

# Klassifizierung von Gefahrgut

Anhand von Beispielen der  
Klassen 4.1, 4.2 und 8

Dr. Philipp Sauter  
TÜV SÜD Schweiz AG



Mehr Wert.  
Mehr Vertrauen.

Add value.  
Inspire trust.



# Inhalt

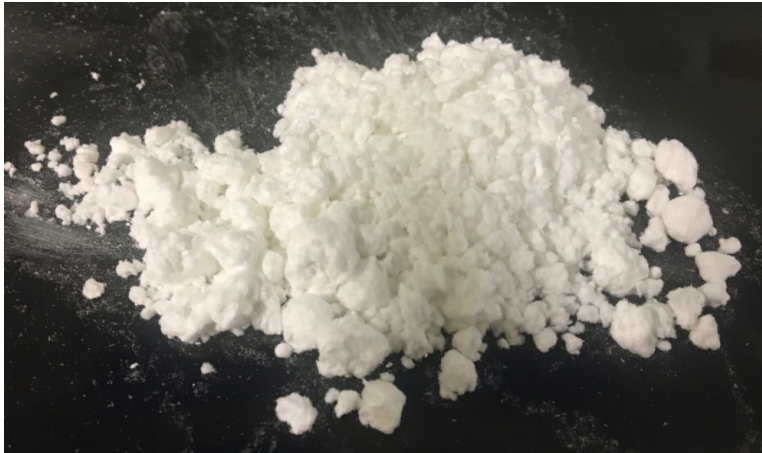
Grundlagen der Klassifizierung

Klasse 8: Gefahrgut vs. GHS

Klasse 4.1: Beispiele von Experimenten

Klasse 4.2: Beispiele von Experimenten

# Gefahrgut?



# Lohnt sich eine Klassifizierung?

Zu aufwändig

Braucht zu viel  
Zeit

Die Risiken des Versandguts  
haben wir im Griff.  
Wir verpacken ja gut.

Zu teuer

Was soll unterwegs schon  
passieren?  
Eine gute Verpackung ist  
daher ausreichend.

# Ja, denn...

Zu aufwändig

Der Aufwand nach einem einzelnen Zwischenfall ist oft grösser

Braucht zu viel Zeit

Richtig. Eine Schadensverfolgung ist aber bestimmt zeitraubender

«Gut» muss nicht unbedingt «geeignet» sein

Die Risiken des Versandguts haben wir im Griff. Wir verpacken ja gut.

Zu teuer

Richtig. Aber: Wurden Bussen, Rufverlust etc. schon einberechnet?

Was soll unterwegs schon passieren?  
Eine gute Verpackung ist daher ausreichend.

Unfälle passieren täglich auch ohne Selbstverschulden. Warum sind Sie sicher, dass es nur andere erwischt?

# Warum Gefahrgut klassifizieren?

## **LKW-Kollision im Tauerntunnel**

Bei der Kollision im Tauerntunnel im Mai 1999 fanden 12 Menschen den Tod und 50 wurden verletzt, als ein mit Lacken beladener Lkw in eine Auffahrkollision verwickelt wurde. Die Ladung explodierte und das Feuer breitete sich aufgrund der Gefahrgut-Beschaffenheit äußerst schnell auf 24 weitere Fahrzeuge im Tunnel aus.

Quelle: Wikipedia

## **Eisenbahnunfall von Bad Münders**

Beim Frontalzusammenstoß zweier Güterzüge im September 2002 kam es ebenfalls zur Freisetzung von Epichlorhydrin. Bei der Untersuchung der Einsatzkräfte nach dem Unfall wurden bei jedem Sechsten erhöhte Leberwerte festgestellt. Als Ursache wurde ungenügende Schutzausrüstung ermittelt.

Quelle: Wikipedia

# Worum geht es bei der Klassifizierung?

- Beschreibung der Gefährdungen, die vom Transportgut ausgehen.
- Zuordnung zu einer UN-Nummer, inklusive Benennung und Beschreibung und ev. Verpackungsgruppe.
- Grundlage für Verpackungs- und Transportbedingungen gemäss ADR Tabelle 3.2 A.
- Grundlage dafür, ob ein Transportgut überhaupt mit bestimmten Transportmitteln transportiert werden darf.

# Wer ist für die Klassifizierung verantwortlich?

## ADR 1.4.2.1:

«Der Absender gefährlicher Güter ist verpflichtet, eine den Vorschriften des ADR entsprechende Sendung zur Beförderung zu übergeben. Im Rahmen des Abschnitts 1.4.1 hat er insbesondere:

- a) sich zu vergewissern, dass die gefährlichen Güter gemäß ADR klassifiziert und zur Beförderung zugelassen sind;  
...»

# Was heisst das für einen Klassifizierer?

Der Klassifizierer muss:

- die Anforderungen gemäss ADR kennen.
- über ein ausreichendes Fachwissen verfügen um die relevanten Risiken erkennen zu können.
- wo das Fachwissen, die Kapazitäten oder die notwendige Ausrüstung fehlen Spezialisten beiziehen.

**Jeder Stoff hat gewisse Eigenschaften (ob gefährlich oder nicht), auch wenn diese (noch) nicht (ausreichend) bekannt bzw. ersichtlich sind!**

# Vorgaben für Klassifizierung (Transportrecht)

- Vorgaben im UN Orange Book



- Die Klassifizierung ist für die verschiedenen Verkehrsträger harmonisiert:

Regelwerk	Fundstelle
ADR	Kapitel 2.1
RID	Kapitel 2.1
IATA	Section 3
IMDG	Teil 2
ADN	Kapitel 2



# Exkurs: Vorgaben für Klassifizierung für Anwender (GHS)

- Vorgaben im UN Purple Book (Beschreibt das Gefahrstoffrecht)



## Achtung:

Es gibt diverse Unterschiede zur Einstufung zum Transportrecht (nicht nur die Optik der Piktogramme)

# Beispiel zu Unterschieden

Abbildung 11a: Einzelverpackung: Vollständiges Etikett und Gefahrzettel für Toluol

**Toluol UN 1294**  
**Index-Nr. 601-021-00-3**

Gefahrenhinweise:  
 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein. Kann bei Einatmen die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. Verursacht Hautreizungen. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Sicherheitshinweise:  
 Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen. Explosionsgeschützte elektrische Anlagen verwenden. Schutzhandschuhe/Schutzkleidung tragen. BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM anrufen. KEIN Erbrechen herbeiführen. An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.

