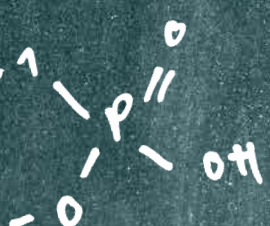




Jahresbericht 2012

LABOR SPIEZ

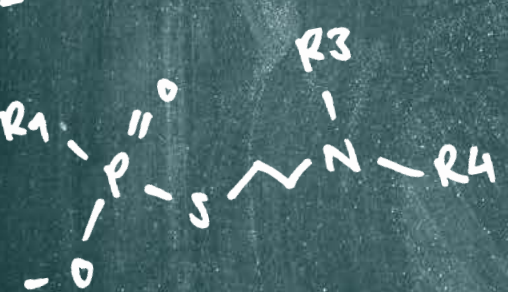
$$W_T \cdot H_T = \sum_T W_T \sum_R W_R \cdot D_{T,R}$$



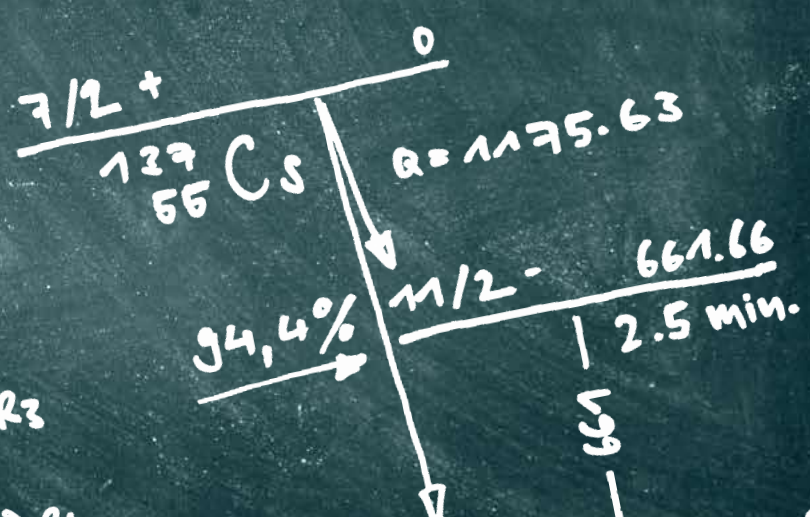
$$\frac{\Phi}{A} = \frac{\gamma(E)}{2} \frac{\rho}{M_s} E_2 (Ma \cdot h)$$



$$E_2(x) = x \int_x^{\infty} \frac{e^{-t}}{t^2} dt$$



$$E_y = \frac{m_e \cdot c^2 \cdot E_y}{m_e \cdot c^2 + E_y \cdot (1 - \cos(\theta))}$$



Redaktion und Produktion

Dr. Andreas B. Bucher

Layout und Tabellen

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 33 228 14 00

Fax +41 33 228 14 02

laborspiez@babs.admin.ch

www.labor-spiez.ch

© LABOR SPIEZ, April 2013

Der vorliegende Geschäftsbericht ist auch in englischer Sprache erhältlich.

Bildnachweis

Reuters (S. 4, 6, 12, 13, 15, 26, 27, 28, 40), Keystone (S.18), IAEA (S.10), www.picstopin.ch (S. 29),

LABOR SPIEZ (S. 9, 11, 16, 19, 20, 22, 32, 36, 37, 38, 42, 44, 46, 47), www.wikipedia.org (S. 25),

Lawrence Livermore National Laboratory (S.5), Kompetenzzentrum ABC-KAMIR der Armee

(S. 41), AAAS (S. 27)

4 Editorial



6 Nukleare Forensik
9 Umweltanalysen für armasuisse
10 Das ALMERA-Netzwerk der IAEA
12 Mission Brazzaville, Kongo
14 Kontaktstelle
16 Radioaktivitätsprüfungen VBS



18 Validierung des Biosicherheitslabors
20 Zecken als Vektor für Tularämie in der Schweiz
22 Nachweis von Hantaviren in Rötelmäusen der Schweiz
26 Dual-Use-Forschung
28 Marine Toxine



32 CWC-Überprüfungskonferenz
36 Internationale Trainings der EEVBS
38 IUPAC-Workshop in Spiez



40 Integrale Prüfung von C-Schutzanzügen (IPC)
42 Druckstoss-Profildatenbank für Forschungs-Stossrohr
44 Prüfung und Qualitätssicherung an Polymerwerkstoffen
46 Prüfung des Aufnahmevermögens von Atemschutzfiltern
47 Prüfung von ABC-Schutzmasken – Vergleichsmessungen



48 Revision der Referenzszenarien ABCN
50 Die Organisation des nationalen ABC-Schutzes

Anhang

52 Mitarbeitende
53 Organigramm
54 Akkreditierte Bereiche
55 Besuche
56 Referate
57 Publikationen



Kontrollraum der CTBTO in Wien



Dr. Marc Cadisch
Leiter LABOR SPIEZ

Liebe Leserin, lieber Leser

Massenvernichtungswaffen, ob atomar, chemisch, biologisch oder radiologisch, waren auch 2012 eine der grossen Herausforderungen für die schweizerische und internationale Sicherheitspolitik:

Iran ist auch 2012 den Auflagen des UN-Sicherheitsrats und der Internationalen Atomenergie Agentur (IAEA) nicht nachgekommen, seine Urananreicherung und sein Schwerwasserprogramm zu suspendieren und mit der IAEA zusammenzuarbeiten.

Nordkorea verweigert weiterhin die Kooperation mit der internationalen Gemeinschaft, hat 2012 erneut eine Langstreckenrakete gestartet und Anfang 2013 einen Nukleartest durchgeführt.

Die syrische Führung hat im Juli 2012 für den Fall einer ausländischen Intervention mit dem Einsatz von Chemiewaffen gedroht. Damit hat erstmals ein Nichtvertragsstaat des Chemiewaffenübereinkommens den Besitz von Chemiewaffen eingeräumt. Syriens Vorräte sollen unter anderem aus Sarin, Senfgas und möglicherweise VX bestehen. Das Land verfügt gemäss Nuclear Threat Initiative (NRI) auch über Scud- und SS-21-Raketen als Trägersysteme.

Neue Gefahren könnten durch die zunehmende Überlappung von Chemie und Biologie entstehen. Neuartige Kampfstoffe, die nicht letal wirken, aber auf menschliche Verhaltensänderungen abzielen, werden von den aktuellen Rüstungskontrollverträgen nicht angemessen erfasst.

Die Vision, die das LABOR SPIEZ sich auf die Fahnen geschrieben hat, – «eine Welt ohne Massenvernichtungswaffen» ist deckungsgleich mit der grundsätzlichen Stossrichtung der schweizerischen Rüstungskontrollpolitik, wie sie auch im Abrüstungsbericht 2012 des Bundesrates festgehalten wird: Unser Land setzt sich für ein Verbot sämtlicher Arten von Massenvernichtungswaffen ein. Um dieses Ziel zu erreichen, will die Schweiz nicht nur die Abrüstungsbemühungen forcieren, sondern auch die Gefahren der Proliferation bekämpfen. Das LABOR SPIEZ arbeitet in mehreren Teilbereichen an dieser Aufgabe:

Am Nuclear Security Summit in Seoul 2012 hat die Schweizer Delegation als Priorität die menschliche Sicherheit aufgezeigt, die auch vom Nuklearterrorismus bedroht ist. Mit einer Reduktion der Kernwaffen sowie des waffenfähigen Spaltmaterials kann dem Nuklearterrorismus die Grundlage entzogen werden. Die Schweiz nimmt weiterhin an den Sitzungen der Global Initiative to Combat Nuclear Terro-

rism (GICNT) teil. Das LABOR SPIEZ ist in das ALMERA-Netzwerk aufgenommen worden (ALMERA – Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity). Dieses von der IAEA 1995 gegründete Netzwerk besteht aus über 100 Spezial-Laboratorien, die im Falle einer Freisetzung von Radioaktivität zuverlässig Umweltproben analysieren können. Zudem ist geplant, einen Beitrag im Bereich der nuklearen Forensik zu leisten. Dazu wird im LABOR SPIEZ das entsprechende Know-How und die Analysekapazität weiter ausgebaut (Seite 6).

An der 2. Überprüfungskonferenz des CWÜ 2008 hat die Schweiz ein Dokument zu den «nicht bzw. weniger tödlich wirkenden, handlungsunfähig machenden chemischen Agenzien» (Incapacitating Chemical Agents) eingebracht. Für die Überprüfungskonferenz 2013 will die Schweiz mit einem weiteren Vorstoss daran anknüpfen, um Klarheit bezüglich des Gebrauchs dieser neuen Wirkstoffe zu schaffen. Im wissenschaftlichen Bereich leistet das LABOR SPIEZ wertvolle Unterstützung an die OPCW. Als eines von weltweit 19 designierten Fachlabors der Organisation stellt es seit Jahren Datensätze von chemischen Analysen zur Verfügung. Zudem ist Stefan Mogl, Chef des Fachbereichs Chemie, derzeit Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirates der OPCW (Seite 32).

Im Bereich der biologischen Sicherheit unterstützt die Schweiz die Weltgesundheitsorganisation (WHO) bei Präventiv- und Gegenmassnahmen gegen biologische Gefahren. Dazu wird im LABOR SPIEZ ein Biosicherheitslabor in Betrieb genommen. Dieses wird nebst seiner Kernaufgabe – dem Nachweis von Krankheitserregern und biologischen Kampfstoffen –

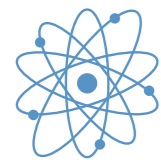
in Zusammenarbeit mit der WHO auch Weiterbildungskurse zu Biosicherheit anbieten. Derzeit sind die Labore der Biosicherheitsstufe 3 im wissenschaftlichen Betrieb, in der höchsten Sicherheitsstufe 4 kann 2014 die Arbeit aufgenommen werden (Seite 18).

Um Wissenschaftler für die Risiken eines Missbrauchs biotechnologischer Fortschritte und die «Dual-Use»-Problematik zu sensibilisieren, beteiligt sich das LABOR SPIEZ an diversen Programmen, welche die Akteure in den Biowissenschaften auf die Thematik aufmerksam machen und zu einem verantwortungsvollen Umgang mit den technologischen Möglichkeiten anhalten. Der Einbezug von Forschenden ist für die Missbrauchsprävention im biotechnologischen Bereich sowie die nationale Umsetzung und Weiterentwicklung des BWÜ von zentraler Bedeutung (Seite 26).





Mitarbeiter des Seattle Fire Department während einer Einsatzübung basierend auf einem Dirty Bomb Szenario



Nukleare Forensik

Dr. Mario Burger

Gemäss dem Abrüstungsbericht 2012 des Bundesrates beabsichtigt die Schweiz, zur Bekämpfung des Nuklearterrorismus in naher Zukunft auch einen Beitrag im Bereich der nuklearen Forensik zu leisten. Dazu soll im LABOR SPIEZ das entsprechende Know-How und die Analysekapazität ausgebaut werden.

Seit Jahrzehnten sind Vertragswerke in Kraft, die eine Proliferation von nuklearem Material verbieten (Atomwaffensperrvertrag, NPT). Die Rahmenbedingungen der nuklearen Rüstungskontrollpolitik werden jedoch zunehmend komplexer. Nationale Organisationen allein genügen nicht mehr, um auf neue Bedrohungsformen reagieren zu können, die zunehmend von nicht-staatlichen Akteuren ausgehen. An zwei Gipfeltreffen (Nuclear Security Summit) in Washington (2010) und Seoul (2012) wurde ein Aktionsplan verabschiedet, der den Gebrauch von Nuklearmaterialien für terroristische Zwecke verhindern soll. Die Staaten wurden aufgefordert, als internationale Gemeinschaft besser zusammenzuarbeiten und auf Anfrage gegenseitige Hilfe zu leisten.

Insbesondere die Sicherung der Nuklearmaterialien ist eine wichtige Voraussetzung, dass waffenfähiges Spaltmaterial (z. B. hochangereichertes Uran oder Plutonium) sowie anderes

Nuklearmaterial (schwach angereichertes Uran, radioaktive Substanzen aus Spitälern oder Forschungslabors etc.) nicht in die Hände von Terroristen fällt. Alle Teilnehmerstaaten der Nuclear Security Summits sind aufgerufen, eventuelle Kapazitätslücken auf nationaler Ebene zu schliessen. Eine entsprechende Analyse hat ergeben, dass in der Schweiz eine Lücke in der Nuklearen Forensik besteht. Nukleare Forensik ist die umfassende Analyse von beschlagnahmtem, bzw. abgefangenem Material mit illegalem Charakter, inklusive zugehöriger Verpackung, um die nukleare Zuordnung erstellen zu können, die Herkunft des Materials zu belegen und Hinweise auf die Täterschaft zu gewinnen. Im Idealfall lässt sich nachweisen, in welchem Reaktor eine Spaltmaterialprobe bestrahlt wurde und aus welcher Uranmine sie ursprünglich stammt.

In Zusammenarbeit mit dem Nachrichtendienst des Bundes und der Integration weiterer Bundesstellen hat das LABOR SPIEZ mit dem Fachbereich Physik die technische Komponente für das Projekt zur Schliessung dieser Kapazitätslücke übernommen. Ziel ist, in den nächsten Monaten die Nukleare Forensik Schweiz aufzubauen. Die entsprechenden Prozesse, Aufgaben und Verantwortlichkeiten der zu integrierenden Organisationen müssen

klar definiert werden und parallel dazu muss die Integration und der Austausch von Informationen in den entsprechenden Netzwerken etabliert werden.

Folgende Teilziele sind seit dem Start des Projektes im Verlauf von 2012 erreicht worden:

- Etablierung der Zentralstelle Atom (ZSA) des Nachrichtendienstes des Bundes (NDB) als nationaler «Point of Contact» für Belange der Nuklearforensik
- Bildung einer Kerngruppe, bestehend aus Vertretern NDB, fedpol, BABS-LABOR SPIEZ sowie Information der anderen Aufsichtsbehörden (BAG, ENSI, Suva)
- Das LABOR SPIEZ übernimmt die zentrale Rolle in der nuklearforensischen Analytik und ist in den internationalen technischen Arbeitsgruppen integriert.
- An der gut eingeführten Alarmorganisation wird grundsätzlich festgehalten – der Fall Nukleare Forensik soll integriert werden.

Der Fachbereich Physik des LABOR SPIEZ hat nach Projektstart mit dem entsprechenden Support durch das EDA und den Nachrichtendienst des Bundes den Einstieg in die internationalen technischen Arbeitsgruppen vorgenommen. Es handelt sich primär um die Mitarbeit in folgenden Gremien:

- [International Atomic Energy Agency \(IAEA\)](#):
- Office of Nuclear Security
- [Global Initiative to Combat Nuclear Terrorism \(GICNT\)](#):
Implementation & Assessment Group
- Nuclear Detection Working Group
- Nuclear Forensics Working Group
- [Nuclear Forensics International Technical Working Group \(NF ITWG\)](#):
Diese Arbeitsgruppe ist verbunden mit dem Netherlands Forensic Institute (NFI) sowie Partnerorganisationen wie IAEA, EURATOM, INTERPOL, EUROPOL und UNICRI (United Nations Interregional Crime and Justice Research Institute)

Diese technischen Arbeitsgruppen legen zurzeit die Begriffsdefinitionen, Prozeduren etc. fest. In Ergänzung zum Beschlagnahmungsfall

sind sich die Arbeitsgruppen einig, dass die nukleare Forensik auch nach einem Ereignis – das heisst nach einer Freisetzung von Radioisotopen in die Umwelt – möglichst in der Lage sein sollte, über die nuklearforensische Analyse den Ursprung des Materials zu bestimmen oder eine Historie abzuleiten.

Der Fachbereich Physik mit seiner nach ISO/EN 17025 akkreditierten Prüfstelle der Gruppe Radioaktivität wird die zusätzlich erforderliche Analytik zur Nuklearen Forensik integrieren und unter Umständen die bereits vorhandenen, speziell massenspektrometrischen Untersuchungsmethoden mit einer weiteren Technologie ergänzen. Gleichzeitig zeichnet sich ab, dass eine Ergänzung im Raumkonzept in Spiez angegangen werden muss, indem die heute vorhandenen Radiochemielaborräume vom Typ C und Typ B mit einem Raum der Klasse Typ A, d. h. der höchsten radiologischen Klasse und des höchsten Arbeitssicherheitslevels ergänzt werden müssen.

Mit diesen Ergänzungen der Infrastruktur wird das LABOR SPIEZ in der Lage sein, die komplexen Fragestellungen in Radiochemie und Radioanalytik zu bearbeiten und über relevante Radioisotopenverhältnisse in Kombination mit weiteren quantitativen Isotopendaten jene umfassenden Rückschlüsse zu liefern, die von der internationalen Gemeinschaft erwartet werden. Der Umstand, dass die Gruppe Umweltanalytik über eine nutzbare Kompetenz im nicht-radioaktiven Umfeld, dh. im Bereich Schwermetalle etc. verfügt, soll in den Untersuchungen ebenfalls genutzt werden. Parallel zu diesen Arbeiten wird die Gruppe Rüstungskontrolle A bei der Verwendung der Labordaten zur Berechnung der Herkunft von nuklearem Material wesentlich beitragen. Eine enge Zusammenarbeit mit verschiedenen, auf diesem Gebiet tätigen internationalen Instituten ist in Vorbereitung.

