

## Gefahren in Chlorgasanlagen

### Restdrucksicherung

DGUV Sachgebiet Bäder  
Fachgespräch „Badespaß mit Sicherheit – Profis schützen sich“  
15. – 16.11.2023 Bad Hersfeld

Dipl.-Ing. Franz Stefan Schlageter  
stefan.schlageter@bgw-online.de



Pressemeldung bei Chlorgasausbruch

 **Gefahren in Chlorgasanlagen**



**CHLORGAS-ALARM IN BERGNEUSTADT: FREIBAD EVAKUIERT**  
Sprecher: Stadtbrandinspektor **Michael Stricker (09.06.2023)**

Dipl. Ing. Franz Stefan Schlageter

Ein Chlorgasausbruch sorgt für Aufmerksamkeit.

Die Feuerwehr kommt, misst die Gaskonzentration und lüftet

Im Einsatzplan ist der Einsatz von Schutzanzügen und Dekontamination vorgesehen.

Die Ursache des Ausbruchs wird in den seltensten Fällen untersucht bzw. erkannt.

Beispiel: Chlorgasalarm in Bergneustadt

[https://www.youtube.com/watch?v=\\_LXaS\\_\\_Z4JA&t=37s](https://www.youtube.com/watch?v=_LXaS__Z4JA&t=37s)

## Potentielle Gefahr

DGUV Gefahren in Chlorgasanlagen

Potentielle Gefahr der **Chlorgasfreisetzung**

abhängig von

- **Volumen** und
- **Druck** des Gases

CHLORGA... ALARM IN DER KURORTSTADT... FREIBAD... EVAKUIERT  
Sprecher: Stadtbrandinspektor **Michael Stricker** (09.06.2023)

0:01 / 3:30

Dipl. Ing. Franz Stefan Schlageter

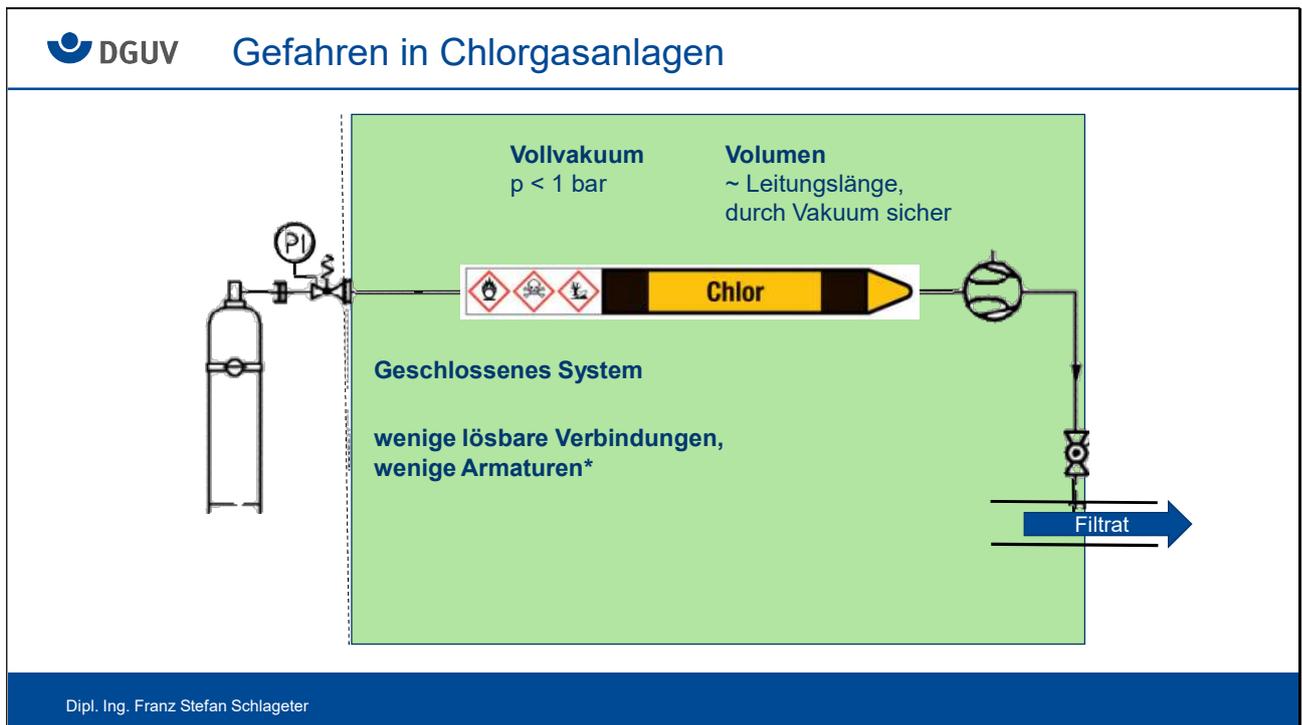
Die potentielle Gefahr einer Chlorgasfreisetzung ist abhängig

