



**Produktion**

Dr. Andreas B. Bucher

**Layout**

Logistikbasis der Armee LBA, Zentrum elektronische Medien ZEM

**Herausgabe**

Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport VBS

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

LABOR SPIEZ, Information

CH-3700 Spiez

Tel. +41 58 468 14 00

Fax +41 58 468 14 02

laborspiez@babs.admin.ch

www.labor-spiez.ch

**Bildnachweis**

Labor Spiez (3, 11, 28, 29, 30, 32, 33, 37, 39, 40)

admin.ch (2)

Reuters (4, 13, 26, 27)

Kaspersky Lab (5)

OPCW (9, 10, 38)

HONOURS (31)

AAAS/Science (32)

4Dnews (12, 14–15, 16, 19)

UNODA (22)

ZEM (18, 21)

USCDC (33)

Der vorliegende Jahresbericht ist auch in englischer Sprache erhältlich.

© Labor Spiez, Mai 2019

<b>2</b>	Editorial
<b>4</b>	Nowitschok, die Skripal Affäre und das Chemiewaffenübereinkommen
<b>9</b>	Konflikt um die Zukunft des Chemiewaffenübereinkommens
<b>11</b>	25 Jahre akkreditierte Prüfstellen im Labor Spiez
<b>13</b>	Nukleare Abrüstung – Vertrauen ist gut, Verifikation ist besser
<b>18</b>	Spiez CONVERGENCE 2018
<b>21</b>	Ein Netzwerk vertrauenswürdiger Labors im Dienst der Vereinten Nationen
<b>24</b>	Internationale Missionen
<b>28</b>	Anhang
<b>28</b>	Publikationen und Berichte
<b>42</b>	Akkreditierte Bereiche
<b>43</b>	Organigramm



## Liebe Leserinnen und Leser,

der Devise *«Tue Gutes und sprich darüber»* können wir im Labor Spiez leider nur teilweise folgen, da manche unserer Aufträge vertraulichen Charakter haben und wir nicht darüber berichten dürfen. Nur so viel: Angesichts der weltpolitischen Ereignisse der vergangenen Monate ist es nicht übertrieben zu behaupten, dass unsere analytischen Kapazitäten des Öfteren in Anspruch genommen wurden.

Im Frühjahr 2018 jedoch wurde unsere Arbeit ohne unser Zutun an die Öffentlichkeit gebracht. Medien berichteten, wir seien von der Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) beauftragt worden, Proben des Anschlags von Salisbury auf die Präsenz des Nervenkampfstoffs Nowitschok hin zu untersuchen. Aufgrund strikter Vertraulichkeitsvereinbarungen können wir solche Meldungen nicht kommentieren. Wir wurden für kurze Zeit zum Spielball unterschiedlicher Interessen – eine recht aussergewöhnliche Situation, auf die unser Labor nur beschränkt reagieren konnte, ohne die entsprechenden Geheimhaltungsbestimmungen zu verletzen. (Vgl. Bericht des unabhängigen Chemiewaffenexperten Ralf Trapp über die Skripal-Affäre auf Seite 4).

Erschwerend für unsere Arbeit kam hinzu, dass wir im Zuge von Kontroversen rund um die Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) ins Fadenkreuz von Hackerangriffen gerieten und unser Name für die Distribution schädlicher Computerprogramme missbraucht wurde (Seite 5). Unser Sicherheitsdispositiv war jedoch stets adäquat und wir haben in den letzten Monaten zusätzliche Massnahmen getroffen, um den Schutz unserer Anlagen – eine der kritischen Infrastrukturen der Schweiz – zu optimieren. All dies beschäftigte vor allem unseren Fachbereich Logistik, Qualität und Sicherheit sowie unseren Kommunikationsverantwortlichen, der immer wieder von unserem Twitter-Account @SpiezLab Gebrauch machte, um auf die *Fake-News* so zeitnah wie möglich mit Fakten zu reagieren.

Erschwernisse dieser Art bewirken jedoch nicht, dass wir uns nun abschotten, im Gegenteil: Es gehört nach wie vor zu unseren Gepflogenheiten, im Rahmen des gesetzlich und vertraglich Möglichen ein Maximum an Transparenz zu gewährleisten; ohne eine offene Kommunikation lassen sich unsere Aufträge in den Bereichen Bevölkerungsschutz, Abrüstung,

Das Labor Spiez arbeitet für alle sieben Departemente der Bundesverwaltung:

1. VBS – Viola Amherd
  - Beschaffungsunterstützung für armasuisse
  - Support nachrichtendienstlicher Abklärungen im ABC-Bereich
  - Leitung des Kompetenzzentrums Strahlenschutz des VBS
  - Ausbildung von ABC-Spezialisten der Armee
  - Leitung der Zulassungsstelle für prüfpflichtige Schutzbauteile
2. UVEK – Simonetta Sommaruga
  - Internationale Atomenergie Agentur
3. WBF – Guy Parmelin
  - Unterstützung des Staatssekretariats für Wirtschaft SECO bei Exportkontrollfragen
4. EFD – Ueli Maurer
  - Unterstützung der Oberzolldirektion mit mobilen Messsystemen für Grenzkontrollen im Zusammenhang mit radioaktivem Material
5. EDA – Ignazio Cassis
  - Unterstützung der Abteilung Sicherheitspolitik
  - Expertisen für Abrüstungsverhandlungen
  - Einsitz in diversen Rüstungskontrollgremien
6. EDI – Alain Berset
  - Betrieb von speziellen Biosicherheitslaboratorien für die Diagnostik von humanpathogenen Krankheitserregern der höchsten Risikogruppen
  - Referenzfunktionen für das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV
  - Referenzfunktionen für das Bundesamt für Gesundheit BAG
7. EJPD – Karin Keller Suter
  - Forensische Dienstleistungen für fedpol und Bundesanwaltschaft



Dr. Marc Cadisch  
Leiter LABOR SPIEZ

und Rüstungskontrolle nicht vernünftig umsetzen. Unsere Auftragsbücher waren auch 2018 randvoll mit Mandaten, über die wir hier durchaus berichten dürfen. So waren wir erneut an Missionen des UNO-Umweltprogramms und der Internationalen Atomenergie Agentur beteiligt: Auf den Marshall Inseln im Südpazifik führten wir Mitarbeitende der lokalen Umweltbehörden in die Messung von Radioaktivität ein. Durch die Atomwaffentests der US-Regierung zwischen 1946 und 1954 wurden einige der Atolle derart hochgradig kontaminiert, dass eine Überwachung der Radioaktivität auch ein halbes Jahrhundert nach den Versuchen angezeigt ist. Im Irak unterstützen wir die Regierung bei der Etablierung wissenschaftlich fundierter Umweltabklärungen. Eines der derzeit gravierendsten Umweltrisiken im Irak ist die Ölverschmutzung, die der Islamische Staat durch die Zerstörung zahlreicher Industrieanlagen und Ölfelder verursacht hat.

In der nuklearen Rüstungskontrolle beteiligen wir uns an der Entwicklung griffiger Verifikationsmassnahmen: Im Rahmen bisheriger Abkommen ist jeweils die Abrüstung von Trägersystemen (Raketen) für Nuklearwaffen überprüft worden; bisher hat es jedoch noch keine Verifikation der Zerstörung eines nuklearen Sprengkopfes gegeben. Mit dieser technischen Herausforderung befasst sich die Internationale Partnerschaft für Verifikation nuklearer Abrüstung, mit Beteiligung des Labor Spiez (Seite 13).

Auch 2018 konnten wir hervorragend besetzte internationale Konferenzen zur chemischen

und biologischen Rüstungskontrolle organisieren, die international auf grosses Echo sties. Dazu gehörte die dritte Ausgabe unserer Konferenzreihe *Spiez Convergence*. Diese widmet sich den Fortschritten in Biologie und Chemie und identifiziert neue Entwicklungen, die sich auf das Biologie- oder das Chemiewaffenübereinkommen auswirken könnten (Seite 18).

Im Jahr 2015 hat die Schweiz eine Initiative zur Etablierung von designierten Laboratorien im biologischen Bereich gestartet. Sie sollte den Mechanismus des Generalsekretärs der Vereinten Nationen stärken – ein wichtiges Instrument der internationalen Gemeinschaft zur Untersuchung mutmasslicher Einsätze von chemischen oder biologischen Waffen. Das vierte Arbeitstreffen zu dieser Initiative in Spiez befasste sich mit praktischen Schritten auf dem Weg zu einem robusten Netzwerk vertrauenswürdiger Laboratorien, unter anderem mit der Einführung von quality assurance exercises (Seite 21).

Nicht nur international, sondern vor allem auch in der Schweiz werden unsere Dienstleistungen in Anspruch genommen. Das nebenstehende Bild illustriert, wie wir als Speziallabor des Bundes für sämtliche Departemente tätig sind. All diese Arbeiten liessen sich heute kaum zur Zufriedenheit unserer Kunden ausführen, wenn wir nicht auf akkreditierte Prüfstellen zurückgreifen könnten. Die erste Akkreditierung erhielten wir vor 25 Jahren (Seite 11).



Beamte in Schutzanzügen im Zentrum von Salisbury isolieren die Parkbank, auf der Sergej Skripal und seine Tochter Yulia gefunden wurden, mit einem forensischen Zelt.

# Nowitschok, die Skripal Affäre und das Chemiewaffenübereinkommen

Ralf Trapp,  
Unabhängiger Berater zur  
Abrüstung chemischer und  
biologischer Waffen,  
Chessenaz, Frankreich,  
E-Mail: ralf.trapp@gmail.com

**Das Attentat auf Sergei und Yulia Skripal hat eine Klasse chemischer Waffen ins Rampenlicht gerückt, über die bis vor kurzem die meisten Menschen nichts gehört hatten und von denen Insider gehofft hatten, dass sie Vergangenheit blieben: die Nowitschoks.**

Am 4. März 2018 wurden der ehemalige russische Geheimdienstoffizier Sergei Skripal und seine Tochter Yulia auf einer Parkbank im Zentrum der britischen Stadt Salisbury vergiftet aufgefunden. Die Symptome deuteten auf ein Nervengift hin,<sup>1</sup> das schliesslich als Nowitschok bestätigt wurde.<sup>2</sup> Vier Monate später wurden Charlie Rowley und Dawn Sturgess in ihrem Haus in Amesbury in der Nähe von Salisbury in einem kritischen Zustand aufgefunden. Auch sie hatten sich mit Nowitschok vergiftet.<sup>3</sup> Dawn Sturgess verstarb im Hospital; Charlie Rowley konnte nach zwei Wochen Behandlung entlassen werden.

1 Mark Peplow: Assassination attempt of Russian spy sparks chemical forensics investigation, *Chem. Engin. News, Website*, 8.3.2018, <https://cen.acs.org/articles/96/web/2018/03/Assassination-attempt-Russian-spy-sparks-chemical-forensics-investigation.html>.

2 OPCW: EC-87/NAT.5 (13. 3.2018).

3 Lizzie Dearden «Amesbury novichok incident: Chemical weapons inspectors to gather new samples for testing», *Independent* (7 August 2018), <https://www.independent.co.uk/news/uk/crime/amesbury-novichok-salisbury-chemical-weapons-inspectors-samples-testing-opcw-a8481591.html>.

Die Identifizierung des Kampfstoffes erfolgte im britischen *Defence Science and Technology Laboratory* (DSTL) Porton Down. Zur Bestätigung der Analyse beantragte Grossbritannien technische Hilfe bei der Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW). Eine OPCW-Mission stellte eigene klinische und Umwelt-Proben sicher. Anschliessend führten vier von der OPCW akkreditierte Vertrauenslabors Analysen dieser Proben durch und bestätigten die britischen Ergebnisse. Die Analysen zeigten auch, dass der Kampfstoff einen sehr hohen Reinheitsgrad aufwies – ein Umstand, der darauf hinwies, dass er aus einem staatlichen Labor stammte. Diese Schlussfolgerung basierte auf den wissenschaftlichen, labor- und sicherheitstechnischen Herausforderungen, die es bei der Synthese und Handhabung derartig hochgiftiger Chemikalien zu meistern gilt.

Die Affäre hat grundlegende Fragen bezüglich der Nowitschoks, ihrer Relevanz für das Chemiewaffenübereinkommen (CWÜ) und den Stand der Dinge in Bezug auf die globale Abrüstung von Chemiewaffen aufgeworfen.

### Nowitschoks

Der Begriff Nowitschok (wörtlich «Neuankömmling») bezieht sich auf eine breite Palette neuer chemischer Kampfstoffe, die beginnend in den 1970er Jahren in der Sowjetunion und anschliessend in Russland entwickelt wurden.

Chemische Waffen wurden von mehreren Ländern nach dem 2. Weltkrieg angeschafft. Russland und die Vereinigten Staaten hatten bei weitem die grössten Bestände angehäuft – zusammen rund 70 000 Tonnen. Seit den 70er Jahren wurden in der Konferenz des Abrüstungsausschusses (heute Abrüstungskonferenz – CD) in Genf Gespräche über ein weltweites Verbot der Chemiewaffen geführt. Zwischen der Sowjetunion und den Vereinigten Staaten fanden parallel Verhandlungen über ein bilaterales Verbot der gefährlichsten, tödlichen Chemiewaffen (insbesondere der Nervenkampfstoffe) statt. Diese bilateralen Verhandlungen scheiterten am Ende der 70er Jahre. Dennoch kamen die Verhandlungen über das CWÜ relativ bald wieder in Fahrt, sowohl multilateral in Genf als auch bilateral zwischen den beiden Grossmächten. Gleichzeitig beschleunigten sich aber auch die Entwicklung und Beschaffung neuer chemischer Waffen.

Das Nowitschok-Programm (Codename «Foliant») war ein Versuch der Sowjetunion, auf die Einführung des VX und der Binärwaffen durch die Vereinigten Staaten zu reagieren. Es zielte darauf, Aufspürgeräte der NATO zu umgehen, NATO-Gegenmassnahmen zu überwinden und sicherere C-Waffen-Handhabung zu ermöglichen. Ein weiteres Ziel lag darin, Kampfstoffe und Vorprodukte zu finden, die durch das Raster

## Das Labor Spiez im Visier von Cyber-Attacken

Erfolgreiche Spear-Phishing Attacken verlaufen jeweils ähnlich ab: Ein scheinbar harmloses Word-Dokument eines unverdächtigen Absenders befindet sich im Anhang einer E-Mail. Beim Öffnen der Datei wird dem Opfer empfohlen, die Ausführung von Makros zuzulassen. Wird diese Empfehlung befolgt, ist es meist bereits zu spät: Der Angreifer hat Zugang auf vertrauliche Daten oder kann gar ganze IT-Systeme manipulieren. Wie im Frühsommer 2018 bekannt wurde, hatten es Angreifer offenbar auf Institutionen im Bereich des ABC-Schutzes abgesehen: Monate vor unserer Spiez CONVERGENCE Konferenz (vgl. Seite 18) wurde ein Factsheet mit Informationen zur Veranstaltung als Word-Dokument mit einer gefälschten E-Mail-Adresse in unserem Namen gezielt in Umlauf gebracht. In dem Dokument war ein Schadprogramm installiert.

Eine Zuordnung solcher Attacken ist schwierig. Indizien sprechen aber laut der IT-Sicherheitsfirma Kaspersky dafür, dass die Aktion auf die Hacker-Gruppierung *Sandworm* zurückzuführen ist.<sup>1</sup> Diese ist auf Cyber-Sabotage spezialisiert und gilt als APT-Gruppierung. APT steht für *Advanced Persistent Threat*, also eine komplexe, zielgerichtete und effektive Bedrohung kritischer IT-Infrastrukturen und vertraulicher Daten. Kaspersky sieht Parallelen zu versuchten Cybersabotage-Aktionen gegen die Olympischen Winterspiele in Südkorea. Damals hatte die Kampagne *Olympic Destroyer* die Infrastruktur der Winterspiele angegriffen – ebenfalls mit ausgeklügelten Täuschungsmanövern unter Verwendung überzeugender Lockvogel-Dokumente, die versteckte Schadprogramme enthielten.

Im Herbst 2018 bestätigte der niederländische Nachrichtendienst diverse Medienberichte über einen versuchten Hackerangriff auf den Sitz der Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) in Den Haag. Die OPCW untersuchte damals Vorwürfe von Chemiewaffeneinsätzen im syrischen Bürgerkrieg sowie den Anschlag auf den russischen Ex-Spion Sergej Skripal in Grossbritannien. Die Verdächtigen wurden verhaftet und ausser Landes verwiesen.<sup>2</sup> In ihrem Gepäck waren gemäss der niederländischen Behörden auch Bahntickets für eine Fahrt von Utrecht nach Basel. Reiseziel war offenbar das Berner Oberland. Auf dem Computer eines der Verhafteten fanden sich zudem Hinweise, wonach noch kurz vor der Verhaftung Recherchen über das Labor Spiez getätigt wurden. Der Nachrichtendienst des Bundes (NDB) bestätigte gegenüber Medien, er habe aktiv an der Operation teilgenommen.

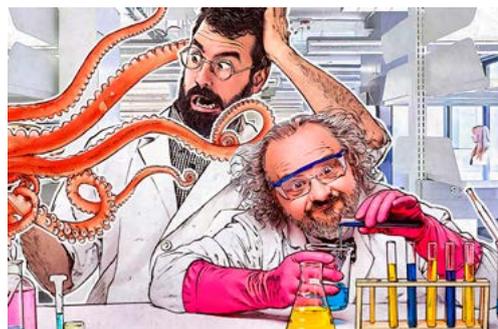


Illustration eines Blogbeitrags von Kaspersky Lab vom 19. Juni 2018: «Es scheint, dass *Olympic Destroyer* zurückgekehrt ist – ein *Threat Actor*, der versucht hat, die Olympischen Winterspiele in Südkorea zu sabotieren. Kürzlich entdeckten unsere Experten Vorkommnisse, die dem *Olympic Destroyer* ähneln, doch diesmal richteten sie sich gegen Finanzorganisationen in Russland sowie gegen Laboratorien zur Bekämpfung biologischer und chemischer Bedrohungen in den Niederlanden, Deutschland, Frankreich, der Schweiz und der Ukraine.»

1 <https://securelist.com/olympic-destroyer-is-still-alive/86169/>

2 <https://www.justice.gov/opa/page/file/1098571/download>

des Kontrollsystems des künftigen CWÜ fallen würden.

Das Programm war in den späten 80er Jahren deutlich über das Stadium der Laborforschung hinausgewachsen. Etliche phosphororganische Kampfstoffe wurden ausgewählt und ausgiebig getestet, darunter A234, das später in Salisbury identifiziert wurde.<sup>4</sup> Feldversuche zum Nachweis der Kampfstoffe und ihrer Ausbringung mittels Waffenprototypen wurden durchgeführt. General Anatoli Kuncewič, von 1984 bis 1991 stellvertretender Kommandeur der sowjetischen Chemiewaffentruppe, erhielt 1991 hinter verschlossenen Türen den Lenin-Preis für die erfolgreiche industrielle Produktion von Nowitschoks.<sup>5</sup>

Es gibt weder offizielle Angaben über die Kampfstoffe, die zur Bewaffnungsphase gelangt sind, noch über die Mengen, die produziert wurden. Es scheint jedoch, dass die von Vil Mirzayanov später veröffentlichten Formeln grundsätzlich korrekt waren<sup>6</sup> und dass einige Dutzend Tonnen der Kampfstoffe zu Versuchszwecken produziert wurden.<sup>7</sup> Mirzayanov, der im Rahmen des Nowitschok-Programms Luftkonzentrations-Messungen im Freien leitete, machte im Oktober 1991 in der Moskauer Zeitung Kuranty auf die mit dem Programm für Mensch und Umwelt verbundenen Risiken aufmerksam. Im September 1992 veröffentlichte er gemeinsam mit Liv Fedorov in *Moskau News* einen Artikel, der auf die fortlaufende Entwicklung und Produktion neuer chemischer Waffen in Russland aufmerksam machte, darunter auch binäre Waffen und Nowitschok-Feldversuche auf dem Nukus Testgelände in Usbekistan.<sup>8</sup> Mirzayanov wurde anschliessend wegen der Preisgabe von Staatsgeheimnissen verhaftet. Andere Wissenschaftler des staatlichen Forschungsinstituts für Organische Chemie und Technologie (GOSNIIOKhT) in Shikhany, die für das Foliant-Programm arbeiteten, gingen zur Unterstützung seines Falles an die Öffentlichkeit: Vladimir Uglev, damals leitender Mitarbeiter im Foliant-Programm, bestätigte die Existenz des

Programms in einem Interview mit der Zeitschrift *Novoye Vremya* im Februar 1993.<sup>9</sup> Andrej Zheleznyakov, der sich 1987 bei einem Laborunfall mit einem der Kampfstoffe kontaminiert und bleibende Organschäden erlitten hatte, ging ebenfalls 1992 an die Öffentlichkeit.<sup>10</sup> Mirzayanovs Fall wurde im Jahr 1994 eingestellt und er wanderte anschliessend in die Vereinigten Staaten aus.