Mit dem Aufbau zusätzlicher Kompetenzen im LABOR SPIEZ wird die Schweiz einen weiteren Beitrag zu den internationalen Bestrebungen im Bereich Nuclear Security leisten und die bestehenden Netzwerke positiv ergänzen können.



Alfred Jakob

Beim Betrieb und Unterhalt eines Schiessplatzes hat die Einhaltung des Umweltschutzgesetzes neben der Sicherheit eine hohe Priorität. Zur Einhaltung des Umweltschutzgesetzes wird die Gruppe Umweltanalytik regelmässig für Untersuchungen beigezogen. So zeigte etwa die Analytik des Bodenschlammes aus den Sedimentationsbecken des Panzerschiessplatzes Bure auf, dass der Aushub nicht belastet ist und somit nicht teuer entsorgt werden muss.

der Sedimentationsbecken war der erste entscheidende Schritt dieser Untersuchung. Die akkreditierten Analysen der erhobenen Mischproben auf Schwermetall- und Ölrückstände zeigten auf, dass der Boden nicht belastet ist und somit keine Entsorgungskosten entstehen sollten. Die diskrepanten Untersuchungsergebnisse sollen weiter abgeklärt werden. Dieses Beispiel zeigt, dass eine VBS-interne Stichprobenkontrolle wertvoll ist.

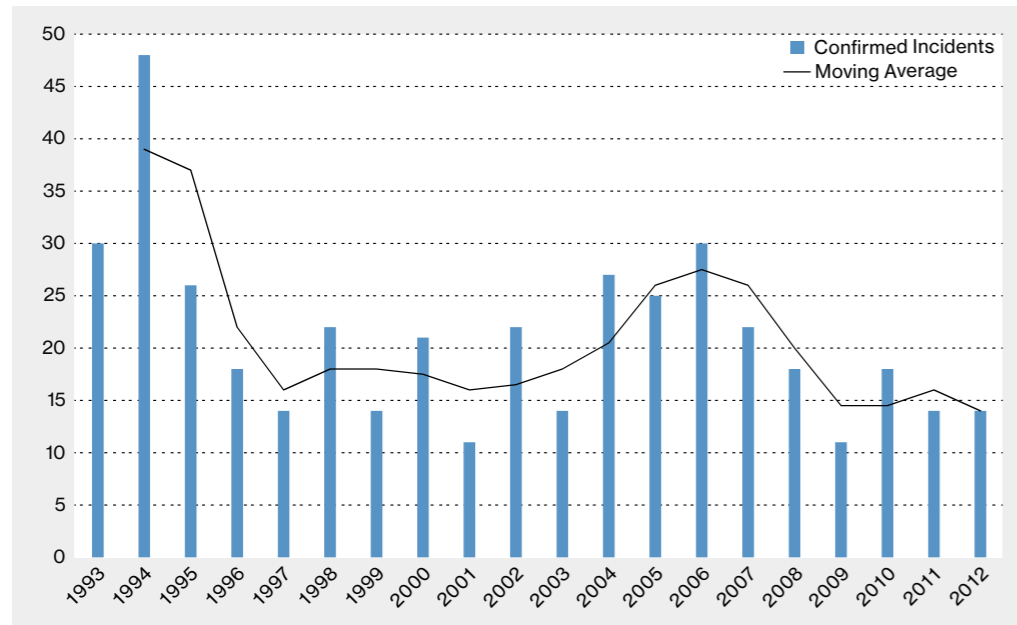
Kugelfänge von Schiessplätzen

In der Schweiz gibt es rund 2000 aktive und 4000 stillgelegte Schiessanlagen. Jedes Jahr verschossen Armeeangehörige und Schützen 400 Tonnen Blei und mehrere Tonnen Antimon in Form von Munition, was die Erde im Bereich des Kugelfangs belastet. Im Rahmen einer Diplomarbeit mit der Fachhochschule Sion wurde die Immobilisierung von Schwermetallen im Boden experimentell untersucht. Ziel der Arbeit war, die Mobilität der Schwermetalle, insbesondere des Antimons, durch Zugabe von Metallbindern zum belasteten Boden, zu minimieren. In Säulenexperimenten wurde die Wirksamkeit der Schwermetallbinder analysiert. Die Resultate der Arbeit sind vielversprechend. Eine Kombination von Bindern vermag Antimon annähernd vollständig zu immobilisieren und kann so eine Grundwassergefährdung verhindern. Die Umsetzung dieser neuen Erkenntnisse in die Praxis wird weiter verfolgt.

Auf dem Waffenplatz Bure verursachen gepanzerte Raupenfahrzeuge im Gelände einen Bodenabtrag, der bei Regen als feiner Bodenschlamm ausgewaschen wird. Dieser Schlamm wird auf dem Waffenplatz in grossen Sedimentationsbecken aufgefangen. Sofern das Sediment nicht mit Ölrückständen, Schmiermitteln oder Schwermetallen belastet ist, kann dieses wieder auf dem Übungsgelände deponiert werden. Erste Untersuchungen eines Ingenieurbüros wiesen auf eine Belastung des Sediments hin. Dies würde jedes Jahr zu hohen Entsorgungskosten des kontaminierten Bodenmaterials führen. Für eine unabhängige Untersuchung der Umweltbelastung wurde die Umweltanalytik des LABOR SPIEZ beigezogen. Bei jeder Umweltuntersuchung ist die repräsentative Probenerhebung der Analysenproben zur korrekten, repräsentativen Beantwortung entscheidend. Die umfangreiche Beprobung



Probenahme aus einem Absatzbecken



Bestätigte Vorkommnisse in Zusammenhang mit radioaktivem Material: Illegaler Besitz, Transport oder Handel, 1993-2012 (Illicit Trafficking Database ITDB der IAEA)

Chemische Forensik: Attribution Analysis

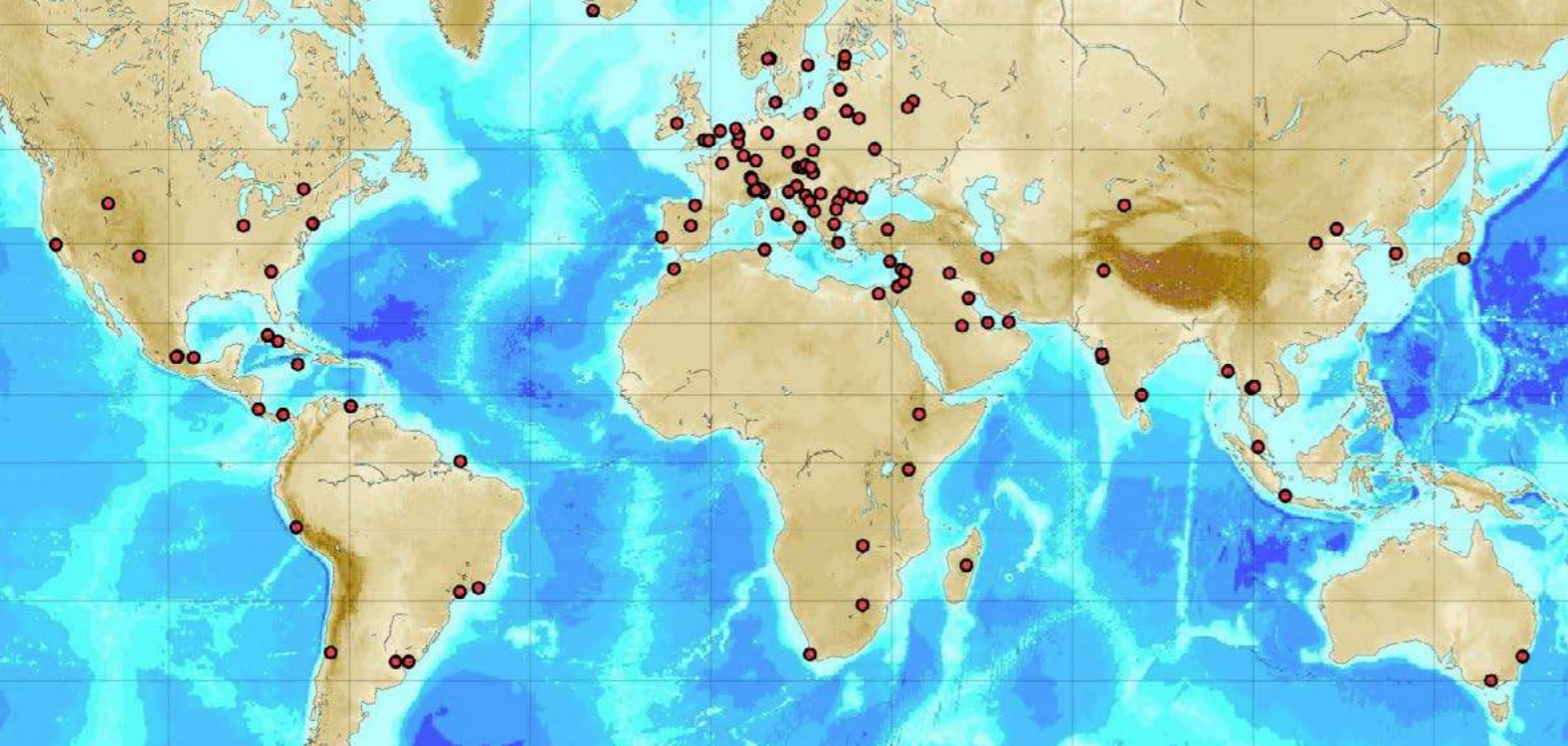
Die OPCW und ihre designierten Laboratorien verfügen über eine hohe technische Kompetenz bei der Identifizierung von Chemikalien, welche mit dem Chemiewaffenübereinkommen in Zusammenhang stehen. Das Ziel solcher Analysen ist, chemische Kampfstoffe, bzw. deren Vorstufen und Abbauprodukte in den verschiedensten Probenarten (Wasser, Boden, Oberflächen von Gegenständen etc.) sicher zu identifizieren. Weil heute vermehrt auch nicht staatliche Akteure für eine Freisetzung von chemischen Kampfstoffen in Betracht gezogen werden, hat eine neue Frage an Bedeutung gewonnen: Inwieweit kann die Herkunft oder die Herstellungsmethode eines chemischen Kampfstoffes aus einer Probe abgeleitet werden? Bis heute haben sich nur wenige Laboratorien mit dieser Frage auseinandergesetzt. Generell geht es darum, möglichst viel Information aus einer Probe zu gewinnen, um den allfälligen Hersteller eines Kampfstoffes bzw. den Verursacher einer Freisetzung identifizieren zu können. Verschiedene Verifikationslabors arbeiten deshalb an der Entwicklung von Methoden, um toxische Chemikalien oder deren Vorstufen einer bestimmten Quelle oder einem bestimmten Produktionsprozess zuschreiben zu können. Mögliche Ansätze hierzu beinhalten die Identifizierung bestimmter Verunreinigungen, statistische Vergleiche komplexer GC-MS-Chromatogramme sowie der Vergleich von Isotopenverhältnissen in Massenspektren.

Wichtige Fragen bei forensischen Untersuchungen für die Zuordnung eines chemischen Kampfstoffes lauten:

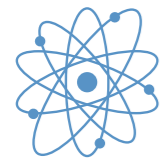
- Kann der Syntheseweg anhand der Nebenprodukte in der Kampfstoffprobe abgeleitet werden?
- Wird ein Stoff in einem improvisierten «Kellerlabor» hergestellt, hinterlässt dieses Labor Signatures aufgrund der verwendeten Stoffe, Gerätschaften und der daraus resultierenden Verunreinigungen, und sind solche Signatures eindeutig genug, um eine Probe eindeutig dem improvisierten Labor zuordnen zu können?
- Sind solche Signatures zeitlich und örtlich stabil, damit der «Hersteller» anhand von Umweltproben auch nach einer Freisetzung eines Stoffes noch eindeutig identifiziert werden kann?

Um solche forensischen Analysekapazitäten für die OPCW-Laboratorien zu etablieren, ist eine umfassende internationale Zusammenarbeit erforderlich. Das Hauptproblem bei der Zurechnung von Proben zu bestimmten Quellen ist das Fehlen von Referenzdaten. Inwieweit die Herkunft von toxischen Chemikalien aus Proben abgeleitet werden kann, wird sich in den nächsten Jahren in entsprechenden Studien heraus kristallisieren.

Stefan Mogl



Die Labors im ALMERA-Netzwerk der IAEA



Das ALMERA-Netzwerk der IAEA

Dr. Mario Burger

Das LABOR SPIEZ wurde 2012 offiziell in das ALMERA-Netzwerk aufgenommen. Dieses Netzwerk wurde 1995 von der Internationalen Atomenergie-Agentur (IAEA) gegründet und besteht aus über 100 Laboratorien, die bei einer Freisetzung von Radioaktivität zuverlässig Umweltproben analysieren können. Die IAEA koordiniert die Arbeiten des Netzwerks, entwickelt standardisierte Methoden für die Probenahme und organisiert Ringversuche sowie Eignungsprüfungen als Instrumente für die externe Qualitätskontrolle.

Seit Jahren pflegt das LABOR SPIEZ eine enge Beziehung zur IAEA. Dabei wurden diverse Fragestellungen untersucht – unter anderem der Einsatz von Uranmunition oder die Nuklearunfälle in Tschernobyl und Fukushima. 2011 wurde der Fachbereich Physik seitens der IAEA angefragt, verstärkt in den analytischen Netzwerken aktiv zu werden. Die Mitglieder des ALMERA-Netzwerks werden von den Regierungen der Mitgliedstaaten nominiert (ALMERA – Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity). Der Prozess zur Designierung des LABOR SPIEZ als ALMERA-Laboratorium

wurde über das Bundesamt für Energie initiiert, der formelle Beitritt erfolgte 2012, im Anschluss an die ALMERA Jahrestagung 2012 in Ankara.

ALMERA verfolgt das Ziel, im gesamten Netzwerk eine hohe Qualität der Analysen zu gewährleisten. Dementsprechend offerieren technisch und analytisch gut ausgerüstete Laboratorien des Netzwerks verschiedene Ausbildungs- und Trainingsmöglichkeiten für weniger fortgeschrittene Partnerlabors innerhalb des Netzwerks. Parallel zum Aufbau der lokalen Kapazität in kleineren Labors erarbeiten Expertengruppen von ALMERA neue, für das Netzwerk wichtige Messmethoden. Nach einer Validierungsphase in mehreren designierten Labors werden diese neuen Methoden von der IAEA offiziell publiziert.

Mindestens einmal jährlich findet ein umfassender Proficiency Test an komplexen Probematerialien statt. Die ALMERA-Labors melden zur Erfüllung des ersten Auftrages innerhalb von 72 Stunden ein Set an Messresultaten zu den Probenmaterialien. In einer zweiten, drei bis acht Wochen dauernden Phase werden die Resultate zu den Materialien



Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma ICP-MS im LABOR SPIEZ. Diese Analyse-methode ermöglicht hochpräzise Isotopenanalytik.

erarbeitet. Die Auswertung des Ringversuches benötigt üblicherweise 1 bis 1,5 Jahre und dient der weiteren Optimierung des Netzwerks.



Der Fachbereich Physik wurde, basierend auf dem Entschluss aus der ALMERA Jahrestagung, als Partner für Projekte in zwei neu zu bildenden Expertengruppen vorgeschlagen. Es handelt sich um Schnellmethoden Sr-90 in einer schwer zu analysierenden Matrix (z.B. Meerwasser, Boden) sowie um die Analyse von natürlich vorkommendem radioaktivem Material (Naturally Occurring Radioactive Material, NORM). Daneben wird sich der Fachbereich Physik in der Diskussion rund um die Kaskadenkorrektur und die Qualitätssicherung bei der Gammaskpektrometrie einbringen.

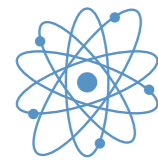
Aufgrund der nach ISO/EN 17025 akkreditierten Arbeitsweise in der Prüfstelle STS 028 und der umfassenden Analytik übertrifft das LABOR SPIEZ die Grundanforderungen an ein Speziallabor im ALMERA-Netzwerk. Die Gruppe Radioaktivität des Fachbereichs Physik wird ihren akkreditierten Bereich entsprechend organisieren, um künftig anhand eines kurzfristigen Probeneingangs über das ganze Jahr innerhalb von 48-72 Stunden ereignisrelevante Resultate in das Netzwerk liefern zu können.



Überlebender vor den Überresten seines Hauses nach der verheerenden Explosion im Stadtteil Mpila von Brazzaville



Explosion eines Munitionsdepots in Brazzaville



Mission in Brazzaville, Kongo

Marc Stauffer

Am 4. März 2012 ereignete sich eine Serie von Explosionen in einem Munitionsdepot in Brazzaville, Republik Kongo. Um die Auswirkungen des Unglücks auf die Umwelt und mögliche Folgen auf den Menschen abzuschätzen, wurde am 14. März 2012 ein Umweltextperte des LABOR SPIEZ ins UNDAC (United Nations Disaster Assessment and Coordination)-Team aufgenommen.