Charge-Nr.:	56.4516.41	CAS-Nr.	108-88-3
Brutto:	191,94 kg	EINECS-Nummer	203-625-9
Tara:	18,00 kg	Klassifizierungscode:	F 1
Netto:	200 Liter	ADR/RID/IMDG/IATA:	3, II
		WGK:	2
		TBC:	(D/E)

**Firma Mustermann**  
 Musterstr. 23, 12345 Musterstadt  
 Telefon 0123/45678-00 Telefax 0123/45678-20

**GEFAHR**

Abbildung 11b: Einzelverpackung: Reduziertes Etikett und Gefahrzettel für Toluol

**Toluol UN 1294**  
**Index-Nr. 601-021-00-3**

Gefahrenhinweise:  
 Flüssigkeit und Dampf leicht entzündbar. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen. Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein. Kann bei Einatmen die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition. Verursacht Hautreizungen. Kann Schläfrigkeit und Benommenheit verursachen.

Sicherheitshinweise:  
 Von Hitze, heißen Oberflächen, Funken, offenen Flammen sowie anderen Zündquellenarten fernhalten. Nicht rauchen. Explosionsgeschützte elektrische Anlagen verwenden. Schutzhandschuhe/Schutzkleidung tragen. BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM anrufen. KEIN Erbrechen herbeiführen. An einem gut belüfteten Ort aufbewahren. Behälter dicht verschlossen halten.

Charge-Nr.:	56.4516.41	CAS-Nr.	108-88-3
Brutto:	191,94 kg	EINECS-Nummer	203-625-9
Tara:	18,00 kg	Klassifizierungscode:	F 1
Netto:	200 Liter	ADR/RID/IMDG/IATA:	3, II
		WGK:	2
		TBC:	(D/E)

**Firma Mustermann**  
 Musterstr. 23, 12345 Musterstadt  
 Telefon 0123/45678-00 Telefax 0123/45678-20

**GEFAHR**

Quelle:  
 M 060  
 DGUV Information 213-082  
 Stand: September 2017 (Vollständige Überarbeitung der Ausgabe 4/2014)

# Gefahrgutklassen

Gefahrzettel und Großzettel (Placards) (1)	Gefahreigenschaften (2)	Zusätzliche Hinweise (3)
<p>Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff</p>	Kann eine Reihe von Eigenschaften und Auswirkungen wie Massendetonation, Splitterwirkung, starker Brand/Wärmefluss, Bildung von hellem Licht, Lärm oder Rauch haben. Schlagempfindlich und/oder stoßempfindlich und/oder wärmeempfindlich.	Schutz abseits von Fenstern suchen.
<p>Explosive Stoffe und Gegenstände mit Explosivstoff</p>	Leichte Explosions- und Brandgefahr.	Schutz suchen.
<p>Entzündbare Gase</p>	Brandgefahr. Explosionsgefahr. Kann unter Druck stehen. Erstickungsgefahr. Kann Verbrennungen und/oder Erfrierungen hervorrufen. Umschließungen können unter Hitzeinwirkung bersten.	Schutz suchen. Nicht in tief liegenden Bereichen aufhalten.
<p>Nicht entzündbare, nicht giftige Gase</p>	Erstickungsgefahr. Kann unter Druck stehen. Kann Erfrierungen hervorrufen. Umschließungen können unter Hitzeinwirkung bersten.	Schutz suchen. Nicht in tief liegenden Bereichen aufhalten.
<p>Giftige Gase</p>	Vergiftungsgefahr. Kann unter Druck stehen. Kann Verbrennungen und/oder Erfrierungen hervorrufen. Umschließungen können unter Hitzeinwirkung bersten.	Notfallfluchtmaske verwenden. Schutz suchen. Nicht in tief liegenden Bereichen aufhalten.
<p>Entzündbare flüssige Stoffe</p>	Brandgefahr. Explosionsgefahr. Umschließungen können unter Hitzeinwirkung bersten.	Schutz suchen. Nicht in tief liegenden Bereichen aufhalten.
<p>Entzündbare feste Stoffe, selbstzersetzliche Stoffe, polymerisierende Stoffe und desensibilisierte explosive feste Stoffe</p>	Brandgefahr. Entzündbar oder brennbar, kann sich bei Hitze, Funken oder Flammen entzünden. Kann selbstzersetzliche Stoffe enthalten, die unter Einwirkung von Hitze, bei Kontakt mit anderen Stoffen (wie Säuren, Schwermetallverbindungen oder Aminen), bei Reibung oder Stößen zu exothermer Zersetzung neigen. Dies kann zur Bildung gesundheitsgefährdender und entzündlicher Gase oder Dämpfe oder zur Selbstentzündung führen. Umschließungen können unter Hitzeinwirkung bersten. Explosionsgefahr desensibilisierter explosiver Stoffe bei Erlust des Desensibilisierungsmittels.	
<p>Selbstentzündliche Stoffe</p>	Brandgefahr durch Selbstentzündung bei Beschädigung von Versandstücken oder Austritt von Füllgut. Kann heftig mit Wasser reagieren.	
<p>Wasser entzündbare Gase entwickeln</p>	Bei Kontakt mit Wasser Brand- und Explosionsgefahr.	Ausgetretene Stoffe sollten durch Abdecken trocken gehalten werden.

