



NZZ am Sonntag
8021 Zürich
044/ 258 11 11
www.nzz.ch/sonntag

Medienart: Print
Medientyp: Tages- und Wochenpresse
Auflage: 130'837
Erscheinungsweise: wöchentlich

Themen-Nr.: 999.82
Abo-Nr.: 1078757
Seite: 57
Fläche: 117'945 mm²

Wie man C-Waffen vernichtet

Bis Mitte nächsten Jahres muss Syrien seine Chemiewaffen zerstören. Ein extrem ehrgeiziger Zeitplan, wie Erfahrungen aus den USA und Russland zeigen. **Von Andreas Hirstein**

Eintausend Tonnen - das ist die Grösse des syrischen Chemiewaffenarsenals. Bis Mitte kommenden Jahres soll es vernichtet werden. Dazu hat sich Syrien im September gegenüber den Vereinten Nationen verpflichtet. Überwacht werden die Arbeiten von Inspektoren der Uno und der Organisation für das Verbot von Chemiewaffen (OPCW). Die internationale Behörde mit Sitz in Den Haag wurde am Freitag dieser Woche mit dem Friedensnobelpreis ausgezeichnet. Seit 1997 überwacht sie die Einhaltung der Chemiewaffenkonvention, die den vollständigen Verzicht auf Chemiewaffen verlangt und mittlerweile von 189 Ländern der Erde ratifiziert wurde.

In Syrien haben die Arbeiten am vergangenen Sonntag begonnen. Mit Winkelschleifern und Schneidbrennern haben syrische Arbeiter in den letzten Tagen Gefechtsköpfe und Bomben zerstört, die noch nicht mit einem chemischen Kampfstoff befüllt waren. Unbrauchbar gemacht haben sie auch Werkzeuge, die man zum Verarbeiten der Chemikalien und zum Füllen der Munition benötigt.

Das internationale Team von Inspektoren, Sicherheitsleuten und anderen Uno-Mitarbeitern zählt derzeit 35 Mitglieder, soll aber in den kommenden Monaten auf 100 Experten anwachsen, wie Uno-Generalsekretär Ban Ki Moon am Montag mitteilte. Bis Ende Oktober werden sie gemäss einer Uno-Resolution darüber wachen, dass Syrien zunächst alle seine Produktionsanlagen und Werkzeuge für die Herstellung von Chemiewaffen vernichtet und den Waffenbesitz inventarisiert. Bis im Sommer 2014 müssen auch alle chemischen Kampfstoffe - etwa das im August eingesetzte Nervengift Sarin - und entsprechenden Ausgangsprodukte vollständig beseitigt werden - ein Zeitplan, der selbst

in Friedenszeiten ehrgeizig erscheint und der inmitten des Bürgerkriegs mit grossen Risiken für die Inspektoren verbunden ist. «Wenn zeitlich begrenzte Feuerpausen vereinbart werden können, glaube ich, dass sich der Zeitplan einhalten lässt», sagte der Generaldirektor der OPCW, Ahmet Üzümcü, diese Woche an einer Pressekonferenz in Den Haag.

Zweifellos sind die Zeitvorgaben extrem anspruchsvoll. Das zeigen die Erfahrungen, die Amerikaner und Russen beim Abbau ihrer C-Waffen gesammelt haben. Sogar die USA, deren Programm zur Beseitigung von Chemiewaffen schon 1985 begann, mussten nach Abschluss der Chemiewaffen-Konvention mehrmals um eine Fristverlängerung bitten, weil die äusserst komplexen Prozesse nicht mit der gewünschten Geschwindigkeit liefen oder weil die Erfüllung von Umweltauflagen mehr Zeit beanspruchte. Noch immer lagern in den Depots der USA und Russlands grosse Mengen von chemischen Kampfstoffen, deren Vernichtung ursprünglich bis zum April 2007 vorgesehen war.

Am einfachsten gestaltet sich noch das Demolieren von Produktionsstätten oder leerer Munition, die mit rein mechanischen Mitteln erfolgt. Diese Arbeiten wurden in Syrien bereits an einem Standort abgeschlossen. 20 weitere sollen laut OPCW in den nächsten Wochen folgen. «Eine Chemiewaffenfabrik hat einzelne Herzstücke. Diese muss man unbrauchbar machen», sagt Stefan Mogl, der im Labor Spiez den Fachbereich Chemie leitet. «Einen Reaktor beispielsweise kann man anbohren und Ventile in der Zuleitung der Anlage verschweissen», erklärt Mogl, der selbst drei Jahre als Inspektor der OPCW gearbeitet hat und von 2000 bis 2005 das Labor der internationalen Organisation in Den Haag geleitet hat. Munition ohne Kampfstoff ist ebenfalls ein Fall für rohe mechanische Gewalt. In Libyen

beispielsweise überrollte man die leeren Fliegerbomben mit einem Raupenfahrzeug.