Die Explosion eines Waffenlagers richtete verheerende Zerstörungen im Umkreis von einigen hundert Metern an. Die Druckwelle verteilte zahlreiche Blindgänger in einem grossen Radius um den Explosionsherd in der Stadt. Die Wucht der Explosionen war selbst in Kinshasa zu spüren, der auf der anderen Seite des Grenzflusses gelegenen Hauptstadt der Demokratischen Republik Kongo. Explodiert waren mehrere Tonnen verschiedenen Materials, darunter Sprengstoffe, Gewehr- und Artilleriemunition, möglicherweise auch Raketentriebsätze. Etwa 20 000 Bewohner der näheren Umgebung mussten evakuiert werden. Durch den Unfall wurden über 250 Menschen getötet und über 3000 verletzt.

Einen Tag nach der Explosion forderte der lokale UN Koordinator Hilfe für eine Beurteilung der Umweltsituation durch das OCHA (Office

for the Coordination of Humanitarian Aid) an. Das OCHA gelangte mit der Anfrage für das Assessment hinsichtlich der Kontamination der Stadt durch Sprengstoffrückstände und Schwermetalle an die Schweizerische Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit DEZA. Der DEZA angegliedert ist das Schweizerische Korps für humanitäre Hilfe SKH, welches den Einsatz vorbereitete und mit Hilfe des LABOR SPIEZ realisierte.

Direkt nach der Ankunft in Brazzaville begann eine umfassende Einführung in das UNDAC-Team mit Instruktionen zu den Sicherheitsbestimmungen und zur Koordination der verschiedenen Hilfsorganisationen. Erste Informationen zur Wetterlage und zum Verlauf der Explosionswolke standen zur Verfügung. Basierend auf einer ersten Rekognoszierung und Informationen der Kampfmittelräumer wurde die Probenahme von Boden und Wasser vorbereitet.

Mit Hilfe eines Verteilungsmodells wurde die Probenahme so angelegt, dass die Kontamination sowohl direkt auf dem Schadensplatz als auch in zunehmender Distanz beurteilt werden konnte. Ebenfalls wurden Proben an Standorten erhoben, die nicht von der Explosion betroffen waren, was einen Vergleich mit dem Hintergrundwert erlaubte.

Mit einem portablen Röntgenfluoreszenz-Gerät (XRF) wurden die Konzentrationen von Schwermetallen, die aus ballistischen Teilen, Zündern sowie Mänteln von Munition stammen können, direkt vor Ort zuverlässig analysiert. Bereits diese Messungen lieferten die Fakten, um Entscheide zum weiteren Vorgehen des UNDAC-Teams zu treffen. So wurde zum Beispiel bereits in Brazzaville deutlich, dass keine der erhobenen Proben die schweizerischen Grenzwerte für Schwermetalle überschritten.

Alle Proben wurden noch in Brazzaville für die vertieften Sprengstoff- und Schwermetallanalysen verpackt und zurück nach Spiez genommen. Detailliertere Untersuchungen im Labor ergaben Spuren von Blei, Quecksilber, Trinitrotoluol, Amino-Nitrotoluole sowie HMX und RDX (Sprengstoffe) in den Bodenproben. Keine der Konzentrationen war jedoch so erhöht, dass von einer Gefährdung der Bevölkerung ausgegangen werden musste. Die Wasserproben waren nicht belastet. Um eine weitere Gefährdung der menschlichen Nahrungskette durch Munitions- und Sprengstoffrückstände zu verhindern, wurden verschiedene Massnahmen definiert; unter anderem wurden grosse Teile der Lagerbestände aus der Stadt entfernt und vor Witterungseinflüssen geschützt.

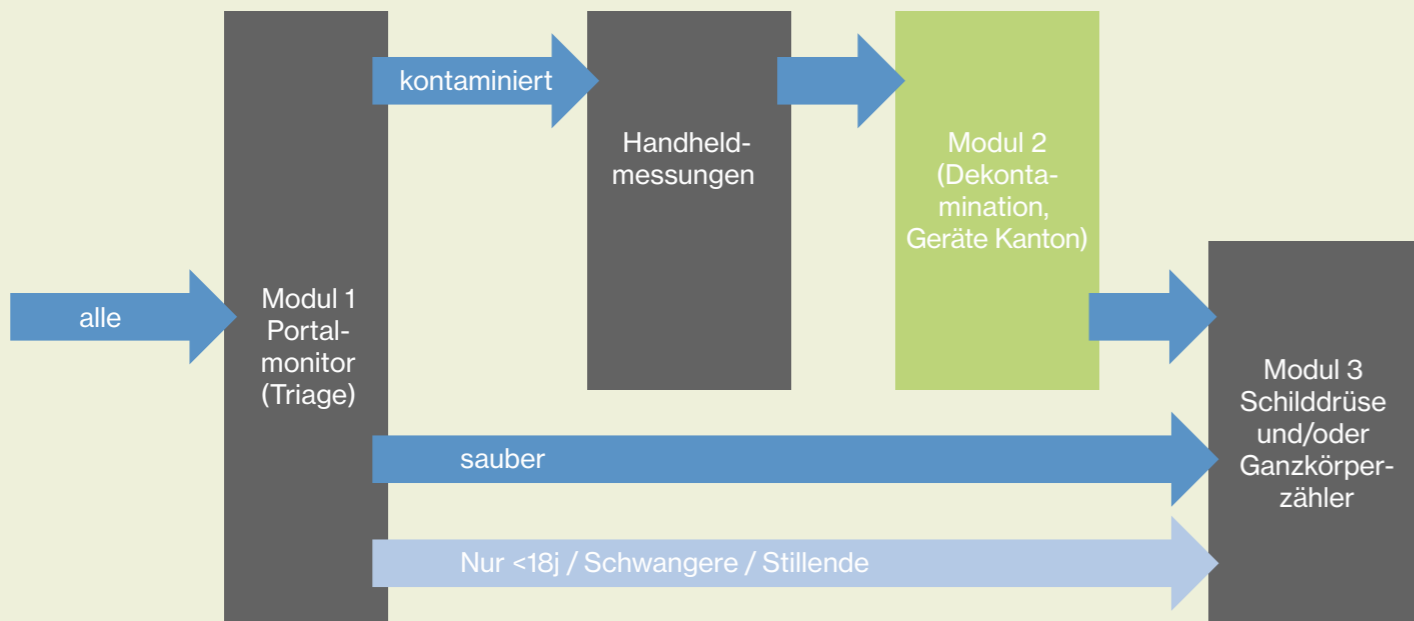
Das LABOR SPIEZ konnte durch seinen Einsatz aktiv an der Bewältigung dieses Unfalls mit-helfen. Die erschwerten Einsatzbedingungen lieferten wertvolle Erkenntnisse zum praktischen Vorgehen bei Unglücksfällen, die Schadstoffe in die Umwelt freisetzen (Explosions-

unglücke, Havarien von Industrieanlagen, Überschwemmungen) oder bei Ereignissen im Zusammenhang mit bewaffneten Konflikten.

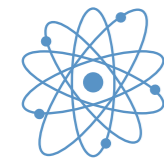
UNDAC

Die United Nations Disaster Assessment and Coordination (UNDAC) ist Teil der internationalen Nothilfe bei plötzlich auftretenden Katastrophen. UNDAC wurde im Jahr 1993 gegründet und dient zur Unterstützung der Uno sowie der betroffenen Regierungen in der ersten Phase nach der Katastrophe. UNDAC hilft auch bei der Koordination der internationalen Hilfsmassnahmen auf nationaler Ebene. Die UNDAC Teams können innerhalb von 12 bis 48 Stunden überall in der Welt eingesetzt werden. Sie werden den betroffenen Ländern kostenlos zur Verfügung gestellt.





Die Messmittel des Bundes und der Kantone (grün), die an der Kontaktstelle eingesetzt werden.



Kontaktstelle

Dr. Béatrice Balsiger, Dr. Daniel Storch*

Die Kontaktstelle dient der radiologischen Zustandserfassung, der Triage sowie der psychologisch-medizinischen Betreuung von Personen bei einem Unfall mit erhöhter Radioaktivität. Das Gesundheitswesen ist bei einem solchen Ereignis sehr stark beansprucht und muss entlastet werden. Betroffene Personen können sich in der Kontaktstelle beraten lassen und werden wenn nötig entsprechend weiter vermittelt. Das LABOR SPIEZ stellt mit der A-EEVBS die dafür erforderlichen Messmittel und Einsatzkräfte zur Verfügung.

Im Ereignisfall gibt der Bundesstab ABCN den Auftrag zur Einrichtung der Kontaktstelle. Für den Betrieb sind die Kantone verantwortlich. Die Kontaktstelle hat eine Kapazität von rund 1 000 Personen pro Tag und ist in erster Linie für Betroffene aus der Zone 1 und aus den betroffenen Sektoren der Zone 2 in Abwindrichtung vorgesehen. Die Zone 1 mit einem Radius von ca. 3 bis 5 Kilometern umfasst das Gebiet um das Kernkraftwerk, in dem bei einem Unfall eine Gefahr für die Bevölkerung entstehen kann, welche rasche Schutzmassnahmen erfordert. Die Zone 2 schliesst an die Zone 1 an und umfasst ein Gebiet mit einem Radius von ca. 20 Kilometern.

Grundsätzlich geht man davon aus, dass die Bevölkerung den angeordneten Schutzmassnahmen der Behörden (Radiomeldungen, Aufenthalt im Haus, Einnahme von Iod-Tabletten usw.) Folge geleistet hat. Somit ist nicht zu erwarten, dass stark bestrahlte Personen in der Kontaktstelle eintreffen. Folgende Leistungen bietet die Kontaktstelle bei Bedarf an:

- Kontaminationsüberprüfung beim Eingang
- Dekontaminationskontrolle beim Duschen
- Messung der Schilddrüse vor allem bei kritischen Bevölkerungsgruppen (Schwangere, Kinder)
- Bei Bedarf Ganzkörpermessung
- Berechnung, resp. Abschätzung der Ganzkörperdosis durch das Ereignis

Mittels Beurteilungshilfen können die Ärzte den Personen in der Kontaktstelle eine ungefähre Abschätzung des individuellen Risikos aufgrund der zusätzlich aufgenommenen Dosis angeben. Zudem wird mit den Besuchern der Kontaktstelle das weitere Vorgehen abgesprochen.

Zum Einsatz an der Kontaktstelle gelangen die mobilen Messmittel der A-EEVBS. Die zeitaufwändigen Personenmessungen nach der Dekontaminationskontrolle werden durch kantonale Einsatzkräfte unterstützt.

Das LABOR SPIEZ stellt im Rahmen der A-EEVBS folgende Unterstützung zur Verfügung:

- Mobiles Labor blau mit zwei Detektorsystemen für Schilddrüse und Ganzkörper
- Portalmonitor
- Handheldmessgeräte
- Mobile Gammadetektoren zur Warteraumüberwachung
- Dosimeter zur Dosimetrierung der Fachspezialisten
- Laptops mit Tools zur Dosisabschätzung
- Ersatzkleider für Personen, die über das Modul B (Dekontaminationsdusche) gehen müssen. Es wird davon ausgegangen, dass dies 200 Personen pro Tag betrifft.
- Sieben Einsatzkräfte für Messungen, inklusive einem A-Fachberater, der die Fachspezialisten (A-EEVBS, Leitende Notärzte und Strahlenschutzexperten) koordiniert

Das Projekt zur Überarbeitung des Konzeptes Kontaktstelle läuft seit mehreren Jahren. 2012 wurde das Konzept durch eine Arbeits-

gruppe mit 20 Mitgliedern aus verschiedenen Bundesämtern (Bundesamt für Bevölkerungsschutz, Bundesamt für Gesundheit), Kantonsvertretern, Vertreter des Koordinierten Sanitätsdienstes sowie der Suva und des Eidgenössischen Nuklearsicherheitsinspektorates ENSI verabschiedet und vom Bundesstab ABCN genehmigt. Im Jahr 2013 soll die die Kontaktstelle im Rahmen der Gesamtnotfallübung ODYSSEUS getestet werden.

Im Ereignisfall wird die Kontaktstelle über den Bundesstab ABCN (bzw. Nationale Alarmzentrale) aufgeboden. Der aufgebodene Kanton erstellt dabei die notwendige Infrastruktur (ausserhalb der Zone 2) an vordefinierten Orten. Im Falle eines Kernkraftwerkunfalles kann so der Betrieb der Kontaktstelle bereits 12 Stunden nach Durchzug der radioaktiven Wolke aufgenommen werden.

*Bundesamt für Gesundheit (BAG), Sektion Radiologische Risiken



Radiologische Zustandserfassung an einer Schwangeren in Koriyama, Fukushima 2011



Prüfung von Batterieinstrument
(Leuchtfarbe)

Radioaktivitätsprüfungen bei Ausserdienststellung von Armeematerial

Markus Zürcher

Die Schweizer Armee stellt jedes Jahr tausende von Gegenständen ausser Dienst. Von der Arbeitshose bis zu komplexen Kampfsystemen, wie etwa dem Schützenpanzer M-113, wird alles entsorgt, über Armeeliquor-Shops verkauft, für humanitäre Zwecke gespendet, oder an die Zentralstelle für historisches Armeematerial abgegeben. Das Kompetenzzentrum Strahlenschutz VBS beurteilt dieses Material, erstellt Auflagen zur Prüfung der Radioaktivität und macht Messungen vor Ort. Damit ist die grösstmögliche Sicherheit bei der Entsorgung gewährleistet.

Der Lebensweg von Armeematerial von der Beschaffung über die Nutzung bis zur Ausserdienststellung ist komplex und mit etlichen Auflagen verbunden. Damit diese Materialien nicht unkontrolliert an Dritte abgegeben werden, ist jeweils eine Prüfung erforderlich. Diese übernimmt das Kompetenzzentrum (KOMZ) Strahlenschutz VBS. Welches Material kontrolliert werden muss, kann bei der Ausserdienststellung über eine Datenbank bestimmt werden. Ist eine Radioaktivitätsprüfung

notwendig, so wird diese über eine schriftliche Auflage im Ausserdienststellungsauftrag festgehalten. Anschliessend folgt eine Überprüfung des Materials vor Ort. Werden dabei radioaktive Stoffe festgestellt, wird das Material aus dem Bestand genommen und fachgerecht entsorgt. Jährlich fallen so einige hundert Artikel als radioaktiver Abfall an. Dieser wird so weit als möglich im Volumen reduziert, um die Menge des effektiven, radioaktiven Abfalls und somit auch die Kosten so klein wie möglich zu halten.

Alte Gegenstände mit Radiumleuchtfarbe
Um die Nachtkampftauglichkeit von militärischen Systemen sicherzustellen, wurden im zweiten Weltkrieg und in der Nachkriegszeit Leuchtfarben eingesetzt, die mit radioaktiven Stoffen (Radium, Ra-226) versetzt waren. Diese Leuchtfarben kamen auch im Privatbereich bei der Herstellung von Uhren und anderen Anzeigeelementen zur Anwendung. Mit einer Halbwertszeit von 1600 Jahren ist dieses Radium sehr gut messbar und kann zu Problemen bei der Entsorgung führen. Die Armee setzt heute praktisch keine Systeme mehr ein,

welche dieses Radium enthalten. Anders sieht es im Bereich des historischen Armeematerials aus. Hier existieren grosse Materialbestände wie z.B. Fahrzeug- und Flugzeug-Instrumente, Übermittlungsgeräte, Kompass oder Sicherungen, die Radiumleuchtfarbe enthalten.

Museen und Sammlungen, aber auch Private können solches Material besitzen. Im VBS sorgt seit dem 1. Januar 2009 die neu geschaffene Zentralstelle historisches Armeematerial (ZSHAM) für einen gesetzeskonformen Umgang mit radioaktiven Gegenständen. In Zusammenarbeit mit dem KOMZ Strahlenschutz VBS informiert die ZSHAM Museen und Sammler über die Leuchtfarbenproblematik. Das BAG hat hierzu auch eine Weisung (L-04-04) erstellt, die über das Internet (www.bag.admin.ch) abrufbar ist.



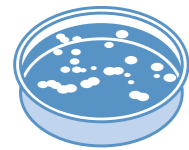
Windmesser mit Radiumleuchtfarbe



Betalight (h2)



Teilansicht Filtersysteme der Lüftungsanlage



Validierung des Biosicherheitslabors

Dr. Marc Strasser, Dr. Andreas Bucher

Bevor das LABOR SPIEZ die Kapazitäten seines neuen Biosicherheitslabors voll zum Einsatz bringen kann, müssen die komplexen technischen Systeme des Labors im Verbund validiert werden, um einen sicheren Betrieb gewährleisten zu können. Der dazu notwendige technische Aufwand wurde anfänglich unterschätzt, deshalb konnte der geplante Termin zur Inbetriebnahme der höchsten biologischen Sicherheitsstufe (BSL 4) nicht eingehalten werden.