Gefahrzettel und Großzettel (Placards) (1)	Gefahreigenschaften (2)	Zusätzliche Hinweise (3)
<p>Entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe</p>	Gefahr heftiger Reaktion, Entzündung und Explosion bei Berührung mit brennbaren oder entzündbaren Stoffen.	Vermischen mit entzündbaren oder brennbaren Stoffen (z.B. Sägespäne) vermeiden.
<p>Organische Peroxide</p>	Gefahr exothermer Zersetzung bei erhöhten Temperaturen, bei Kontakt mit anderen Stoffen (wie Säuren, Schwermetallverbindungen oder Aminen), Reibung oder Stößen. Dies kann zur Bildung gesundheitsgefährdender und entzündbarer Gase oder Dämpfe oder zur Selbstentzündung führen.	Vermischen mit entzündbaren oder brennbaren Stoffen (z.B. Sägespäne) vermeiden.
<p>Giftige Stoffe</p>	Gefahr der Vergiftung beim Einatmen, bei Berührung mit der Haut oder bei Einnahme. Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	Notfallfluchtmaske verwenden.
<p>Ansteckungsgefährliche Stoffe</p>	Ansteckungsgefahr. Kann bei Menschen oder Tieren schwere Krankheiten hervorrufen. Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	
<p>Radioaktive Stoffe</p>	Gefahr der Aufnahme und der äußeren Bestrahlung.	Expositionszeit beschränken.
<p>Spaltbare Stoffe</p>	Gefahr nuklearer Kettenreaktion.	
<p>Ätzende Stoffe</p>	Verätzungsgefahr. Kann untereinander, mit Wasser und mit anderen Stoffen heftig reagieren. Ausgetretener Stoff kann ätzende Dämpfe entwickeln. Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	
<p>Stoffe und Gegenstände</p>	Verbrennungsgefahr. Brandgefahr. Explosionsgefahr. Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	

Kennzeichen (1)	Gefahreigenschaften (2)	Zusätzliche Hinweise (3)
<p>Umweltgefährdende Stoffe</p>	Gefahr für Gewässer oder Kanalisation.	
<p>Erwärmte Stoffe</p>	Gefahr von Verbrennungen durch Hitze.	Berührung heißer Teile der Beförderungseinheit und des ausgetretenen Stoffes vermeiden.



# Inhalt

Grundlagen der Klassifizierung

Klasse 8: Gefahrgut vs. GHS

Klasse 4.1: Beispiele von Experimenten

Klasse 4.2: Beispiele von Experimenten

# Klasse 8: ADR vs. GHS-Regelwerk

## ADR (Orange Book):

Tabelle 2.2.8.1.5.3: Zusammenfassende Darstellung der Kriterien des Absatzes 2.2.8.1.5.3

Verpackungsgruppe	Einwirkungszeit	Beobachtungszeitraum	Auswirkungen
I	≤ 3 min	≤ 60 min	irreversible Schädigung des unverletzten Hautgewebes
II	> 3 min ≤ 1 h	≤ 14 Tage	irreversible Schädigung des unverletzten Hautgewebes
III	> 1 h ≤ 4 h	≤ 14 Tage	irreversible Schädigung des unverletzten Hautgewebes
III	–	–	Korrosionsrate auf Stahl- oder Aluminiumoberflächen, die bei einer Prüftemperatur von 55 °C den Wert von 6,25 mm pro Jahr überschreitet, wenn die Stoffe an beiden Werkstoffen geprüft wurden

Verätzungen von Augen sind bei der ADR-Klassifizierung kein Thema!

## GHS (Purple Book):

Neben den Kriterien bezüglich Haut und Stahl- oder Aluminiumoberflächen gibt es zusätzliche Kriterien bezüglich **Schädigung der Augen**




Table 3.3.5: Label elements for serious eye damage/eye irritation \*

	Category 1	Category 2A	Category 2B
<b>Symbol</b>	Corrosion	Exclamation mark	<i>No symbol</i>
<b>Signal word</b>	Danger	Warning	Warning
<b>Hazard statement</b>	Causes serious eye damage	Causes serious eye irritation	Causes eye irritation




\* *Where a chemical is classified as skin Category 1, labelling for serious eye damage/eye irritation may be omitted as this information is already included in the hazard statement for skin Category 1 (Causes severe skin burns and eye damage) (see Chapter 1.4, paragraph 1.4.10.5.3.3).*

# Auszug aus Purple Book

A1.19 Skin corrosion/irritation (see Chapter 3.2 for classification criteria)

Classification			Labelling				GHS hazard statement codes
GHS hazard class	GHS hazard category	UN Model Regulations class or division	GHS pictogram	UN Model Regulations pictogram	GHS signal word	GHS hazard statement	
Skin corrosion/irritation	1 1A, 1B, 1C	8			<b>Danger</b>	Causes severe skin burns and eye damage	H314
	2	<i>Not applicable</i>		<i>Not applicable</i>	<b>Warning</b>	Causes skin irritation	H315
	3	<i>Not applicable</i>	<i>No pictogram</i>	<i>Not applicable</i>	<b>Warning</b>	Causes mild skin irritation	H316






A1.20 Serious eye damage/eye irritation (see Chapter 3.3 for classification criteria)

Classification			Labelling				GHS hazard statement codes
GHS hazard class	GHS hazard category	UN Model Regulations class or division	GHS pictogram	UN Model Regulations pictogram	GHS signal word	GHS hazard statement	
Serious eye damage/eye irritation	1				<b>Danger</b>	Causes serious eye damage	H318
	2/2A	<i>Not applicable</i>		<i>Not applicable</i>	<b>Warning</b>	Causes serious eye irritation	H319
	2B	<i>Not applicable</i>	<i>No pictogram</i>	<i>Not applicable</i>	<b>Warning</b>	Causes eye irritation	H320

# Exkurs: Gemäss GHS klassifizierte Chemikalien

Datenquelle für viele im GHS klassifizierte Substanzen:  
[Datenbank des C&L-Verzeichnisses - ECHA \(europa.eu\)](https://echa.europa.eu)

Seite 1 von 4.155 50 Elemente pro Seite Zeige 1 - 50 von 207.703 Ergebnissen. — Erste Zurück Weiter Letzte —

Name	EC / List no.	CAS no.	Classification	Source
<a href="#">α,α,α-trifluoro-p-toluyl chloride</a>	206-342-9	329-15-7	Skin Corr. 1B 	Notified C&L
<a href="#">N,N-diethyl-m-anisidine</a>	202-134-7	92-18-2	Acute Tox. 4 	Notified C&L
<a href="#">5,9-Anhydro-2,3,4,8-tetraoxo-8-[[3-(2-hydroxy-1-methylpropyl)oxiranyl]methyl]-3-methyl-[2E,8[2S,3S(1S,2S)]]-L-talonon-2-enonic acid</a>	603-145-3	12650-69-0	Skin Sens. 1 	Notified C&L
<a href="#">Benzyl pivalate</a>	218-251-1	2094-69-1	Not Classified	Notified C&L
<a href="#">Tetrasodium 6-amino-4-hydroxy-3-[[7-sulphonato-4-[(4-sulphonatophenyl)azo]-1-naphthyl]azo]naphthalene-2,7-disulphonate</a>	218-326-9	2118-39-0		Notified C&L
<a href="#">Sulfuric acid, mono-C9-11-alkyl esters, sodium salts</a>	282-968-6	84501-49-5	Flam. Sol. 1 Acute Tox. 4 Skin Irrit. 2 Eye Dam. 1 Acute Tox. 4 STOT SE 3 Aquatic Chronic 3  	REACH registration C&L



