannte Kopie der ausgefüllten Formulare **inklusive Originalunterschriften** an chemcar@vdi.de senden.

Um die Gesamtmenge an Chemikalien am Veranstaltungsort so gering wie möglich zu halten, gibt es eine **zusätzliche Frist** für die Überarbeitung der Sicherheitsanalyse bezüglich der für den Wettbewerb benötigten Gesamtmenge an Chemikalien.

3.2. Physische Überprüfung

Während des Wettbewerbs wird ein Sicherheitsbeauftragter jedes Fahrzeug inspizieren, um sicherzustellen, dass alle Sicherheitsanforderungen erfüllt sind und das Fahrzeug ohne Risiko für Bediener, Personal und Zuschauer betrieben werden kann. Ein gedrucktes Exemplar des Sicherheitskonzepts muss vom Team bei der Sicherheitsinspektion während des Wettbewerbs vorgelegt werden! Wenn das Audit-Team das Fahrzeug als sicher einstuft, erhält es die Erlaubnis zur Teilnahme. Diese Erlaubnis ist nicht automatisch gegeben, sondern muss anhand der folgenden Richtlinien/Verfahren verdient werden. Wird ein Fahrzeug als unsicher eingestuft, darf es nicht teilnehmen.

4. Verbotene Handhabung von Chemikalien

4.1. Illegale Lagerung von Chemikalien

Chemikalien dürfen nicht in Hotelzimmern oder anderen Räumen aufbewahrt werden, die nicht für die Lagerung von Chemikalien ausgelegt sind. Während des Wettbewerbs wird ein Lagerraum bereitgestellt.

4.2. Illegales Testen von Fahrzeugen

Fahrzeuge dürfen nur in Laboren oder anderen Einrichtungen mit entsprechender chemischer Ausstattung getestet werden. Tests in Hotel- oder Wohnheimfluren, Lagerhäusern oder anderen nicht für Chemikalien ausgelegten Räumen sind nicht gestattet.

4.3. Illegale Entsorgung von Chemikalien

Alle Chemikalien, die zum Wettbewerbsort gebracht werden, müssen auf sichere und umweltgerechte Weise gemäß den gesetzlichen Vorgaben entsorgt werden.

5. Verbotene Fahrzeuge

Folgende Eigenschaften führen zur Disqualifikation von Fahrzeugen:

5.1. Flammen und/oder Rauch

Es sind keinerlei offene Flammen oder Rauchentwicklung an den Fahrzeugen erlaubt.

5.2. Flüssigkeitsfreisetzung

Es darf unter normalen Betriebsbedingungen keine Flüssigkeit austreten. Flüssigkeitsaustritt ist nur in Notfällen zum Schutz des Equipments vor Bersten/Explosion erlaubt. Der Austritt muss dabei in einem Auffangbehälter gesammelt werden.

5.3. Abgase

Es dürfen keine schädlichen Gase in die Umwelt abgegeben werden. Die Emission unschädlicher Stoffe ist erlaubt, wenn die Sicherheitsanalyse belegt, dass nur geringe Mengen ohne Risiko für Menschen oder Umwelt abgegeben werden. Brennare oder explosive Gase dürfen nicht in die Atmosphäre entweichen. Folgende Stoffe dürfen in geringen Mengen abgegeben werden:

- Stickstoff
- Kohlendioxid
- Sauerstoff
- Wasserdampf
- Wasserstoff (Die erwartete Menge muss bestimmt und bewertet werden. Der Wasserstoff muss aufgefangen oder so verdünnt werden, dass die untere Explosionsgrenze nicht überschritten wird.)

5.4. Offene oder nicht sicher verschlossene Behälter

Alle Chemikalienbehälter am Fahrzeug müssen sicher befestigt sein, sodass sie während des Wettbewerbs nicht umkippen können. Auch die Deckel müssen fest angebracht sein und ein Austreten der Chemikalien verhindern – auch bei einem Unfall mit Überschlagen des Fahrzeugs.