Das neue Biosicherheitslabor (BL) in Spiez erlaubt die sichere Diagnostik von höchst infektiösen Krankheitserregern, die auch als potentielle biologische Kampfstoffe gelten. Das BL schliesst damit eine bedeutende Lücke im nationalen Schutz vor biologischen Bedrohungen, denn erst wenn ein Krankheitserreger identifiziert und charakterisiert werden kann, ist eine effektive Ereignisbewältigung mit zielgerichteter medizinischer Vorsorge und Behandlung möglich.

Die Arbeit an hochgefährlichen Krankheitserregern erfordert ein ausgeklügeltes Containmentsystem. Dazu gehören Sicherheitsinstallationen und persönliches Schutzmaterial wie

zum Beispiel Sicherheitswerkbänke, Vollschutzanzüge, luftdicht abgeschlossene Räume, Unterdruckhaltung in den Labors sowie ein komplexes System an Schleusen und Barrieren. Die Mitarbeiter verlassen die Labors über Chemieduschen, in welchen die Aussenseite ihrer Vollschutzanzüge dekontaminiert wird. Die Abluft sowie sämtliche festen und flüssigen Abfälle müssen mikrobiologisch inaktiviert werden, bevor sie das BL verlassen. Feste Abfälle müssen über Autoklaven mit einer Hitzeinaktivierung ausgeschleust werden, flüssige Abfälle, inklusive das Abwasser der Dekontaminationsduschen, müssen in Lagertanks aufgefangen und über Dampfsterilisatoren inaktiviert werden.

Bei der Inbetriebnahme der höchsten Biosicherheitsstufe (BSL 4) haben die technischen Herausforderungen den ursprünglich geplanten Start der wissenschaftlichen Arbeiten verzögert. Ursprünglich ging man davon aus, dass sämtliche Laboreinheiten gut ein Jahr nach der offiziellen Einweihung des BL durch Bundesrat Maurer im Sommer 2010 in den vollen wissenschaftlichen Betrieb gehen können. Zum Zeitpunkt der Einweihung waren Bau und technische Installationen des Laborkomplexes

gemäss den zeitlichen und finanziellen Vorgaben fertig gestellt. Doch der ambitionöse Fahrplan für die Inbetriebnahme, die integralen Tests (Abstimmung der einzelnen Systeme untereinander) und die Validierungen konnte aufgrund technischer Schwierigkeiten nicht eingehalten werden. Die Validierungen haben den Beweis zu erbringen, dass die einzelnen Laboreinheiten des BL und die technischen Installationen jederzeit auf einen sicherheitsrelevanten Status gebracht werden können, so dass gegen innen (Mitarbeitende) und aussen (Umwelt) zu keiner Zeit ein Risiko durch Verschleppung vom Mikroorganismen besteht.

Bereits bei den integralen Test zeigte sich, dass technische Komponenten verschiedener Hersteller nicht optimal aufeinander abgestimmt waren. Dies unter anderem aufgrund der Tatsache, dass bei der Planung konsequent auf die fortschrittlichsten und umweltschonendsten Technologien gesetzt wurde, für deren Anwendung es noch wenig oder gar keine Erfahrungswerte gab.

So wurde z.B. für die Chemieduschen Peresigsäure anstelle der bisher üblichen quartären Ammoniumverbindungen eingesetzt, da letztere

in Gewässern nur schwer abbaubar sind. Betroffen waren auch die Zu- und Abluft Systeme, die als Einzelsysteme zwar nach Bauabschluss einwandfrei funktionierten, doch im Zusammenspiel mit der Stickstoffanlage zu unerwünschten Überdrucksituationen führten. Auch die Autoklaven sowie die Raum- und Filterbegasungen mussten im Hinblick auf die biologische Sicherheit geringfügig modifiziert werden. Aufgrund langer Lieferfristen der Hersteller (z.T. Spezialanfertigungen für Sterilisatortanks und Überdruckventile etc.) benötigten diese Anpassungen viel Zeit.

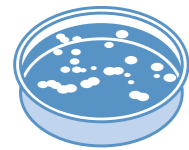
Seit Februar 2012 kann mit Erregern der Risikogruppen 2 und 3 im BL sicher gearbeitet werden. Die Inbetriebnahme der Stufe 4 ist auf gutem Weg, 2014 wird auch diese für wissenschaftliche Arbeiten zur Verfügung stehen. Der Bevölkerungsschutz kann dann auf eine vollumfängliche, rasche Laboranalytik auf allen Sicherheitsstufen zurückgreifen und das LABOR SPIEZ wird seine neue zentrale Rolle sowohl in der Gesundheits- wie in der Sicherheitspolitik vollumfänglich wahrnehmen können.



Abwassersterilisation



Francisella tularensis



Zecken als Vektor für Tularämie in der Schweiz

Dr. Christian Beuret, Dr. Matthias Wittwer, Fritz Wüthrich, Sandra Paniga und Dr. Nadia Schürch

Tularämie, auch Hasenpest genannt, ist eine Infektionskrankheit, die durch das Bakterium *Francisella tularensis* verursacht wird. In der Schweiz wurden in den vergangenen Jahren sporadisch Einzelfälle gemeldet, die eine Koinzidenz mit einem Zeckenbiss während der Inkubationszeit aufweisen. Zur Bestimmung der Prävalenz von *F. tularensis* in Zecken wurden in den Jahren 2009 und 2012 landesweit gegen 80 000 Zecken der Gattung *Ixodes ricinus* gesammelt und molekularbiologisch analysiert. Insgesamt konnten 24 positive Zeckenproben in 5 endemischen Gebieten identifiziert werden. Aus 13 Proben gelang erstmals die Kultivierung und Isolation des Erregers. Dies ermöglicht nun detaillierte epidemiologische Studien.

Bei der Tularämie handelt es sich um eine klassische Zoonose, die ausschliesslich in der nördlichen Hemisphäre vorkommt. In Europa gibt es mehrere endemische Gebiete, insbesondere auch in allen Nachbarländern der Schweiz. Der biologische Zyklus von *F. tularensis* ist nicht vollständig bekannt, scheint aber komplex und regional unterschiedlich zu sein. Nagetiere und Hasenartige gelten als Reservoir. Die Infektion kann auf andere Tiere und

den Menschen übertragen werden – durch direkten Kontakt mit erkrankten Tieren oder deren Ausscheidungen, beim Verzehr von kontaminiertem, ungenügend erhitztem Fleisch, durch Einatmen von erregerehaltigem Staub sowie durch blutsaugende Insekten. Der hoch infektiöse Erreger gilt als umweltpersistent und kann unter feuchten und kühlen Bedingungen im Boden, in Oberflächengewässern (vermutlich im Innern von Amöben) und in Tierkadavern Wochen bis Monate überleben.

Es werden vier *F. tularensis* Unterarten unterschieden, wobei in Europa nur die Subspezies *holarctica* endemisch ist. Entsprechend der breiten Palette an Übertragungswegen sind, je nach Endemiegebiet, unterschiedliche Berufe (Jäger, Wildhüter) und Freizeitaktivitäten im Wald Risikofaktoren für eine Infektion mit *F. tularensis*. Das klinische Krankheitsbild variiert in Abhängigkeit vom Infektionsmodus (über die Haut, Augen, Mund oder Atemwege) und der infektiösen Dosis. Je nach Eintrittspforte entwickeln sich äussere Tularämieformen mit lokalen Primärgeschwüren und Schwellung der regionalen Lymphknoten. Zu den selteneren Verlaufsformen gehören systemische Krankheitsbilder.

In der Schweiz gilt seit 2004 die Meldepflicht für Tularämie in der Humanmedizin. Es gibt aber kein Überwachungsprogramm, so dass die vom Bundesamt für Gesundheit (BAG) veröffentlichten Fallzahlen nur indikativ sind: 2007: 8; 2008: 13; 2009: 4; 2010: 13; 2011: 16; 2012: 38. Auch in den Nachbarländern ist eine zunehmende Tendenz festzustellen. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass die Zunahme lediglich auf eine erhöhte Sensibilität der Ärzteschaft und eine verbesserte Labordiagnostik zurückzuführen ist. Auch wird die vermutete Art der Exposition zwar im Meldesystem erfasst, aber nicht epidemiologisch im Labor abgeklärt. Dennoch ist es bemerkenswert, dass etwa ein Drittel der Fälle mit einem Zeckenbiss während der Inkubationszeit koinzidieren.

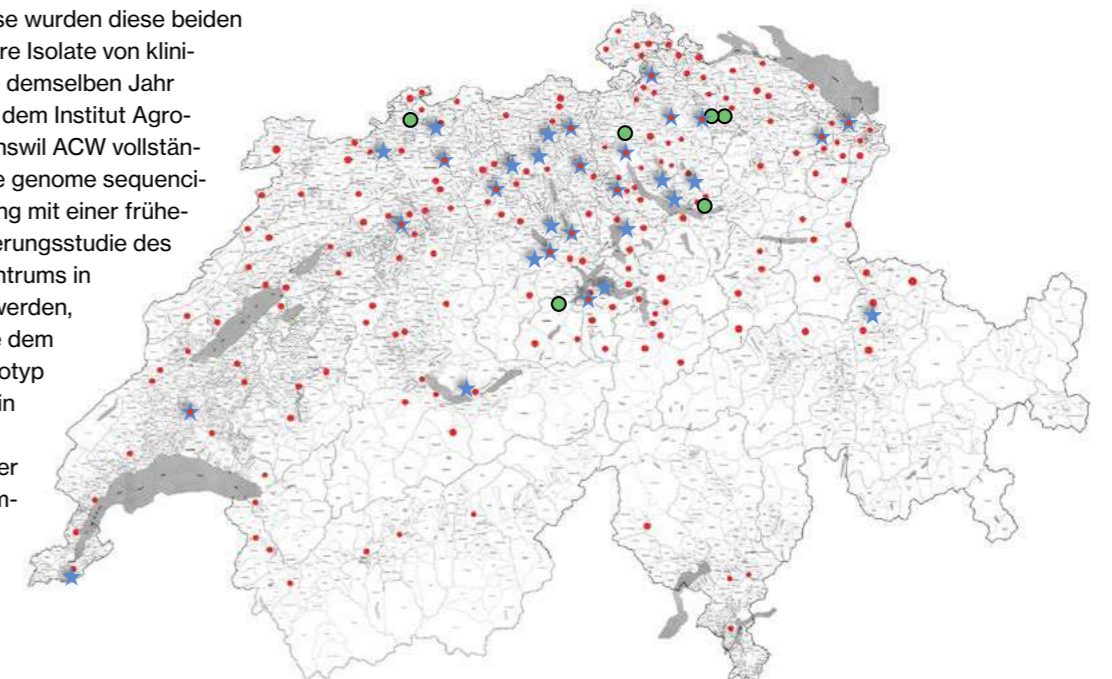
Zecken stehen schon seit längerer Zeit im Verdacht, sowohl als Vektor wie auch als Reservoir für *F. tularensis* zu dienen. Es gelang aber bisher keiner Forschungsgruppe, lebende Keime zu isolieren und damit diesen Übertragungsweg zu erhärten. Der ehemalige B-Dienst der Armee hat bereits 1999 in einer kleinen Studie 6071 Zecken gesammelt und mit molekularbiologischen Methoden eine Prävalenz von 0,1% für *F. tularensis* ermittelt.

Um detailliertere Kenntnisse über zeckenassoziierte Krankheiten zu gewinnen, hat das LABOR SPIEZ gemeinsam mit dem ABC Abwehr Labor 1 im Jahr 2009 an 165 Standorten der Schweiz (rote Punkte in der Übersichtskarte) 62 343 Zecken gesammelt. Davon erwiesen sich 6 als molekularbiologisch positiv für *F. tularensis* (grüne Punkte). Dies entspricht einer Prävalenz von nur 0,01%. In Zusammenarbeit mit dem Robert Koch Institut in Berlin gelang mit Hilfe von speziellen Nährmedien zum ersten Mal die Kultivierung und Isolation von *F. tularensis* aus zwei der Proben. Für eine phylogenetische Analyse wurden diese beiden Isolate sowie vier weitere Isolate von klinischen Humanfällen aus demselben Jahr in Zusammenarbeit mit dem Institut Agroscope Changins-Wädenswil ACW vollständig sequenziert («whole genome sequencing»). In Übereinstimmung mit einer früheren molekularen Typisierungsstudie des Nationalen Referenzentrums in Bern konnte bestätigt werden, dass auch diese Isolate dem westeuropäischen Genotyp entsprechen, der auch in Frankreich, Italien und Spanien vorherrscht. Der phylogenetische Stammbaum zeigt eine hohe Verwandtschaft der Genome und bestätigt die klonale Herkunft.

Zur weiteren Abklärung der epidemiologischen Dynamik von *F. tularensis* wurden mit Unterstützung des ABC Abwehr Labors 1 im Juni 2012 an den im Jahr 2009 positiven Standorten (grüne Punkte) erneut 14 446 Zecken gesammelt und molekularbiologisch analysiert. Von den 18 identifizierten positiven Zeckenproben stammen mit einer Ausnahme alle aus Standorten im Kanton Zürich, der somit als endemische Region für infizierte Zecken bestätigt werden konnte. In den letzten Jahren und insbesondere 2012 gab es auch eine Häufung an klinischen Tularämie-Fällen in diesem Gebiet (blaue Sterne). Obwohl auch die Kantone Luzern und Aargau steigende Fallzahlen verzeichnen, konnte für 2012 keine Koinzidenz mit infizierten Zecken beobachtet werden. Allerdings ist die Stichprobenmenge nicht ausreichend für aussagekräftige Resultate. Deshalb werden im Sommer 2013 wiederum durch das ABC Abwehr Labor 1 Zecken an den klinischen «Hot Spots» gesammelt.

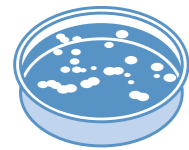
Durch eine optimierte Probenaufbereitung konnte die Kultivierungsrate verdoppelt werden, so dass nun von 11 der 18 positiven Zeckenproben Isolate für eine genaue Genomanalyse zur Verfügung stehen. Da zur Abklärung des epidemiologischen Potentials von *F. tularensis* auch die Prävalenz in der Wildtierpopulation ein wichtiger Faktor ist, sind Behörden und Institute auch in diesem Bereich aktiv geworden. Das LABOR SPIEZ plant deshalb im Rahmen einer multidisziplinären Zusammenarbeit mit diversen nationalen und internationalen Partnern eine ausführliche, auf «whole genome sequencing» basierende epidemiologische Studie. Der Vergleich von Wildtier-, Human- und Zeckenisolaten wird dazu beitragen, den biologischen Zyklus von *F. tularensis* in der Schweiz besser verstehen zu können.

- Sammelstandorte 2009
- *F. tularensis* positive Standorte 2009, Sammelstandorte 2012
- ★ Klinische Tularämie-Fälle, die mit einem Zeckenstich koinzidieren





Mitarbeitende des Instituts für Ökologie und Evolution der Universität Bern beim Fangen der Rötelmäuse



Nachweis von Hantaviren in Rötelmäusen der Schweiz

Dr. Olivier Engler, Jasmine Portmann, Johanna Signer, Dominik Gygax, Rebecca Krebs, PD Dr. Gerald Heckel, Dr. Christian Beuret und Dr. Marc Strasser

Infektionen mit Hantaviren haben in den letzten Jahren in Mitteleuropa regional stark zugenommen. Diese Viren werden meist über Ausscheidungsprodukte infizierter Nagetiere auf den Menschen übertragen und können schwere Krankheiten verursachen. Aufgrund der starken Zunahme der Hantavirusinfektionen in Deutschland Anfang 2012 wurden in grenznahen Risikogebieten der Schweiz Mäuse auf Hantaviren untersucht. In Kollaboration mit dem Zoologischen Institut der Universität Bern wurden entlang der Grenze zu Deutschland und Frankreich 217 Rötelmäuse gefangen und im LABOR SPIEZ mittels molekularbiologischer Methoden auf Hantaviren untersucht. Dabei konnte in 2 Mäusen aus dem grenznahen Jura das humanpathogene Hantavirus Puumala nachgewiesen werden. Zur Zeit wird mittels Analysen der Erbsubstanz die Verwandtschaft mit anderen europäischen Hantaviren abgeklärt.

Weltweit sind zur Zeit über 20 verschiedene Hantavirusarten bekannt, die beim Menschen eine Infektion auslösen können. Hantaviren vermehren sich in Nagetieren, wobei jede Virusart

einen bevorzugten Wirt hat. In Zeiten starker Virusvermehrung können diese auf den Menschen übertragen werden und charakteristische Krankheitssymptome auslösen.