# Exkurs: Gemäss GHS klassifizierte Chemikalien



EC / List no.	Name	CAS Number
282-968-6	Sulfuric acid, mono-C9-11-alkyl esters, sodium salts	84501-49-5

Notified classification and labelling according to CLP criteria

Classification			Labelling		Specific Concentration limits, M-Factors	Notes	Classification affected by Impurities / Additives	Additional Notified Information	Number of Notifiers	Joint Entries		
Hazard Class and Category Code(s)	Hazard Statement Code(s)	Hazard Statement Code(s)	Supplementary Hazard Statement Code(s)	Pictogram, Signal Word Code(s)								
Flam. Sol. 1	H228	H228										
Acute Tox. 4	H302											
		H302+H332										
Skin Irrit. 2	H315	H315										
Eye Dam. 1	H318	H318		GHS07 GHS05 Dgr			State/Form	4	✓	View details		
Acute Tox. 4	H332											
STOT SE 3	H335 (Respiratory tra...) (inhalation)	H335										
Aquatic Chronic 3	H412	H412										
Acute Tox. 4	H302	H302										
Skin Irrit. 2	H315	H315		GHS07 GHS05 Dgr			State/Form	4	✓	View details		
Eye Dam. 1	H318	H318										
Aquatic Chronic 3	H412	H412										



# Inhalt

Grundlagen der Klassifizierung

Klasse 8: Gefahrgut vs. GHS

Klasse 4.1: Beispiele von Experimenten

Klasse 4.2: Beispiele von Experimenten

# Was gehört zur Klasse 4.1?

- Leicht brennbare feste Stoffe und Gegenstände
- Selbstzersetzliche feste oder flüssige Stoffe
- § Desensibilisierte explosive feste Stoffe
- Mit selbstzersetzlichen Stoffen verwandte Stoffe
- Polymerisierende Stoffe

# Klasse 4.1, Entzündbare Stoffe

## Definition gemäss ADR 2.2.41.1.3:

**Entzündbare feste Stoffe** sind leicht brennbare feste Stoffe und feste Stoffe, die **durch Reibung in Brand** geraten können.

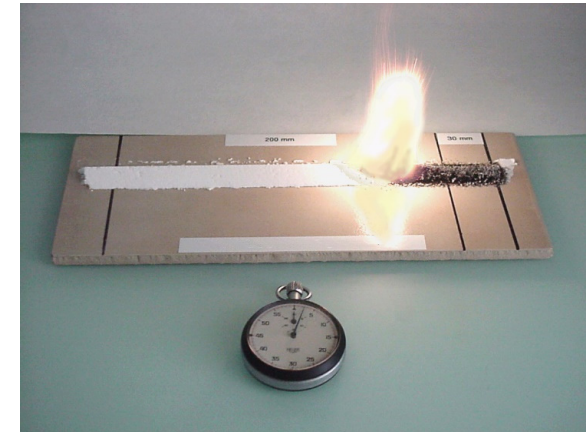
**Leicht brennbare feste Stoffe** sind pulverförmige, körnige oder pastöse Stoffe, die gefährlich sind, wenn sie durch einen **kurzen Kontakt mit einer Zündquelle** wie einem brennenden Zündholz leicht entzündet werden können und sich die Flammen schnell ausbreiten. Die Gefahr kann dabei nicht nur vom Feuer, sondern auch von giftigen Verbrennungsprodukten ausgehen. Metallpulver sind wegen der Schwierigkeit beim Löschen eines Feuers besonders gefährlich, da normale Löschmittel wie Kohlendioxid oder Wasser die Gefahr vergrößern können.

→ Tests gemäss Handbuch Prüfungen und Kriterien Teil III Unterabschnitt 33.2

**ADR 2.2.41.1.4:** «Hierbei müssen auch Erfahrungen berücksichtigt werden, wenn sie zu einer strengeren Einstufung führen»

# Abbrandrinne

Stoffe die in Form einer Schüttung (2cm breit, 1cm hoch, 25cm lang) mit einer Geschwindigkeit von mehr als 0.22cm/sec abbrennen.



# Klasse 4.1, Selbstzersetzliche Stoffe

## Definition gemäss ADR 2.2.41.1.9:

Für Zwecke des ADR sind selbstzersetzliche Stoffe thermisch instabile Stoffe, die sich auch ohne Beteiligung von Sauerstoff (Luft) stark exotherm zersetzen können. Stoffe gelten nicht als selbstzersetzliche Stoffe der Klasse 4.1, wenn

- a) sie explosive Stoffe gemäß den Kriterien der Klasse 1 sind;
- b) sie entzündend (oxidierend) wirkende Stoffe gemäß dem Klassifizierungsverfahren der Klasse 5.1 sind (siehe Unterabschnitt 2.2.51.1), ausgenommen Gemische entzündend (oxidierend) wirkender Stoffe, die mindestens 5 % brennbare organische Stoffe enthalten und die dem in Bem. 2 festgelegten Klassifizierungsverfahren zu unterziehen sind;
- c) sie organische Peroxide gemäß den Kriterien der Klasse 5.2 sind (siehe Unterabschnitt 2.2.52.1);
- d) ihre Zersetzungswärme geringer als 300 J/g ist oder
- e) ihre Temperatur der selbstbeschleunigenden Zersetzung (SADT) (siehe Bem. 3) bei einem Versandstück von 50 kg höher als 75 °C ist.