Kompliziert und gefährlich aber wird es, sobald Nervenkampfstoffe wie Sarin oder VX im Spiel sind. Dabei kommt es noch nicht einmal auf die genaue chemische Verbindung an - tödlich sind alle diese Gifte. Viel wichtiger ist die Form, in der die Kampfstoffe vorliegen: ob als Massenware in grossen Tanks oder bereits abgefüllt in Sprengköpfen, Bomben und Granaten, was eine aufwendigere und gefährlichere Verarbeitung zur Folge hat. Dann muss die Munition zunächst angebohrt oder aufgeschraubt werden, um den Kampfstoff - eine Flüssigkeit, kein Gas - abfliessen zu lassen. Auch die metallischen Teile und der konventionelle Sprengsatz der Chemiewaffe müssen separiert und unschädlich gemacht werden.

Zwei Methoden

Für den Kampfstoff haben sich in den vergangenen Jahrzehnten zwei Verfahren durchgesetzt. Entweder verbrennt man ihn in grossen Verbrennungsanlagen, oder man neutralisiert ihn in einer chemischen Reaktion, einer sogenannten Hydrolyse.

Während die USA den Grossteil ihrer chemischen Kampfstoffe verbrannt haben, hat sich das russische Militär stärker auf die Hydrolyse gestützt. Sie ist vor allem dann geeignet, wenn die Kampfstoffe in Tanks gelagert werden, also noch nicht in Munition gefüllt sind. Die Hydrolyse hat den Vorteil, dass sie in einem gewöhnlichen chemischen Reaktor bei niedrigen Temperaturen und Atmosphärendruck abläuft. Man lässt dabei den Kampfstoff mit Wasser oder einer starken Lauge reagieren. Dabei werden die Kampfstoff-Moleküle gespalten. Nachteil: Der Prozess erzeugt grosse Mengen giftiger Abfälle, das sogenannte Hydrolysat, das zwar nicht mehr waffenfähig ist, unbehandelt aber nicht in die Umwelt gelangen darf. Diesen Nachteil hat die Verbrennung



NZZ am Sonntag
8021 Zürich
044/ 258 11 11
www.nzz.ch/sonntag

Medienart: Print
Medientyp: Tages- und Wochenpresse
Auflage: 130'837
Erscheinungsweise: wöchentlich

Themen-Nr.: 999.82
Abo-Nr.: 1078757
Seite: 57
Fläche: 117'945 mm²

nicht. Dank aufwendigen Abgasreinigungssystemen erfüllen moderne Anlagen in den USA heute alle Umweltauflagen, die auch für Kehrlichtverbrennungsanlagen gelten. Die Konzentration von Dioxinen in den Abgasen liegt beispielsweise unterhalb der Werte, die man im Rauch einer Zigarette findet.

Hunderte Sensoren

Das amerikanische Militär hat die Verbrennungstechnik Mitte der 1980er Jahre erstmals auf dem Johnston-Atoll im Pazifik entwickelt und später auch an anderen Standorten auf dem Festland eingesetzt. Verbrennungsanlagen sind hochkomplexe Anlagen, deren Bau und Betrieb hohe Anforderungen an Technik und Personal stellt. Der Luftdruck in den Gebäuden muss unterhalb des Umgebungsdrucks liegen, damit keine eventuell austretenden Aerosole nach aussen gelangen. Im Innern messen Hunderte Sensoren die Luftqualität. Sie müssen alle vier Stunden neu kalibriert und getestet werden, damit sie schon bei geringsten Spuren von Kampfstoffen Alarm auslösen.

Auch die Handhabung der Waffen ist eine ingenieurstechnische Herausforderung. Ferngesteuerte Roboterarme entfernen zunächst den Zünder und die konventionellen Spreng- und Treibstoffe. Erst dann lässt sich die Munition anbohren und der flüssige

Kampfstoff herausaugen. Mit einem Hochdruck-Wasserstrahl entfernen die Arbeiter anschliessend Reste des Kampfstoffs. Zum Schluss kommen die leeren Metallteile in den Ofen: Mindestens 15 Minuten bei 550 Grad Celsius genügen, um sie vollständig zu dekontaminieren.

Die Kampfstoffe sammelt man in einem grossen Tank, von wo aus Rohrleitungen in eine erste Brennkammer führen. Hier verbrennen die Gifte bei Temperaturen von bis zu 1500 Grad. Die Abgase strömen in eine zweite Brennkammer, wo sie zusammen mit der Dekontaminationsflüssigkeit aus den vorherigen Schritten erneut verbrennen. Übrig bleiben Abgase (die ebenfalls noch einmal gereinigt werden) sowie eine glasartige Ofenschlacke.

Welche Methoden in Syrien zum Einsatz kommen, wird auch davon abhängen, welche Nerven- und Hautgifte das Land angehäuft hat und wie sie gelagert werden. Sicher aber ist, dass man grossindustrielle Verbrennungs- und Neutralisierungsanlagen nicht in wenigen Wochen aus dem Boden stampfen kann. Daher könnte ein Grossteil der Vernichtung in mobilen Anlagen erfolgen. Die USA haben solche auf dem Neutralisierungsverfahren beruhende Systeme entwickelt. Das «Explosive Destruction System» beispielsweise eignet sich für die

Zerstörung von einsatzbereiten C-Waffen: Man schiebt sie in einen massiven und luftdichten Stahlbehälter. Dann zündet man die Bombe, so dass das Nervengift im Behälter freigesetzt wird. Über Zuleitungen von aussen führt man anschliessend die Neutralisierungslauge hinzu.