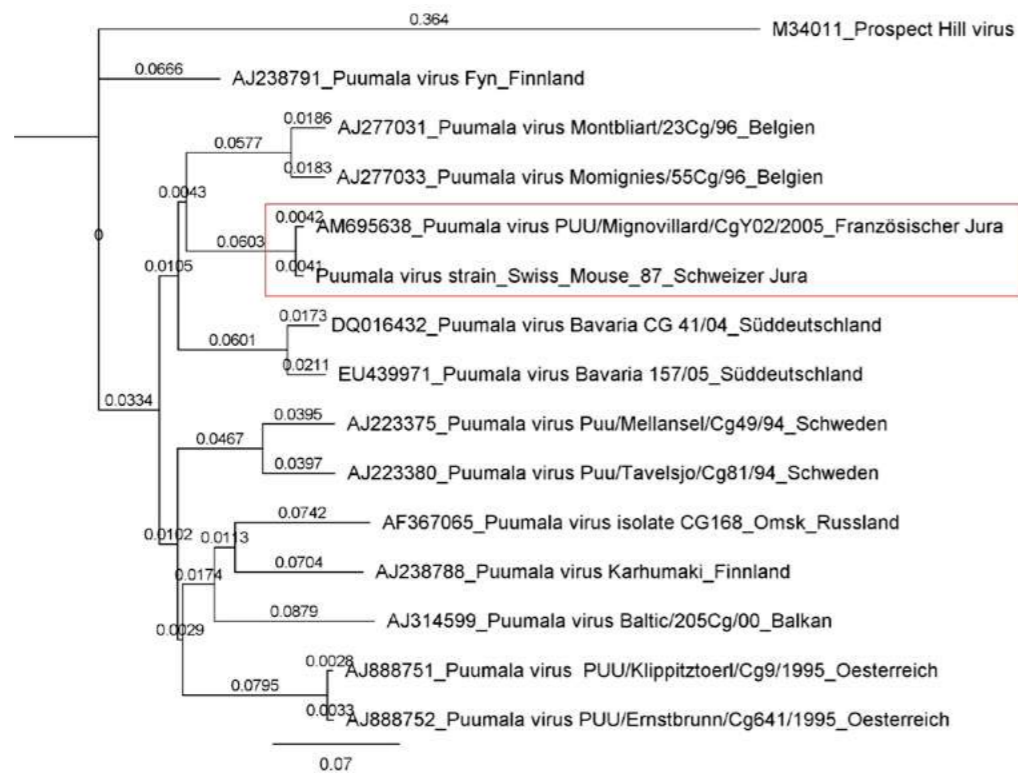
2012 machten gleich mehrere Hantavirusarten auf sich aufmerksam: In Europa kam es in verschiedenen Regionen zu Ausbrüchen mit den europäischen Hantaviren Puumala und Dobrava, und in den USA sorgten Infektionen mit dem hochpathogenen nordamerikanischen Hantavirus Sin Nombre für Besorgnis bei Reiserückkehrern. Im US-amerikanischen Yosemite-Nationalpark kam es aufgrund einer aussergewöhnlich starken Vermehrung des Sin Nombre Virus in der lokalen Hirschmauspopulation bei mindestens zehn Besuchern des Nationalparks zu einer Infektion. Bei den Erkrankten traten Lungenfunktionsstörungen auf und sie entwickelten ein Hantavirus-induziertes pulmonales Syndrom (HPS), woran drei der Patienten verstarben. Weltweit wurden Besucher des Yosemite Parks aufgefordert, sich bei entsprechender Symptomatik an ihren Arzt zu wenden, um eine mögliche Infektion mit dem Sin Nombre Virus abzuklären. Auch in der Schweiz mussten mehrere Verdachtsfälle abgeklärt werden.

Im Gegensatz zu den amerikanischen Hantaviren, die eine Funktionsstörung der Lunge verursachen, führen Infektionen mit europäischen Hantaviren typischerweise zu Nierenbeschwerden. Die in Nordeuropa (Finnland, Schweden und Norwegen) und in Mitteleuropa (Belgien, Deutschland, Frankreich und Österreich) verbreiteten Hantaviren der Art Puumala verursachen vergleichsweise milde Krankheitssymptome und führen nur gelegentlich zu einer dialysepflichtigen Nierenfunktionsstörung. Allerdings sind die Infektionen mit Puumalaviren viel häufiger und führten in den letzten zehn Jahren in Nord- und Mitteleuropa zu 2000 bis 7000 Infektionen pro Jahr. Die in der Balkanregion verbreiteten Dobravaviren verursachen zusätzlich zur Nierenfunktionsstörung vielfach auch eine Blutgerinnungsstörung (hämorrhagisches Fieber) und zeigen deshalb sehr viel häufiger einen schweren Krankheitsverlauf (Letalität 5–10%).

Hantaviren werden durch Nagetiere (mehrheitlich Mäuse) übertragen, wobei sich jedes Virus bevorzugt in einer anderen Mausart vermehrt und vom Tier auf den Menschen übertragen werden kann. Dabei wird das Virus über den Urin, Speichel und Kot infizierter Tiere ausgeschieden, und der Mensch infiziert sich durch das Einatmen kontaminierter Aerosole oder getrockneter Partikel. Als Risiko gilt das Campieren und das Sammeln von Holz und Pilzen sowie der Aufenthalt in bzw. das Reinigen von selten benutzten Waldhütten und Gartenhäusern in Regionen mit infizierten Mäusen. Häufungen von Hantavirusinfektionen (Hanta-Jahr) ereignen sich in Mitteleuropa in zyklischen Abständen von 2–4 Jahren und korrelieren mit der Populationsdichte der Mäuse. Letztmals kam es in den Jahren 2005, 2007, 2010 in Deutschland und in Frankreich zu grösseren Ausbrüchen, wobei Untersuchungen bei Mäusen in Deutschland und in Frankreich zeigten, dass auch in unmittelbarer Nähe zur Schweizer Grenze virusinfizierte Mäuse leben. Trotz dieser geographischen Nähe (Baden-Württemberg und französischer Jura) wurden in der Schweiz in den vergangenen Jahren nur wenige Patienten mit Hantavirusinfektionen gemeldet, woraus die Frage resultiert, ob Hantavirus-Infektionen in der Schweiz grundsätzlich nicht genügend erkannt werden oder ob Hantaviren in der Schweiz tatsächlich bedeutend weniger stark verbreitet sind als im nahen Ausland.

Im Frühling 2012 wurde in Deutschland erneut eine starke Zunahme von Patienten mit Puumalavirusinfektionen registriert. Aufgrund erster Untersuchungen bei Mäusen in Deutschland musste auch für 2012 mit einem Hanta-Jahr gerechnet werden, weshalb auch in der Schweiz eine Untersuchung bei Rötelmäusen, dem Hauptwirt und Überträger von Puumalaviren, geplant wurde. Basierend auf Inzidenzdaten aus dem grenznahen Deutschland und Frankreich von 2010 und Anfang 2012 sowie unter Berücksichtigung der Verbreitung von Rötelmäusen, wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ökologie und Evolution der Universität Bern potentielle Risikoregionen für Hantaviren im Jura und um Schaffhausen definiert. Im Zeitraum August bis Oktober haben Mitarbeiter des Institutes für Ökologie und Evolution in den ausgewählten Waldgebieten Rötelmäuse gefangen. Um eine Übertragung von Viren auf die Mitarbeiter zu verhindern, kam für die kritischen Arbeitsschritte eine Schutzausrüstung zum Einsatz. Die gefangenen Mäuse wurden markiert und bis zur weiteren Untersuchung bei -20° C konserviert. Die genauen Fangorte wurden mittels GPS Koordinaten registriert. In der Fangperiode 2012 konnten in 6 Waldgebieten im Jura 113 Rötelmäuse und in 9 Waldgebieten in der Region um Schaffhausen 104 Mäuse gefangen werden (vgl. Karte, S. 25). Die Analysen wurden im Biosicherheitslabor des LABOR SPIEZ vorgenommen. Die Mäuse wurden in einer Sicherheitswerkbank seziiert und Gewebeproben aus Lunge, Herz, Leber, Niere entnommen. Für serologische Analysen wurde ausserdem das Lungentranssudat (Spülung des Brusttraumes mit einer Pufferlösung) gewonnen. In einem ersten Schritt wurden die Gewebeproben aus der Lunge mithilfe molekularbiologischer Methoden auf genetische Spuren von Hantaviren untersucht. Die für das Screening eingesetzte real-time RT-PCR (Polymerasen Kettenreaktion) ergab bei zwei der 217 Mäuse ein positives Signal. Zur Bestätigung wurden die positiven Gewebeproben mit einer klassischen PCR Methode überprüft, und eine kurze Sequenz des Virengenoms von 695 Nukleotiden wurde amplifiziert. Mittels Sequenzierreaktion konnte die genetische Information des viralen Genomabschnitts entschlüsselt und Sequenz mit anderen viralen Genomen verglichen werden.

Mit der Identifizierung von Puumalaviren in Rötelmäusen konnte erstmals die Präsenz von



Einordnung der im Schweizer Jura isolierten Puumalaviren in einen phylogenetischen Stammbaum europäischer Puumalaviren

Puumalaviren in Mäusen in der Schweiz nachgewiesen werden. Zwar wurde eine Infektion mit Hantaviren bereits bei Patienten in der Schweiz diagnostiziert, allerdings lag meist die Vermutung nahe, dass sich die Personen im Ausland angesteckt hatten. Mit der Identifizierung der Viren in der lokalen Mauspopulation konnte erstmals die Infektionsquelle auch in der Schweiz nachgewiesen werden.

Interessanterweise stammen die infizierten Mäuse aus einem grenznahen Dorf im Jura, wohingegen Mäuse aus anderen Fangorten, insbesondere der Region um Schaffhausen, nicht mit Puumalaviren infiziert waren. Auch die serologischen Untersuchungen bestätigen diese molekularbiologischen Ergebnisse. Nur bei einer im Jura gefangenen Maus fanden sich in Flüssigkeit aus dem Lungenraum Antikörper gegen das Puumalavirus. Allerdings wären flächendeckendere Untersuchungen nötig, um generelle Aussagen über die Situation in der Schweiz zu ermöglichen.

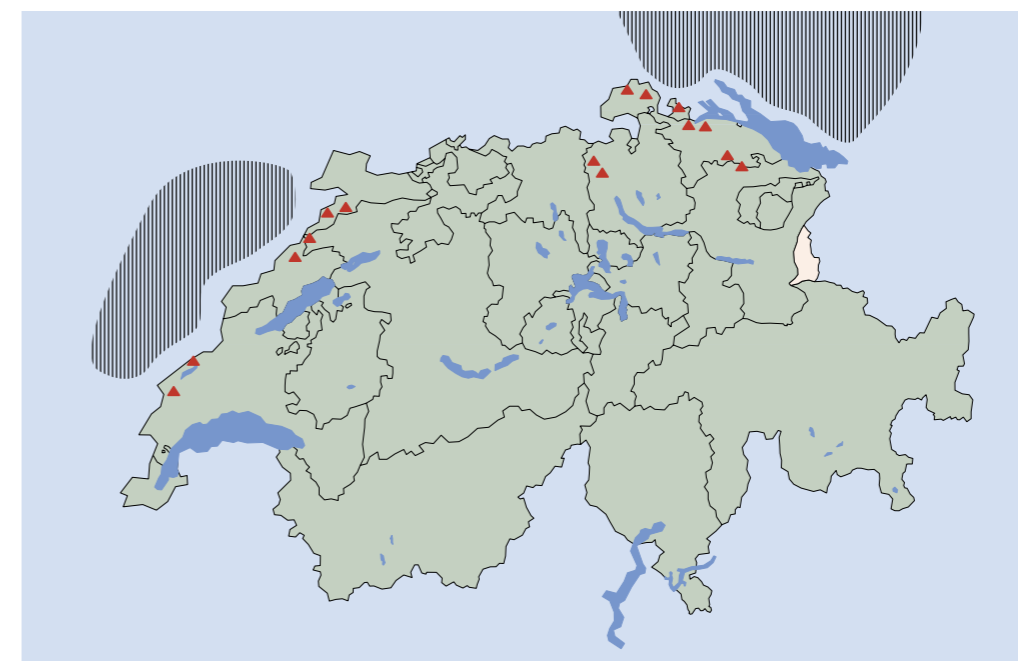
Die Aufschlüsselung von Teilen des Virusgenoms erlaubte, einen Vergleich mit anderen europäischen Puumalaviren herzustellen und die Verwandtschaftsverhältnisse in einem phylogenetischen Stammbaum abzubilden. Die starke Ähnlichkeit mit Virusisolaten aus dem französischen Jura lässt die Vermutung zu, dass sich die Viren von Frankreich her Richtung Schweiz ausgebreitet haben. Ob sich die Puumalaviren in der Schweiz weiter ausbreiten werden und ob dadurch die Häufigkeit von

Übertragungen auf den Menschen zunehmen wird, müssen Untersuchungen in den kommenden Jahren zeigen. Ebenfalls von Interesse ist der Umstand, dass im Nordosten der Schweiz, trotz intensiver Suche, noch keine Puumalaviren in Rötelmäusen nachgewiesen werden konnten – dies, obwohl die Ausbreitung von Norden her, aufgrund der Infektionsrate im grenznahen Deutschland, als wahrscheinlicher eingestuft wurde. Ob geografische Barrieren, wie zum Beispiel der Rhein, eine Durchmischung der Mäuse verhindern oder ob andere, allenfalls genetische Faktoren die Ausbreitung der Viren limitieren, ist Gegenstand weiterer Forschung.

Der Reiseaktivitäten der Menschen sind keine Grenzen gesetzt und so erstaunt es wenig, dass, wo auch immer in der Welt ein Ausbruch mit Krankheitserregern stattfindet, Reiserückkehrer in die Schweiz davon betroffen sein können. Dementsprechend wurden auch im LABOR SPIEZ im vergangenen Jahr mehrere Patientenproben auf Puumala-, Dobrava- und Sin Nombre-Viren untersucht.



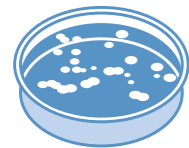
Die Rötelmaus oder auch Waldwühlmaus ist eines der häufigsten Säugetiere in Europa. Sie gilt in den Endemiegebieten als Haupterregerträger von Hantaviren



Karte der Schweiz mit endemischen Gebieten (schraffierte Fläche) im nahen Ausland und den Fangorten für Rötelmäuse (rote Dreiecke)



Scannen der Körpertemperatur von
Flugpassagieren am Taoyuan International
Airport, Taiwan



Exportkontrollen: für einen verantwortungsvollen Umgang mit Dual-Use-Forschung

Dr. Cédric Invernizzi

Die niederländische Regierung hat im April 2012 von Forschenden für die Publikation ihrer Ergebnisse in einer amerikanischen Fachzeitschrift das Einholen einer Exportbewilligung verlangt. Mit der Einstufung dieser Forschungsarbeit als exportbewilligungspflichtig hat sie einen Präzedenzfall geschaffen, der die Forschung weltweit betreffen könnte.

Bereits im Jahr 2001 – das Jahr der Anthrax-Anschläge – wurde in den USA eine Debatte über sogenannte Dual-Use-Forschung geführt. Als Dual-Use wird legitime Forschung bezeichnet, die zugleich für schädliche Zwecke missbraucht werden kann. Auslöser waren damals mehrere wissenschaftliche Publikationen, darunter die Beschreibung eines genetisch rekombinierten Mäusepockenvirus, gegen welches Impfstoffe wirkungslos sind, sowie einer künstlichen Synthese des Poliovirus, womit ein infektiöses und replikationsfähiges Virus aus chemischen Bausteinen erschaffen wurde. In der Folge riefen die USA den National Science Advisory Board for Biosecurity (NSABB) ins Leben, welcher unter anderem mit der Aufgabe betraut ist, Empfehlungen zu Dual-Use-For-

schung abzugeben. Im Fokus des NSABB ist heute die sogenannte «dual-use research of concern» (DURC). DURC ist jener Teil der breiter gefassten Dual-Use-Forschung, der ein direktes Missbrauchspotenzial aufweist und damit eine signifikante Bedrohung mit weitreichenden Konsequenzen darstellt, etwa für das Gesundheitswesen oder die nationale Sicherheit. In diese Kategorie fallen auch zwei im Jahr 2012 veröffentlichte Untersuchungen zum Vogelgrippevirus H5N1 und zu seiner möglichen Übertragbarkeit von Mensch zu Mensch.

Die Arbeiten der beiden Forschergruppen aus den Niederlanden und den USA lösten eine heftige Debatte über Dual-Use-Forschung aus, auch in Bezug auf die Verantwortung bzw. Forschungsfreiheit von Wissenschaftlern. Zunächst wurde im November 2011 die vollständige Veröffentlichung der Experimente in der bestehenden Form durch den NSABB zur Ablehnung empfohlen. Damit brachte der NSABB zum ersten Mal in den Biowissenschaften die Zensur ins Spiel. Nach monatelangen Debatten und einem von den Forschenden selbstverhängten Moratorium für Arbeiten zur Übertragbarkeit von H5N1 wurden viele zusätzliche De-

tails zu den Experimenten bekannt. Dabei wiederholten die Forschenden ihre Aussagen, und aus den anfänglich apokalyptisch anmutenden Szenarien wurden schliesslich den experimentellen Daten getreue Ergebnisse. Nach Wiedererwägung durch den NSABB wurde letztlich auf jegliche Zensur verzichtet, so dass die beiden Forschergruppen ihre Resultate in den Fachblättern «Nature» bzw. «Science» in vollständiger Form präsentieren konnten.