# Klasse 4.1, Selbstzersetzliche Stoffe: Mögliche Erkennungsmerkmale

## Auszug aus ADR 2.2.41.1.10:

«Selbstzersetzliche Stoffe sind **zum Beispiel bestimmte Verbindungen** der unten angegebenen Typen:

- aliphatische Azoverbindungen (-C-N=N-C-)
- organische Azide (-C-N<sub>3</sub>)
- Diazoniumsalze (-CN<sub>2</sub> +Z<sup>-</sup>)
- N-Nitrosoverbindungen (-N-N=O)
- aromatische Sulfonylhydrazide (-SO<sub>2</sub>-NH-NH<sub>2</sub>)

Diese **Aufzählung ist unvollständig**, Stoffe mit anderen reaktiven Gruppen und bestimmte Stoffgemische können ähnliche Eigenschaften haben.»

## Prüfungen nicht erforderlich, wenn:

**Keine "reaktiven" Gruppen**, wie z.B. die folgenden vorhanden sind:

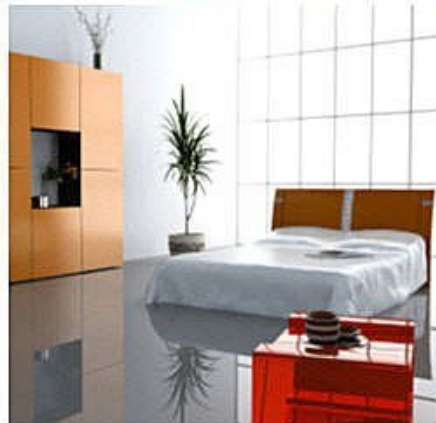
-C≡C-; ≧C-NO<sub>2</sub>; >N-N=O; -N<sub>3</sub>

## Klasse 4.1: Schritte zur Erkennung von selbstzersetzlichen Stoffen

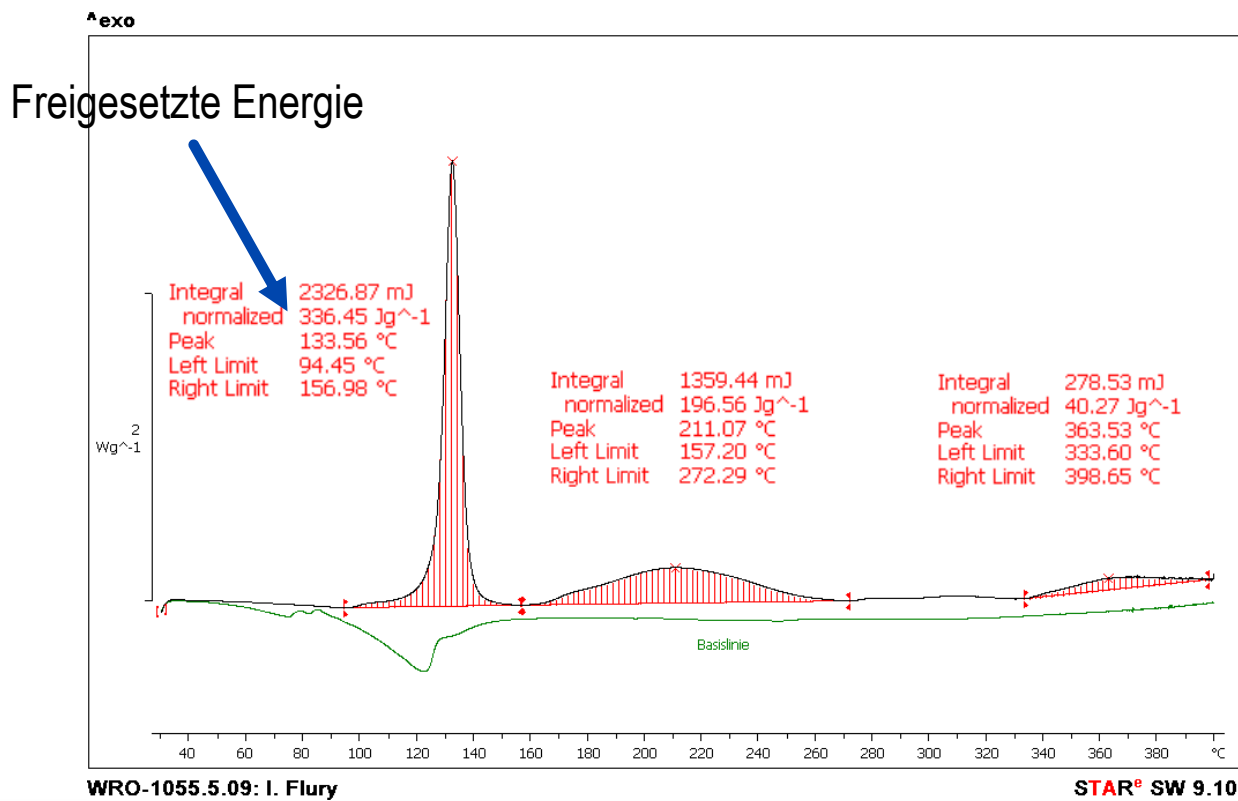
1. Anhand der chemischen Struktur die Eigenschaften abschätzen (Erfordert Fachwissen)
2. Durchführung einer Messung (z.B. DSC „Differential Scanning Calorimetrie“; dt. „dynamische Differenzkalorimetrie“)
3. Bestimmung der SADT („Self-Accelerated Decomposition Temperature“; „Selbst beschleunigende Zersetzungstemperatur“)