In den 1980er Jahren zeigten auch andere Länder Interesse an diesen neuen Arten von Nerven Kampfstoffen. Laut Masek und Matoušek arbeiteten die Vereinigten Staaten an sogenannten GV-Kampfstoffen mittlerer Flüchtigkeit – Nerven Kampfstoffe, deren physikalische Eigenschaften irgendwo zwischen den G- und V-Kampfstoffen lagen. Sie würden eine ähnliche oder höhere Toxizität als Sarin aufweisen, länger als Sarin in der Umwelt verbleiben und bei der Überwindung von Schutzbarrieren effizienter als VX sein.<sup>11</sup>

Das ehemalige tschechoslowakische Forschungsinstitut «070» in Brünn und die Abteilung für Toxikologie der medizinischen Militärakademie in Hradec Kralove arbeiteten an der Synthese, Charakterisierung und Analyse von toxischen Chemikalien, die den Nowitschoks und GV-Kampfstoffen chemisch nahestanden. Diese Arbeiten waren rein defensiv und galten dem Schutz gegen neuartige chemische Waffen.<sup>12</sup>

Nachdem chemische Strukturen einiger Nowitschoks bekannt wurden, haben vermutlich auch andere Länder an ihrer Synthese und Charakterisierung gearbeitet. Dies wäre nur vernünftig gewesen, da sie sicherstellen mussten, dass Truppen und die Bevölkerung vor derartigen neuen chemischen Waffen geschützt werden können.

4 Siehe z.B. Vladimir Uglev im Webmagazin *The Bell* unter dem Titel «The scientist who developed «Novichok»: «Doses ranged from 20 grams to several kilograms», *The Bell* 20.3.2018, <https://thebell.io/en/the-scientist-who-developed-novichok-doses-ranged-from-20-grams-to-several-kilos/>.

5 Jonathan Tucker «War of nerves – chemical warfare from World War I to Al-Qaeda», Pantheon Books (2006), p. 315.

6 Karel Knip: Unknown' newcomer novichok was long known, *NRC Webseite*, 21.3.2018, <https://www.nrc.nl/nieuws/2018/03/21/unknown-newcomer-novichok-was-long-known-a1596490>.

7 Mark Peplow «Nerve agent attack on spy used «Novichok» poison» *Chem. Engin. News* 96 (12), p. 3 (19. März 2018).

8 Vil Mirzayanov «State Secrets – an insider's chronicle of the Russian chemical weapons program», *Outskirts Press Inc.* (2009), p. 262.

9 Vgl. den Artikel «Volsk-17 scientist discusses new chemical for binary weapons», ursprünglich erschienen in *Novoye Vremya* No. 6, February 1993 (auf Russisch), ins Englische übersetzt durch *JPRS-UMA-93-022* am 29. Juni 1993, 18–20, <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a333126.pdf>.

10 Andrew Roth/ Tom McCarthy: 'It's got me' – lonely death of Soviet scientist poisoned by Novichok, *The Guardian* 22.3.2018.

11 I. Mazek, O. J. Mika, Z. Safarik, und D. Vicar «Interesting group of high-toxic organophosphorous compounds», *Security research – The science for population protection* No. 2 (215), pp. 1–13.

12 I. Masek und J. Matoušek «On the potential supertoxic lethal organophosphorous chemical warfare agents with intermediate volatility» *The SAS Newsletter*, No. 44 (1994), p. 1, 10–11. ISSN 1057-9419.

## Nowitschoks und das Chemiewaffenübereinkommen

Die Nowitschoks wurden nicht in die CWÜ-Kontrolllisten aufgenommen. Diese Kontrolllisten wurden in der Genfer Abrüstungskonferenz über ein Jahrzehnt lang diskutiert und zum Verhandlungsende 1992 bei der Fertigstellung des Verifikationspakets für die chemische Industrie erneut überprüft. Die Existenz neuer Kampfstoffe wurde zu dieser Zeit nicht öffentlich anerkannt, da angenommen wurde, dass keine derartigen Lagerbestände angeschafft worden waren.

Der endgültige Wortlaut des CWÜ enthielt jedoch als «Sicherheitsnetz» das Allgemeine Zweck-Kriterium, das Entwicklung, Produktion, Lagerung, Transfer und Verwendung jeglicher toxischen oder Vorprodukten-Chemikalien zu Chemiewaffenzwecken verbietet.<sup>13</sup> Ausserdem gibt es CWÜ-Bestimmungen, die eine Anpassung der Kontrolllisten<sup>14</sup> ermöglichen, und es gibt eine Verifikations- und Vernichtungspflicht für Anlagen mit einer Produktionskapazität von mehr als 1 Tonne pro Jahr für solche neuartigen Kampfstoffe.<sup>15</sup>

Keine dieser Bestimmungen wurde nach dem Inkrafttreten des CWÜ ausgelöst. Das soll nicht heissen, dass es keine Bedenken hinsichtlich des Fehlens von Nowitschok-Meldungen gab. Der amerikanische Chemiewaffenexperte Jonathan Tucker bemerkte, dass Russland den Vereinigten Staaten keine Informationen über die Nowitschoks im Rahmen des Wyoming-Abkommens von 1989 und seinen Bestimmungen für den Datenaustausch über die Chemiewaffenprogramme zur Verfügung gestellt habe; er wies dann darauf hin, dass die Russen in den bilateralen amerikanisch-russischen Konsultationen die von Mirzayanov offengelegten Fakten nicht bestritten, aber deren Interpretation widersprochen hätten.<sup>16</sup> Diese Unterschiede in der Auslegung sind später erneut aufgetaucht, zum Beispiel hinsichtlich der Meldung von Einrichtungen zur Entwicklung chemischer Waffen.

Vorschläge für eine Anpassung der Listen wurden vom wissenschaftlichen Beirat der OPCW (*Scientific Advisory Board – SAB*) im Vorfeld der ersten Überprüfungskonferenz des CWÜ im Jahr 2003 aufgegriffen.<sup>17</sup> In seinem Bericht schlug der SAB vor, diese und ähnliche Verbindungen in die Liste 1 des Anhangs des CWÜ aufzunehmen.<sup>18</sup> Die Vertragsstaaten folgten diesem Vorschlag allerdings damals nicht. Der SAB befasste sich 2011 erneut mit den Nowitschoks<sup>19</sup> und hielt fest, dass nur sehr wenig von Experten geprüfte Informationen über solche Chemikalien in der Öffentlichkeit vorlagen. Auf der dritten Überprüfungskonferenz im Jahr 2012 wiederholte der SAB diese Einschätzung.<sup>20</sup>

Im Jahr 2016 veröffentlichte der Iran eine Reihe chemischer Strukturen und schlug deren Aufnahme in die zentrale analytische Datenbank der OPCW vor.<sup>21</sup> Es waren Organophosphonate, die eng mit den Nowitschok-Kampfstoffen verwandt waren. Die Forschung wurde mit dem chemischen Terrorismus sowie der Abrüstung chemischer Waffen begründet.

Am 16. Oktober 2018 schliesslich legten Kanada, die Niederlande und die Vereinigten Staaten einen Vorschlag zur Aufnahme von zwei neuen Stoffgruppen in Liste 1 des CWÜ vor.<sup>22</sup> Dieser Vorschlag schliesst die bekannten Nowitschok-Strukturen ein. Nachdem der Generaldirektor der OPCW entsprechend den Regeln des CWÜ seine Bewertung des Vorschlages veröffentlicht hatte, empfahl der Exekutivrat am 14. Januar 2019 den Vertragsstaaten die Aufnahme dieser Stoffe in Liste 1.<sup>23</sup> Wenn keine der Vertragsparteien der Empfehlung widersprochen hätte, wäre sie nach 90 Tagen in Kraft getreten. Russland hat allerdings der Aufnahme dieser Nowitschoks in Liste 1 widersprochen. Daher wird dieser Antrag auf der nächsten OPCW-Vertragsstaatenkonferenz zur Entscheidung kommen.<sup>24</sup>

## Auswirkungen auf das CWÜ

Grossbritannien beantragte eine Sondersitzung der CWÜ-Vertragsstaaten, um Massnahmen ge-

13 CWÜ, Artikel I, Paragraph 1 und Artikel II, Paragraph 1.

14 CWÜ, Verifikationsannex Teil IV(A), Paragraph 2(a).

15 CWÜ, Artikel II, Paragraph 8(a)(i)(2).

16 Tucker 2006, 323

17 OPCW: SAB-V/1, 1.11.2002, Annex 2.

18 OPCW: RC-1/DG.2, 23.4.2003, Annex Paragraph 3.11.

19 OPCW: SAB-16/1, 6.4.2011, Paragraphen 11.1–11.3.

20 OPCW: RC-3/DG.1, 29.10.2012, Paragraph 9.

21 S. E. Hosseini, H. Saeitani, A. Amozadeh, M. T. Naseri and M. Babri «Fragmentation pathways and structural characterization of organophosphorous compounds related to the Chemical Weapons Convention by electron ionization and electrospray ionization tandem mass spectrometry», *Rapid Communications in Mass Spectrometry* volume 30, issue 24 (30 December 2016), pp. 2585–2593.

22 OPCW: EC-M-62/2, 14.1.2018, Paragraph 3.

23 OPCW: EC-M-62/3, 14.1.2019, Paragraph 3.10.

24 OPCW: EC-M-62/Nat.5, 9.4.2019. Russland schlug seinerseits eine Erweiterung der Liste 1 vor, die sich mit dem Vorschlag der drei westlichen Staaten zum Teil überschneidet, in einigen Punkten enger angelegt war, andererseits aber auch andere Stoffe beinhaltete (vgl. EC-M-63/DEC/CRP.1, 19.02.2019), deren Relevanz von westlichen Staaten bestritten wurde; die Bewertung des Generaldirektors findet sich in EC-M-63/DG.1, 29.1.2019. Es liegt kein Bericht zu dieser Ratssitzung vor.

gen die Gefahren der Chemiewaffen anzunehmen. Diese Tagung fand im Juni 2018 statt und beauftragte das Technische Sekretariat, Massnahmen zur Feststellung der Verantwortlichen für die Chemiewaffeneinsätze in Syrien einzuleiten. Der Generaldirektor wurde autorisiert, Vertragsparteien, die einen vermutlichen Chemiewaffeneinsatz auf ihrem Staatsgebiet untersuchen, technische Expertise zur Verfügung zu stellen, um den oder die Verantwortlichen zu identifizieren.<sup>25</sup> Die Erfahrungen des vom Sicherheitsrat eingerichteten Mechanismus zur Identifizierung der Verantwortlichen für Einsätze chemischer Waffen in Syrien (der *Joint Investigative Mechanism* – JIM) und die Salisbury-Untersuchung haben gezeigt, dass Attributionsuntersuchungen leicht politisiert werden können. Russland, aber auch westliche Länder, nutzten ihr politisches Gewicht und versuchten, die Ermittlungen in gewünschte Richtungen zu treiben.<sup>26</sup>

Ein Beispiel war die Äusserung des russische Aussenminister Sergej Lawrow im April 2018, der unter Berufung auf «vertrauliche Informationen» erklärte, dass eines der OPCW-Vertrauens-Labore (das Labor Spiez) in den Salisbury-Proben nicht nur einen Nowitschok-Kampfstoff (A-234) gefunden hätte, sondern auch Spuren des Nervengifts BZ.<sup>27</sup> Lawrow zufolge habe das Labor Spiez in seinem Bericht ausgeführt: «Diese Zusammensetzung war in den Armeen der USA, Grossbritanniens und anderer NATO-Staaten im Einsatz. Die Sowjetunion und Russland haben solche chemischen Kampfstoffe weder entwickelt noch gelagert».

Lawrow wurde hier schlecht beraten. Es widerspricht jeder Praxis, dass ein OPCW-Vertrauenslabor in einem Analysenbericht Bezug auf frühere Waffenprogramme bestimmter Länder nimmt.<sup>28</sup> Eine Lektüre der Dokumente der 50. Tagung des Exekutivrats zeigt denn auch,<sup>29,30</sup> dass es sich bei der in Salisbury gefundenen Chemikalie um die zuvor von Grossbritannien identifizierte Substanz handelte. Der Verweis auf BZ kann sich nur auf eine Kontrollprobe beziehen, wie sie vom OPCW-Zentrallabor zur Qualitätssicherung den Verifikationsproben beigelegt wird (allerdings nicht BZ – toxische Listen-Chemikalien werden nicht als Kontrollen verwendet – sondern wohl ein BZ-Derivat). Es gab jedenfalls kein BZ in den Proben von Salisbury.

Die politische Brisanz von Attributionsuntersuchungen ist extrem hoch. Forderungen nach hundertprozentig gesicherten Ergebnissen können leicht missbraucht werden, um Untersuchungsergebnisse gänzlich in Frage zu stellen. Es ist daher wichtig, dass die OPCW ihre forensischen Fähigkeiten im Technischen Sekretariat und ihren Vertrauens-Labors stärkt. Schon 2016 griff der SAB das Thema der chemischen Forensik in einem internationalen Workshop zusammen mit dem finnischen Verifikationslabor VERIFIN auf. Der Workshop erörterte eine Reihe von sich noch entwickelnden forensischen Analysetechniken und identifizierte Bereiche, in denen weitere Arbeiten erforderlich sind.<sup>31</sup> Seither hat der SAB eine temporäre Arbeitsgruppe eingerichtet, die sich mit investigativer Wissenschaft und Technologie befasst.<sup>32</sup> Selbst das garantiert nicht, dass alle Akteure die technischen Schlussfolgerungen auf politischer Ebene akzeptieren, aber ohne Vertrauen in die technischen Untersuchungen kann die Beweismittellage leicht in Zweifel gestellt oder verzerrt werden.

### Schlussbetrachtung

Die fortgesetzte Verwendung chemischer Waffen in eklatanter Verletzung der internationalen Normen, die Sorgen über Chemiewaffenprogramme in Nichtvertragsstaaten und die sichtbare Polarisierung der Debatten in der OPCW haben Zweifel an der Stärke der Norm gegen chemische Waffen genährt. Eine Rückkehr zu pragmatischen Ansätzen ist dringend gefordert. Ein erster, pragmatischer Schritt ist die Eingliederung der Nowitschoks in Liste 1 des Chemikalienanhangs. Dies schafft eine rechtliche Grenze für die Höchstmenge solcher Chemikalien, die ein Vertragsstaat besitzen oder herstellen darf, verweist die Herstellung von Nowitschoks an verifikationspflichtige Einrichtungen und löst systematische Inspektionen vor Ort aus; die Endverwendungen dieser Chemikalien werden meldepflichtig; und sie unterliegen den Export- und Transferkontrollen und -verboten, die für andere Chemikalien der Liste 1 gelten.

Vielleicht führt dieser Schritt ja auch zur Meldung, Kontrolle und Vernichtung früherer Nowitschok-Herstellungsanlagen und zu einer Klärung, was unter dem CWÜ als ehemalige CW-Entwicklungseinrichtung zu melden ist.

25 OPCW: C-SS-4/DEC.3 (27 Juni 2018).

26 Siehe, e.g., Edmond Mulet, «How the Security Council Failed the Syria Chemical Weapons Investigators and Victims,» *The New York Times*, 29.12.2017.

27 Aussenminister Sergei Lavrov's Rede zur 26th Versammlung des Council on Foreign and Defense Policy is verfügbar auf der Website des russischen Aussenministeriums: [http://www.mid.ru/press\\_service/minister\\_speeches/-/asset\\_publisher/7OvQR5KJWVmR/content/id/3169545](http://www.mid.ru/press_service/minister_speeches/-/asset_publisher/7OvQR5KJWVmR/content/id/3169545) zuletzt abgerufen am 16. Mai 2018.

28 Siehe auch das Statement der Schweizer Delegation zum 59th Treffen des Exekutivrats am 18. April 2018, OPCW Dokument EC-M-59/NAT.2 (18. April 2018).

29 OPCW: EC-M-59/3 (18. April 2018) und EC-M-59/DG.1 (18. April 2018).

30 OPCW: S/1612/2018 (12. April 2018).

31 OPCW: SAB-24/WP.1, 14.7.2016.

32 OPCW: SAB-27/WP.1, 26.2.2018.



Blick auf das Plenum der 4. Überprüfungskonferenz des Chemiewaffenübereinkommens.

# Konflikt um die Zukunft des Chemiewaffenübereinkommens

**Für die vierte Überprüfungskonferenz des Chemiewaffenübereinkommens war geplant, die Umsetzung der Konvention zu bilanzieren und Empfehlungen zur künftigen Arbeit der Organisation für das Verbot chemischer Waffen auszusprechen. Doch in den Beratungen divergierten die Meinungen der Vertragsstaaten derart, dass sich die Staatengemeinschaft nicht auf ein gemeinsames Schlussdokument einigen konnte.**

«Im Interesse der gesamten Menschheit» – so lautet die Präambel des Chemiewaffenübereinkommens (CWÜ) – soll die Möglichkeit des Einsatzes chemischer Waffen vollständig ausgeschlossen werden. Das CWÜ, welches am 29. April 1997 in Kraft trat, verbietet Entwicklung, Herstellung, Besitz, Weitergabe und Einsatz chemischer Waffen. Alle fünf Jahre kommen die Vertragsstaaten des Übereinkommens zusammen, um dessen Zustand zu überprüfen und zukünftige Entwicklungen zu beraten. Bei der letzten Überprüfungskonferenz im Jahr 2013, schien die Welt noch einigermaßen in Ordnung: Die Vernichtung der chemischen Kampfstoffe aus der Zeit des Kalten Krieges machte rasche Fortschritte; bis heute wurden gut 97 Prozent aller deklarierten Bestände vernichtet.

Die 4. Ausgabe dieser Überprüfungskonferenz (21.–30. November 2018) hingegen tagte vor gänzlich anderem Hintergrund: Seit 2013 wurden Chemiewaffen wiederholt im Syrischen Bürgerkrieg eingesetzt, und es gab mehrere Anschläge mit Nervenkampfstoffen gegen Einzelpersonen: So wurde der Halbbruder des nordkoreanischen Machthabers Kim Jong Un am 13. Februar 2017



Side Event des Labor Spiez unter dem Titel *Science for Diplomats at Review Conference 4 and Spiez Laboratory – CONVERGENCE and solving mysteries – a transdisciplinary look at scientific advances and problem solving.*

Die Konferenzteilnehmer beschäftigen sich hier mit den Strukturformeln der für chemische Kampfstoffe relevanten Elemente. Der Anlass wurde auch genutzt, um den abtretenden Chair des Scientific Advisory Board, Dr. Christopher Timperley, zu verabschieden und das neue SAB-Führungsgremium Cheng TANG (Chair) und Christophe Curty (Vice-Chair) für 2019 zu begrüssen.

am Flughafen von Kuala Lumpur mit dem Nervenkampfstoff VX getötet. Zudem wurden am 4. März 2018 der ehemalige russische Agent Sergei Skripal und seine Tochter Yulia mit einer Substanz aus der Familie der Nowitschok-Agenzien vergiftet.