Ein wichtiges Detail der Debatte blieb jedoch weitgehend unbemerkt: Die niederländischen Behörden verlangten für die definitive Veröffentlichung der Ergebnisse von der Forschergruppe rund um Ronald Fouchier am Erasmus Medical Centre in Rotterdam einen Exportbewilligungsantrag für den Transfer der darin enthaltenen Technologie. Die rechtlichen Grundlagen zur Exportkontrolle der EU sehen eine generelle Exportbewilligungspraxis für den Transfer von Technologie vor, die im Zusammenhang mit bestimmten Gütern steht. Darunter fallen auch verschiedene Krankheitserreger, wie beispielsweise das Vogelgrippevirus H5N1, sowie genetische Elemente von solchen Krankheitserregern.

Allerdings gibt es einige Ausnahmen zu dieser Exportkontrollregelung: Während die angewandte Forschung grundsätzlich der Exportbewilligungspflicht unterliegt, ist die Grundlagenforschung davon ausgenommen. Der vorliegende Fall wurde seitens der niederländischen Behörden als angewandte Forschung eingestuft. Diese Interpretation ist umstritten. Die Arbeit scheint weit von einer praktischen Anwendung entfernt. Und so sträubte sich die Gruppe zunächst gegen ein solches Vorgehen, beantragte aber trotz gegenteiliger Meinung schliesslich doch eine Exportbewilligung. Nach eingehender Analyse beurteilten die niederländischen Behörden das Gesuch positiv und erteilten die Exportbewilligung, einerseits gestützt auf die Forschungsergebnisse und andererseits die Argumente der Debatte abwägend. Die positive Beurteilung des Gesuchs hinderte die Forschergruppe nicht daran, gegen die Einstufung ihrer Forschungsergebnisse als der Exportbewilligungspflicht unterstehend vor Gericht zu rekurrieren. Ein richterlicher Entscheid ist bis heute ausstehend.

In Anbetracht der Einstufung der Arbeit als angewandte Forschung stellt sich die Frage, was

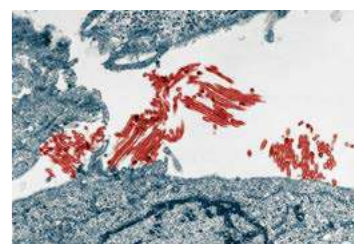
heute als Grundlagenforschung gilt und was als angewandte Forschung zu betrachten ist. Tatsache ist, dass der Kampf um Forschungsmittel über die Jahre härter geworden ist. Eine weltweit ansteigende Zahl an Projekten sieht sich mit weniger schnell ansteigenden finanziellen Mitteln konfrontiert. Dementsprechend ist es heute kaum noch vorstellbar, dass Forschung in den Biowissenschaften finanziert wird, ohne dass mögliche Anwendungen der Forschungsergebnisse überzeugend dargestellt oder zumindest erklärt wird, worin der Mehrwert für die Gesellschaft liegen könnte. Heisst dies womöglich, dass die Mehrheit der Forschungsprojekte zu gelisteten Krankheitserregern aufgrund der Argumentation für ihre Finanzierung als angewandte zu betrachten ist? Driftet mit dieser Auslegung diese Art von Forschung nun generell in den Fokus von Exportkontrollen, indem für die Veröffentlichung Exportbewilligungen verlangt werden? Benötigen wir in Zukunft nebst dem bisherigen wissenschaftlichen «peer review»-Prozess zusätzlich eine Überprüfung durch Exportkontrollbehörden?

Die noch ausstehende richterliche Verfügung in den Niederlanden darf somit mit Spannung erwartet werden. Denn mit ihrer Einstufung haben die Niederlande eine Art Präzedenzfall geschaffen, der die Forschung weltweit betreffen könnte und genügend Stoff für weitere globale Debatten liefert. Möglichst breit abgestützte Lösungsansätze sind nun gefragt. Generell wünschenswert ist ein höheres Mass an Bewusstsein aller Beteiligten um das Dual-Use-Dilemma, vor allem auch bei Forschenden.

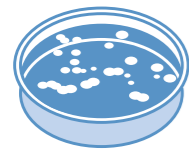
Die von den Forschenden anfänglich gemachten Aussagen zeugen jedenfalls von einem mangelnden Bewusstsein des Dual-Use-Dilemmas. Erst nachdem der globale Sturm der Entrüstung bereits entfacht war, bemühten sich die Forschenden um einen sachlichen Kommunikationsstil. Dies zeigt exemplarisch den hohen Stellenwert einer von Beginn weg umgesetzten, verantwortungsvollen Kommunikationsstrategie. Ein professioneller, auf Fakten basierender Umgang mit Dual-Use-Forschung sollte Bestandteil eines verantwortungsvollen Verhaltens eines jeden Forschenden sein.



Forschung an hochpathogenen Viren
R. Fouchier vom Erasmus Medical
Centre (rechts) und Y. Kawaoka von
der University of Wisconsin-Madison



H1N1 Virus (Y. Kawaoka)



Analytik von marinen Toxinen

Marc Avondet

Die Fachbereiche Chemie und Biologie des LABOR SPIEZ beschäftigen sich seit Jahren mit dem marinen Saxitoxin (STX) und dessen analytischem Nachweis. Grund dafür ist der Umstand, dass dieses marine Toxin im Rahmen des weltweiten Chemiewaffenüberkommens (CWÜ) als sogenannte Liste 1 Verbindung klassiert ist [1]. Chemikalien der Liste 1 unterliegen weitreichenden Verboten. Als designiertes Vertrauenslabor der OPCW (Organisation für das Verbot von Chemischen Waffen) muss das LABOR SPIEZ in der Lage sein, Saxitoxin in komplexen Realproben nachzuweisen.

Marine Toxine werden von gewissen Arten von Phytoplankton (Diatomen bzw. Dinoflagellaten) gebildet, möglicherweise in Symbiose mit bestimmten Bakterien [2]. Sie können sich unter günstigen Bedingungen, wie z.B. warmem Wasser und hohem Nährstoffangebot, stark vermehren und Algenblüten verursachen. Diese sind durch grossflächige Verfärbungen im Meer gut zu erkennen (Bild S. 31) [3].

Etwa 40 Arten von Dinoflagellaten produzieren eine oder mehrere hochtoxische Verbindungen, die sich in Muscheln und anderen Meeresfrüchten anreichern können. Zur Toxinproduktion braucht es keine Algenblüten, sie kann bereits bei geringerem, noch nicht

sichtbarem Vorkommen der Algen erfolgen. Vor allem Muscheln sind gefährdet, da sie grosse Mengen von Meerwasser filtrieren und meist stationär leben.

Mit Toxinen kontaminierte Muscheln (auch andere Meeresfrüchte) können beim Menschen schwere Erkrankungen verursachen wie Durchfall, Lähmungen und Amnesie. Bei hohen Toxingehalten kann der Konsum von Muscheln sogar zum Tod führen. Die Erkrankungen treten schon innerhalb weniger Stunden nach dem Verzehr toxinhaltiger Meeresfrüchte auf, sie wirken akut toxisch. Es gibt Hinweise, dass gewisse lipophile Toxine eine chronische Toxizität aufweisen und als Tumorpromotoren wirken können.

Die marinen Toxine werden in verschiedene Gruppen eingeteilt, erstens in lipophile und hydrophile Typen und die andere Einteilung basiert auf der Wirkung auf den Menschen:

- Amnesic Shellfish Poisoning (ASP) = amnestisch wirkende Form
- Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP) = Durchfall verursachende Form
- Paralytic Shellfish Poisoning (PSP) = Lähmungen verursachende Form

Die Zahl der jährlichen Vergiftungsfälle, die auf marine Toxine zurückgeführt werden können, hat dank guter Überwachung der Produktion von Meeresfrüchten gegenüber früher deutlich abgenommen. Die Gefahr ist aber nicht gebannt. So musste ein Lebensmittel-Grossverfeiler im Jahr 2010 nach einer Warnung der französischen Gesundheitsbehörden grössere Mengen von Miesmuscheln aus dem Verkauf zurückziehen [4]. Der Hintergrund für diese Massnahme waren Durchfallerkrankungen (Ursache DSP) im Zusammenhang mit Produkten spanischer Herkunft.

Saxitoxin gehört zur Gruppe der PSP-Toxine [5]. Es war das erste Toxin, das 1957 aus der in Alaska heimischen Venusmuschel *Saxidomus giganteus* isoliert wurde und von ihr seinen Namen erhielt. Erst 1975 gelang die Strukturklärung nach Berechnung der Kristallstruktur und wurde als heterozyklisches Tetrahydropurin-Alkaloid charakterisiert.

Die 57 weiteren bisher isolierten PSP-Toxine lassen sich strukturell von Saxitoxin ableiten [6]. Saxitoxin ist ein sehr starkes Neurotoxin. In seiner Hauptwirkung blockiert es die Aussenseite der spannungsabhängigen Natriumionen-Kanäle von Nervenzellen, was zur Hemmung der Erregungsübertragung führt und starke Lähmungen zur Folge haben kann. Saxitoxin ist ähnlich toxisch wie künstlich hergestellte Nervengifte. Es ist damit, mit Ausnahme von einigen Proteinen (Ricin, Botulinum-Toxin etc.), eine der giftigsten chemischen Substanzen. Der Mensch reagiert verhältnismässig empfindlich auf PSP-Toxine, so dass eine Dosis von ca. 1 – 2 mg Saxitoxin für einen Erwachsenen tödlich sein kann. Zum Schutz der Konsumenten hat das Bundesamt für Gesundheit für die Schweiz einen Grenzwert (Summe PSP-Toxine) von 0,8 mg/kg Muscheln festgelegt.

Analytik von marinen Toxinen

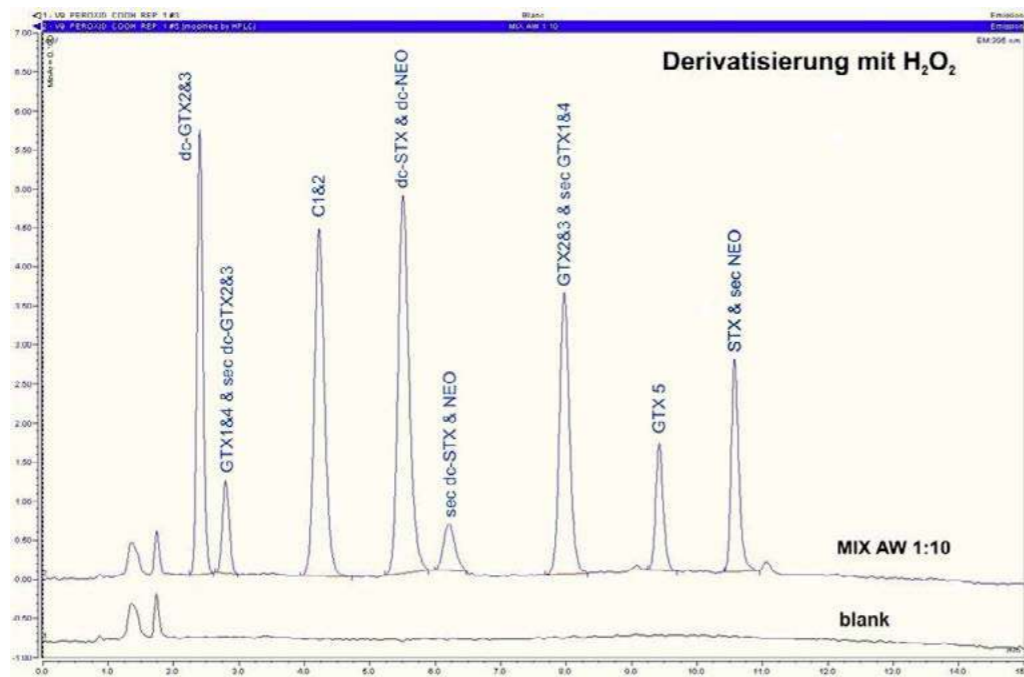
Für die Analyse von marinen Toxinen steht eine Vielzahl biologischer, biochemischer und chemischer Verfahren zur Verfügung. Diese

Strukturformel	
Allgemeines	
Name	Saxitoxin
Andere Namen	STX PSP
Summenformel	C ₁₀ H ₁₇ N ₇ O ₄
CAS-Nummer	35523-89-8
Eigenschaften	
Molare Masse	299,29 g·mol ⁻¹
Löslichkeit	löslich in Wasser und Methanol, wenig löslich Ethanol [1]

sind üblicherweise in nichtchromatographische und chromatographische Bestimmungsmethoden eingeteilt. Nichtchromatographische Verfahren, zu denen Bioassays und Immunoassays zählen, erlauben lediglich eine summarische Erfassung mehrerer PSP-Toxine (Gesamttoxizität). Um Informationen über individuelle Toxin-Komponenten zu erhalten, wurden in den letzten Jahrzehnten chromatographische Verfahren entwickelt, die es gestatten, einzelne Verbindungen empfindlich und selektiv nachzuweisen. Als Standardverfahren hat sich die Hochdruckflüssig-Chromatographie (HPLC) mit Fluoreszenzdetektion durchgesetzt.

Im LABOR SPIEZ werden folgende Verfahren eingesetzt:

- HPLC mit Fluoreszenzdetektion (Vorsäulenderivatisierung nach der ehemaligen DIN EN 14526) als akkreditierte Methode der Prüfstelle STS 054 «Nachweis von biologischen Agenzien» (vgl. Bild S. 30) [7, 8].
- LC-MS/MS in Zusammenarbeit mit der Gruppe organische Analytik des LABOR SPIEZ [9]
- ELISA (RIDASCREEN FAST Saxitoxin; R-Biopharm) und Lateral Flow Assays (JELLETT Ltd.; Rapid Test for PSP)



HPLC-Chromatogramm von verschiedenen PSP-Toxinen

Die Erweiterung der Analytik auf die verschiedensten Gruppen mariner Toxine führt dazu, dass zunehmend massenspektrometrische Methoden auf breiter Front Einzug halten. Seit einigen Jahren sind auch gut funktionierende Lateral Flow Assays (LFA) für den Schnellnachweis von PSP und ASP verfügbar [10].

Untersuchung von Realproben

Die Gruppe Toxinologie ist interessiert an Realproben, um die etablierten und zum Teil akkreditierten Nachweismethoden regelmässig trainieren zu können. Aus diesem Grund werden, im Rahmen der Ausbildung von ABC-Fachspezialisten der Schweizer Armee im LABOR SPIEZ, regelmässig Muschelproben auf die Präsenz von marinen Toxinen untersucht. Die Proben stammen in der Regel von Grossverteilern im Zusammenhang mit deren stichprobenartigen Überprüfung ihrer Lieferantenzertifikate. Es werden immer wieder Proben gefunden, die Spuren von marinen Toxinen (Schwerpunkt PSP) enthalten, die Konzentrationen waren jedoch bisher immer viel tiefer (< 10%) als die zulässigen Grenzwerte.

Eine andere Möglichkeit des Trainings besteht in der Mitarbeit der Gruppe Toxinologie im Rahmen des EU-Forschungsprojektes EQUA-Tox [11] als Partner. Die Kernaktivität dieses Projektes beinhaltet, neben der Optimierung von Nachweisverfahren für Toxine, vier Proficiency Tests für den Nachweis von Ricin, Saxitoxin (PSP), Staphylokokken Enterotoxin B und Botulinumneurotoxine.

Das LABOR SPIEZ steht im Zusammenhang mit der Analytik mariner Toxine in Kontakt mit zwei kantonalen Laboratorien, die auf diesem Gebiet seit längerer Zeit aktiv sind. Im Rahmen dieser Kontakte besteht die Absicht, gemeinsam die Funktion als nationale Referenzlaboratorien für die Analytik mariner Toxine wahrzunehmen. Für das LABOR SPIEZ bietet sich so die Chance, im Rahmen der Aufgaben zum Bevölkerungsschutz den Bereich Lebensmittelsicherheit auszubauen.

Referenzen

- [1] <http://www.opcw.org/protection/types-of-chemical-agent/toxins/>
- [2] <http://d-nb.info/968060919/34>
- [3] <http://www.bbc.co.uk/news/science-environment-10740097>
- [4] http://www.20min.ch/news/kreuz_und_quer/story/19020188
- [5] <http://seagrant.uaf.edu/features/PSP/PSP.pdf>
- [6] 2010 Maria Wiese et al. «Neurotoxic Alkaloids: Saxitoxin and Its Analogs», Mar. Drugs 2010, 8, 2185-2211; doi:10.3390/md8072185
- [7] Laborbericht «Analytik von Saxitoxin und Decarbamoylsaxitoxin» von Werner Arnold (2008)
- [8] Laborbericht «HPLC-Analyse mit Fluoreszenzdetektion von Saxitoxin n-Derivaten» von Werner Arnold (2009)
- [9] 2011 Jürg Noser et al. «Bestimmung von Marinen Toxinen mittels LC-MS/MS (Iontrap)» Lebensmittelchemie Volume 65, Issue 3, pages 75–76, May 2011
- [10] Labornotiz «Immunologischer Nachweis (LFA) von Domainsäure in Muscheln» von Werner Arnold (2012)
- [11] <http://equatox.eu>



Algenblüte in der Ostsee



Die Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats der OPCW (SAB)



CWC-Überprüfungskonferenz

Bericht des wissenschaftlichen Beirats der OPCW über Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie für die dritte Überprüfungskonferenz zum Chemiewaffen-Übereinkommen

Stefan Mogl (Vorsitzender des wissenschaftlichen Beirats OPCW)

Alle fünf Jahre unterziehen die Mitgliedstaaten die Chemiewaffen-Konvention einer Überprüfung in einer Review Conference – zum dritten Mal im April 2013. Der wissenschaftliche Beirat (SAB) der Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) unterstützt diesen Prozess mit Analysen zu Entwicklungen in Wissenschaft und Technik. Analog zu früheren Überprüfungen verfasste der SAB 2012 einen Bericht für die 3. Review Conference, unter Berücksichtigung einer Vielzahl von Quellen, einschliesslich eines speziellen Workshops der International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC), der National Academy of Sciences und der OPCW im LABOR SPIEZ im Februar 2012. Im folgenden Text sind die wichtigsten Erkenntnisse des Berichts zusammengefasst.