# Beispiel für Klasse 4.1 (Selbstzersetzliche Stoffe)

Härter für Verwendung mit  
Zweikomponenten-  
Epoxidharzen



# Klasse 4.1: DSC Screening



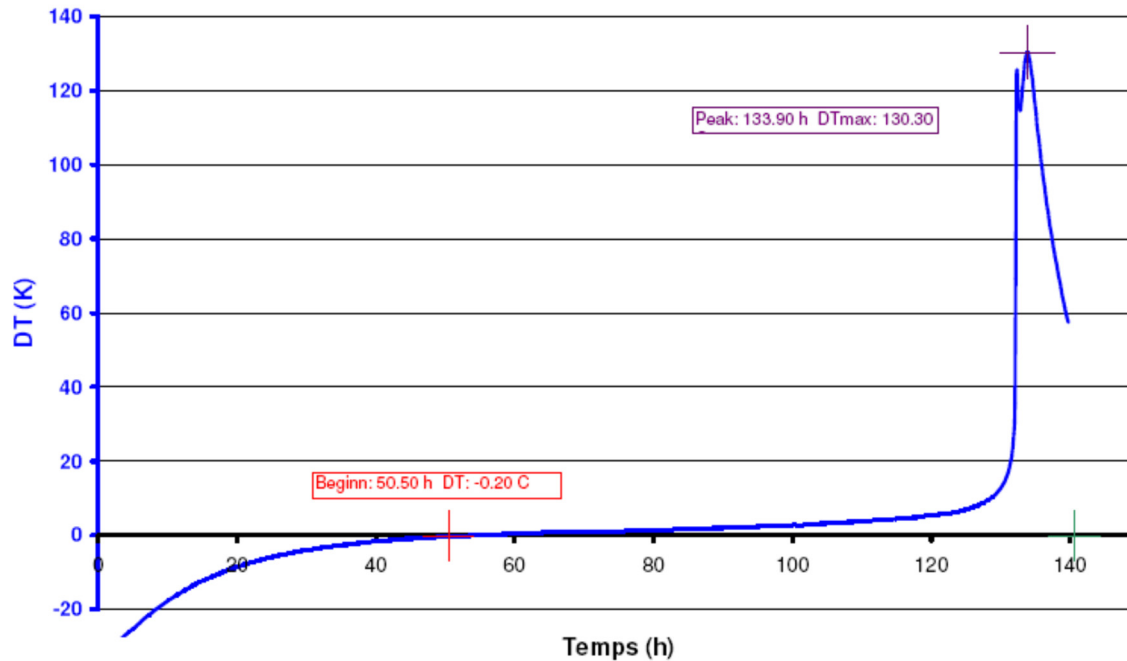
## Zersetzungsenergie für Klasse 4.1

$\Delta H \geq 500 \text{ kJ/kg}$  (für explosivstoffe)

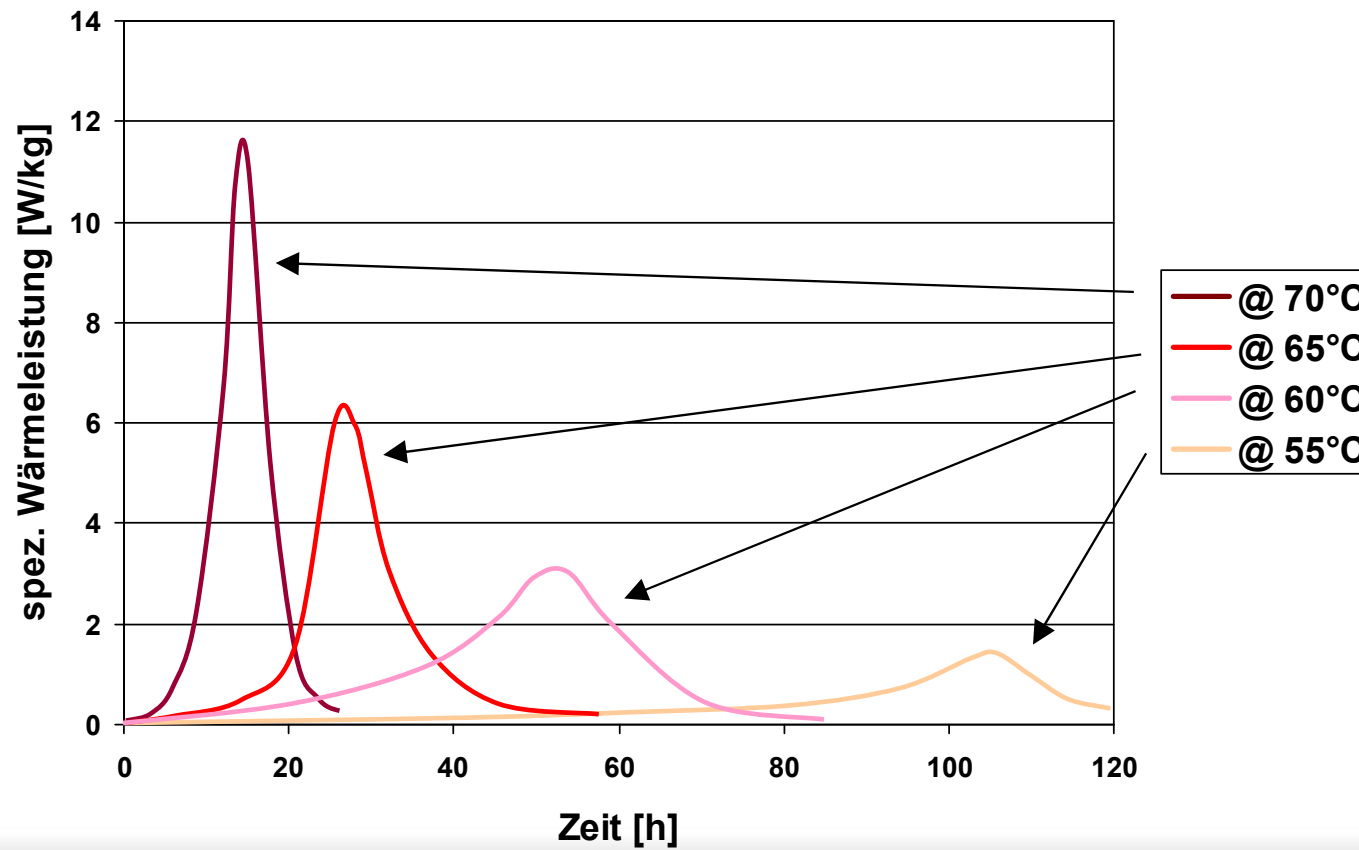
$\Delta H \geq 300 \text{ kJ/kg}$  (für selbstzersetzliche Stoffe)