Rund ein halbes Jahr vor der Überprüfungskonferenz hatte Grossbritannien mit Unterstützung von zehn weiteren Staaten eine ausserordentliche Zusammenkunft der CWÜ-Vertragsstaaten beantragt. Die britische Regierung begründete ihren Vorstoss damit, dass die internationale Gemeinschaft angesichts der Verletzung der Norm gegen den Einsatz von Chemiewaffen nun handeln müsse. Man wollte einen Beschluss herbeiführen, der es der OPCW möglich machen sollte, die Urheber der Einsätze von chemischen Kampfstoffen zu ermitteln. Einige Monate zuvor war das Mandat des so genannten *Joint Investigative Mechanism (JIM)* von UNO und OPCW ausgelaufen – ein Untersuchungsgremium, welches für den UNO-Sicherheitsrat die verantwortlichen Täter identifizieren sollte. In zwei Fällen war die Beweislage ausreichend und der JIM konnte die Täterschaft zuordnen. Sowohl das Syrische Regime wie auch der Islamische Staat wurden für einzelne Einsätze verantwortlich gemacht. Russland jedoch blockierte mit seinem Veto im UNO-Sicherheitsrat eine Verlängerung des Mandats für das Untersuchungsteam und beendete damit den Mechanismus, der eine Identifizierung der Täter ermöglicht hätte. Anfangs 2018 häuften sich Berichte von erneuten Chemiewaffeneinsätzen in Syrien, doch nun fehlte ein wirksames Instrument, um die Täter zur Verantwortung ziehen zu können.

Die Briten hatten schlussendlich Erfolg mit ihrer Initiative: Nach einem zweitägigen diplomatischen Seilziehen beschlossen die Vertragsstaaten des CWÜ mit der erforderlichen Zweidrittelmehrheit, die OPCW mit entsprechenden Instrumenten auszustatten. Diese sollten der OPCW erlauben, nach einem Chemiewaffeneinsatz Indizien und Beweise über dessen Urheber zu sammeln.

An der regulären Zusammenkunft der Vertragsstaaten im November 2018 ging das Seilziehen

weiter: Die wesentliche Aufgabe dieser Zusammenkunft bestand in der Verabschiedung des Haushalts für die OPCW für das Jahr 2019. Mit deutlicher Mehrheit akzeptierten die Vertragsstaaten den Haushaltsentwurf und damit auch einen Finanzierungsanteil, um den Beschluss der Sondersitzung umzusetzen. Die OPCW ist nun daran, ein so genanntes Attributionsteam aufzubauen, das Hinweisen auf die Verantwortlichen in jenen Fällen nachgehen wird, welche die «Fact Finding Missions» der OPCW in Syrien festgestellt hatten. Die OPCW benötigt dafür ein multidisziplinäres Team von Fachkräften, dazu gehören Untersuchungsrichter und erfahrene Ermittler mit speziellen Qualifikationen unter anderem in Informationsbeschaffung und Analyse. Das Budget der OPCW wurde dementsprechend um 2,4 Millionen Euro auf 69,7 Millionen Euro erhöht. Russland und 26 weitere Staaten lehnten diesen Schritt ab. Sie erklärten, diese neuen Zuordnungs-Kompetenzen der OPCW würden die Vorrechte des Sicherheitsrates der Vereinten Nationen tangieren.

Direkt im Anschluss an diese ausserordentliche Zusammenkunft der Vertragsstaaten trafen sich die Konfliktparteien in Den Haag zur vierten Überprüfungskonferenz. Nun sollten die Umsetzung des Chemiewaffenübereinkommens bilanziert und Empfehlungen zur künftigen Arbeit der OPCW ausgesprochen werden. Doch in den Beratungen divergierten die Meinungen so weit auseinander, dass sich die Überprüfungskonferenz nicht einmal auf ein gemeinsames Schlussdokument einigen konnte. Dies war angesichts der Kontroversen um das Attributionsteam der OPCW nicht weiter verwunderlich. Insgesamt waren 18 Paragraphen des Schlussdokuments umstritten. Auf der einen Seite standen jene Länder, die überzeugt waren, dass die syrische Regierung chemische Waffen eingesetzt hatte, auf der anderen Seite Russland und verbündete Staaten, die diese Zuschreibung der Chemiewaffeneinsätze als ungerechtfertigte Politisierung des Übereinkommens ablehnten.

Die Beweisführung zum Einsatz chemischer Waffen in Syrien erfolgte bislang unter meist schwierigen, mitunter gefährlichen Umständen. Nicht immer war es möglich, jeden Aspekt jeder Behauptung oder Anschuldigung zu überprüfen. Doch die Ermittlungen des *Joint Investigative Mechanism (JIM)* waren keineswegs erfolglos gewesen. Man könnte vielmehr argumentieren, dass der JIM gerade deshalb kritisiert und schliesslich durch eine Reihe von Vetos im UNO-Sicherheitsrat gestoppt wurde, weil er Erfolge bei der Identifizierung der Täter erzielen konnte. Der Attributionsmechanismus der OPCW soll nun vom eigenen *Investigation and Identification Team* umgesetzt werden. Es sind hohe, aber nicht unerfüllbare Erwartungen, welche dieses Team nun umsetzen muss.



Die erste Prüfstelle im Labor Spiez wurde 1993 akkreditiert.

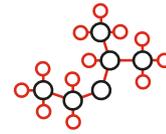
## 25 Jahre akkreditierte Prüfstellen im Labor Spiez

**Das Vertrauen in Prüfungen und Analysen steht und fällt mit der Kompetenz der Experten, die diese Leistungen erbringen. Das gilt für den Umweltschutz, das Gesundheitswesen oder die Lebensmittelbranche und natürlich auch für die Arbeit im Labor Spiez. Ohne objektive Beurteilungen oder Zertifizierungen könnten wir unsere Aufträge nicht erledigen. Wir sind darauf angewiesen, unseren Kunden und Partnern belegen zu können, dass unsere Verfahren und Systeme hinsichtlich ihrer Qualität und Sicherheit verlässlich sind.**

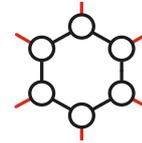
Als Speziallabor des Bundes und Vertrauenslabor verschiedener internationaler Organisationen müssen wir sicherstellen und belegen, dass unsere Arbeit einem technischen Mindestniveau entspricht und mit den Vorgaben entsprechender Richtlinien und Normen konform ist. Diesen Zweck erfüllt eine so genannte Akkreditierung (vom lateinischen *accredere* für «Glauben schenken».) In einem Akkreditierungsverfahren haben wir der unabhängigen Akkreditierungsstelle nachzuweisen, dass wir unsere Tätigkeiten kompetent, unter Beachtung gesetzlicher Anforderungen und auf international vergleichbarem Niveau erbringen. In der Schweiz prüft und bescheinigt die Schweizerische Akkreditierungsstelle (SAS) Kompetenz und Qualität von Laboratorien, basierend auf den Normen der ISO (CASCO) und des CEN/CENELEC. Die SAS ist dem Staatssekretariat für Wirtschaft (SECO) administrativ unterstellt. Sie entscheidet jedoch eigenständig über die Akkreditierung.

Der Ablauf einer Akkreditierung beginnt mit der Anmeldung bei der SAS. Danach wird der Geltungsbereich der Akkreditierung festgelegt, und das Labor setzt die Massnahmen zur Einhaltung der entsprechenden Normen um. Nach einem Vorgespräch erhalten die Fachexperten der SAS Einblick in das zu prüfende Labor. Anhand von Checklisten werden Fachkompetenz, Infrastruktur und Managementsystem der kandidierenden Stelle überprüft. Sind alle Anforderungen erfüllt, stellen die Begutachter den Antrag zur Erteilung der Akkreditierung und die Eidgenössische Akkreditierungskommission nimmt dazu Stellung. Eine Akkreditierung gilt jeweils für fünf Jahre. Dann ist eine erneute Begutachtung erforderlich. Folgende Prüfstellen im Labor Spiez sind (seit den 1990er Jahren) akkreditiert.

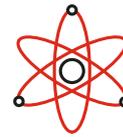
## Akkreditierte Prüfstellen im Labor Spiez



**STS 0019** Prüfstelle für Untersuchungen von Proben aller Art auf chemische Kampfstoffe und verwandte Verbindungen (seit 1993)



**STS 0022** Prüfstelle für Sorptionsmittel und Atemschutzfilter (seit 1993)



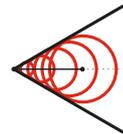
**STS 0028** Prüfstelle für die Bestimmung der Konzentration von Radionukliden (seit 1993)



**STS 0036** Prüfstelle für Kunststoffe und Gummi sowie für das Verhalten von Kunststoffen, Gummi und Textilien gegenüber chemischen Kampfstoffen (seit 1993)



**STS 0054** Prüfstelle für den Nachweis biologischer Agenzien (seit 1994)



**STS 0055** Prüfstelle für ABC Schutzmaterial sowie Einrichtungen und Installationen von Schutzbauten (seit 1994)



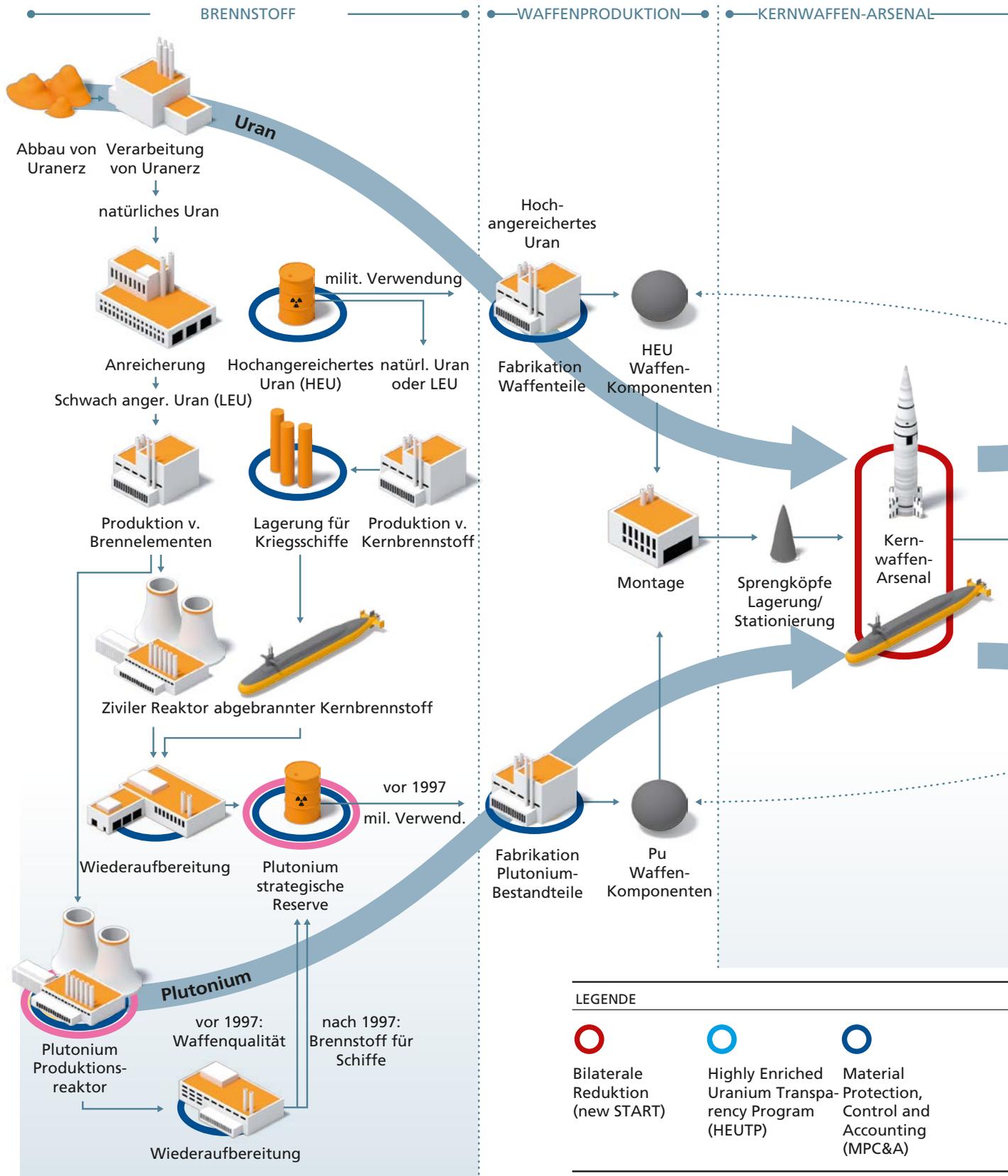
Ein Wartungsteam der US-Luftwaffe entfernt den oberen Teil einer Interkontinentalrakete mit einem nuklearen Sprengkopf auf der Malmstrom Air Force Base, Montana.

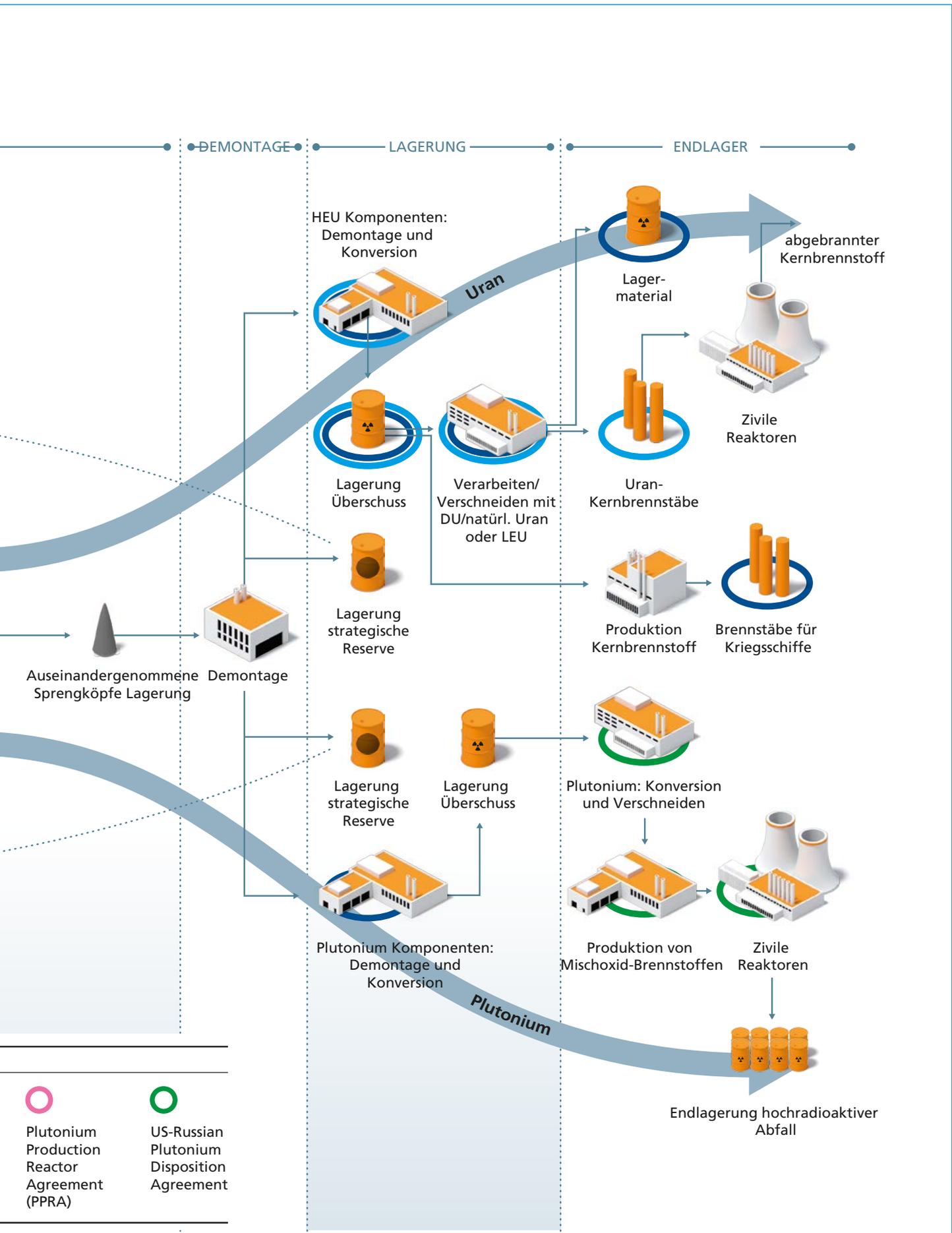
## Nukleare Abrüstung – Vertrauen ist gut, Verifikation ist besser

**Entscheidend für jede Vereinbarung über nukleare Abrüstung ist deren Verifikation. Kann dies auch bei sensibler Nuklearwaffentechnik gelingen? Dieser Frage geht eine 2015 von Barack Obama lancierte Initiative nach – die Internationale Partnerschaft für Atomare Abrüstungsverifikation (IPNDV). Dieses Netzwerk erforscht Techniken und Prozeduren zur Deklaration und verifizierten Abrüstung von Kernwaffen. 25 Staaten sind daran beteiligt, sowohl Kernwaffenstaaten wie Nicht-Kernwaffenstaaten, darunter auch die Schweiz mit dem Labor Spiez.**

Heutzutage über atomare Abrüstung diskutieren zu wollen, klingt vielleicht etwas wenig realistisch. Pakistan und Indien rüsten weiter auf, Nordkorea entwickelt Interkontinentalraketen. Gemäss Schätzungen des Congressional Budget Office (CBO) werden die Nuklearstreitkräfte der USA in den kommenden 10 Jahren Kosten in Höhe von knapp 500 Milliarden Dollar verursachen. Die USA haben das Iran-Abkommen aufgekündigt, und sie haben Russland die Kündigung des Intermediate Range Nuclear Forces Treaty (INF-Vertrag) übermittelt. Diese Kündigung wird im August 2019 wirksam, und bereits für die Dauer dieser Frist betrachten die USA ihre Bindung durch das Abkommen aufgrund russischer Vertragsverletzungen als suspendiert. Weitere diplomatische Anstrengungen für eine Rettung des Vertrags sind zu erwarten, werden aber wahrscheinlich erfolglos bleiben. Russland seinerseits sieht eine verbindliche Begrenzung der Raketenabwehrsysteme als Bedingung für eine weitere nukleare Abrüstung. Die USA haben diese Forderung jedoch stets zurückgewiesen. Die im Januar 2019 publizierte Missile Defense Review