- vom eröffneten **Volumen** und
- vom **Druck** des Gases.

Ein vorhandenes Atemgift in geschlossenen Systemen stellt eine potentielle Gefahr dar.

Erst bei Freisetzung von Gas entsteht eine Gefährdung für den Menschen.

## Chlorgasdosieranlage in Betrieb



Durch die Chlorgasleitung außerhalb des Chlorgasraumes wird Chlorgas im Unterdruck zur Impfstelle geleitet. Die Leitung wird in Vollvakuumanlagen<sup>1)</sup> mit einem

- **Druck**  $< 1$  bar betrieben.
- Das **Volumen** ist abhängig von der Leitungslänge.

Im Betrieb fachgerecht installierter Chlorgasanlagen besteht **kein Risiko** einer Chlorgasfreisetzung.

Im Fehlerfall (Undichtigkeit) wirkt das Vakuum, Luft wird eingesaugt, das Vakuumregelventil schließt, die Chlorgasversorgung wird unterbrochen.

Im Fehlerfall besteht **ein geringes Risiko** einer Chlorgasfreisetzung.

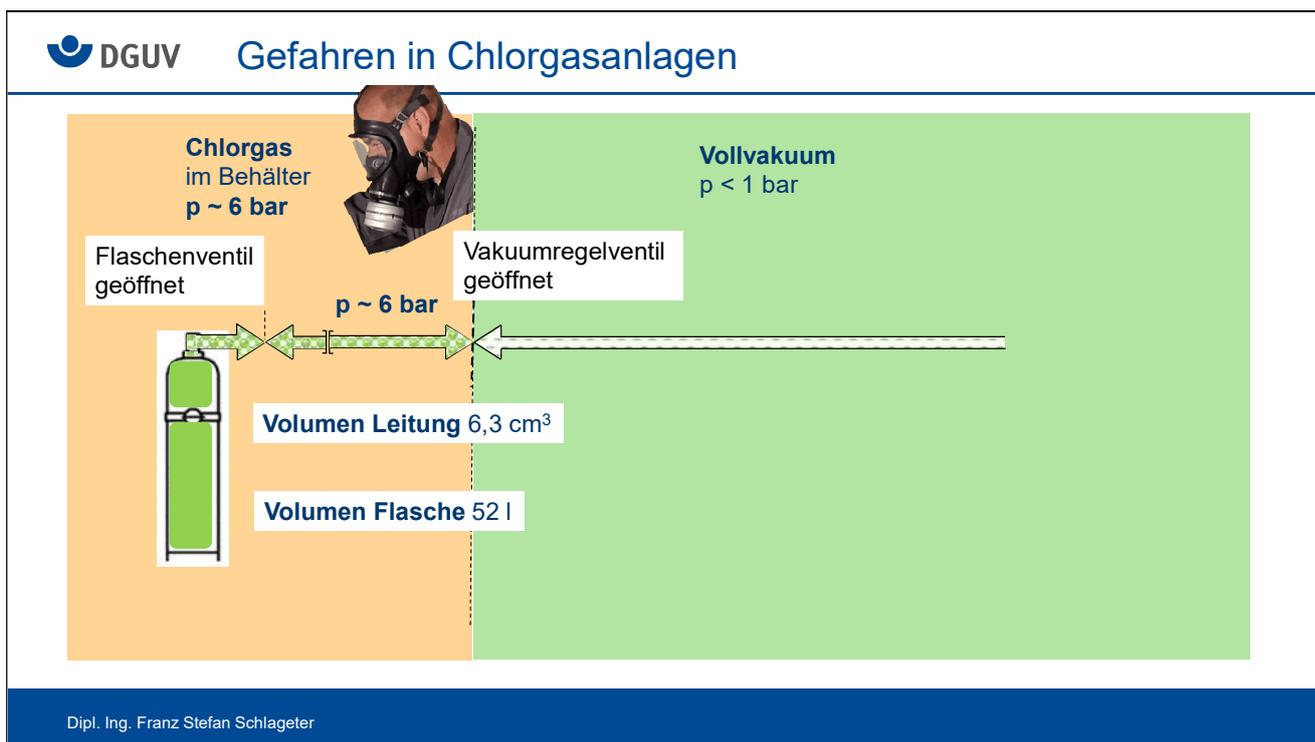
Hinweise:

Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass Apparaturen und **Rohrleitungen so gekennzeichnet** sind, dass mindestens die enthaltenen Gefahrstoffe sowie die davon ausgehenden Gefahren eindeutig identifizierbar sind. (§ 8 (2) Nr. 3 GefStoffV)

Für Rohrleitungen sind **möglichst wenige lösbare Verbindungen** zu verwenden. (TRGS 746 4.4.1 (12))

<sup>1)</sup> 2013 / 2018: TRGS 460 **PRAXISBEISPIELE** zur TRGS 460 „Vorgehensweise zur Ermittlung des Standes der Technik“

Risiko beim Anschluss einer Chlorgasflasche



Im Chlorgasraum wird die Chlorgasversorgung durch mehrere Chlorgasbehälter, die parallel an die Chlorgassammelleitung angeschlossen sind, gewährleistet.

Jeder Chlorgasbehälter ist durch das Behälterventil verschlossen.

Der Anschluss an die Chlorgasanlage erfolgt über die Anschlussleitung des Vakuumregelventils, das über eine lösbare Verschraubung an die Chlorgasflasche angeschlossen wird.

	Druck [bar]	Volumen [l]	Chlorgas [kg]	pot. Gefahr
Flasche	6,7	52	65	extrem hoch
Anschluss	0	0,0063	0	keine

Beim Anschluss des Behälters ist das Ventil des Chlorgasbehälters geschlossen und die Anschlussleitung entspannt. Es besteht trotz der potentiellen Gefahr durch die Gasfüllung im Chlorgasbehälter keine Gefährdung für den Beschäftigten.