5.5. Keine offenen Behälter oder Chemikalien-Einfüllung an der Startlinie

Es sind keine offenen Behälter oder das Umfüllen von Chemikalien an der Startlinie erlaubt. Für das Mischen von Chemikalien zur Reaktionsauslösung empfiehlt sich ein kleiner Vorratsbehälter mit Ventil oder eine Spritze am Fahrzeug, um die Chemikalie an der Startlinie zuzugeben. Alle mitgebrachten Behälter, Spritzen etc. müssen korrekt beschriftet und sicher verschlossen sein.

5.6. Kein Wasserstoffperoxid > 30%

Wasserstoffperoxid ist bei Konzentrationen über 30% sehr instabil und schwer zu handhaben.

6. Druckbezogene Einschränkungen

Druckbehälter und Fahrzeugkomponenten stellen wegen der gespeicherten Energie ein erhebliches Explosionsrisiko dar. Die Teams müssen durch Messungen nachweisen, dass der Druck während des Betriebs nicht die Spezifikationen überschreitet. Die Sicherheitsunterlagen müssen bei der Prüfung verfügbar sein. Folgende Regeln gelten:

6.1. Maximale potenzielle Energie

Das Produkt aus Behältervolumen und Druck darf nie 50 [bar * L] überschreiten.

6.2. Druckanforderungen

Hat das Fahrzeug einen Druck über 1 bar Überdruck, gelten folgende Anforderungen sowie ein Druckbehältertest laut Anhang A.

6.2.1. Druckmesser

Jeder Druckbehälter mit >1 bar Überdruck benötigt einen Druckmesser, der bis zum doppelten des maximalen Betriebsdrucks anzeigt.

6.2.2. Notentlastungseinrichtung

Kann der Druck in einer Situation (einschließlich Fehlfunktion/Fehlbedienung) den Maximaldruck überschreiten, ist ein industriespezifisches Sicherheitsventil, dimensioniert auf maximal 1,1-fachen Maximaldruck, erforderlich. Die Auslegung muss schriftlich dargelegt und dokumentiert werden. Der maximale Betriebsdruck wird in der Regel als der Druck definiert, der erzeugt werden muss, um das Fahrzeug 20 m weit zu bewegen und die maximale Last zu transportieren.

Das Auslegungsszenario für die Notentlastungsvorrichtung muss klar angegeben werden. Dazu sollten beispielsweise die Menge des angenommenen Reaktionsmaterials, die Konzentration des Reaktionsmaterials, die Anfangstemperatur und alle Überlegungen zu Betriebsfehlern wie Überladung, Verwendung falscher Materialien oder falscher Konzentrationen angegeben werden und, falls zutreffend, wie hoch der Fehler im „Auslegungsfall“ ist. Außerdem müssen die Berechnungen für das Notentlastungssystem in der Dokumentation enthalten sein.

6.2.3. Richtige Platzierung des Sicherheitsventils

Das Ventil muss oben am Behälter ohne schließbare Ventile zwischen Behälter und Ventil angebracht sein. Die Zuleitung muss ausreichend bemessen sein. Es ist zu gewährleisten, dass kein Flüssigkeits- oder Feststoffübertritt die Funktion beeinträchtigt. Das abgeblasene Gas muss gemäß Kapitel 5.3 behandelt und in einen drucklosen Behälter mit geeignetem Adsorber geführt werden.

6.2.4. Managementsystem gegen Über- oder Fehlbefüllung

Die Teams müssen belegen, dass die richtige Menge Reaktanten befüllt wird. Empfohlen werden:

- (1) Eine einvernehmliche Festlegung und Datengrundlage zur Füllmenge
- (2) Messgefäße mit markiertem Maximalvolumen
- (3) Beaufsichtigung durch mindestens ein Teammitglied
- (4) Fahrzeugtags nach der Befüllung

6.2.5. PVC-Regel

Keine PVC, cPVC oder PET (Polyethylenterephthalat) für Druckgase. Diese drei Kunststoffe versagen aufgrund mikroskopischer Materialfehler im Dauerbetrieb.

7. Weitere Gefahrenquellen

7.1. Temperaturgefahren

Alle Fahrzeugoberflächen $>60^{\circ}\text{C}$ oder $<0^{\circ}\text{C}$ müssen isoliert oder abgedeckt sein, um Hautkontakt zu verhindern.