# Lebenszyklus von Nuklearwaffen: Vertrauensbildende Massnahmen

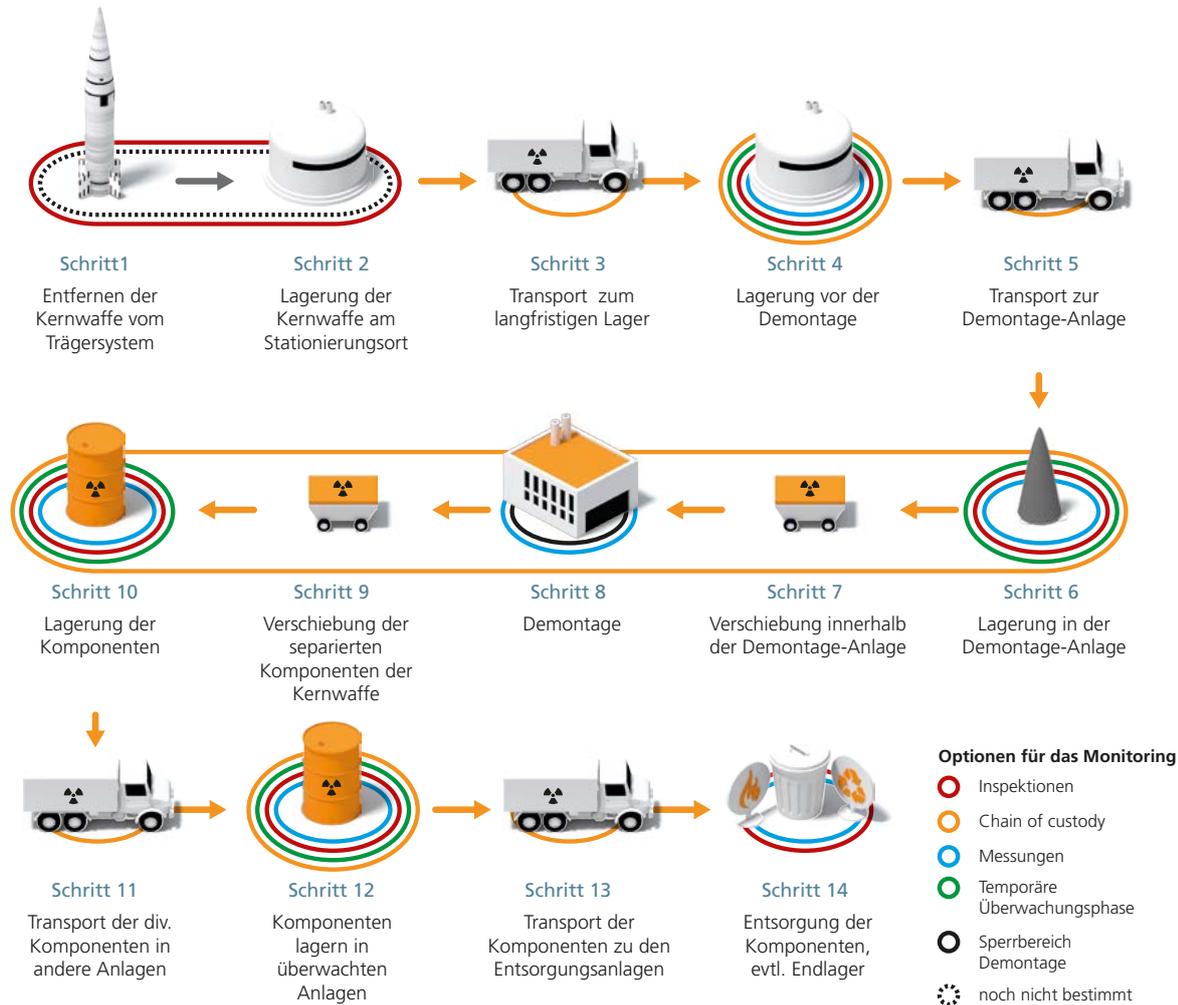




Quelle: US DOE, NNSA, Office of Nonproliferation Research and Engineering, Technology R&D for Arms Control, Spring 2001

# 14 Schritte bis zum Ende der Bombe

Die IPNDV hat den Prozess der Demontage von Kernwaffen von der Raketenbasis bis zum Endlager in 14 Schritte unterteilt. Die Überwachungs- und Verifikationsaktivitäten sind hier dargestellt.



schliesst rechtlich verbindliche Grenzen für die amerikanischen Abwehrsysteme weiterhin kategorisch aus. Doch hinter all diesen Drohkulisen treffen sich Diplomaten weiterhin zu Abrüstungsgesprächen.

Ein entscheidender Punkt bei Abkommen über nukleare Abrüstung ist die Überprüfung, ob eine Verpflichtung zur Abrüstung tatsächlich eingehalten wird. Allerdings gibt es dabei ein Problem: Kein Atomwaffenstaat der Welt will wirklich aufzeigen, wie seine Atomsprengköpfe konstruiert sind. Im Rahmen bisheriger Abkommen wurde zwar die Abrüstung von Trägersystemen überprüft; eine Verifikation der Zerstörung eines nuklearen Sprengkopfes hat jedoch noch nie stattgefunden. Und die Zerstörung ist eine wichtige Voraussetzung für wirkliche Abrüstung, denn es reicht nicht, einen Sprengkopf nur zu demontieren und die Einzelteile zu la-

gern. Weil sich dann die Waffen recht schnell wieder zusammenbauen lassen.

Eine solche Verifikation hat hohe technische Hürden zu bewältigen: man muss sicher sein, dass ein nuklearer Sprengkopf auch wirklich zerstört oder irreversibel unbrauchbar gemacht wurde. Gleichzeitig möchte der abrüstende Staat keine unnötigen Einblicke in sensible Bereiche geben. Soweit auch Nicht-Nuklearwaffenstaaten an der Verifikation beteiligt sind, würden Einblicke in Aufbau und Funktion des nuklearen Sprengkopfes sogar gegen den Vertrag über die Nichtverbreitung von Atomwaffen verstossen.

Um diese Herausforderungen anzugehen, werden im Rahmen der IPNDV Verfahren zur Verifikation entwickelt. In einer ersten Phase hat die IPNDV die konzeptionellen Voraussetzun-

gen für eine wirksame Verifikation ausgearbeitet. Dazu wurde die Zerstörung einer Atom-bombe von der Raketenbasis bis zum Endlager für Atommüll in 14 Schritte unterteilt (vgl. Abbildung Seite 14). Die Abrüstung muss auch garantieren, dass das Plutonium aus den Sprengköpfen aus dem Atomkreislauf entfernt wird und nicht wiederverwendet werden kann (vgl. die Übersicht zum Atomkreislauf auf Seite 14).

Ende 2017 verabschiedeten die Delegierten der IPNDV folgendes Zwischenfazit zur ersten Phase der Initiative: *«Inspektionsvorschriften und Technologien zeigen einen Weg auf, wie eine multilateral überwachte Zerlegung atomarer Sprengköpfe möglich wird – als Teil eines künftigen Abrüstungsabkommens.»* Das bedeutet: Die Ausrede, dass man Abrüstung nicht kontrollieren kann, ist bald nicht mehr gültig. Wissenschaft und Technik können also wesentlich zur Diplomatie beitragen.

Die zweite Phase der Initiative dauert bis Ende 2019, bis kurz vor der Überprüfungskonferenz des Vertrags über die Nichtverbreitung von Kernwaffen (NPT). Phase 2 baut auf den Erkenntnissen der ersten Phase auf und konzentriert sich auf die Überprüfung der Deklarationen von Kernwaffen sowie auf einige ausgewählte Verifikationstechnologien. Folgende Arbeitsgruppen wurden dazu eingerichtet:

#### **Verification of Nuclear Weapon Declarations**

Hier geht es darum, wie die Deklarationen über die Anzahl von Nuklearwaffen in einem Land verifiziert werden können. Dazu sollen bisherige Erfahrungen wie etwa mit dem START-Abkommen genutzt werden, um einen Rahmen für die Verifikation zu schaffen.

#### **Verification of Reductions**

Dieses Team befasst sich mit der Verifikation der Reduktion von Atomwaffen. Ausgehend vom Demontage-Schema, das 14 Schritte umfasst, wird jeder einzelne Schritt im Detail analysiert und weiterentwickelt.

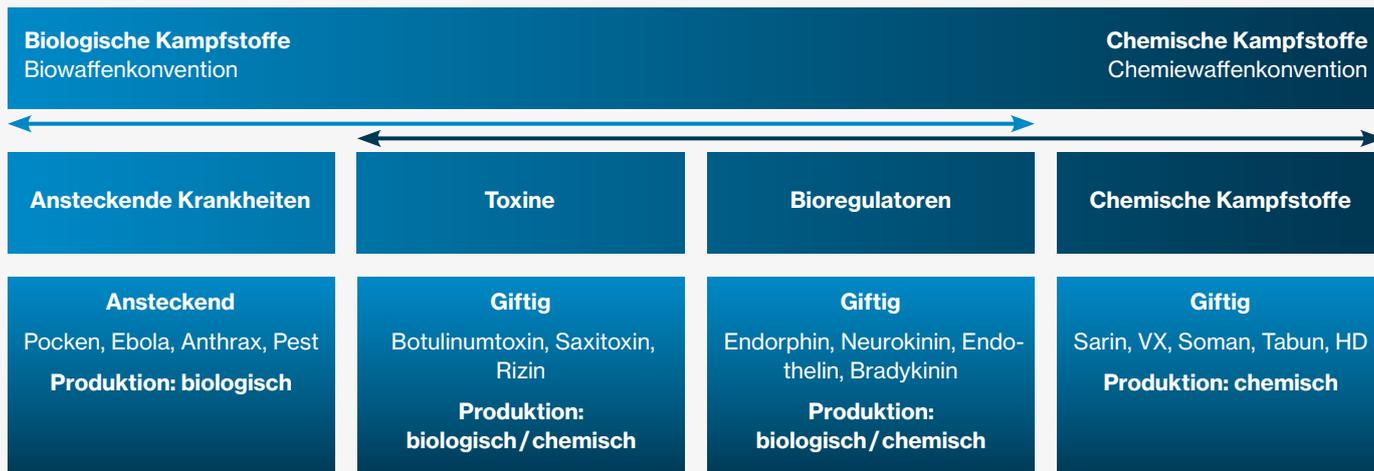
#### **Technologies for Verification**

Diese Gruppe konzentriert sich auf die Weiterentwicklung einer begrenzten Anzahl von Verifikationstechnologien, die für die Arbeit der anderen Arbeitsgruppen relevant sind. Dabei wird das Demontage-Schema (Seite 16) als Basis für die entsprechenden Technologien und Analysenmethoden herangezogen.

Jede dieser Arbeitsgruppen organisiert zudem praktische Verifikationsübungen. Die Übung der Arbeitsgruppe *Technologies for Verification*, an der auch das Labor Spiez teilnimmt, findet anfangs September 2019 am Studienzentrum für Kernenergie in Mol, Belgien, statt.

Für die Übung werden Anordnungen von MOX (Mixed Oxide) Stäben aufgebaut – Brennstäbe, die Plutonium und Uran enthalten. An diesen MOX-Stäben werden Methoden und Geräte zur Messung von Spaltmaterialien geprüft, und es wird ermittelt, wie gut man damit Kernwaffenmaterial von Reaktormaterial unterscheiden kann und wie stark die Instrumente von Abschirmmaterialien gestört werden.

Die Arbeiten der IPNDV kommen also weitgehend unbeschadet von den gegenwärtigen Blockaden im Abrüstungsprozess voran. Wichtig wird sein, die IPNDV auf weitere Länder auszudehnen und besser bekannt zu machen. Kurz vor der Überprüfungskonferenz des NPT im Frühjahr 2020 wird die Schweiz ein Outreach-Meeting in Genf organisieren. Ziel ist es, die während der ersten beiden Arbeitsphasen erreichten Erkenntnisse einer breiteren Gruppe von Interessierten vorzustellen (Abrüstungsdelegationen, Medien, Studenten, Think Tanks etc.).



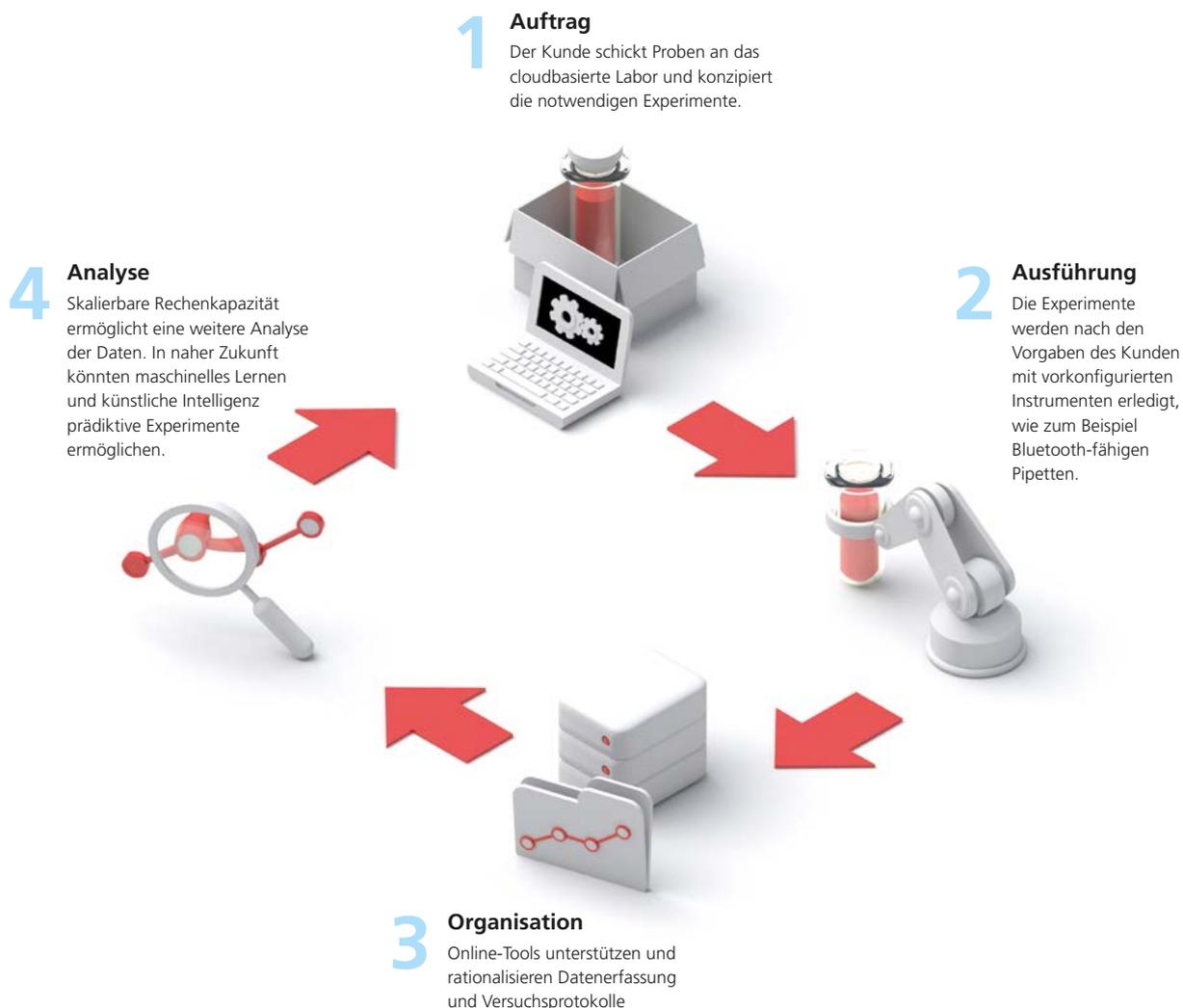
## Spiez CONVERGENCE 2018

Vor fünf Jahren haben wir die internationale Konferenzreihe Spiez CONVERGENCE etabliert, um Fortschritte in Wissenschaft und Technologie zu identifizieren, die sich auf das Biologie- bzw. das Chemiewaffen-Übereinkommen auswirken könnten. Mit diesen Treffen leisten wir einen Beitrag zur Pflege und Stärkung der Rüstungskontrollabkommen, zusammen mit der Abteilung für Internationale Beziehungen des VBS, dem Departement für auswärtige Angelegenheiten (EDA) und dem Zentrum für Sicherheitspolitik der ETH Zürich. Spiez CONVERGENCE 2018 war die dritte Ausgabe der Konferenzreihe. Nachfolgend ein Ausschnitt der Kurzfassung des Konferenzberichts zu den jüngsten Entwicklungen auf den Gebieten synthetische Biologie, Nanomaterialien und Additive Fertigung. Der vollständige Bericht (in Englisch) ist erhältlich unter: [www.spiezconvergence.com](http://www.spiezconvergence.com)

### Synthetische Biologie

Die Industrie kann heute komplexe Biomoleküle mit Hilfe der synthetischen Biologie herstellen. Komplexe *in vitro* Designs sind wünschenswert, da sie die Entwicklung interessanter Produkte ermöglichen und zugleich den Bereich der Biotechnologie als Ganzes erweitern. Ein Beispiel für eine praktische Anwendung von synthetischer Biologie und Systembiologie ist die Entwicklung diagnostischer Schnelltests für die Antibiotikaresistenz von Bakterien. Trotz der jüngsten Fortschritte sind der Konstruktion biologischer Systeme jedoch nach wie vor Grenzen gesetzt. Hier versprechen cloudbasierte Laboratorien eine erhebliche Beschleunigung sowohl der Synthese wie auch der Charakterisierung von Agenzien, da sie eine reproduzierbare Umgebung mit standardisierten Protokollen zu Verfügung stellen (vgl. Box auf Seite 19). Cloudbasierte Laboratorien sind ein Indiz dafür, dass sich neue Formen der Zusammenarbeit für nass-chemische und biologische Experimente entwickeln. Andererseits muss man sich die Frage stellen, inwiefern diese neue Art der Zusammenarbeit für böswillige Zwecke missbraucht werden könnte. Ausserdem könnten solche Einrichtungen selbst das

Cloudbasierte Laboratorien koordinieren wissenschaftliche Prozesse, Instrumente und Robotik und verbinden alle erforderlichen Bestandteile eines Projektes – von Forschungsprotokollen und Pipetten bis hin zur Datenspeicherung über das Internet. Anstatt eine Serverfarm zu kaufen, können die Forschenden ihre Daten in die Cloud senden und genau jene Ressourcen anfordern, die sie benötigen. Dies verringert den Investitionsbedarf und ermöglicht Kooperationen auf globaler Ebene in Echtzeit. Heute wird die Cloud typischerweise für bestimmte Technologien wie Next-Generation-Sequencing oder Massenspektrometrie eingesetzt. Das Aufkommen von Cloud-Labors in der Synthetischen Biologie wirft jedoch auch Fragen auf. Es muss sichergestellt werden, dass die Nutzer diese Möglichkeiten nicht für böswillige Zwecke missbrauchen.



Ziel von (Cyber-)Angriffen werden. Die Industrie setzt sich mit diesen Problemen schon heute auseinander und verwendet Protokolle zum Screening von Kunden und molekularen Strukturen; es werden Zugriffskontrollen zu Reagenzien implementiert und man stützt sich auf ein vertrauenswürdigen Netzwerk von Nutzern und Firewalls. Ähnliche Massnahmen wurden bereits von Firmen umgesetzt, die DNA-Synthesedienste anbieten.

#### Nanomaterialien

Während der Diskussionen über Nanomaterialien an der Spiez CONVERGENCE von 2016 galt DNA-Origami noch als explorative Forschung im Frühstadium. Heute gibt es bereits erste Tierstudien im Labor mit DNA-Objekten als Krebstherapeutika. Trianguläre DNA-Origami

lassen sich zu Capsid-ähnlichen Strukturen mit Durchmessern bis zu 200 nm stapeln und können als Träger für eine gezielte Wirkstoffabgabe weiterentwickelt werden. Allerdings ist die Stabilität von DNA-Origami *in vivo* nach wie vor problematisch, und eine praktische Anwendung in Medizin und Industrie wäre nur mit einer Massenproduktion möglich, die wiederum eine deutliche Senkung der Herstellungskosten erfordern würde: DNA-Stapelstränge, die heute mittels Festkörpersynthese hergestellt werden, kosten rund €200 000 pro Gramm DNA-Origami.

Chemotherapeutika, Mittel zur Krebsbehandlung, Nukleinsäuren, Proteine und andere Biomoleküle werden heute zum Teil mit Graphenoxiden (GO) zur Anwendung gebracht. GO sind

zweidimensionale Kohlenstoffstrukturen im Nanomassstab. Einige GO-Derivate sind von besonderem Interesse – sie sind biokompatibel, billig und leicht zu derivatisieren und eignen sich daher als Vehikel für die Verabreichung von Medikamenten. Die biologischen Wirkungen und die Toxizität von GO-Nanopartikeln sind abhängig von Partikelgrösse, Oxidationsgruppen, Funktionalisierung und Zelltyp. Im Kontext der biologischen und chemischen Waffen ist es möglich, solche Nanopartikel als Aerosol auszubringen, damit sie über die Lungen durch die Blut-Hirn-Schranke aufgenommen werden können. Nanopartikel wären daher geeignet, grössere Mengen an Toxinen oder Bioregulatoren gezielt abzugeben.