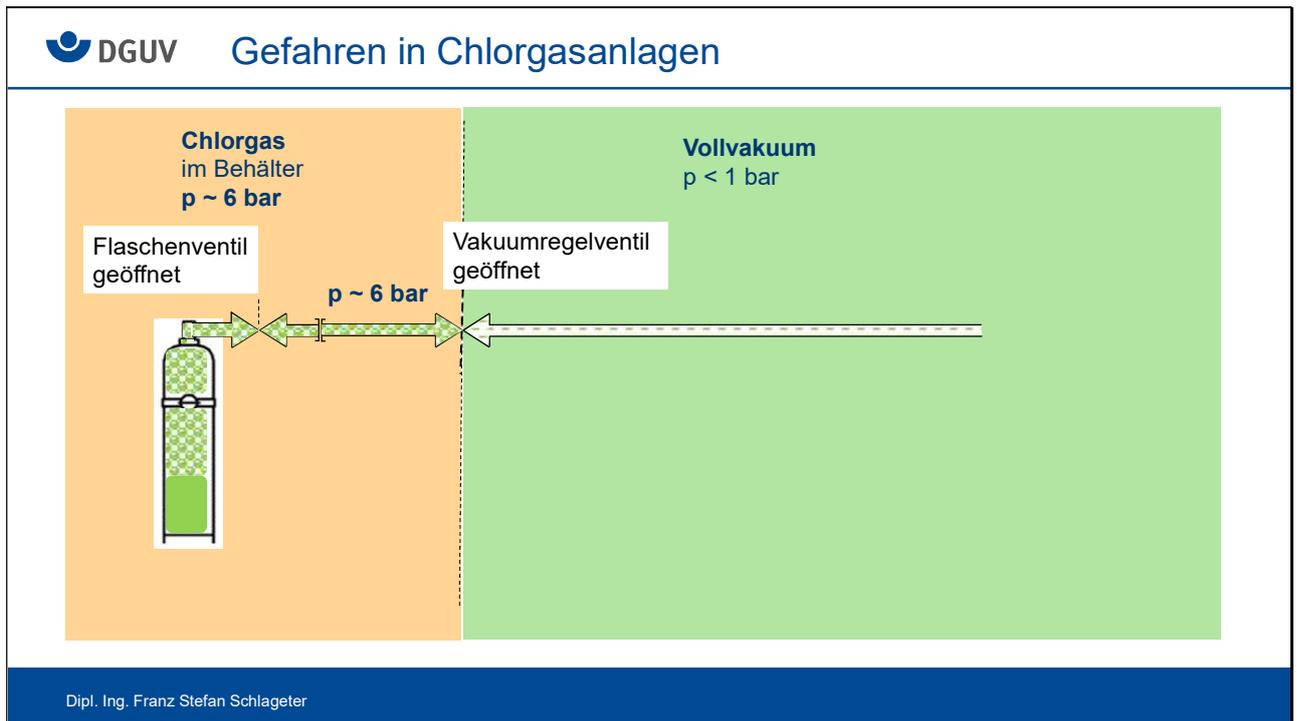
Fehlerfall:

Die Gefahr durch Chlorgasfreisetzung aus dem Behälter wird zur Gefährdung, wenn

- Das **Behälterventil defekt** ist
- Das **Behälterventil (versehentlich) geöffnet** wird bevor der Behälter angeschlossen ist.

Atemschutzmaske und Leckagetest mit Ammoniakdampf während des Flaschenwechsels begrenzen das Risiko auf ein vertretbares Maß.

Risiko bei Betrieb der Chlorgasanlage



Es wird Chlorgas aus den Druckbehältern entnommen, bei konstantem Druck geht die Flüssigphase in den gasförmigen Zustand über, der Füllstand sinkt. Der Vakuumregler gibt als Druckminderer Chlorgas an die Sammelleitung ab.

Es besteht eine potentielle Gefahr durch Gas in Behältern, Anschlüssen und Leitungen.

	Druck [bar]	Volumen [l]	Chlorgas [kg]	pot. Gefahr
Flasche	6,7	52	$\leq 65$	extrem hoch
Anschluss	6,7	0,0063	0,00012239	sehr hoch

Im Betrieb besteht keine Gefährdung. Das gesamte System ist geschlossen.

Fehlerfall:

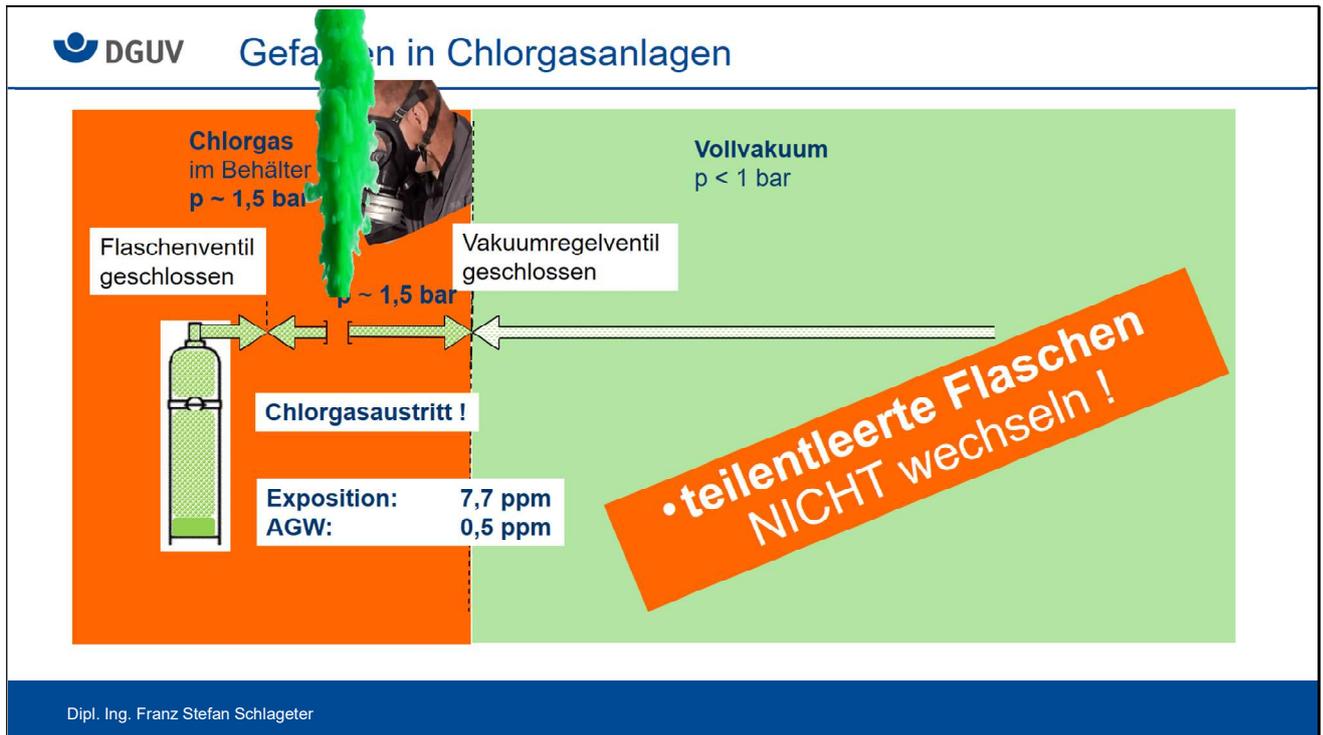
Die Gefahr durch Chlorgasfreisetzung aus dem Behälter wird zur Gefährdung, wenn

- eine **Undichtigkeit** entsteht

Im Fehlerfall (Undichtigkeit) tritt Chlorgas in den Chlorgasraum aus.

Es entsteht keine Gefährdung solange sich keine Person im Raum aufhält oder das austretende Chlorgas aus dem Chlorgasraum entweicht.

Risiko beim Behälterwechsel im Überdruck



Der Chlorgasbehälter leert sich, der Mitarbeiter liest einen Druck von 1,5 bar ab und entschließt sich für einen Flaschenwechsel.

	Druck [bar]	Volumen [l]	Chlorgas [kg]	pot. Gefahr
Flasche	1,5	52	< 65	extrem hoch
Anschluss	1,5	0,0063	0,00002740	sehr hoch

Beim Öffnen der Verschraubung tritt durch den Überdruck in der Anschlussleitung Chlorgas aus.

Durch ein zeitversetztes Schließen des Vakuumreglers nach dem Schließen des Behälterventils kann die Gasmenge in der Anschlussleitung vermindert werden. Diese organisatorische Maßnahme ist begrenzt wirksam.

**Der Flaschenwechsel im Überdruck stellt eine hohe Gefährdung dar.**

Fehlerfall:

Die Gefahr durch Chlorgasfreisetzung aus dem Behälter wird zur Gefährdung, wenn

- das **Behälterventil defekt** ist oder
- das **Behälterventil (versehentlich) geöffnet bleibt**  
 (Häufiger Fehler: Schließen des Flaschenventils der Nachbarflasche)
- eine Undichtigkeit besteht

Risiko beim Behälterwechsel im Unterdruck

The diagram illustrates the process of emptying a chlorine gas cylinder into a vacuum. On the left, a chlorine gas cylinder is shown with its valve closed. A hose connects it to a vacuum chamber on the right. The vacuum chamber is labeled 'Vollvakuum p < 1 bar' and has its vacuum control valve closed. A worker wearing a respirator is shown monitoring the pressure, which is indicated as 'p < 1,0 bar'. The diagram notes that there is 'kein Chlorgasaustritt.' (no chlorine gas release) and 'keine Exposition.' (no exposure). A large green box contains the text: 'Der Wechsel vollständig entleerter Flaschen ist sicher.' (The replacement of completely emptied cylinders is safe).