# Klasse 4.1: Bestimmung der SADT

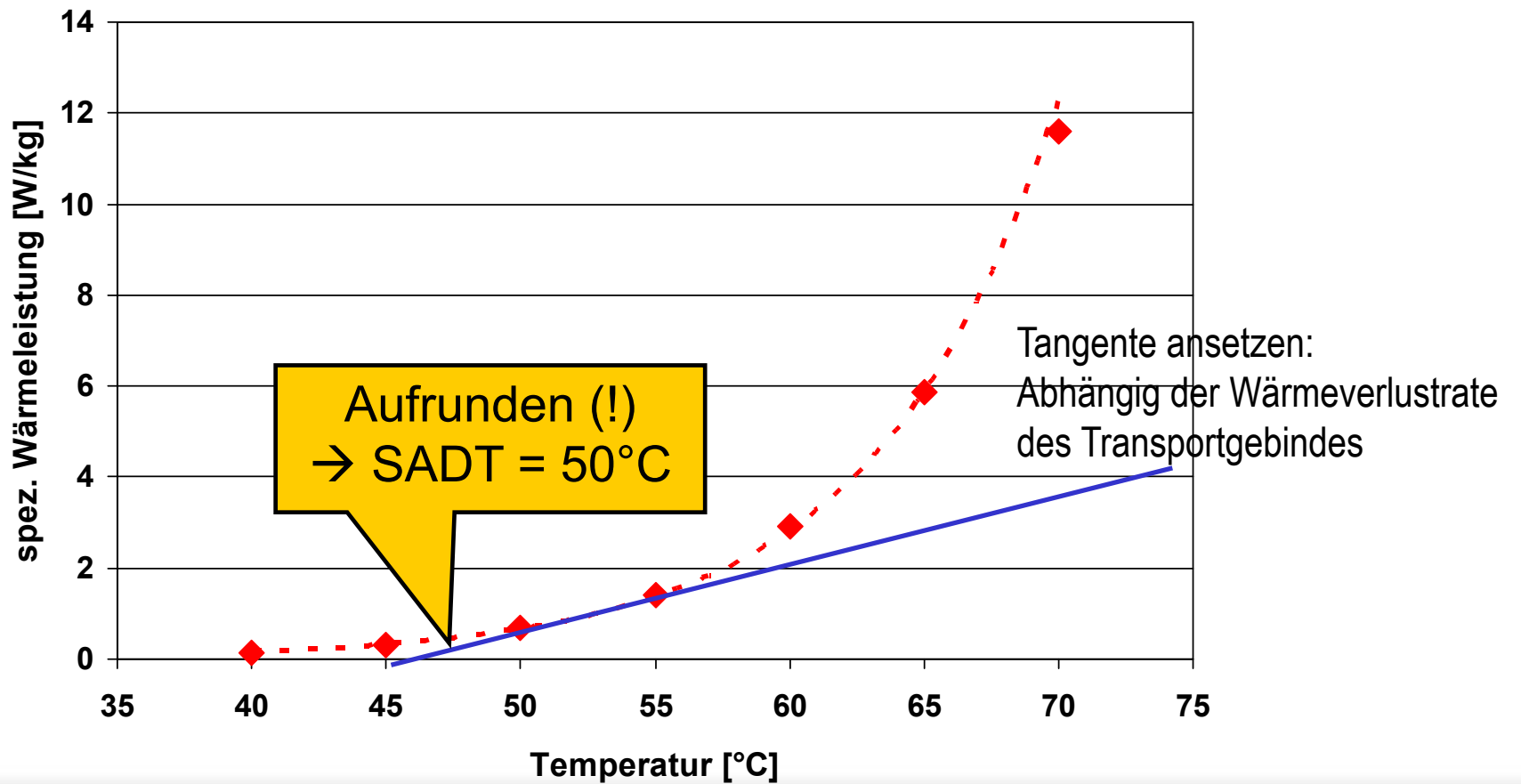
- Isoperiboler Test bei 50°C im Dewargefäß (Testdauer: bis 7 Tage)  
(*Isoperibol: Temperatur bleibt konstant*)



# Klasse 4.1: Bestimmung der SADT



# Klasse 4.1: Bestimmung der SADT mittels 7 Messungen





# Inhalt

Grundlagen der Klassifizierung

Klasse 8: Gefahrgut vs. GHS

Klasse 4.1: Beispiele von Experimenten

Klasse 4.2: Beispiele von Experimenten

# Was gehört zur Klasse 4.2?

- Pyrophore Stoffe
- Selbsterhitzungsfähige Stoffe

## Klasse 4.2: Selbstentzündliche Stoffe

- Auszug aus 2.2.42.1.5

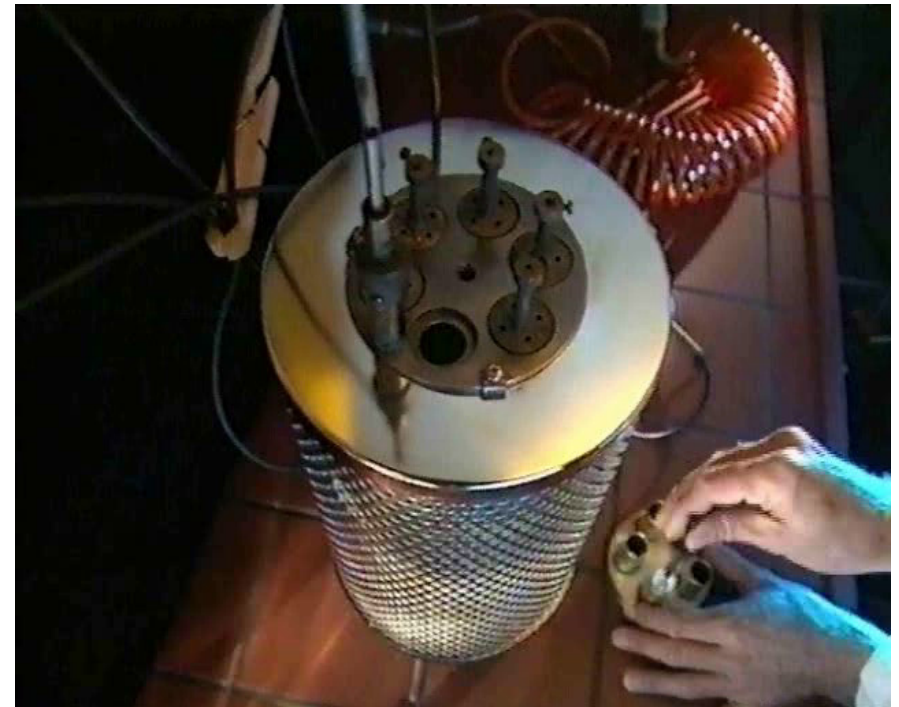
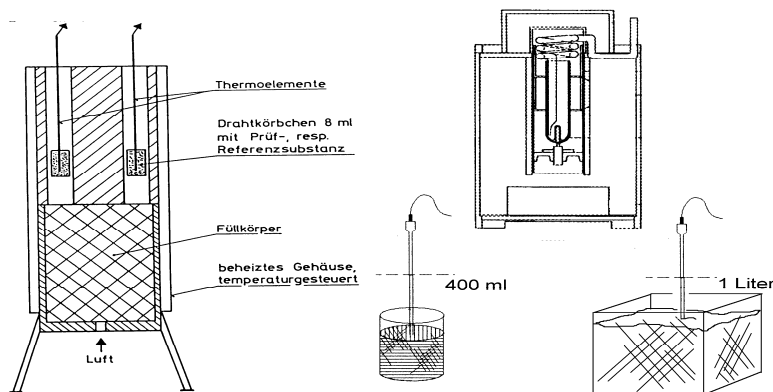
Wenn nicht namentlich genannte Stoffe oder Gegenstände auf Grund der Prüfverfahren gemäß Handbuch Prüfungen und Kriterien Teil III Unterabschnitt 33.4 einer der in Unterabschnitt 2.2.42.3 aufgeführten Eintragungen zugeordnet werden, gelten folgende Kriterien:

- a) selbstentzündliche (pyrophore) feste Stoffe sind der Klasse 4.2 zuzuordnen, wenn sie sich beim Fall aus 1 m Höhe oder innerhalb von fünf Minuten danach entzünden;
- b) selbstentzündliche (pyrophore) flüssige Stoffe sind der Klasse 4.2 zuzuordnen, (i) wenn sie, aufgetragen auf ein inertes Trägermaterial, sich innerhalb von fünf Minuten entzünden oder (ii) wenn sie bei negativem Ergebnis der Prüfung nach (i), aufgetragen auf ein eingerissenes trockenes Filterpapier (Whatman-Filter Nr. 3), dieses innerhalb von 5 Minuten entzünden oder verkohlen;
- c) Stoffe, bei denen in einer kubischen Probe von 10 cm Kantenlänge bei 140 °C Versuchstemperatur innerhalb von 24 Stunden eine Selbstentzündung oder ein Temperaturanstieg auf über 200 °C eintritt, sind der Klasse 4.2 zuzuordnen. Dieses Kriterium basiert auf der Selbstentzündungstemperatur von Holzkohle, die 50 °C für eine kubische Probe von 27 m<sup>3</sup> beträgt. Stoffe mit einer Selbstentzündungstemperatur von mehr als 50 °C für ein Volumen von 27 m<sup>3</sup> sind nicht der Klasse 4.2 zuzuordnen.

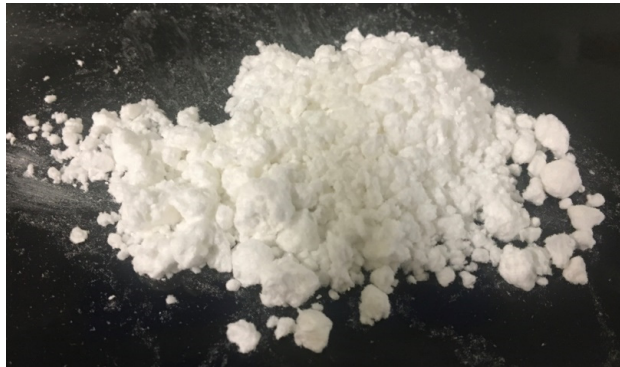
# Klasse 4.2: Selbstentzündungstemperatur in Luft (Selbsterhitzende Stoffe, nicht pyrophore)

Grewer-Ofen:

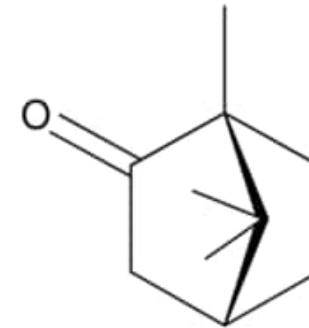
- Screening-Test zur Feststellung, ob und bei welcher Temperatur ein gelagertes Schüttgut oxidiert und sich selbst entzündet
- Die Selbstentzündungstemperatur in Luft ist maßstabsabhängig!



# Gefahrgut?



Ja!



D-Campher

Substanz sublimiert!  
(Dieser Feststoff geht direkt in die Gasphase über)

Untere Explosionsgrenze:  
0,6 Vol.-%  
ca. 38 g/m<sup>3</sup>

Obere Explosionsgrenze:  
ca. 4,5 Vol.-%  
ca. 280 g/m<sup>3</sup>

gemäß Tabelle 1.10.3.1.2	§ 35b GG/SEB	UN-Nummer	Benennung und Beschreibung	Klasse	Klassifizierungscode	Verpackungsgruppe	Gefahrzeitel	Sondervorschriften	Begrenzte und freigestellte Mengen	
G.		(1)	(2)	(3a)	(3b)	(4)	(5)	(6)	(7a)	(7b)
•		2717	CAMPHER, synthetisch	4.1	F1	III	4.1		5 kg	E1

# Fazit

- Vom Produkt ausgehende Gefährdungen bleiben bei oberflächlicher Betrachtung oft verborgen.
  - Die Klassifizierung ist die Grundlage für geeignete Verpackungen und Transportbedingungen.
  - Die Systeme von UN «Purple Book» und «Orange Book» haben trotz einigen Parallelen signifikante Unterschiede.
  - Die Klassifizierung von Gefahrgütern kann aufwändig sein.
  - Die Klassifizierung erfordert Fachwissen und geeignete Methodiken. Kennen Sie Ihre Grenzen?  
Zögern Sie nicht bei Bedarf externe Unterstützung anzufordern. Es ist in Ihrem Interesse!
- ➔ Eine seriöse Klassifizierung hilft schwerwiegende Zwischenfälle während des Transports zu verhindern.

Danke für Ihre Aufmerksamkeit



## TÜV SÜD Process Safety

Mattenstrasse, 22  
CH-4002 Basel

Phone: +41 (0)58 517 80 20

Fax: +41 (0)58 517 80 21

Email: [info.bs@tuev-sued.ch](mailto:info.bs@tuev-sued.ch)



Process Safety

**All rights are reserved** by TÜV SÜD Schweiz AG, and content may not be reproduced, disseminated, published, or transferred in any form or by any means, unless you received an explicit agreement from TÜV SÜD Schweiz AG.