Convergence of Chemistry and Biology

The convergence of the sciences and in particular the convergence of chemistry and biology combined with rapid advances in the life sciences affect the implementation of the Convention in different areas. The commercial production of chemicals, for example, is increasingly employing biologically mediated processes. Other new technologies make the chemical synthesis of simple organisms and the design

or redesign of biological systems possible, which may simplify the production of certain classes of chemicals including toxins and bioregulators. The SAB considers it unlikely that these technological developments will be applied to the production of classic chemical warfare agents such as blistering agents and nerve agents for which proven methods exist. Instead, the Board expects from convergence, benefits in the protection against chemical weapons. However, toxins and bioregulators fall between the CWC and the Biological Weapons Convention (BWC) and the SAB therefore proposes to strengthen the cooperation between the experts on the two treaties and to keep the convergence of the sciences under review.

Accelerated Discovery of Chemicals

Concerns were raised in the past about the accelerated discovery of new biologically active chemicals as a result of new approaches and methods in drug design – such as combinatorial and other forms of parallel multi-compound synthesis – that could lead to the discovery of prototypes for new toxic chemicals. The SAB does not negate that among the millions of compounds being screened today, potential candidates for toxic chemicals can be discov-

ered but it emphasizes that these new methods generate data based on in vitro screening that may not actually reflect toxicity in vivo. This is in contrast to the animal testing that was used in the development programs for toxic chemicals during the 1950s-1970s on a much smaller number of compounds. The Board concludes that today's large in-house databases in pharmaceutical companies and related institutions pose no greater risk to the Convention than the much smaller databases – based mainly on in vivo testing – that existed prior to the Convention's entry into force in 1997.

Nanotechnology

The SAB expects that advances in nanotechnology will help improve countermeasures against chemical-warfare agents in detection, diagnostics, physical protection and decontamination. The Board cannot confirm concerns about enhanced acute toxicity of nano-size materials because too little is known today. In the view of the SAB nanotechnology is unlikely to provide a dramatic improvement in the military utility of existing chemical agents, but it could be exploited in the development of new agents and advanced delivery systems. For example, nanomaterials are investigated for the smart delivery of therapeutic agents (see below).

Technologies for the Delivery of Toxic Chemicals and Drugs

The pharmaceutical industry is developing methods to administer drugs for medical purposes via the respiratory system through inhalation. A potential growth area is the use of porous nanoparticles acting as carriers. In the form of a particulate aerosol nanoparticles deliver the drug into the alveolar regions of the lungs from where they are absorbed into the blood. Advancements further include engineering of nanomaterials for controlled drug release, enhanced penetration of the blood-brain barrier and targeting specific organs or cells. The SAB will keep this technology under review.

In relation to the classic delivery of toxic chemicals by munitions the SAB noted with some concern isolated reports of the commercial availability of munitions that apparently were designed to deliver large amounts of riot control agents over long distances. A range of other devices that might be attractive for the dissemination of chemical weapons and biological-weapons agents by non-State actors continue to receive attention from observers.

Production Technologies

Technological advances in production methods for industrial chemicals are relevant to the

CWC because they could be utilized for the production of toxic chemicals. Microreactors and small-scale flow reactors have been mentioned in the past as a potentially critical development for the implementation of the Convention. The technology has made significant advances in the past five years and such reactors have become more prevalent in research and development laboratories. They are however not yet widely used in industry and their integration into industrial scale production has been slower than some observers predicted. In the view of the SAB, microreactors, at this point in time, are not generic reactors for an easy "off-the-shelf" solution to chemical production and they show particular limitation for handling solids. While microreactors offer many technical advantages for certain types of reactions, utilizing them for a particular process requires experience and technical expertise. In the view of the SAB, the technology continues to require monitoring in order to assess the impact it may have on the verification regime of the Convention.

Schedules of Chemicals

The CWC contains in the Annex on Chemicals three schedules listing the chemicals which fall under routine verification by the OPCW. The SAB made no specific recommendation regarding a review or an amendment of these schedules as has been proposed by some observers. It emphasized that the definition of toxic chemicals in the Convention would cover all potential candidate chemicals that might be utilized as chemical weapons. Regarding new toxic chemicals not listed in the Annex on Chemicals but which may nevertheless pose a risk to the Convention, the SAB makes reference to "Novichoks". The name "Novichok" is used in a publication of a former Soviet Scientist who reported investigating a new class of nerve agents suitable for use as binary chemical weapons. The SAB states that it has insufficient information to comment on the existence or properties of "Novichoks".

In relation to Schedule 1 chemicals the SAB alerts Member States that certain schedule 1 chemicals – the chemical warfare agents sulfur and nitrogen mustard – may be present in industrial processes under certain conditions. Literature studies indicate that nitrogen mustards and sulfur mustards are utilized as captive intermediates in multi step synthesis more frequently than previously thought. Based on the same study the SAB concluded furthermore that if starting materials in industrial processes contain the respective precursor chemicals of nitrogen and sulfur mustards, both groups of schedule 1 chemicals may be formed as impurities when chlorinating agents are pre-

sent. In the view of the SAB such mixtures pose no threat to the object and purpose of the Convention but may have to be addressed from a policy perspective.

The SAB has been following the discussions on chemical incapacitants for law enforcement purposes and is aware of concerns that have been raised about the possibility of such agents being used for purposes prohibited by the Convention. The Board discussed some of the scientific aspects and emphasized that labeling such chemicals as "non-lethal" is inappropriate, as toxicity is a matter of dosage for all chemicals. There also seem to be pronounced differences between animal species in the response to certain type of incapacitants. The SAB recalled some of the technical complexities regarding the safe use of such agents that have been reported in expert meetings. These findings include the variability in human response to potential incapacitants, which is due to a number of factors (age, gender, medical precondition etc.), as well as the problem of uneven dissemination during field use of any agent and the resulting difficulty to predict an actual dose for people exposed. Because incapacitants could become the subject of an investigation of alleged use, the SAB recommends that the OPCW should develop the necessary analytical capability to verify such toxic chemicals.

Verification Technology

The OPCW undertakes analysis of samples onsite as part of its inspection activities. In the view of the SAB the organization has demonstrated in the past five years that equipment and procedures are fit for purpose. Samples were collected and analysed regularly during chemical industry inspections. Further progress in sample preparation as well as analysis methods will reduce analysis time and increase the number of samples that can be analysed within the time constraints of an inspection. Analysis results are based on the OPCW Central Analytical Database (OCAD), which serves as the OPCW's reference library. The SAB is pleased that the contents of the OCAD have grown significantly in the past five years, extending the group of chemicals that can be identified during onsite analysis. However, the SAB emphasizes that strictly limiting the OCAD to the scheduled chemicals listed in the Annex on Chemicals may prevent inspectors from detecting other toxic chemicals with weapons potential, which may become necessary for example during an investigation of alleged use of chemical weapons.

Currently 22 laboratories are certified by the OPCW for the verification analysis of chemical weapons related samples. These designated

laboratories would receive samples from an OPCW inspection where offsite analysis is considered appropriate, or in cases of investigations into alleged use of chemical weapons. They must provide analytical evidence for the presence or absence of chemicals that may be the subject of a potential violation of the Convention. Significant progress has been achieved in establishing analytical methods and identification criteria for the two schedules 1 toxins listed in the Annex on Chemicals, ricin and saxitoxin. In the view of the SAB, attention should be given also to the identification of non-scheduled or novel toxic chemicals. The SAB recommends preparing for scenarios, where there might be evidence of prohibited use of toxic chemicals but no scheduled chemicals can be found. In this context, the SAB considers the increasing availability of high-resolution mass spectrometers (HRMS) an important recent development. The ability to perform accurate mass measurements will assist substantially the analysis of new toxic chemicals that are not contained in analytical databases such as the OCAD.

The SAB is satisfied with the changes the OPCW made after the Second Review Conference to the annual proficiency testing that designated laboratories must undergo to keep their certification. The modified test format now accurately reflects samples that might be submitted for offsite analysis and addresses the concerns raised previously by the SAB. The Board however emphasizes that the logistics of offsite analysis – sending chemical weapons samples from an inspection anywhere in the world to designated laboratories whilst maintaining full chain of custody – should be exercised by the OPCW more regularly.

Another area of sampling and analysis is the analysis of biomedical samples. The Convention stipulates that for an investigation of alleged use samples should be collected from human and animal casualties. The OPCW has conducted three confidence building exercises since the Second Review Conference and worldwide capabilities for biomedical sample analysis have risen significantly. One key issue is criteria for trace level analysis: the target chemicals in biomedical samples may be present only in trace amounts and the evaluation of analysis results for such samples will require adaptations to the current acceptance criteria that were established for OPCW proficiency testing.

Regarding chemical forensics the SAB notes that only a small number of OPCW laboratories have undertaken activities in this area. The capability to identify attribution signatures to con-

nect a toxic chemical or precursor to a particular source or production route has so far not been a focus of OPCW offsite analysis. In the view of the SAB extensive collaboration between institutions would be required to establish such a capability for the OPCW.

The SAB concludes that maintaining the designated laboratory network for offsite analysis has been successful, but is costly as well as resource intensive. Considering the developments raised in the four paragraphs above, the Board recommends a comprehensive review of the system to allow for an adaptation to new requirements and to ensure the OPCW's offsite analysis capability remains effective.

Assistance and Protection

Research is advancing in all areas of chemical defence but development and acceptance of robust and fieldable new methods and devices is generally slow. While there have been advances in relation to assistance and protection against chemical weapons, many challenges still remain. In addition to traditional developments, the last decade has seen a focus on first responder equipment. Because of an increasing concern that non-State actors may employ toxic chemicals, additional technical challenges have arisen in relation to detection, medical countermeasures, and decontamination.

The first line of defence against chemical weapons is detection, whereas depending on the measuring objective a device must have different characteristics (to warn of a toxic hazard, identify the chemical, monitor the extent of contamination, check the adequacy of decontamination, etc.). Detectors have generally become smaller and more selective and sensitive in the detection of toxic chemicals but there is still room for improvements in this regard as well as in ease of operation.

Developments in the field of medical countermeasures against nerve agents have been slow in the search of a broad spectrum reactivator of nerve agent inhibited acetylcholinesterase. An alternative approach has been the use of a scavenger to detoxify the nerve agent before it reaches its biochemical target, for which different methods have been investigated.

Improvements have been sought in physical protection against chemical warfare agents, notably in protective suits and respirators that exert lower physiological stress and which utilize nanomaterials for enhanced protection. New formulations for decontaminants have been tested, including the use of enzymes for detoxification. However, there is limited knowledge available regarding the efficacy of methods for

the decontamination of public urban environments, and, systems and technologies developed for military use are not always fully transferable. The SAB recommends sharing of best practices in the protection against chemical weapons as part of OPCW international cooperation and assistance activities.

Improvements have been sought in physical protection against chemical warfare agents, notably in protective suits and respirators that exert lower physiological stress and which utilize nanomaterials for enhanced protection. New formulations for decontaminants have been tested, including the use of enzymes for detoxification. However, there is limited knowledge available regarding the efficacy of methods for the decontamination of public urban environments, and systems and technologies developed for military use are not always fully transferable. The SAB recommends a sharing of best practices in the protection against chemical weapons as part of OPCW international cooperation and assistance activities.

Education and Outreach in Science and Technology

Education and outreach in science and technology is important to the Convention's future implementation. In the view of the SAB it is a critical element in preventing the re-emergence of chemical weapons and the misuse of toxic chemicals. Education and outreach serves a number of purposes, such as raising awareness about the Convention among the global scientific community, relevant industry, as well as civil society. The SAB stresses the importance of targeting professional bodies and academic institutions and recommends that outreach activities should consider the particular requirements of a region. The SAB furthermore recommends that education and outreach should be strengthened in the national implementation of the Convention through concerted partnership efforts by all stakeholders, coordinated and supported through National Authorities.



Übungsanlage in Sonthofen mit illegalem Labor zur Herstellung von Kampfstoffen



Internationale Trainings der EEVBS

Dr. Beat Aebi

Chemie-Spezialisten der Einsatzgruppe des VBS (C-EEVBS) absolvieren regelmässig mehrtägige Trainings an der ABC- und Selbstschutzschule der deutschen Bundeswehr in Sonthofen (Allgäu, D). Die Übungen ermöglichen die Simulation verschiedener Szenarien, z.B. ein Transportunfall mit gefährlichen Chemikalien oder ein illegales Kampfstofflabor.

Als Reaktion auf den Sarin-Anschlag der japanischen Aum-Sekte im Jahr 1995 gab der Bundesrat den Aufbau einer fachtechnischen Spezialeinheit in Auftrag. Ein katastrophaler Chemie-Anschlag wie in Tokyo hat sich seither glücklicherweise nicht wiederholt. Aktuelle Berichte aus Krisengebieten lassen aber keine Zweifel offen: Terroristen verwenden immer wieder Chemikalien für Anschläge gegen die Bevölkerung. Um auf aktuelle Bedrohungen rasch und richtig reagieren zu können, ist der intensive Austausch von Informationen mit Partnern im In- und Ausland wichtig. Auf der praktischen Seite steht das regelmässige Training mit realistischen Szenarien und leistungsfähigem Material an vorderster Stelle.

Im Oktober 2011 konnte die C-EEVBS erstmalig an einer Ausbildung bei der ABC-Abwehr- und Selbstschutzschule der Bundeswehr in Sonthofen (D, Allgäu) teilnehmen. Diese Ausbildung wurde durch das deutsche Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe BBK organisiert. Das BBK ist für die deutsche ABC-Spezialeinheit Analytical Task Force (ATF) im Bereich Ausrüstung und Ausbildung zuständig. Die ATF bildet das deutsche Gegenstück zu den kantonalen ABC-Stützpunkten der Feuerwehr in der Schweiz. Die Spiezer Chemiespezialisten konnten mit der ATF mehrere Übungen absolvieren. Sie konnten ihr Spezialwissen und ihre besonderen Messmittel für chemische Kampfstoffe effektiv einsetzen und die ATF damit unterstützen. Aufgrund dieser positiven Erfahrungen wurde im September 2012 erneut eine Ausbildungswoche in Sonthofen organisiert. Dabei wurden die Messtechniken anhand verschiedener Übungen ausgiebig geübt und verbessert. In 12 Kunststoffröhren befanden sich unterschiedliche Gefahren- und Reizstoffe. Die Teilnehmer mussten versuchen, die unbekanntesten Stoffe mit den Messgeräten der C-EEVBS zu identifizieren. Ebenso wurde die Probenahme (gasförmig, flüssig, fest) im Gefahrstofflager und im Freien geübt.

Er folgten mehrere Einsatzübungen auf dem Truppenübungsplatz Bodelsberg, einer früheren Pershing-Stellung. Im ehemaligen Wachtlokal wurden Installationen für die illegale Herstellung und Verbreitung von chemischen Kampfstoffen perfekt nachgebaut. Eine grosse Anzahl offener und verschlossener Chemikalienbehälter, Glaswaren, Versandbehälter, schriftliche Unterlagen und sonstige Hinweise auf kriminelle Aktivitäten stellten die Teilnehmer vor eine anspruchsvolle Aufgabe. Sie mussten sich rasch einen Überblick verschaffen, die Endprodukte der Synthesen lokalisieren, mehrere Proben davon nehmen, diese sicher verpacken und korrekt beschriften. Diese Arbeiten wurden schriftlich festgehalten, fotografiert oder mittels Video aufgezeichnet.

Für die Einsatzübung im Freien musste ein umgekippter Laster und dessen Umgebung (25m x 100m) auf chemische Kampfstoffe untersucht und beprobt werden. Für diese Übung konnten keine Kampfstoffe verwendet werden. Damit das Training dennoch unter einigermaßen realistischen Bedingungen ablaufen konnte, wurden chemisch verwandte Pflanzenschutzmittel in geringer Menge verwendet. Die Teilnehmer konnten alle kontaminierten Stellen rasch identifizieren und korrekt beproben. Die Möglichkeiten zur Ausbildung der C-EEVBS in Sonthofen sind hervorragend.

Unter der operativen Leitung von Oberstleutnant Matthias Arnold und der wissenschaftlichen Leitung von Regierungsdirektor Dr. Manfred Metzulat sowie der Mithilfe des Stabes konnten die Ausbildungswochen erfolgreich absolviert werden. Aufgrund dieser vorteilhaften Umstände ist auch für das Jahr 2013 wieder eine Ausbildung in Sonthofen geplant.