Dipl. Ing. Franz Stefan Schlageter

Der Chlorgasbehälter leert sich, der Mitarbeiter liest einen Druck von < 1 bar ab und entschließt sich für einen Flaschenwechsel.

Durch den Unterdruck wird die potentielle Gefahr gesenkt.

	Druck [bar]	Volumen [l]	Chlorgas [kg]	pot. Gefahr
Flasche	0,8	52	< 65	sehr hoch
Anschluss	0,8	0,0063	0,00001461	hoch

Bei einem Druck von < 1 bar ist die Anschlussleitung entspannt.

Durch den Unterdruck tritt kein Chlorgas aus, es wird Luft in die Anschlussleitung eintreten.

Der Beschäftigte ist beim Öffnen der Verschraubung einer **geringen Gefährdung** ausgesetzt. Ein Entleeren des Druckgasbehälters in den Unterdruck ist wesentliche Voraussetzung zur Begrenzung der Gefährdung. Der Behälterwechsel muss unmittelbar nach dem Schließen des Behälterventils erfolgen.

**Der Flaschenwechsel im Unterdruck erfüllt das Minimierungsgebot aus § 7 (4) GefStoffV.**

Nach dem Schließen des Behälterventils ist ein Druckanstieg im Behälter durch Nachverdampfung von restlichen Chlormengen nicht auszuschließen.

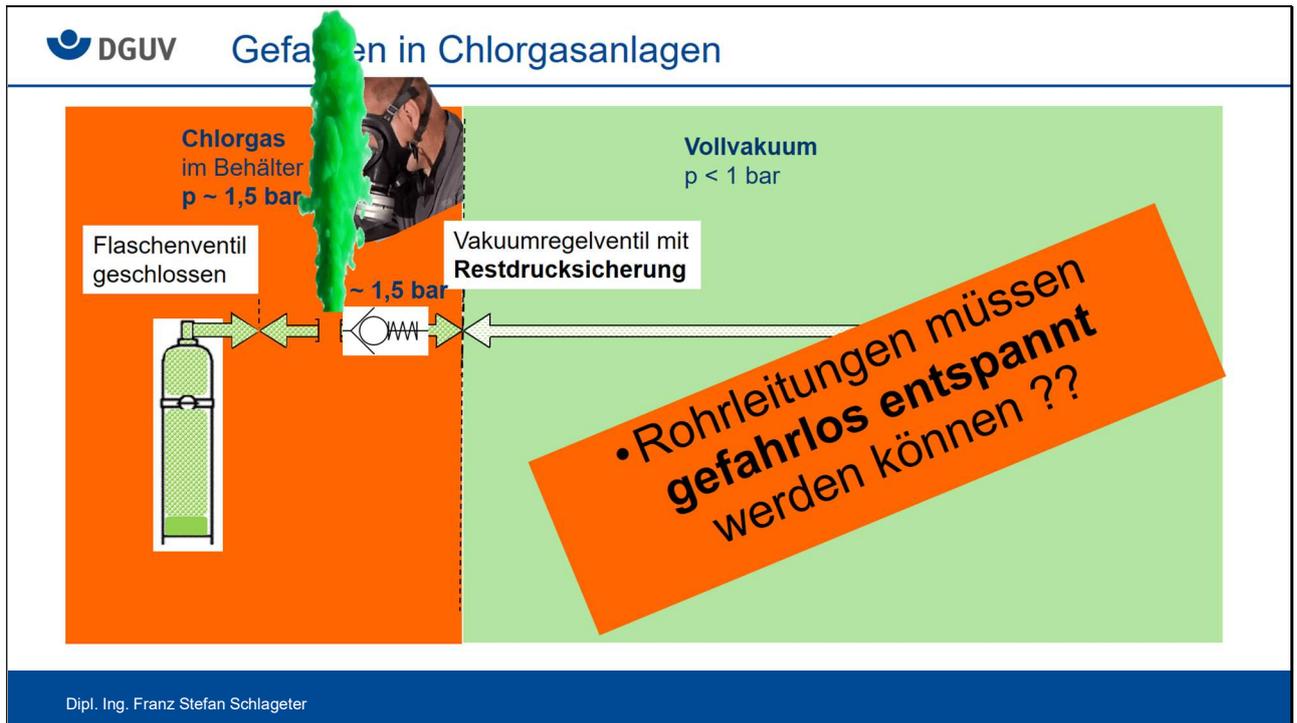
Fehlerfall:

Die Gefahr durch Chlorgasfreisetzung aus dem Behälter wird zur Gefährdung, wenn

- das **Behälterventil defekt** ist oder
- das **Behälterventil (versehentlich) geöffnet bleibt**  
(Häufiger Fehler: Schließen des Flaschenventils der Nachbarflasche)
- eine Undichtigkeit besteht

Ist der Behälter vollständig entleert (p < 1 bar) tritt im Fehlerfall kein Chlorgas aus, es wird Luft in den Chlorgasbehälter eintreten. **Die Gefährdung ist mäßig.**

Risiko beim Behälterwechsel bei Anlagen mit Restdrucksicherung



Dipl. Ing. Franz Stefan Schlageter

Die sog. Restdrucksicherung besteht aus einem zusätzlichen Ventil in der Anschlussleitung bzw. integriert im Vakuumentil. Es schließt, wenn der Schließdruck unterschritten wird. Schließdrücke von 1,5 bar bis 2 bar sind üblich.

Durch die Restdrucksicherung ist eine fortgesetzte Entnahme von Chlorgas aus dem Behälter nicht mehr möglich. Der Behälter kann nicht entleert werden.

Der **Druck** in der Anschlussleitung entspricht dem Schließdruck der Restdrucksicherung und beträgt mehr als 1 bar.

Die potentielle Gefahr eines Chlorgasaustritts entspricht der Gefahr beim Wechsel eines teilentleerten Behälters im Überdruck.

	Druck [bar]	Volumen [l]	Chlorgas [kg]	pot. Gefahr
Flasche	1,5	52	< 65	extrem hoch
Anschluss	1,5	0,0063	0,00002740	Sehr hoch

**Die Anschlussleitung kann nicht entspannt werden. Der Beschäftigte ist beim Öffnen der Verschraubung einer hohen Gefährdung durch austretendes Chlorgas ausgesetzt.**

Die Gefährdung wäre durch das Entspannen der Anschlussleitung vermeidbar.

**Der Flaschenwechsel im Überdruck verstößt gegen das Minimierungsgebot des § 7 (4) GefStoffV.**

Fehlerfall:

Die Gefahr durch Chlorgasfreisetzung aus dem Behälter wird zur Gefährdung, wenn

- das **Behälterventil defekt** ist oder
- das **Behälterventil (versehentlich) geöffnet bleibt**  
 (Häufiger Fehler: Schließen des Flaschenventils der Nachbarflasche)
- eine Undichtigkeit besteht

## Abwägung des Schutzgutes

The slide features the DGUV logo and the title 'Abwägung des Schutzgutes'. It contains two images: a lifeguard in a red shirt with 'LIFEGUARD' and a white cross on the back, and a yellow chlorine gas cylinder. A wooden seesaw is positioned between them, with the lifeguard side being higher and the gas cylinder side being lower. An orange banner on the left side of the seesaw contains the text: '• Restdrucksicherung widerspricht der Arbeitssicherheit !!'. At the bottom of the slide, the name 'Dipl. Ing. Franz Stefan Schlageter' is written.

## Schutz des Chlorgasbehälters

Die Restdrucksicherung wird in der DIN 19606 als **optionaler Bestandteil** einer Chlorgasdosieranlage zur Wasseraufbereitung aufgeführt.