### **Additive Fertigung**

Additive Fertigung (Additive Manufacturing – AM) war in allen drei Konferenzen seit 2014 ein Diskussionsthema, und die Branche wächst rasant weiter. AM ermöglicht dem Endnutzer die Kontrolle über das Produktdesign, und erlaubt damit die Umgehung konventioneller Lieferketten. Von besonderem Interesse im Kontext der Rüstungskontrolle sind AM-Prozesse zur Herstellung von 3D-Objekten, welche hohen Temperaturen, dem Druck einer Dampfsterilisation oder hochkorrosiven Chemikalien widerstehen können. Derzeit sind nur die industriellen AM-Systeme in der Lage, Komponenten in einer Qualität herzustellen, die dem hohen Standard anderer industrieller Prozesse entsprechen. Es ist unwahrscheinlich, dass 3D-Drucker, die zur Herstellung korrosionsbeständiger Teile oder Geräte geeignet sind, in naher Zukunft auch für individuelle Verbraucher zugänglich sein werden. Jedoch dürfte die Liste der für 3D-Drucke verfügbaren Materialien in den nächsten Jahren signifikant wachsen, und es wird erwartet, dass AM branchenübergreifend in der Industrie, aber auch im Bildungswesen Anwendung finden wird. Es müssen daher regulatorische Standards für 3D-Druck und Verarbeitung entwickelt werden.

### **Politische Diskussion**

Spiez CONVERGENCE endet jeweils mit einer politischen Erörterung der Auswirkungen von Technologie und Wissenschaft auf die Verträge und Regime im Bereich der Chemie- und Biowaffen. Wenn etwa cloudbasierte Institute die Wissenschaftler von den eigentlichen Experimenten trennen, gewinnt der Zugriff zu Daten aus regulatorischer Sicht zunehmend an Bedeutung. Eine solche Entwicklung hätte auch auf potentielle Chemie- oder Biowaffen-Programme einen Einfluss. Neue Herstellungsanlagen für Massenvernichtungswaffen hätten einen geringeren Platzbedarf und wären schwieriger zu entdecken, weil ihre technologischen Eigenheiten sich von früheren staatlichen Waffenprogrammen deutlich unterschei-

den würden. Nichtstaatliche Akteure hingegen wären nach wie vor eingeschränkt durch die Schwierigkeiten bei der Beschaffung kritischer Materialien und Geräte, ihnen fehlen auch die Methoden zur effektiven Ausbringung der Agenzien und die Finanzierung solcher Programme dürfte ebenfalls an Grenzen stossen. Für einen staatlichen Akteur wiederum wäre es schwierig einzuschätzen, wie sich diese neuen Materialien und Methoden in existierende Waffenentwicklungen einfügen lassen. Dabei wäre zu berücksichtigen, ob die entsprechenden Agenzien für Massenvernichtungswaffen entwickelt werden oder für begrenztere Anwendungen wie Sabotage oder Anschläge. In diesem Kontext muss man sich auch die Frage stellen, ob die Instrumente zur Umsetzung der Chemie- und Biologiewaffenübereinkommen, die von den Vertragsparteien entwickelt wurden, im heutigen Umfeld überhaupt noch wirksam sind. Dies gilt ebenso für die nationalen Exportkontrollen.

Viele der technologischen und wissenschaftlichen Fortschritte erfordern Multi-Stakeholder-Ansätze unterschiedlicher Akteure aus Forschung, Industrie und Nationalen Behörden, um Partnerschaften und Governance-Systeme zu entwickeln. Entsprechende Einschätzungen und Lösungsansätze haben sowohl eine kurz- wie auch eine längerfristige Perspektive: Zum Beispiel wäre für 3D-Drucker, die polyfluorierte Polymere verarbeiten, eine rasche Regulierung durchaus empfehlenswert, da diese Technologie wichtige Exportkontrollen unterwandern könnte. Andererseits dürfte das Aufkommen cloudbasierter Laboratorien die Umsetzung der Rüstungskontroll-Übereinkommen eher über längere Zeit beeinflussen.



Der 4. internationale UNSGM-Workshop in Spiez.

## Ein Netzwerk vertrauenswürdiger Labors im Dienst der Vereinten Nationen

**Zur Untersuchung eines mutmasslichen Einsatzes von biologischen Waffen und Toxin-Waffen obliegt es den Staaten, dem UNO-Generalsekretärs-Mechanismus (UNSGM) geeignete Labors zur Unterstützung der Abklärungen zu melden. Im September 2018 haben wir in Spiez den vierten Schweizer Workshop organisiert, um mit diesen gemeldeten Labors ein funktionierendes Netzwerk von vertrauenswürdigen Institutionen zu etablieren. Die Initiative knüpft an die Abrüstungsagenda des UNO-Generalsekretärs an, welche von den Staaten verlangt, dass angemessene Vorbereitungen getroffen werden, um auf jeden glaubwürdigen Vorwurf des Einsatzes biologischer Waffen reagieren zu können.**

Die Ergebnisse der vorangegangenen UNSGM-Workshops haben bestätigt, dass der Aufbau eines gemeinschaftlichen Netzwerks designierter UNSGM-Labors dazu beiträgt, Transparenz und Vertrauen in die wissenschaftliche Kompetenz, die analytischen Fähigkeiten und die Qualitätssicherungssysteme der beteiligten Institutionen zu schaffen. Die jüngsten Anstrengungen haben sich nunmehr von konzeptionellen Fragen hin zu praktischen Schritten entwickelt, wie etwa gezielte Übungen zur Vertrauensbildung und Qualitätssicherung.

In der diesjährigen Ausgabe der Workshop-Reihe haben die Teilnehmer die bereits absolvierten Übungen besprochen, sie haben die Schnittstellen zwischen dem Ermittlungsteam und den designierten Labors diskutiert sowie zusätzliche Elemente für qualitätsgesicherte Laborbefunde untersucht. Die von Deutschland organisierten Übungen bieten die Möglichkeit, ihre eigenen Fähigkeiten einzuschätzen und sich kontinuierlich

Dem UNSGM-Mechanismus zugrunde liegt die Resolution 620 des UNO-Sicherheitsrats vom 26. August 1988. Diese wurde vor dem Hintergrund der Chemiewaffeneinsätze im ersten Golfkrieg zwischen dem Irak und dem Iran einstimmig verabschiedet.

*«Der Sicherheitsrat (...) zutiefst besorgt über die Gefahr eines möglichen Einsatzes von chemischen Waffen in der Zukunft (...) beschliesst, unter Berücksichtigung der Untersuchungen des Generalsekretärs, unverzüglich geeignete und wirksame Massnahmen in Übereinstimmung mit der Charta der Vereinten Nationen in Erwägung zu ziehen, falls in Zukunft, gleichgültig wo und von wem, chemische Waffen unter Verletzung des Völkerrechts eingesetzt werden.»*



zu verbessern. Zwölf Institute aus zehn Staaten nahmen an einer Pilotübung teil, wobei alle das Ziel erreichten, einen Keim auf der Ebene der Subspezies korrekt zu identifizieren. Die zusätzlichen Aufgaben zur vertieften Charakterisierung des Keims zeichneten jedoch ein differenzierteres Bild der jeweiligen Fähigkeiten. Dies zeigte sich insbesondere bei der Interpretation der Laborbefunde hinsichtlich der Frage, ob die Ergebnisse der Analysen für eine natürliche Herkunft des Erregers oder für eine absichtliche Ausbringung sprechen.

Der Workshop skizzierte zudem eine Reihe von Verbesserungen für zukünftige Übungen und identifizierte Themenfelder mit weitergehendem Diskussionsbedarf. Dazu gehören Bestrebungen zu einer geografischen Ausweitung des Labornetzwerks, Empfehlungen zu Arbeitsanweisungen, die Entwicklung von Szenarien, die Organisation von Probentransfers, die Dokumentation der Beweismittelkette, die Spezialisierung, das Berichtswesen sowie der Datenschutz. Da einige dieser Aspekte entscheidend für den Erfolg einer Untersuchungsmission sind, müssen robuste Lösungen Schritt für

Schritt entwickelt werden, und gleichzeitig sind die politischen Akteure und Gesetzgeber für diese Voraussetzungen zu sensibilisieren.

Eine Teilnahme an den Übungen bietet zahlreiche Vorteile, darunter die Förderung globaler Zusammenarbeit und die Möglichkeit, die eigenen Fähigkeiten an anderen Labors zu messen. Weitere Übungen mit steigendem Schwierigkeitsgrad sind für die kommenden Jahre geplant. Dabei steht eine umfassende Charakterisierung von Proben im Zentrum, die weit über die im Alltag übliche klinische Diagnostik hinausgeht. Diese Übungen würden dem UNO-Generalsekretär, unterstützt von Expertenberatern, eine faktenbasierte Auslegeordnung der tatsächlichen Fähigkeiten bieten, um daraus für ein spezifisches Szenario die geeignetsten Labors auszuwählen. In diesem Sinn werden die Staaten ermutigt, geeignete Fachkräfte aus ihren gemeldeten Instituten als Expertenberater für den UNSGM zu nominieren.

### **Erweiterung des Netzwerks**

In Zusammenarbeit mit Schweden hat Dänemark ein Projekt zur Stärkung der Fähigkeiten des UNSGM im bioanalytischen Bereich durch vertrauensbildende Übungen gestartet. Die Übungen behandeln den spezifischen Nachweis und die Charakterisierung eines Keims und der assoziierten genetischen Marker mittels Genomanalyse. Die Ergebnisse der 60 Teilnehmer belegen, dass – abgesehen von Afrika und Südamerika – diese Fähigkeiten sowohl geografisch als auch branchenspezifisch weit verbreitet sind. Mehrere Labors hätten also das Potenzial, die aktuelle Liste der bioanalytischen UNSGM-Laboratorien signifikant zu erweitern.

Die Organisation für das Verbot von chemischen Waffen (OPCW) hat bereits zwei Übungen mit Toxinen organisiert. Die zweite dieser vertrauensbildenden Übungen betraf Rizin und Abrin unter Verwendung eines Punktesystems zur Leistungsbewertung. Die Ergebnisse der 21 teilnehmenden Labors aus 18 Staaten zeigten, dass im Vergleich zur ersten Übung gute Fortschritte erzielt werden konnten. Dennoch sind Verbesserungen nötig, da einige Institute falsch-positive oder falsch-negative Ergebnisse berichtet hatten. Weitere Anstrengungen auf dem Gebiet der Toxin-Analytik sind erforderlich: nach dem gegenwärtigen Ansatz würde eine UNSGM-Untersuchung zum vermuteten Einsatz eines Toxins in Zusammenarbeit mit der OPCW und deren Designierten Laboratorien realisiert.

### **Eine Drehscheibe zwischen Ermittler und Laboratorien**

Die Schnittstelle zwischen dem Ermittlungsteam und den Labors erfordert eine ver-

tiefe Diskussion: UNSGM-Missionen müssen über intrinsische Laborexpertise im Ermittlungsteam verfügen. Nur so ist sichergestellt, dass die Ermittler die Fähigkeiten und Probenakzeptanzkriterien der Labors auch richtig interpretieren. Sämtliche Prozesse der Probenanalytik, von der Probenahme bis zur Berichterstattung, müssen robust genug sein, um einer politischen und rechtlichen Prüfung standhalten zu können. Die Analytik muss daher forensischen Prinzipien folgen, einschliesslich der strikten Einhaltung der Beweismittelkette sowie der Sicherstellung der eindeutigen Probenidentität.

Dieser Ansatz spricht für die Verwendung eines bestimmten Labors, das als Drehscheibe und Angelpunkt zwischen dem Ermittlerteam und den probenuntersuchenden Labors wirken kann. Um eine koordinierende Rolle im Sinne eines «Hub» einnehmen zu können, muss dieses Labor für den UNSGM nominiert sein, es muss unparteiisch agieren, und es muss den vereinbarten technischen Kriterien genügen. Die Aufgaben, die ein solches Hub-Labor erfüllen sollte, werden jedoch durch den jeweiligen Kontext der Untersuchung bestimmt. Deshalb muss ein Hub-Labor besonders flexibel agieren können. Letztendlich bleibt es aber in der Verantwortung des Ermittlungsteamleiters, darüber zu entscheiden, ob und in welcher Form ein Hub-Labor die Untersuchungsmission unterstützen soll.

Im letzten Teil des Workshops betrachteten die Teilnehmer die erreichten Fortschritte hinsichtlich der Fähigkeiten der designierten Labors und identifizierten weiteren Handlungsbedarf. Zusätzliche Anstrengungen sind erforderlich, um weitere Labors zu gewinnen und damit die geografische Breite zu erhöhen. Zudem muss die Leistungsfähigkeit des Netzwerks mittels Übungen regelmässig überprüft werden. Staaten, die eine aktive Rolle bei der Verbesserung der Laborkapazität des UNSGM übernommen haben, müssen enger mit anderen Staaten zusammenarbeiten. Dies fördert einerseits die politische Unterstützung für mehr Transparenz, andererseits können die Informationen zu den Fähigkeiten gemeldeter UNSGM-Labors besser ausgetauscht werden, was wiederum deren Zusammenwirken grundsätzlich verbessert.

Man ist sich weitgehend einig, welche Massnahmen zur Stärkung der operativen Fähigkeit des UNSGM im Bereich bioanalytischer Labors erforderlich sind. Die Weiterentwicklung eines Netzwerks mittels Übungen und durch den Austausch von Fachwissen bringt erheblichen Nutzen sowohl für die Staaten als auch für die Institute, die sich an diesem Prozess beteiligen. Die grundsätzliche Bereitschaft zur Weiterent-

wicklung des Netzwerks muss nun auch in eine nachhaltige Finanzierung umgemünzt werden. Um dies zu erreichen, ist ein breiteres politisches Engagement zur Unterstützung dieser Initiative sicherzustellen.

Wir werden uns weiterhin für den Ausbau und die Weiterentwicklung eines wirksamen Labornetzwerks einsetzen. Dementsprechend werden wir auch in Zukunft mit unseren UNSGM-Workshops den beteiligten Partnern eine Plattform zum Austausch von Ergebnissen, Erfahrungen und neuen Ideen anbieten.

Der fünfte Schweizer UNSGM-Workshop ist für den 11. bis 13. September 2019 geplant.



Ölfelder in al-Qayyara, südlich von Mosul, die von Kämpfern des Islamischen Staats bei ihrer Flucht in Brand gesetzt wurden.

## Internationale Missionen

**Auch 2018 beteiligten wir uns an Einsätzen zugunsten von Umwelt und Gesundheit im Rahmen von internationalen Missionen des UNO-Umweltprogramms sowie der Internationalen Atomenergie-Agentur IAEA – auf den Marshall-Inseln, in Jordanien, Thailand, Uruguay und im Irak. Dieses Engagement ist auch für den Bevölkerungsschutz in der Schweiz von Nutzen.**

Unsere Arbeiten auf dem Gebiet des ABC-Schutzes setzen vielfältige Fachkenntnisse voraus, die sich auch in anderen Bereichen anwenden lassen. Im Sinne einer Querschnittsaufgabe und Synergieleistung verwenden wir unser Know-how auch für analytische Abklärungen bei internationalen Umweltmissionen. Unser Aufwand beschränkt sich dabei auf die Personalkosten. Auslagen für Reise, Unterkunft und Sicherheit werden von den internationalen Organisationen übernommen. Für das Labor Spiez selbst ergibt sich ein Mehrwert aus diesen Engagements, da wir mit konventionellen Übungsanlagen im Inland keine entsprechende Feld- und Laborerfahrung machen könnten. Damit kommen unsere auswärtigen Einsätze auch dem Bevölkerungsschutz in der Schweiz zugute.

### **UNEP-Mission im Irak**

Bereits vor dem Konflikt mit dem Islamischen Staat machten dem Irak die toxischen Überreste aus früheren Kriegen zu schaffen. Die irakische Regierung etablierte deshalb ein System zur Überwachung der Umweltverschmutzung und zur Bewältigung anderer Probleme wie etwa die Wasserknappheit. Das Umweltpro-



Massive Umweltverschmutzung als Folge des Kriegs in al-Qayyara am westlichen Ufer des Tigris. Im August 2016 wurde der Ort vom Islamischen Staat befreit und diente anschliessend als Ausgangsbasis zum Sturm auf die irakische Grossstadt Mosul.

gramm der UNO (UNEP) trug zur Verstärkung der Umweltvorschriften bei und half den Behörden beim Aufbau von Kapazitäten für Sanierungsarbeiten. Doch nachdem der Islamische Staat 2014 grosse Teile des Nordirak erobert hatte, kamen diese Bemühungen zum Erliegen. Schlimmer noch, die Taktik der verbrannten Erde der Islamisten während ihrer Herrschaft über grosse Teile des Irak sowie bei ihren Rückzugsgefechten hatte verheerende Auswirkungen. Dutzende von Ölquellen brannten monatelang, der Konflikt hinterliess verschmutzte Wasserquellen, Millionen von Tonnen von Schutt und Trümmern sowie giftige Abfälle aus Industrieanlagen und Ölraffinerien. Die irakischen Behörden sind bis heute personell, fachlich und finanziell nicht in der Lage, diese Probleme alleine zu bewältigen.

Zur Stärkung der irakischen Behörden organisierte das UNO-Umweltprogramm einen dreitägigen Workshop in Bagdad, um einen Überblick über die *Best Practices* bei der Abklärung von Umweltbelastungen zu vermitteln. Am Workshop nahmen 40 Mitarbeitende des irakischen Ministeriums für Gesundheit und Umwelt und anderer Partnerministerien teil. Neben den UNEP-Mitarbeitenden bestand das Instruktor-Team aus kanadischen und australischen Umweltexperten sowie zwei Vertretern aus Spiez.

Im Rahmen des Workshops unterwiesen wir irakische Spezialisten in Techniken zur Untersuchung von kontaminierten Standorten. Im Fokus standen dabei Strategien für eine korrekte Probenahme, denn die Auswirkungen der Probenahme auf nachfolgende Entscheide werden häufig unterschätzt: Auch das beste Labor kann Fehler beim Sampling nicht mehr korrigieren. Gerade bei umweltanalytischen Untersuchungen ist der Rückschluss, der auf Basis einer Probenahme gezogen wird, von zentraler Bedeutung für nachfolgende Entscheide und kann unter Umständen gravierende Folgen nach sich ziehen. In der Regel liegt die Quelle eines Fehlentscheides meistens bei der Probenahme und nicht bei nachfolgenden Analysen im Labor.

Beim Wiederaufbau nach einem Konflikt konkurriert der Kampf gegen Umweltschäden und Gesundheitsrisiken mit anderen dringenden humanitären Anliegen. Mittlerweile ist jedoch bekannt, wie wichtig einigermaßen intakte Umweltbedingungen auch für die sozioökonomische Entwicklung sind. Die internationale Gemeinschaft wird in naher Zukunft erhebliche Mittel und technische Hilfe bereitstellen müssen, um die Identifizierung und Beseitigung der dringendsten Umwelt-Krisenherde im Irak zu unterstützen. Leider sind die finanziellen Fragen alles andere als geklärt: Nichtstaatliche bewaffnete Gruppen oder Terroristen wie ISIS



Sammeln von Bodenproben während einer praktischen Übung auf der Insel Laura, im Westen des Majuro Atolls.

werden nicht bezahlen. Wer wird also für die Bewältigung der Umweltverschmutzung aufkommen? Die dritte UNO-Umweltversammlung vom 6. Dezember 2017 verabschiedete eine Resolution des Irak zur *«Vermeidung und Kontrolle der Umweltverschmutzung in Gebieten, die von terroristischen Operationen und bewaffneten Konflikten betroffen sind»*. Die Resolution fordert, dass internationale Organisationen bei der Identifizierung, Überwachung und Säuberung der toxischen Folgen von Konflikten helfen. Die Resolution ist nicht bindend. Eine langfristige Finanzierung wird zwar eine Herausforderung darstellen, doch effiziente Massnahmen zur Bewältigung von Umweltproblemen beim Wiederaufbau nach bewaffneten Konflikten dürften der internationalen Gemeinschaft längerfristig Kostenvorteile bringen.