7.2. Elektrische Gefahren

Alle elektrischen Leitungen und Bauteile müssen isoliert oder abgedeckt sein, um Stromschläge oder Zündgefahren zu vermeiden. Krokodilklemmen und verdrehte Drähte sind nicht zulässig. Es sind robuste Steckverbinder zu verwenden.

7.3. Mechanische Gefahren

Für bewegliche Teile (Riemen, Zahnräder, Gelenke usw.) müssen Schutzabdeckungen vorhanden sein.

7.4. Biogefahren

Einsatz biologischer Organismen ist nur bis Biogefahrenstufe 1 erlaubt.

8. Wettbewerbstag-Regeln

Für die chemische Präparation sind geeignete Sicherheitsvorkehrungen zu treffen:

8.1. PSA

Jedes Team muss die in der Sicherheitsanalyse festgelegte persönliche Schutzausrüstung bereitstellen und benutzen: Laborkittel, Schutzbrillen, Handschuhe, Gesichtsschutz und Gehörschutz – jeweils abhängig von der Gefahr.

8.2. Ausrüstung

Alle Chemikalienbehälter (Flaschen, Becher, Spritzen, Tüten) müssen korrekt beschriftet sein – mindestens mit Namen der Chemikalie und Team.

8.3. Handhabung

Alle Chemikalientransfers im Vorbereitungsbereich sind mit Auffangwanne durchzuführen. Es gibt ein obligatorisches Transporttablett für jedes Team. Der Präparationsbereich wird zentral festgelegt. Probeläufe sind aus Sicherheitsgründen nicht gestattet. Regelverstöße führen zur Disqualifikation.

8.4. Dokumentation

Sämtliche Sicherheitsdokumente, Betriebsanweisungen und Sicherheitsdatenblätter sind in Papierform zum Wettbewerb mitzubringen.

Anhang A: Prüfprotokoll und -verfahren für Druckbehälter

Der Prüfdruck entspricht dem max. Betriebsdruck (inkl. Fehlbedienung) multipliziert mit Sicherheitsfaktor 1,2. Vorgaben des Behälterherstellers sind zu beachten. PVC, cPVC und PET dürfen für Druckgase nicht verwendet werden. Bei Verwendung anderer Kunststoffe Herstellervorgaben und Prüfzeugnisse belegen.

Hydrostatik-Prüfung

Standard ist Hydrostatik (Wasserprüfung). Pneumatische Prüfungen sind wegen Explosionsrisiko nicht erlaubt.

Druckmessvorgaben

Das Manometer muss einen Anzeigebereich von mindestens dem 1,5- bis 4-fachen des Prüfdrucks umfassen.

Deformationsmessung

Während der Prüfung muss ein messgenaues Deformationsmessgerät verwendet werden (Genauigkeit mind. 0,02 mm). Vor und nach der Prüfung müssen Maße in drei Achsen aufgenommen werden.

Prüfbereich

Der Bereich muss abgesperrt sein und der Behälter so positioniert, dass keine Gefahren für Personen oder Geräte entstehen. Barrieren (z.B. Sandsäcke, Holz) schützen rundum. Der Test darf nur aus sicherer Entfernung erfolgen.

Prüfablauf

Luft beim Befüllen vollständig entweichen lassen. Erst auf halben Druck bringen, dann in 0,1-Schritten bis zum Prüfdruck steigern und 30 Minuten halten. Kein Leck oder Druckabfall darf auftreten. Nach dem Test auf Betriebsdruck absenken und alle Verbindungen kontrollieren. Deformationsmaße vor und nach dem Test aufnehmen.

Dokumentation

Folgende Nachweise sind zu erbringen:

- Identifikation & Volumen des Behälters
- Betriebsdaten (Druck / Temperatur)
- Prüfdruck
- Nachvollziehbare Berechnungen
- Testbeginn und -ende
- Maximaldruck / evtl. Diagramm
- Prüfmedium
- Mediums- und Umgebungstemperatur
- Deformationsmessung
- Unterschrift des Betreuers nach Abnahme

Haftungsausschluss

Alle Angaben wurden mit größter Sorgfalt erstellt. Fehlerfreiheit kann jedoch nicht garantiert werden. Für Aktualität, Richtigkeit, Vollständigkeit und Qualität wird keine Haftung übernommen.