Seit dem 1. Juli verfügt die US Army zudem über eine modulare Hydrolyse-Anlage (Field Deployable Hydrolysis System, FDHS), mit der sich Kampfstoffe aus Tanks in grösseren Mengen neutralisieren lassen. Das System kann in 35 Containern an jeden Ort der Welt geliefert werden und innert zehn Tagen in Betrieb gehen. Es umfasst neben dem Reaktor auch Stromgeneratoren, Abfalltanks, Pumpen und ein Labor. Vor Ort wird nur eine ausreichende Wasser- und Treibstoffversorgung vorausgesetzt.

Pro Tag kann das FDHS zwischen 5 und 25 Tonnen chemischer Kampfstoffe vernichten. Würde Syrien mehrere solcher Systeme beschaffen, liesse sich der ambitionierte Zeitplan bis Mitte 2014 also theoretisch einhalten. Voraussetzung ist allerdings, dass die syrischen Kampfstoffe grösstenteils in Tanks lagern und nicht schon in Waffen gefüllt sind. Ob das so ist, müssen die Inspektoren der OPCW und der Uno in den nächsten Tagen und Wochen erst noch herausfinden.

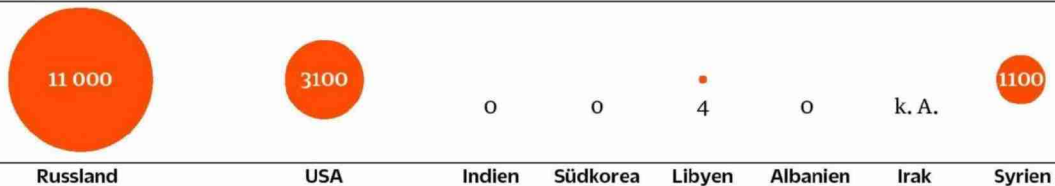
Weltweite Chemiewaffen-Bestände

189 Länder haben die Chemiewaffenkonvention (CWC) von 1997 ratifiziert. Davon haben sieben Länder den Besitz von C-Waffen erklärt und sich zu deren vollständiger Beseitigung verpflichtet.

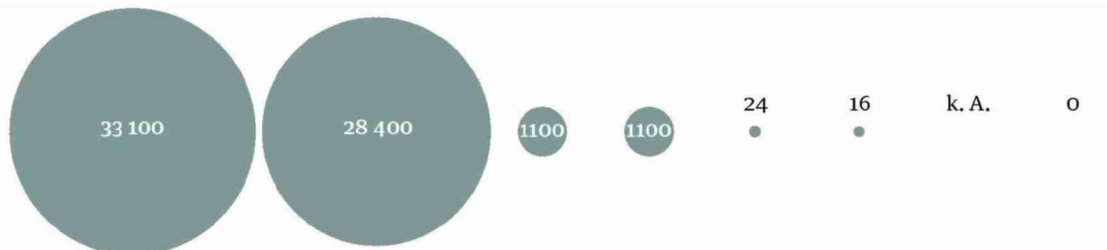
Syrien hat erst am 12. September die Unterzeichnung der Konvention angekündigt. Weder unterzeichnet noch ratifiziert haben das Abkommen Ägypten, Angola, Nordkorea und der

Südsudan. Israel und Myanmar haben die Konvention unterzeichnet, aber nicht ratifiziert. Nordkorea besitzt Chemiewaffen, von Ägypten und Israel wird es vermutet.

Noch vorhandene, deklarierte Chemiewaffen (in Tonnen)



Zerstörte Chemiewaffen (in Tonnen)



Quelle: «The Washington Post»



NZZ am Sonntag
8021 Zürich
044/ 258 11 11
www.nzz.ch/sonntag

Medienart: Print
Medientyp: Tages- und Wochenpresse
Auflage: 130'837
Erscheinungsweise: wöchentlich

Themen-Nr.: 999.82
Abo-Nr.: 1078757
Seite: 57
Fläche: 117'945 mm²

Nobelpreis-Träger



Der Türke Ahmet Üzümcü leitet die Organisation für das Verbot von Chemiewaffen in Den Haag.

1917

Am 12. Juli 1917 setzte Deutschland erstmals Senfgas im Kampf um die belgische Stadt Ypern ein.

Nervengift Sarin



Das Nervengift wurde am 21. August in Syrien eingesetzt. Hunderte Menschen starben.



Arbeiter in der Stadt Schtschutschje im Ural bereiten die Zerstörung einer russischen C-Waffe vor.



Explosionskammer (rechts auf Anhänger) zur Zerstörung von Chemiewaffen.