#### **IAEA-Mission Marshall Islands**

Die Marshall-Inseln, eine kleine Inselgruppe mitten im Pazifik, waren nach dem Zweiten Weltkrieg bis 1986 ein Treuhandgebiet der Vereinigten Staaten. Die USA nutzten die Region über Jahre als nukleares Testgelände. Insgesamt 67 Atom- und Wasserstoffbomben detonierten zwischen 1946 und 1958 auf den Atol-

len Eniwetok und Bikini. Dabei entstanden knapp 100 000 Kubikmeter radioaktive Abfälle. Auf der kleinen Runit-Insel des Eniwetok-Atolls, wo 14 der 43 Bomben detonierten, trugen Vertragsarbeiter und Angehörige der US Streitkräfte den kontaminierten Boden ab, mischten das radioaktive Material mit Zement und schütteten es in den gut 100 Meter breiten Krater, der 1958 durch den Abwurf einer 18-Kilotonnen-Bombe auf der Insel entstanden war. Der Krater wurde mit einer Betonkuppel versiegelt. Was nicht mehr in den Krater passte, wurde in die Lagune gekippt; Entsorgungsverbote für Atommüll galten nur für das offene Meer.

Diese Kuppel zeigt heute Risse. Es besteht die Befürchtung, dass Wirbelstürme oder Sturmfluten die Zementplatten lösen oder das direkte Umfeld der Kuppel unter Wasser setzen könnten. Die Marshall-Inseln liegen durchschnittlich knapp zwei Meter über dem Meeresspiegel. Zwischen der Lagune und der Kuppel liegen nur wenige Meter Strand. Auf der anderen Seite der Insel trennt nur eine Mauer aus aufgeschütteten Steinen die Konstruktion vom Meer.



Luftbild des Runit Dome. Ein Anstieg des Meeresspiegels könnte die kleine Insel überfluten.

Mittlerweile gelangen einzelne Sedimente aus der Lagune ins offene Meer. Das austretende Plutonium lässt sich in Spuren bis ins Südchinesische Meer nachweisen.<sup>1</sup> Zwar zeigen diverse vor Ort installierte Überwachungsmechanismen kein Leck der Betonkuppel, mit der Zeit jedoch könnte Meerwasser an der Unterseite der Kuppel eindringen. Sollte die Kuppel durchbrechen, könnten grössere Mengen an radioaktivem Material in die umliegenden Gewässer auslaufen. Wie gross das Risiko für die lokale Bevölkerung ist, lässt sich zuverlässig erst auf der Basis von genaueren Messdaten einschätzen.

Aufgrund der Besorgnis der lokalen Bevölkerung über mögliche radioaktive Kontamination – nicht nur auf Runit, sondern auf der gesamten Inselgruppe – lancierte die Regierung der Marshall-Inseln mit Unterstützung der IAEA ein Projekt zur Überwachung der Radioaktivität vor Ort. Im Rahmen dieses Projekts trainierte ein Mitarbeiter unseres Fachbereichs Nuklearche-

mie einige Mitglieder der lokalen Umweltschutzbehörde. Der zweiwöchige Kurs vermittelte die Grundlagen der Umweltprobenahme und der Probenaufbereitung für eine Radioaktivitätsanalyse. Die Proben werden in mehreren Labors weltweit analysiert, darunter auch in Spiez. Es ist auch beabsichtigt, in Zukunft ausgewählte Kandidaten der Marshall-Inseln in Spiez weiter auszubilden, um das vor Ort vermittelte Wissen zu festigen.

<sup>1</sup> Isotopic Composition and Distribution of Plutonium in Northern South China Sea Sediments Revealed Continuous Release and Transport of Pu from the Marshall Islands Article in Environmental Science & Technology 48(6)

# Publikationen und Berichte



## Fachbereich Nuklearchemie

Althaus Rolf

### Radioaktivitätsmessungen im ehemaligen Munitionslager Mitholz und in der Umgebung

LS 2018-10

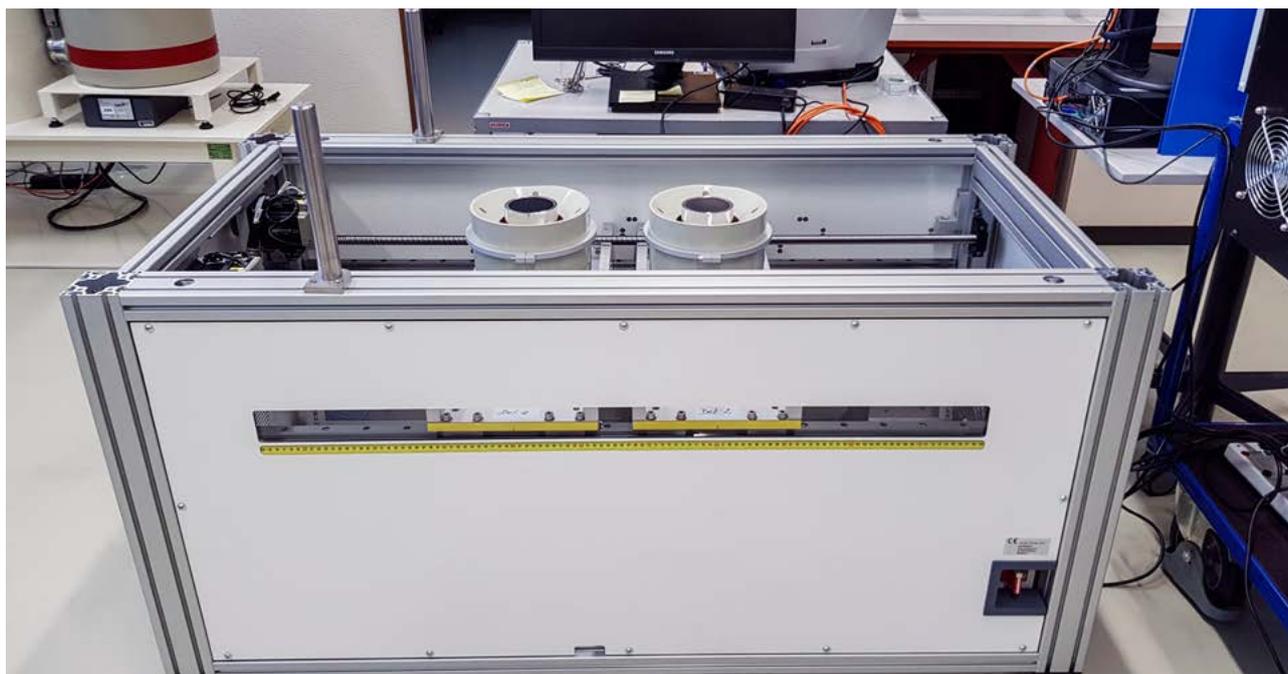
Im November 2018 hat die Gruppe Radioaktivität des Labor Spiez umfangreiche Dosisleistungsmessungen im ehemaligen Munitionslager Mitholz und in der unmittelbaren Umgebung vorgenommen. Die Messungen dienen als Massnahme, um sicher zu gehen, dass sich in diesem Lager keine radioaktiven Stoffe befinden, die nicht auf natürliche Herkunft zurückzuführen sind. Die Resultate der Messungen zeigen, dass die Strahlenbelastung in der Anlage signifikant kleiner ist als an der Oberfläche. Dies lässt sich mit der Abschirmung der kosmischen Strahlung durch das Gestein erklären. Die hochempfindlichen Messungen zeigen keinen Hinweis, dass in Mitholz radioaktives Material zu einer Kontamination der Anlage oder der Umgebung geführt hätte. Alle Messungen zeigen lediglich den natürlichen Untergrund für die Anlage und die Umgebung.

Mosimann Nina

### Validierung der gammaspektrometrischen Personenmessung mit einem Ganzkörperzähler

LN 2018-01 SNIN

Gemäss der Expertengruppe für Dosimetrie der Eidgenössischen Kommission für Strahlenschutz und Überwachung der Radioaktivität (KSR) ist es wünschenswert, in der Schweiz drei vom BAG anerkannte Ganzkörpermessstellen zur Messung der Inkorporation von radioaktiven Nukliden (interne Bestrahlung) zu etablieren. Heute stehen jedoch nur deren zwei zur Verfügung (eine im Paul-Scherrer-Institut und eine im Unispital Genf). Neu soll eine dritte Ganzkörpermessstelle in Spiez etabliert werden, die neben dem Normalfall auch eine grössere Anzahl an zu messenden Personen während eines Notfalls bewältigen kann. Im Rahmen dieses Projekts validierte der Fachbereich Nuklearchemie Personenmessungen mit einem Ganzkörperzähler, bestehend aus zwei positionierbaren Germaniumdetektoren in einer Bettgeometrie und der Software Apex InVivo von Canberra. Zur Überprüfung der Richtigkeit diente der jährliche Ringversuch des deutschen Bundesamtes für Strahlenschutz. In den bisher durchgeführten Ringversuchen konnte gezeigt werden, dass die Akzeptanzkriterien der deutschen Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosis erfüllt werden können.



Ganzkörperzähler, bestehend aus zwei positionierbaren Germaniumdetektoren.

---

Von Gunten Cédric

### **Bestimmung der Probenahme-Unsicherheit von Wasser-, Gras- und Bodenproben in der Prüfstelle STS 0028**

LS 2019-01 VGCE

Die Messgruppe Anorganische Analytik kombiniert die Expertise von Probenahmen mit der Laboranalytik. Die Probenahme gehört zu den wichtigsten Voraussetzungen für eine präzise Analytik. Erfolgt die Probenahme in Gebieten mit grosser Kompositions- und Verteilungsinhomogenität nur mangelhaft, so ist auch im besten Labor das Messresultat mit einer grossen Unsicherheit von bis zu einigen 1000 % belastet. Die Messgruppe hat die Unsicherheit der Probenahme für Boden-, Gras- und Wasserproben erfolgreich bestimmt. Die Unsicherheiten liegen je nach Matrix und Element im Bereich zwischen 15% und 300% (P = 95%). Einzelne Unsicherheiten von bis zu 300% sind höher als erwartet ausgefallen. Die Obergrenze für den so genannten Global Estimation Error beträgt maximal 35% (P = 68%). Durch genauere Betrachtung der Fehlerarten und aufgrund der hohen Inhomogenität der betroffenen Bodenprobe wurde das Problem aber erkannt. Diese Erkenntnis kann nun bei zukünftigen Probenahmen berücksichtigt werden. Durch die Berücksichtigung der Theory of Sampling und entsprechender Fehlerkenntnis und Fehlerminderung kann die Probenahme als verifiziertes Verfahren auch nach der neuen ISO 17025:2018 im akkreditierten Bereich verbleiben.



Probenahme aus einem Absetzbecken. Für die Einhaltung des Umweltschutzgesetzes wird das Labor Spiez von der armasuisse regelmässig für Untersuchungen beigezogen. Das Wissen um den Einfluss der Probenahme auf die Analytik ist insbesondere auch im internationalen Umfeld wie zum Beispiel bei Arbeiten für das UNO-Umweltprogramm oder für das Schweizerische Korps für Humanitäre Hilfe (SKH) sehr gefragt.

---

Wirz Christoph, Astner Markus

### **Dosis herrührend von Neutronen**

LN 2018-01 WIC

Zur Lokalisierung einer Neutronenquelle im Rahmen eines Einsatzes «Nukleare Forensik» wird die empfindlichste im Labor Spiez vorhandene Neutronensonde eingesetzt. Diese ermittelt jedoch keine Dosisleistung, sondern nur Impulse pro Sekunde. Es wurden nuklidspezifische Umrechnungsfaktoren bestimmt und daraus eine Warnschwelle definiert, damit Mitarbeitende im Einsatz rechtzeitig vor zu hoher Neutronenstrahlung gewarnt werden.

---

Carnero-Bravo Vladislav, Sanchez-Cabeza Joan-Albert, Ruiz-Fernández Ana Carolina, Merino-Ibarrad Martín, Corcho-Alvarado José Antonio, Sahli Hans, Hélief Jean-François, Preda Michel, Zavala-Hidalgo Jorge

### **Sea level rise sedimentary record and organic carbon fluxes in a low-lying tropical coastal ecosystem**

Catena, Vol 162 (2018): 421-430

---

Meyzonnat Guillaume, Barbecot Florent, Corcho-Alvarado José A., Tognelli Antoine, Zeyen Hermann, Mattei Alexandra, McCormack Renald

**High-Resolution Wellbore Temperature Logging Combined with a Borehole-Scale Heat Budget: Conceptual and Analytical Approaches to Characterize Hydraulically Active Fractures and Groundwater Origin**

Geofluids, Vol. 2018, Article ID 9461214

<https://doi.org/10.1155/2018/9461214>

---

Mosimann Nina

**Berechnung der Nachweisgrenze für Gammamessungen nach Currie**

LN 2018-02 SNIN

---

Ossola Jasmin

**Validierung des Rotors 41HVT56 für das Mikrowellenaufschlusssystem Multiwave PRO von Anton Paar**

LN 2018-01 OSJA

---

Von Gunten Cédric

**Validierung des Mikrowellentotalaufschlusses für Grasproben**

LN 2018-01 VGCE

---

Von Gunten Cédric

**NexION 300D Neue Standardvorlagen**

LN 2018-02 VGCE

---



**Fachbereich Biologie**

---

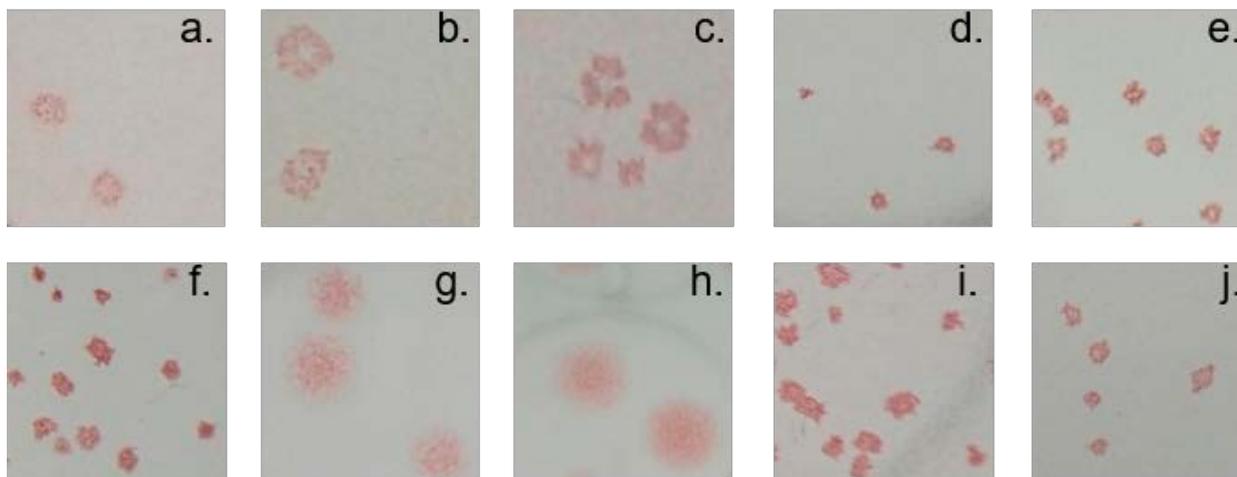
Ackermann Rahel, Siegrist Denise, Züst Roland, Signer Johanna, Lenz Nicole, Engler Olivier

**Standardized focus assay protocol for biosafety level four viruses**

Journal of Virological Methods 2019 Feb; 264:51-54 (Epub 2018 Dec 1).

<https://doi.org/10.1016/j.jviromet.2018.12.002>

Laborarbeiten auf der Biosicherheitsstufe 4 sind komplex und zeitaufwändig. Daher sollten die eingesetzten Protokolle so einheitlich wie möglich, einfach auszuführen und einfach abzulesen sein. Dieser Bericht beschreibt die Anwendung einer breit einsetzbaren Methode für die Quantifizierung von hochpathogenen Viren auf Zellkulturen. Mit dieser Methode kann die Wirkung von Impfungen oder Medikamenten einfach und standardisiert beurteilt werden. Sämtliche für den Test erforderlichen Reagenzien, einschliesslich primärer und sekundärer Antikörper, sind frei im Handel erhältlich, was die Übernahme dieses Protokolls für andere Laboratorien erleichtert. Diese Arbeit ist ein gutes Beispiel für eine erfolgreiche Methodenentwicklung im Labor Spiez, basierend auf einer engen, interdisziplinären Zusammenarbeit.



Getestete Virusisolate; die Breite eines Bildes entspricht 5 mm. a) Krim-Kongo-Hämorrhagisches Fiebertivirus Afg09-2990; b) Lassa-Virus Josiah; c) Lassa-Virus Lib05-1580/121; d) Marburg-Virus Leiden; e) Marburg Virus Musoke; f) Marburg Virus Popp; g) Tick-borne Enzephalitis Virus Far Eastern Subtype Moskva; h) Tick-borne Enzephalitis Virus Siberian Subtype Vasilchenko; i) Zaire Ebolavirus Gueckedou-C07; j) Zaire Ebolavirus Mayinga-76.

Van der Hoeka Lia, Verschoor Ernst, Beer Martin, Höper Dirk, Wernike Kerstin, van Ranst Marc, Matthijssens Jelle, Maes Piet, Sastre Patricia, Rueda Paloma, Drexler Jan Felix, Barr John, Edwards Thomas, Millner Paul, Vermeij Paul, de Groof Ad, Thiel Volker, Dijkmani Ronald, Suter-Riniker Franziska, Leib Stephen, Koller Roger, Ramette Alban, Engler Olivier, Beuret Christian

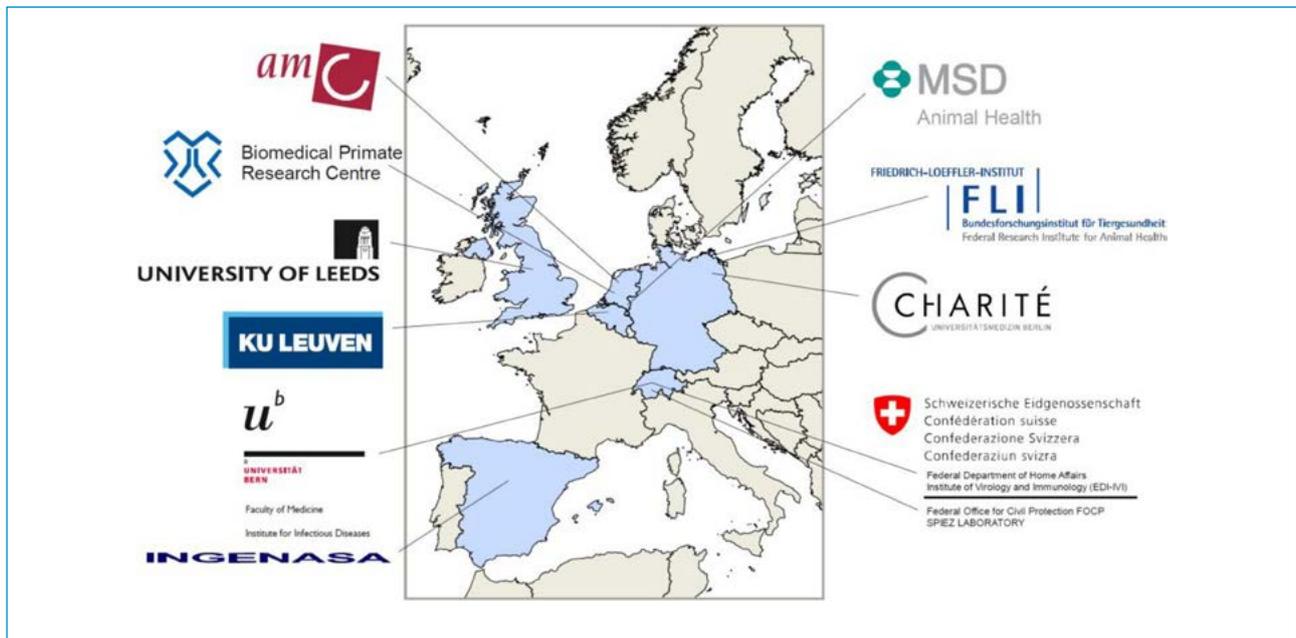
**Host switching pathogens, infectious outbreaks and zoonosis: A Marie Skłodowska-Curie innovative training network (HONOURS)**

Virus Research 2018 Sep 15; 257:120-124.