*DIN 19606:2020-01*

### *4.3.3 Restdrucksicherung (Option)*

*„Die Sicherung eines Überdruckes größer 1 bar<sub>abs</sub> im Chlorgasbehälter kann durch organisatorische oder technische Maßnahmen (Restdrucksicherung) das Eindringen von Fremdstoffen (z. B. feuchte Luft) verhindern (gemäß TRGS 745).“*

Die Restdrucksicherung wurde zur Erfüllung einer Anforderung der TRGS 745 aufgenommen.

*TRBS 3145/TRGS 745 Ortsbewegliche Druckgasbehälter – Füllen, Bereithalten, innerbetriebliche Beförderung, Entleeren*

### *4.5 Entleeren von ortsbeweglichen Druckgasbehältern*

*4.5.1 “(5) Druckgasbehälter dürfen nur so entleert werden, dass ein Rückströmen von Fremdstoffen in die Druckgasbehälter verhindert wird.“*

**In geschlossenen Chlorgasdosieranlagen wird das Rückströmen von Fremdstoffen im Betrieb auch ohne eine Restdrucksicherung sicher verhindert. Die Anforderung der TRGS 745 ist bereits ohne weitere Maßnahmen erfüllt.**

Beim Behälterwechsel wird das Eindringen von Fremdstoffen aus der Umgebung nach dem Öffnen der Anschlussleitung durch das Schließen des Behälterventils verhindert.

Nur im Fehlerfall (defektes oder nicht geschlossenes Behälterventil) kann Umgebungsluft eindringen. Es kann jedoch keine Feuchtigkeit erreicht werden, die nennenswerte Korrosion in einem Druckgasbehälter verursachen kann.

Der Einsatz einer Restdrucksicherung führt zu keiner signifikanten Verbesserung.

## Schutz des Lebens und der Gesundheit der Beschäftigten

Gemäß Gefahrstoffverordnung ist die Gefährdung der Beschäftigten auszuschließen.

### § 7 (4) GefStoffV

*Der Arbeitgeber hat Gefährdungen der Gesundheit und der Sicherheit der Beschäftigten bei Tätigkeiten mit Gefahrstoffen auszuschließen. Ist dies nicht möglich, hat er sie auf ein Minimum zu reduzieren.*

Das Risiko einer Chlorgasexposition ist maßgeblich abhängig vom Druck des Gases in der zu öffnenden Leitung. Dieser kann durch die Entleerung des Behälters in den Unterdruck auf ein Minimum reduziert werden.

### **Beim Behälterwechsel im Unterdruck ist die gesetzliche Anforderung erfüllt.**

Ein Behälterwechsel im Überdruck ist nur im Ausnahmefall (Saisonende) und unter Entspannung der Anschlussleitung über den Vakuumregler nach dem Schließen des Behälterventils hinreichend sicher.

Eine Restdrucksicherung verhindert das Entspannen der Anschlussleitung.

**Da eine Senkung des Druckes und damit eine Senkung der Gefährdung möglich wäre, stellt der Einsatz einer Restdrucksicherung einen Verstoß gegen § 7 (4) GefStoffV dar.**

Fachbereich aktuell FBWoGes-004

 <b>Gefahren in Chlorgasanlagen</b>	
 Sicher. Gesund. Miteinander.	 Fachbereich Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege
<b>Fachbereich AKTUELL</b> <span style="float: right;">FBWoGes-004</span>	
<b>Die Gefahr eines Chlorgasaustrittes bei einem Flaschenwechsel in Bäderbetrieben</b>	
Sachgebiet Bäder Stand: 11.10.2023	
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	
1	<b>Einleitung</b> ..... 1
2	<b>Chlorgasanlage in Vollvakuumtechnik</b> ..... 2
2.1	Anlagentechnik ..... 2
2.2	Gefährdungen durch Chlorgasaustritt beim Flaschenwechsel ..... 2

Dipl. Ing. Franz Stefan Schlageter

DGUV Sachgebiet Bäder FBWoGes-004

[https://www.dguv.de/de/praevention/fachbereiche\\_dguv/gesund\\_wohlfahrt/sg-baeder/index.jsp](https://www.dguv.de/de/praevention/fachbereiche_dguv/gesund_wohlfahrt/sg-baeder/index.jsp)