<https://doi.org/10.1016/j.virusres.2018.09.002>

HONOURS ist ein Ausbildungsnetzwerk der Marie-Skłodowska-Curie-Actions (MSCA, Horizon 2020), das sich mit wirtswechselnden Pathogenen, Infektionsausbrüchen und Zoonosen befasst. Das Ziel von HONOURS ist die Ausbildung von 15 Nachwuchsforschern (Early Stage Researcher) in allen Bereichen eines Infektionsausbruchs. Das Konsortium besteht aus 10 hochkarätigen Universitäten, Forschungseinrichtungen und Unternehmen und die Koordination erfolgt im Academic Medical Center der Universität von Amsterdam. Die Partner befinden sich in Belgien, Deutschland, den Niederlanden, Spanien, der Schweiz und dem Vereinigten Königreich.

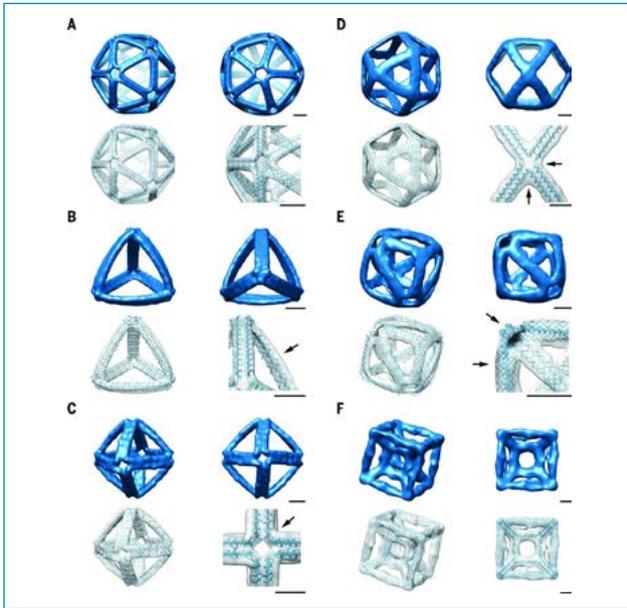
Als Early Stage Researcher ist PhD-Studentin Joyce Odeke Akello an der Graduate School for Cellular and Biomedical Sciences (GCB) der Universität Bern eingeschrieben und führt Ihre Forschungsarbeiten zu 70% am IFIK Bern und zu 30% im Labor Spiez aus. Ihre Doktorarbeit umfasst die Entwicklung von Nachweismethoden zur Identifikation und Charakterisierung von neu auftretenden Viren in klinischen und Umweltproben. An beiden Instituten werden Next-Generation-Sequencing Verfahren der dritten Generation (Nanoporen) optimiert, um einerseits die molekulare Epidemiologie von humanen Adenoviren in der Schweiz, andererseits die Vektor-übertragenen Pathogene aus Zecken, Mücken und Nagetieren zu erforschen.



Lentzos Filippa, Invernizzi Cédric

### DNA origami: Unfolding risk?

Bulletin of the Atomic Scientists, Analysis 2018, Jan 25



DNA stellt ein einzigartiges Baumaterial dar, weil es Informationen speichern kann, gut definiert und flexibel ist und sich falten lässt. Der Bereich der biotechnologischen Forschung, bekannt als DNA-Origami, faltet DNA in Formen, die bestimmte mechanische Funktionen oder biologische Wechselwirkungen erfüllen. Die Technologie ist noch nicht sehr weit fortgeschritten, zeigt aber bereits vielversprechende Ergebnisse in den Bereichen Drug Delivery, Antikörperproduktion und Elektronik. Potenziell schädliche Auswirkungen bzw. der Missbrauch dieser Technologie sollte früh genug erörtert werden: Könnten Nanoroboter programmiert werden, um schädliche Stoffe im menschlichen Körper freizusetzen? Könnten die Bausteine des Lebens in zerstörerische Doppelhelix-Schwärme verwandelt werden, die auf zellulärer Ebene Verwüstung anrichten?

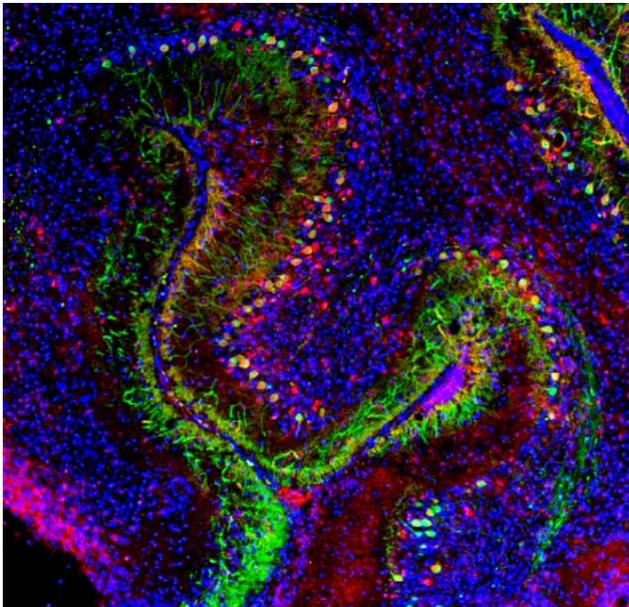
Strukturelle Charakterisierung von DNA Origami Nanopartikeln  
(Bild: Science 24 Jun 2016: Vol. 352, Issue 6293, pp. 1534).

Lenz Nicole, Engler Olivier, Grandgirard Denis, Leib Stephen L., Ackermann Rahel

### Evaluation of antivirals against tick-borne encephalitis virus in organotypic brain slices of rat cerebellum

PLoS One 2018 Oct 9;13(10):e0205294 (eCollection 2018).

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205294>



Antivirale Behandlungen werden üblicherweise zuerst in Zellkulturen evaluiert und geeignete Kandidaten im Tierversuchmodell getestet, in der Regel unter hohen Belastungen für das Tier. Die Herstellung von organotypischen Gewebeschnitten belastet die Tiere dagegen nur gering und die Kulturen geben die komplexen Zusammenhänge der verschiedenen Zelltypen im Zielgewebe besser wieder als Zellkulturen. Deswegen wurden Kulturen von organotypischen Kleinhirnschnitten entwickelt, da das FSME-Virus vor allem diesen Teil des Gehirns befällt. In Tests von antiviralen Wirkstoffen mit bekanntem Effekt gegen das FMSE-Virus erwies sich dieses Modell als vergleichbar zu Zellkulturen und Tierversuchen.

Ausschnitt eines Kleinhirnschnitts. In rot ist das Virus zu sehen, grün Purkinje Zellen und blau Dapi (Zellkerne).

Liechti Nicole, Schürch Nadia, Bruggmann Remy, Wittwer Matthias

### The genome of *Naegleria lovaniensis*, the basis for a comparative approach to unravel pathogenicity factors of the human pathogenic amoeba *N. fowleri*

BMC Genomics 2018 Sep 5; 19(1):654.

<https://doi.org/10.1186/s12864-018-4994-1>

*Naegleria fowleri* ist eine freilebende Amöbenart, die eine seltene, aber meist tödlich verlaufende Infektion des Gehirns verursachen kann und seit Jahren im Labor Spiez erforscht wird. Zur Untersuchung der Pathogenität wurde nun auch die nächst verwandte, nicht krankmachende Art, *Naegleria lovaniensis* sequenziert. Genombasierte Vergleiche führten zur Identifikation von Genen, die ausschliesslich in *N. fowleri* vorhanden sind und eine Rolle beim vesikulären Transport und der Modellierung des Zytoskeletts eine Rolle spielen. Die Identifikation und Isolation der involvierten Proteine könnten allenfalls als Basis für einen therapeutischen Ansatz dienen.



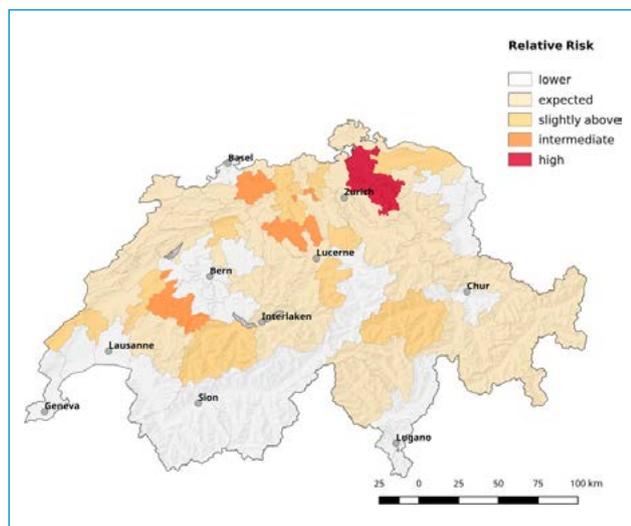
Aufgrund der beinahe 100%igen Mortalitätsrate, des schnellen Krankheitsverlaufs und der fehlenden therapeutischen Möglichkeiten wird *N. fowleri* vom Center of Disease Control (USA) als potentielle Biowaffe gelistet.

Wittwer Matthias, Altpeter Ekkehard, Pilo Paola, Gygli Sebastian, Beuret Christian, Foucault Frederic, Ackermann Rahel, Karrer Urs, Jacob Daniela, Grunow Roland, Schürch Nadia

### Population Genomics of *Francisella tularensis* subsp. *holarctica* and its Implication on the Eco-Epidemiology of Tularemia in Switzerland

Frontiers in Cellular and Infection Microbiology 2018 Mar 22; 8:89 (eCollection 2018).

<https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00089>



*Francisella tularensis* verursacht eine Infektionskrankheit, die vorwiegend durch direkten Kontakt mit kranken Tieren oder via Zeckenstich auf den Menschen übertragen werden kann und in der Schweiz jährlich zu ca. 100 klinischen Fällen führt. Diese Studie beschreibt erstmals die Populationsstruktur des Erregers im mikrogeografischen Kontext. Dazu wurden 59 Isolate aus Mensch, Tier und Zecken mit hochauflösenden Sequenziermethoden analysiert und in die internationale Nomenklatur eingereiht. Dabei wurde ein neuer Genotyp entdeckt. Die Studie beschreibt zudem die Rolle der Zecken im Infektionsgeschehen durch Korrelation von klinischer Inzidenz mit klimatischen und ökologischen Faktoren, die einen Einfluss auf die Persistenz von Zecken haben können.

Räumliche Verteilung der Fälle nach Postleitzahlen (erste zwei Ziffern). Die Karte stellt das geschätzte relative Risiko dar, basierend auf dem Verhältnis zwischen tatsächlich beobachteten und erwarteten Fällen.

---

Wittwer Matthias, Wüthrich Fritz

**Validierung des real-time PCR Nachweises des *Burkholderia mallei/pseudomallei* Komplex**

LS 2018-11

Das Labor Spiez bietet im Auftrag des Bundesamtes für Gesundheit neu die Referenzdiagnostik für das Bakterium *Burkholderia pseudomallei* an. Sie basiert auf Kultivierung, PCR Nachweis und falls indiziert, Antibiotika Resistenz Prüfung. Der Erreger kommt in der Schweiz nicht vor, wird aber sporadisch von Reiserückkehrern mitgebracht. Die Krankheit Meliodiose ist in tropischen Regionen verbreitet, insbesondere in Südostasien, Südasien und Nordaustralien. Die Infektion erfolgt über Umweltquellen und die Inkubationszeit ist variabel. Ein akuter und schwerwiegender Krankheitsverlauf wird vorwiegend bei immun-supprimierten Personen beobachtet

---

Ackermann Rahel, Eyer Claudia, Leib Stephen, Niederhauser Christoph

**Comparison of Four Commercial IgG-Enzyme-Linked Immunosorbent Assays for the Detection of Tick-Borne Encephalitis Virus Antibodies**

Vector-borne and Zoonotic Diseases 2018, Dec. 4

<https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/vbz.2018.2359>

---

Ackermann Rahel, Tritten Marie-Lise, Hassan Mona, Reto Lienhard

**Comparison of three commercial IgG and IgM ELISA kits for the detection of tick-borne encephalitis virus antibodies**

Ticks and Tick-borne Diseases 2018 May; 9(4):956-962 (Epub 2018 Mar 28).

<https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2018.03.031>

---

Beuret Christian, Siegrist Denise, Engler Olivier

**Interlabor-Vergleich HUG-LS für den real-time RT-PCR Nachweis von Viren der Gattung Orthohantavirus**

LS 2018-07

---

Beuret Christian, Siegrist Denise

**Validierung des real-time RT-PCR Nachweises von Dobrava-Belgrade Orthohantavirus (DOBV)**

LS 2018-02

---

Beuret Christian, Ryter Sarah, Siegrist Denise

**Validierung des real-time RT-PCR Nachweises von Puumala Orthohantavirus (PUUV)**

LS 2018-01

---

Huttner Angela, Agnandij Selidji Todagbe, Combescure Christophe, Fernandes José F, Bache Emmanuel Bache, Kabwde Lumeka, Ndungu Francis Maina, Brosnahan Jessica, Monath Thomas P, Lemaitre Barbara, Grillet Stéphane, Botto Miriam, Engler Olivier, Portmann Jasmine, Siegrist Denise, Bejon Philip, Silvera Peter, Kreamsner Peter, Siegrist Claire-Anne

VEBCON, VSV-EBOVAC, VSV-EBOPLUS Consortia

**Determinants of antibody persistence across doses and continents after single-dose rVSV-ZEBVO vaccination for Ebola virus disease: an observational cohort study**

The Lancet – Infectious Diseases 2018 Jul; 18(7):738-748 (Epub 2018 Apr 5).

[https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30165-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30165-8)

---

Kuenzli Andrea, Marschall Jonas, Schefold Joerg, Schafer Margaret, Engler Olivier, Ackermann Rahel, Reineke David, Suter-Riniker Franziska, Staehelin Cornelia.

**Hantavirus Cardiopulmonary Syndrome Due to Imported Andes Hantavirus Infection in Switzerland: A Multidisciplinary Challenge, Two Cases and a Literature Review**

Clinical Infectious Diseases, 2018 Nov 13:67(11): 1788-1795.

<https://doi.org/10.1093/cid/ciy443>

---

Luedin Samuel, Pothier Joel, Danza Francesco, Storelli Nicola, Frigaard Niels-Ulrik, Wittwer Matthias, Tonolla Mauro  
**Complete genome sequence of «Thiodictyon syntrophicum» sp. nov. strain Cad16T, a photolithoautotrophic purple sulfur bacterium isolated from the alpine meromictic Lake Cadagno**

Standards in Genomic Sciences 2018 May 9;13:14 (eCollection 2018).

<https://doi.org/10.1186/s40793-018-0317-z>

---

García-Nicolás Obdulio, V'kovski Philip, Vielle Nathalie, Ebert Nadine, Züst Roland, Portmann Jasmine, Stalder Hanspeter, Gaschen Véronique, Vieyres Gabrielle, Stoffel Michael, Schweizer Matthias, Summerfield Artur, Engler Olivier, Pietschmann Thomas, Todt Daniel, Alves Marco, Thiel Volker, Pfaender Stephanie

**The Small-Compound Inhibitor K22 Displays Broad Antiviral Activity against Different Members of the Family Flaviviridae and Offers Potential as a Panviral Inhibitor**

Antimicrobial Agents and Chemotherapy 2018 Oct 24; 62(11). pii: e01206-18 (Print 2018 Nov).

<https://doi.org/10.1128/AAC.01206-18>

---

Oechslin Corinne, Lenz Nicole, Liechti Nicole, Ryter Sarah, Agyeman Philipp, Bruggmann Rémy, Leib Stephen, Beuret Christian

**Limited Correlation of Shotgun Metagenomics Following Host Depletion and Routine Diagnostics for Viruses and Bacteria in Low Concentrated Surrogate and Clinical Samples**

Frontiers in Cellular and Infection Microbiology 2018 Oct 23;8:375 (eCollection 2018).

<https://doi.org/10.3389/fcimb.2018.00375>

---

Pilloux Ludovic, Baumgartner Andreas, Jatou Katia, Lienhard Reto, Ackermann Rahel, Beuret Christian, Greub Gilbert  
**Prevalence of *Anaplasma phagocytophilum* and *Coxiella burnetii* in *Ixodes ricinus* ticks in Switzerland: an underestimated epidemiologic risk**

New Microbes and New Infections 2018 Sep 6; 27:22-26 (eCollection 2019 Jan).

<https://doi.org/10.1016/j.nmni.2018.08.017>

---

Remy Melissa, Alfter Michele, Chiem Manh-Nhi, Barbani Maria, Engler Olivier, Suter-Riniker Franziska.

**Effective chemical virus inactivation of patient serum compatible with accurate serodiagnosis of infections**

Clinical Microbiology and Infection 2018 Oct 28. pii: S1198-743X(18)30721-3 (Epub ahead of print).

<https://doi.org/10.1016/j.cmi.2018.10.016>

---

Rusterholz Simonne, Fiechter René, Eriksson Urs, Altpeter Ekkehardt, Wittwer Matthias, Schürch Nadia, Karrer Urs, Hofer Daniel

**Tularämie – eine seltene Ursache der Pneumonie**

Swiss Medical Forum 2018; 18(32):636-640.

<https://medicalforum.ch/de/issue/edn/smf.2018.32/>

---

Ryter Sarah, Beuret Christian, Engler Olivier

**Validierung des real-time RT-PCR Nachweises von Guanarito Mammarenavirus (GTOV)**

LN 2018-01 BRC

---

Ryter Sarah, Beuret Christian, Engler Olivier

**Validierung des real-time RT-PCR Nachweises von Junin Mammarenavirus (JUNV)**

LN 2018-02 BRC

---

Ryter Sarah, Beuret Christian, Engler Olivier

**Validierung des real-time RT-PCR Nachweises von Sabia Mammarenavirus (SABV)**

LN 2018-03 BRC

---

---

Ryter Sarah, Beuret Christian, Engler Olivier

**Validierung des real-time RT-PCR Nachweises von Lassa Mammarenavirus (LASV)**

LN 2018-04 BRC

---

Ryter Sarah, Beuret Christian, Engler Olivier

**Validierung des real-time RT-PCR Nachweises von Sudan Ebolavirus (SUDV)**

LN 2018-05 BRC

---

Wittwer Matthias, Luedin Samuel

**Complete genome sequence of «Thiodictyon syntrophicum» sp. nov. strain Cad16T, a photolithoautotrophic purple sulfur bacterium isolated from the alpine meromictic Lake Cadagno**

Standards in Genomic Sciences, 2018, 13:14

---

Züst Roland

**Identifikation von Hantaviren mittels Pan-Hanta RT-PCR und Sequenzierung**

LN 2018-03 ZUET

---



**Fachbereich Chemie**

---

Arnold Michael, Guidetti Fausto

**Prüfung Nachweisepapiere CALID – 3P von Oritest für flüssige Kampfstoffe**

LN 2018-01 ARND

**Messkampagne mit MX908 von 908 Devices**

LN 2018-01 GIF-ARND

**Messkampagne mit GDA-P und GDA-X von Airsense**

LN 2018-02 GIF-ARND

**Messungen mit FAT-IMS Forschungsgerät der Universität Hannover**

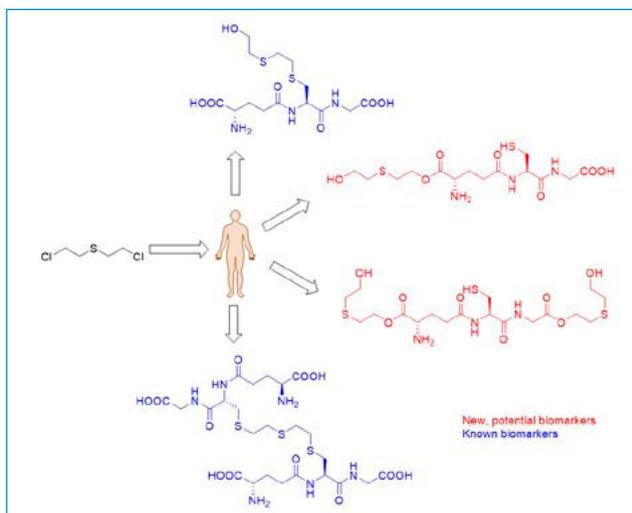
LN 2018-03

**Überprüfung von C-Nachweisgeräten 2018**

LN 2018-01 GIF

Auf dem internationalen Markt sind zahlreiche Nachweisgeräte verfügbar, die als kampfstoff-spezifische Detektoren angeboten werden. Im Labor Spiez haben wir die Möglichkeit, solche Geräte umfassend zu evaluieren. Dies erlaubt kompetente Beratungen für unsere Einsatzequipe C-EEVBS, für internationale Organisationen, Kantone und andere Partner. Auch 2018 hat die Gruppe Organische Chemie, Nachweis und Entgiftung des Fachbereichs Chemie Detektoren unterschiedlicher Technologien getestet. Einige dieser Systeme sind bereits auf dem Markt etabliert, andere befinden sich noch im Prototyp-Stadium oder sind erst Teil eines Forschungsprojekts. Nebst der Evaluierung von neuen Systemen testen wir auch die in der Armee oder in der C-EEVBS bereits eingeführten Geräte, um deren Einsatzfähigkeit im Ernstfall sicherzustellen.

Bielmann Andreas, Sambiagio Nicolas, Wehr Nathalie, Gerber-Lemaire Sandrine, Bochet Christian G., Curty Christophe  
**Synthesis of different glutathione-sulfur mustard adducts of verified and potential biomarkers**  
RSC Advances 2018, 8(42): 23881-23890.



Sulfur Mustard (SM) is a blistering agent used as a chemical weapon. Glutathione (GSH) is involved in the  $\beta$ -lyase degradation pathway of SM and recently bioadducts between SM and GSH were observed *in vitro*. While these bioadducts have never been isolated from *in vivo* tests or real poisoning with SM, they could be of interest as potential future biomarkers for the retrospective validation of exposure. We herein report the synthesis of different observed and new potential GSH-SM bioadducts as reference materials for analytical investigation. Two distinct approaches were investigated: The building block pathway and the direct reaction with GSH. The availability of these references will aid future studies and may lead to the discovery of new GSH-SM biomarkers.

OPCW

**Report of the Scientific Advisory Board on Developments in Science and Technology for the Fourth Special Session of the Conference of the States Parties to Review the Operation of the Chemical Weapons Convention RC-4/DG.1, dated 30 April 2018**

[http://www.opcw.org/sites/default/files/documents/CSP/RC-4/en/rc4dg01\\_e\\_.pdf](http://www.opcw.org/sites/default/files/documents/CSP/RC-4/en/rc4dg01_e_.pdf).

Die Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) ist dafür verantwortlich, dass die Unterzeichnerstaaten des Chemiewaffenübereinkommens dieses auch umsetzen. Die OPCW hat gemäss Artikel VIII (Absatz 21(h) und Absatz 45 des Chemiewaffenübereinkommens) einen wissenschaftlichen Beirat. Dieser besteht aus 25 Mitgliedern, die vom Generaldirektor der OPCW ernannt werden. Aufgabe des Beirats ist, den Generaldirektor bei wissenschaftlichen Fragen in Zusammenhang mit dem Chemiewaffenübereinkommen zu beraten. Für die Konferenz der Vertragsstaaten des Übereinkommens vom 21. bis 30. November 2018 erstellte der wissenschaftliche Beirat seinen Bericht, der die relevanten Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie der letzten fünf Jahre analysiert und entsprechende Empfehlungen abgibt.

In den Empfehlungen werden konkrete Fragen behandelt, die sich auf die Umsetzung des Übereinkommens und die Arbeit des Technischen Sekretariats auswirken können. Manche dieser Themen wurden in Peer-Review-Zeitschriften veröffentlicht und erreichen damit die gesamte wissenschaftliche Gemeinschaft:

Forman Jonathan E., Curty Christophe et al.

**Innovative technologies for chemical security**

Pure and Applied Chemistry, 90(10): 1527-1557, 2018

Timperley Christopher M., Curty Christophe et al.

**Advice from the Scientific Advisory Board of the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons on isotopically labelled chemicals and stereoisomers in relation to the Chemical Weapons Convention**

Pure and Applied Chemistry, 90(10): 1647-1670, 2018

Timperley, Christopher M., Curty Christophe et al.

**Advice on chemical weapons sample stability and storage provided by the Scientific Advisory Board of the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons to increase investigative capabilities worldwide**

Talanta, 2018, 188: 808-832.

Timperley Christopher M., Curty Christophe et al.

**Advice from the Scientific Advisory Board of the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons on riot control agents in connection to the Chemical Weapons Convention**

RSC Advances, 2018, 8: 41731-41739.



Gruppenbild des wissenschaftlichen Beirats der OPCW von 2018.

Dr. Christophe Curty (hinterste Reihe, 1.v.l.), stv. Chef des Fachbereichs Chemie im Labor Spiez, ist derzeit stv. Vorsitzender des Beirats.

---

Clare Thomas, Schorer Andreas, Siegenthaler Peter

**Validierung des GC-NPD/FID Systems Agilent 7890B (NPD2)**

LN 2018-06 CLA/ANDRS/SIG

---

Meier Urs

**Schnelle NMR Methoden für die Analyse von CWÜ relevanten Verbindungen in Umweltproben**

LN 2018-07 MRU

---

Schär Martin

**Evaluationsbericht zur Beschaffung eines LS-MS/MS Systems**

LN 2018-01 SCM

---

Schorer Andreas

**Test verschiedener Probenfläschchen ( $\mu$ -Vials)**

LN 2018-04 ANDRS

---

Schorer Andreas

**Optimierung der PCI-Ionenquellen-Temperatur des Q-TOF GC-MS-Systems Agilent 7890A/7200**

LN 2018-05 ANDRS

---

Schorer Andreas, Siegenthaler Peter

**Validierung des GC-TripleQuad-MS Systems Agilent 7890B / 7010 im EI-Modus (GC-QQQ)**

LN 2018-02 ANDRS/SIG

---

Siegenthaler Peter

**Evaluation eines Thermodesorptions-GC-MS Systems mit Dual-Flammenphotometer (TD-GC-MS/dFPD)**

LN 2018-03 SIG



**Fachbereich ABC-Schutz**

---

Friedrich Thomas, Richner Gilles

**Individuelle ABC Schutzausrüstung neue Generation (IABCS NG) – Technische Erprobung**

LS 2018-08

Im Rahmen der Evaluation eines neuen ABC-Schutzanzuges für die Armee (Projekt IABCS NG) hat das Labor Spiez technische Erprobungen an ABC-Schutzanzügen verschiedener Anbieter vorgenommen. Unter anderem wurden integrale Schutzanzugsprüfungen, flüssige und gasförmige chemische Kampfstoffbeständigkeitsprüfungen (Swatch Tests), Aerosoldurchlässigkeiten sowie erweiterte Werkstoffprüfungen durchgeführt. Optimale Schutzanzüge bieten einen Kompromiss zwischen langer Schutzleistung und gutem Tragkomfort. Der Tragkomfort (Atmungsaktivität) von heutigen Anzügen ist deutlich besser als derjenige von früheren Anzügen. Deshalb kann, gegenüber dem alten Schutzanzug der Schweizer Armee, von neuen Systemen keine bessere Schutzleistung gegen flüssigen chemischen Kampfstoff erwartet werden. Es werden vor allem die Schutzleistung gegen gasförmigen chemischen Kampfstoff, der Aerosolschutz und die Systemleistung deutlich verbessert.



Probenmaterial kontaminiert mit Yperit

---

Lorenzo Ronny, Clausen Mario, Hulliger Bruno, Seitz Angelo, Zahnd André  
**Shock Tube Assessment of the error introduced by misaligning pencil probes**  
Military Aspects of Blasts and Shock (MABS), 2018



Um vertrauenswürdige Messdaten bei In-Situ Druckmessungen von Explosionsversuchen zu erhalten, ist der Einsatz von geeigneten Sensoren unerlässlich. In Zusammenarbeit mit armasuisse W+T werden im Stosswellenrohr des Labor Spiez an Druckmesslanzen von verschiedenen Herstellern Charakterisierungs- und Kalibrierungsmessungen durchgeführt. Bei der jüngsten Kampagne wurde der Einfluss auf die Messgenauigkeit durch ungenau ausgerichtete Messlanzen untersucht. Produkte von zwei Herstellern wurden sowohl horizontal wie auch vertikal mit einer Fehlausrichtung von zu 5° montiert und die gemessenen Druck-Zeitverläufe im Vergleich zu Referenzsensoren ausgewertet.

Segment des Stosswellenrohrs

---

Zahnd André  
**Technischer Projektschlussbericht Erneuerung Vertikalschockprüfanlage Prüfstelle STS 0055**  
LS 2018-06

Mit der europaweit einzigen Vertikalschockprüfanlage VESPA können Erdstöße, wie sie als Folge von Explosionen entstehen können, experimentell simuliert werden. Die 1990 in Betrieb genommene Anlage wird überwiegend für Qualifizierungsprüfungen an ABC-Schutzkomponenten und -systemen verwendet. Während drei Jahren wurde eine umfassende Erneuerung durchgeführt, die im Frühjahr 2018 abgeschlossen werden konnte. Das Projekt gestaltete sich anspruchsvoll, da man sich bei einzelnen Bauteilen wie auch bei der Steuerung und Regelung an den Grenzen des technisch-physikalisch Machbaren bewegt.



Hauptzylindereinheit der VESPA

---

Deuber Fabian, Mousavi Sara, Federer Lukas, Hofer Marco, Adlhart Christian  
**Exploration of Ultralight Nanofiber Aerogels as Particle Filters: Capacity and Efficiency**  
ACS Applied Materials & Interfaces 2018, 10(10): 9069-9076

---

Friedrich Thomas  
**Langjährige Laborleistung der Prüfstelle für Kunststoffe und Gummi STS 0036**  
LS 2018-09

---

Gloor Christian, Metzger César  
**Einfluss von Gesichtsbehaarung auf den Fit Faktor von Schutzmasken**  
LS 2018-12

---

Gosteli Regula  
**YPAP 21 Indikatorpapiermethode mit Yperit: Kritische Faktoren mit Einfluss auf die Messergebnisse**  
LS 2018-04

---

Gurtner Markus  
**Ersatz der Referenzstandardaktivkohle PCREF-99-1 durch die chromfreie Aktivkohle PCREF-17-1**  
LN 2018-01 GM

---

Stalder Johann  
**Lebensdauerermittlung von Kleinbelüftungsgeräten Werterhalt von Schutzbauten**  
LS 2018-03

---

Zahnd André  
**ABC-Qualifizierungsprüfungen an Fahrzeugen der Schweizer Armee**  
LS 2018-05

---

# Akkreditierte Bereiche

## Prüfstellen akkreditiert nach ISO/IEC 17025

STS 0019 Prüfstelle Chemische Analytik zur Verifikation der C-Abrüstung

STS 0022 Prüfstelle für Sorptionsmittel und Atemschutzfilter

STS 0028 Prüfstelle Radionuklide und Elementanalytik

STS 0036 Prüfstelle für Kunststoffe und Gummi

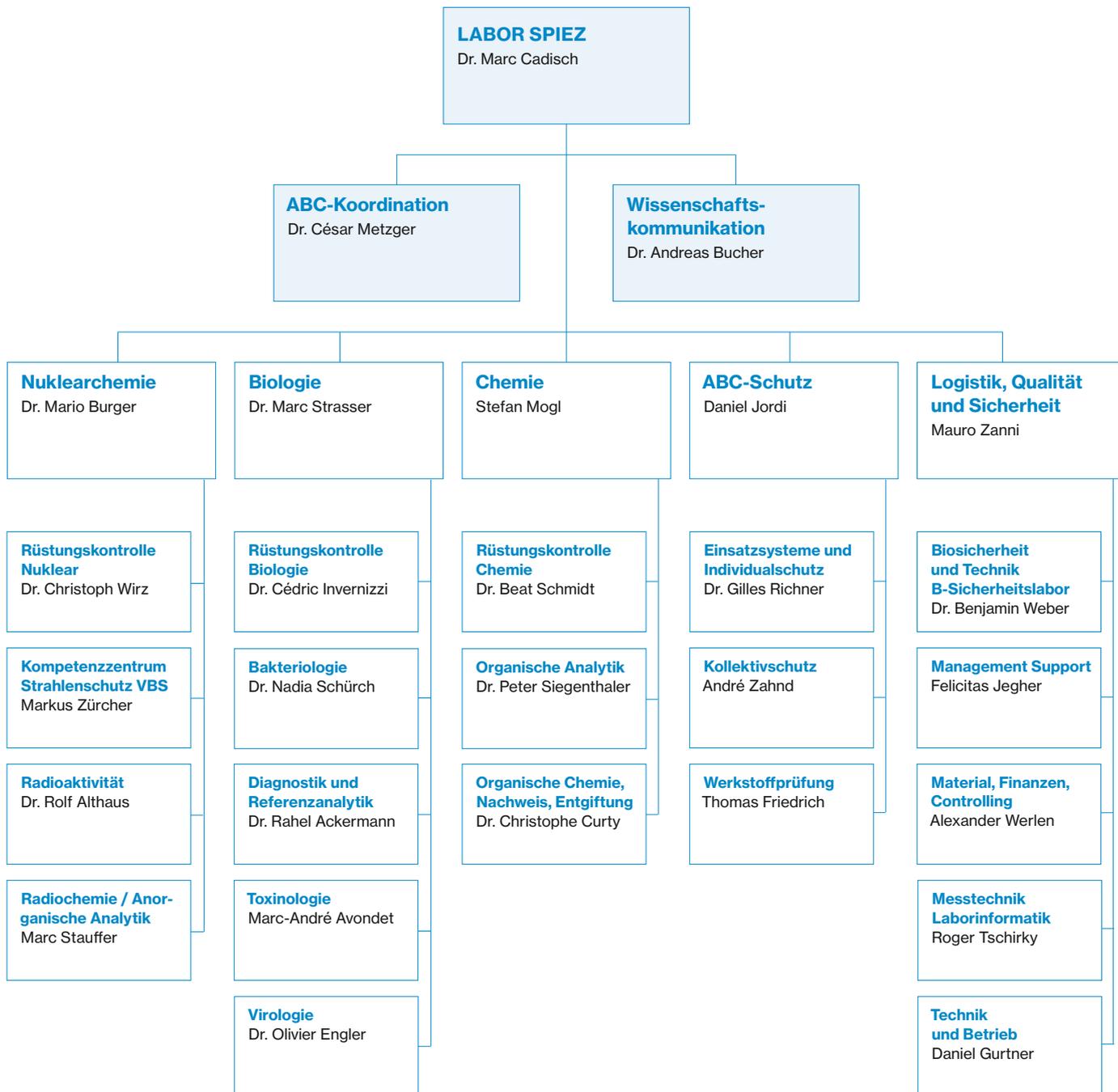
STS 0054 Prüfstelle Nachweis biologischer Agenzien

STS 0055 Prüfstelle für ABC-Schutzmaterial sowie Einrichtungen und Installationen für Schutzbauten

## Teilnahme an Ringversuchen Oktober 2017 – September 2018

Akkreditierte Stelle	Anzahl	Art und Partner
<b>STS 0019</b> Chemische Analytik/ Verifikation	0	Aufgrund von mehreren erfolgreich abgeschlossenen OPCW Off-Site Analysenaufträgen wurde das LS durch die OPCW für 2018 von der Teilnahme an den Ringversuchen (OPCW Proficiency Tests) befreit und hat die OPCW Designierung für ein weiteres Jahr sicherstellen können.
<b>STS 0022</b> Sorptionsmittel	1	Vergleichende Sorptionsmittelpfungen (Chlorpikrin, Chlorcyan, Blausäure, SO <sub>2</sub> , Ammoniak) mit WIS Munster
<b>STS 0028</b> Radionuklide und Elementanalytik	9	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wasserproben (Anwendungsbereich Messgruppe Anorganische Analytik, ielab, Spanien)</li> <li>– Bodenproben (Anwendungsbereich Messgruppe Anorganische Analytik, ISE, Universität Wageningen, NL)</li> <li>– Gammastrahler (Anwendungsbereich Messgruppe Gamma, IRA Lausanne)</li> <li>– Alpha-, Beta-, Gammastrahler (Anwendungsbereich Messgruppen Radiochemie &amp; Gamma, IAEA RML 2017)</li> <li>– Alpha-, Beta-, Gammastrahler (Anwendungsbereich Messgruppen Radiochemie &amp; Gamma, IAEA PT ALMERA)</li> <li>– Gammastrahler Ganzkörperzähler (Anwendungsbereich Messgruppe Gamma, Bundesamt für Strahlenschutz, D)</li> </ul>
<b>STS 0036</b> Kunststoffe und Gummi	14	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vergleichstests nach ISO 17043 (OFI-pts2018)</li> <li>– OFI Technologie &amp; Innovation GmbH, Österreich</li> </ul>
<b>STS 0054</b> Analytik biologischer Toxine	1	Ricin-Exercise OPCW 2018
Medizinische Biochemie	0	
Diagnostik von Bakterien – Trinkwasserkontrolle	4	Public Health England ( <a href="http://www.phe-eqa.org.uk/">http://www.phe-eqa.org.uk/</a> )
Diagnostik von Bakterien – Molekularbiologie	2	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instand Ringversuch: Coxiella burnetti, Francisella tularensis, Brucella spp, Borrelia burgdorferi, 05.2018</li> <li>– EMERGE Ringversuch: Bacillus anthracis, Yersinia pestis, Francisella tularensis ssp, Coxiella burnetti, Burkholderia mallei/pseudomallei, Brucella ssp., 03.2018</li> </ul>
Diagnostik von Viren – Molekularbiologie	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– EVDLabNet Gelbfieber PCR, 03.2018</li> <li>– QCMD Dengue PCR, 06.2018</li> <li>– Instand FSME PCR, 09.2018</li> </ul>
Diagnostik von Viren – Serologie	3	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Instand Hanta Serologie, 09.2018</li> <li>– Instand FSME Serologie, 06.2018</li> <li>– Instand FSME Serologie, 11.2018</li> </ul>
<b>STS 0055</b> Lufttechnische Prüfungen	0	
Luftstosswirkungen	0	
Erdstosswirkungen	0	

# Organigramm



Stand:  
01.01.2019