Vorbereitungen für den Einsatz

EEVBS

Die Einsatzgruppe des VBS (EEVBS) ist das zivil-militärische Einselelement des VBS zur Unterstützung der Kantone bei ABC-Grossereignissen. Sie besteht aus rund 70 Mitarbeitenden des LABOR SPIEZ und des Kompetenzzentrums ABC-KAMIR. Die Mitgliedschaft ist freiwillig.

Seit dem Jahr 2000 ist die EEVBS für Einsätze mit chemischen Kampfstoffen bereit. Per 1. Januar 2010 wurde das Aufgabengebiet auf radiologische und biologische Gefahren und Ereignisse erweitert. Die seit Anfang der 80er Jahre bestehenden Elemente der Einsatzorganisation bei erhöhter Radioaktivität (EOR) des LABOR

SPIEZ und des KompZen ABC-KAMIR wurden integriert (A-EEVBS). Die B-EEVBS befindet sich noch im Aufbau.



Das Einsatzkonzept der EEVBS basiert auf der aktiven Unterstützung der lokalen Einsatzkräfte im Falle eines Unfalls im ABC-Bereich oder eines Anschlags bzw. einer Drohung mit radioaktiven, biologischen oder chemischen Waffen.

Die lokale Einsatzleitung kann den Einsatz der EEVBS via die regionalen Einsatzzentralen der Polizei bei der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) anfordern.



IUPAC-Workshop in Spiez

Dr. Beat Schmidt

Vom 20.–23. Februar 2012 fand im ABC-Zentrum in Spiez der internationale IUPAC Workshop über Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie statt. 80 Experten aus 25 Ländern diskutierten über Herausforderungen, die einen Einfluss auf das Chemiewaffenübereinkommen (CWÜ) haben könnten, z.B. über die Konvergenz von Chemie und Biologie, neue Erkenntnisse der synthetischen und analytischen Chemie oder über Fortschritte in der chemischen Sicherheit.

Anlass für die Konferenz der IUPAC International Union of Pure and Applied Chemistry (Internationale Union für reine und angewandte Chemie) war die anstehende CWÜ-Überprüfungskonferenz (RevCon) im April 2013. Das Workshop-Programm wurde im Auftrag der IUPAC vom National Research Council of the National Academies (NAS) erstellt, in Zusammenarbeit mit der OPCW und dem LABOR SPIEZ.

Für die CWÜ-Mitgliedstaaten bildet die Überprüfungskonferenz eine gute Gelegenheit, den Vertrag grundsätzlich zu überprüfen und bei Bedarf zu stärken. Besonders gewichtet werden neuartige Bedrohungen aus Wissenschaft und Technik, und bei Bedarf werden geeignete Massnahmen verabschiedet. Da es sich dabei um politische Entscheide handelt, die von den 188 Mitgliedstaaten des CWÜ im Konsens ge-

troffen werden müssen, ist es ein Ringen um kleine Fortschritte. Für eine erfolgreiche Überprüfungskonferenz ist es daher essentiell, dass neue technische Herausforderungen konzise und fundiert präsentiert werden. Hierzu dient der Bericht aus dem IUPAC-Workshop.

In seiner Eröffnungsrede in Spiez unterstrich OPCW-Generaldirektor Botschafter Ahmet Üzümcü die Bedeutung der Überprüfungskonferenz für die kommende Ausrichtung seiner Organisation. Die gemeldeten Bestände an Chemiewaffen seien seit Beginn des CWÜ-Abkommens zu über 70 Prozent vernichtet worden. Damit die Organisation auch fit für die Zukunft bleibe, müsse die totale Verbannung von Chemiewaffen weltweit sicher gestellt bleiben. Gerade die aufstrebenden Disziplinen in Wissenschaft und Technologie könnten jedoch dazu führen, dass die Toxizität von Chemikalien erneut missbraucht werde.

Aus den Diskussionen des Workshops in Spiez wurde einerseits deutlich, dass Fortschritte in Wissenschaft und Technologie immer noch eine grosse Bedrohung darstellen können, dass aber andererseits die Menschheit von den neuen Errungenschaften stark profitiert. Der bereinigte Spiez-IUPAC-Abschlussbericht konnte im November 2012 an der 17. Staatenkonferenz in den Haag den CWÜ Delegationen verteilt werden.



Für den Transport von Personen und Material der EEVBS stehen u.a. zwei Modulfahrzeuge zur Verfügung, ausgerüstet mit modernen Mess- und Kommunikationsmitteln.



Teilnehmer und Organisatoren des IUPAC-Workshops 2012 in Spiez



Mitglieder eines südkoreanischen EOD-Teams während einer Übung am Flughafen Gimpo in Seoul



Integrale Prüfung von C-Schutzanzügen (ICP)

Dr. Patrick Wick

Das LABOR SPIEZ unternimmt seit mehr als 10 Jahren integrale Prüfungen an C-Schutzkleidung. Diese etablierte Methode hilft bei der Wahl geeigneter C-Schutzkleidung und zeigt deren Leistungsfähigkeit auf. 2012 wurden vier C-Schutzanzüge getestet: Der über 20 Jahre alte CSA Cesar (CH), der neue C-Schutzanzug für das Chemiesicherheitslabor in Spiez, der neue Dekontaminationsanzug Zodiak sowie ein komplettes EOD-System, das mit einem C-Schutz ausgestattet ist.

Ein Chemikalienschutzanzug als Teil der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) besteht aus mehreren Komponenten. Die Schutzwirkung der gesamten Ausrüstung wird durch die Qualität der einzelnen Schutzkomponenten, aber auch durch deren Zusammenspiel untereinander bestimmt. So ist es unverzichtbar, nebst den einzelnen Komponenten auch das Gesamtsystem «integral» zu prüfen.

Das LABOR SPIEZ verfügt seit mehreren Jahren über eine entsprechende Prüfeinrichtung (MIST Chamber) und bietet nebst der klassischen Prüfung gegenüber Gas auch eine entsprechende Prüfung gegenüber Aerosol an.

Die Methode wurde ursprünglich für permeable Schutzkleidung entwickelt, die mittels Aktivkohle Schadstoffe absorbiert. Doch auch impermeable Schutzkleidung kann gemessen werden.

2012 wurden vier verschiedene Anzugstypen getestet, die sich in Bezug auf Technologie, Einsatz und Herstellungsalter stark unterscheiden.

Chemikalienschutzanzug Cesar

Beim CSA Cesar handelt es sich um einen zweiteiligen Anzug, der noch mit Aktivkohleschaum ausgestattet ist – ein Vorgängermodell des in der CH-Armee derzeit eingesetzten CSA 90. Nach über 20-jähriger Lagerung musste abgeklärt werden, ob der Anzug heute noch die Anforderungen erfüllt und einsatztauglich ist. Bei der Einführung des CSA Cesar stand die integrale Prüfung noch nicht zur Verfügung. Umso interessanter ist der Vergleich zum CSA 90.

Die Resultate der integralen Prüfung wie auch die Untersuchungen an Materialproben auf der neuen Spiezer Anlage für Kampfstoffbeständigkeitsprüfungen (YPAP21) ergaben erfreu-

liche Resultate. Die Chemikalienbeständigkeit und damit die Schutzleistung des Anzuges zeigt gegenüber der ursprünglichen Leistungsfähigkeit keine signifikante Änderung. Daher ist die Einsatzfähigkeit des Anzuges auch nach langer Lagerung gewährleistet. Im Vergleich zum CSA 90 scheidet der CSA Cesar nur geringfügig schlechter ab. Die Nachteile liegen in der grösseren Wärmedämmung durch den Aktivkohleschaum und im geringeren Tragekomfort aufgrund der Steifheit des Materials.

Chemikalienschutzanzug für Sicherheitslabor

Für den Einsatz im Spiezer Chemielabor für hochtoxische Verbindungen wurde ein neuer Anzug evaluiert, der den CSA 90 ablösen soll (CSA HT). Er verfügt über eine ähnliche Technologie wie der CSA 90 (Saratoga®). Der Vergleich zum CSA 90 brachte jedoch die technischen Fortschritte der letzten 20 Jahre deutlich zutage: Das neue Modell ist ebenfalls ein zweiteiliger Anzug, bestehend aus Jacke und Hose, die jedoch über einen «Sand/Aerosol-Stopper» verbunden werden können. Der Anzug ist für heisse Klimazonen konzipiert und trägt sich daher leicht.

Der Gesamtschutzfaktor ist gegenüber dem CSA 90 10-mal höher. Erstmals wurde ein Anzug zweimal einer 3-stündigen Prüfung unterzogen. Die Prüfmethode ist für permeable Anzüge zerstörend, da sich die Aktivkohle zusehends sättigt. Die zweite Messung reproduzierte das Gesamtergebnat sehr gut, zeigte aber auch die lokalen Schwankungen deutlich auf. Für solche Doppelbestimmungen hat die Gruppe «Persönlicher Schutz» eine Auswertungsmethode erarbeitet, die es in Zukunft ermöglicht, auch bei geringen Materialkosten aussagekräftigere Resultate zu erhalten.

Dekontaminationsanzug Zodiak

In Zusammenarbeit mit dem Wehrwissenschaftlichen Institut für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS) in Munster wurden zwei Systeme getestet. Der Zodiak dient als Dekontaminationsanzug der deutschen Bundeswehr. Die Erneuerung des Systems aufgrund der Anpassung an die neue Schutzmaske M2000 erforderte eine Prüfung. Dieser impermeable, zweiteilige Anzug ohne Aktivkohle ist dank eines ausgeklügelten Verschlusssystems quasi gasdicht und daher geeignet für die Prüfung.

Beide Systeme zeigten erstaunlich hohe Gesamtschutzfaktoren, wobei das neue System signifikant besser abschnitt. Die Schutzfaktoren sind vergleichbar mit einem aktivkohlebeschichteten, permeablen Anzug. Dass es sich lediglich um einen quasi-gasdichten Anzug handelt, zeigte sich eindeutig in der Verteilung der Messwerte. Erwartungsgemäss ergaben die Messungen geringere Schutzfaktoren beim Übergang Jacke-Hose sowie Maske-Anzug.

EOD-System

Neu sollen die Kampfmittelbeseitiger nicht nur gegen die Wirkung einer Explosion geschützt sein, sondern gleichzeitig auch gegenüber Kampfstoffen. Die deutsche Bundeswehr beschafft ein neues EOD-System (Explosive Ordnance Disposal), welches neu mit einem C-Schutz ausgerüstet ist (Undergarment) und mit einem Gebläsefiltergerät getragen wird.

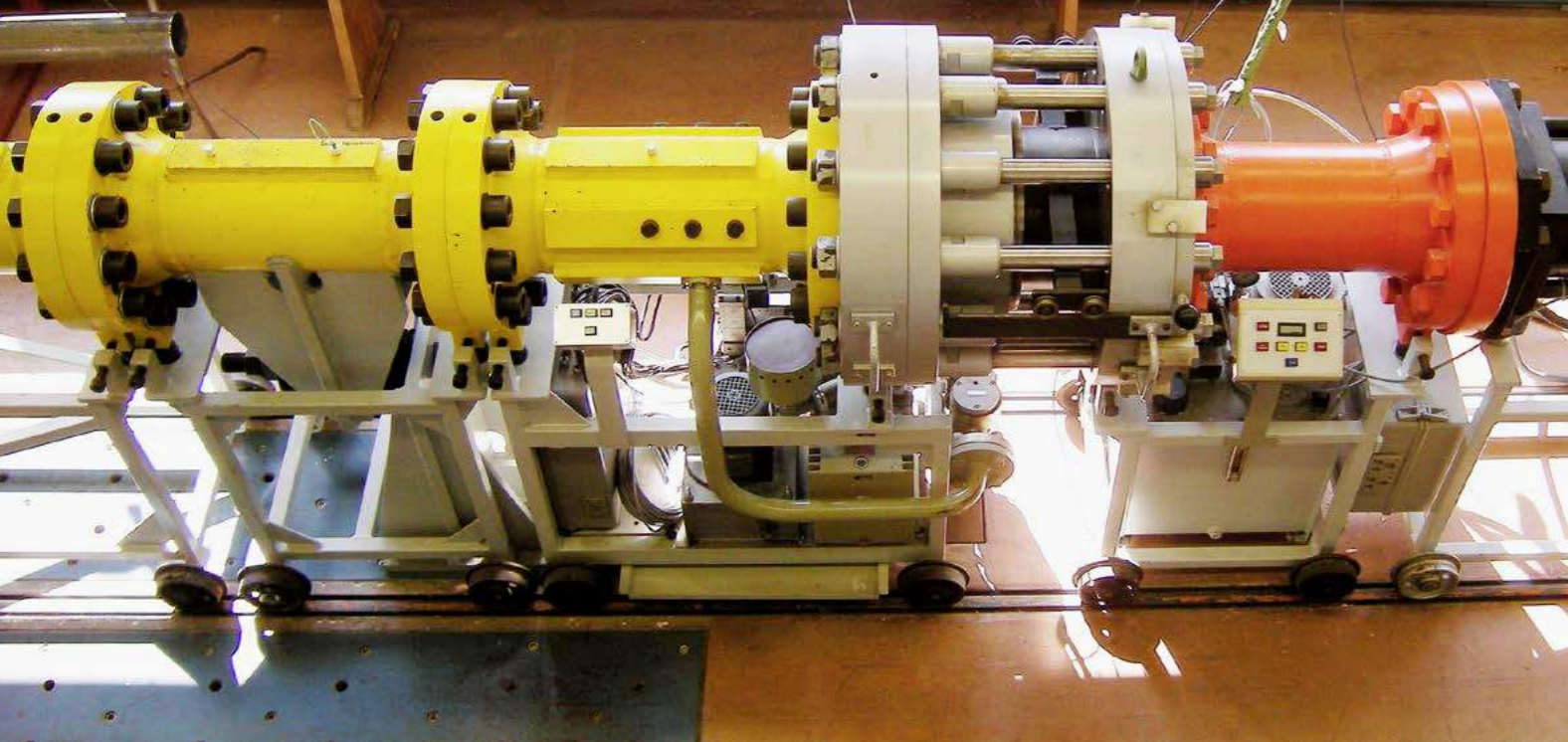
Die integrale Prüfung sollte möglichst Feldbedingungen abbilden. Das Standard-Bewegungsprogramm für den Probanden beinhaltet daher verschiedene Tätigkeiten wie Gehen, Klettern, Kriechen und Ruhen. Für diese spezielle Prüfung musste das Bewegungsprogramm angepasst werden. Es bildet das Annähern, Freilegen und Entschärfen einer Bombe ab:

- Stufe auf- und absteigen (5')
- Gemisch graben (10')
- Setzen, Kugelschreiber liegen vor, links und rechts Proband, aufheben und ablegen (5')
- Bearbeiten Washer-Test (5')
- Legen auf Boden (5')

Aus messtechnischen Gründen musste ein zweistündiges Programm absolviert werden. Dies liegt wesentlich über der normalen Einsatzzeit und hart an der physiologischen Grenze eines Probanden. Die Atmung wird zwar durch das Gebläse unterstützt, doch die schwere Ausrüstung, kombiniert mit dem reduzierten Wärmeaustausch, erschöpfte den Probanden fast vollständig. Die Messungen konnten jedoch die eindrückliche Wirksamkeit des C-Schutzes dieses EOD-Systems gut aufzeigen.



EOD-Schutzanzug



Laufrohr, Schliessvorrichtung und Treibrohr des Forschungs-Stossrohrs



Simulation von Luftstössen

Datenbank der Luftstossprofile des Forschungs-Stossrohrs

André Zahnd

Über viele Jahre hat sich eine grosse Menge an Daten und Informationen zu Luftstossprofilen angesammelt, die mit dem Forschungs-Stossrohr im LABOR SPIEZ erzeugt werden können. Diese Daten wurden in Form einer Datenbank neu organisiert. Damit können auch zukünftig die Bedürfnisse der Kunden speditiv abgedeckt werden, und die vielfältigen Simulationsmöglichkeiten für Luftstösse lassen sich auf einfache Weise aufzeigen.

Die Erforschung von Waffenwirkungen, insbesondere der mechanischen Wirkungen von Explosionen, haben im LABOR SPIEZ eine lange Tradition. Als Folge der Bedrohung durch Nuklearwaffen und der Entwicklung entsprechender Kollektivschutzmassnahmen werden die Explosionswirkungen seit den 60er-Jahren untersucht. So etablierte man in einem ersten Schritt theoretische Grundlagen, gefolgt von mechanischen Simulationsmöglichkeiten mittels Stossrohren und letztlich von Computersimulationen. In der Folge passte das LABOR SPIEZ seine Tätigkeiten immer wieder den sich verändernden Bedrohungen und Bedürfnissen an. Im Jahr 1980 wurde die Anlage «Forschungs-Stossrohr» entwickelt und realisiert. Dabei handelt es sich um ein modular

aufgebautes Stossrohr, welches über einen entsprechend grossen Einsatzbereich zur Simulation von Luftstössen verfügt. Bis zum Jahr 2000 wurden damit diverse Forschungsprojekte wie beispielsweise Untersuchungen zur Luftstossausbreitung in Tunnelsystemen oder Stossfortpflanzung im Erdreich durchgeführt.

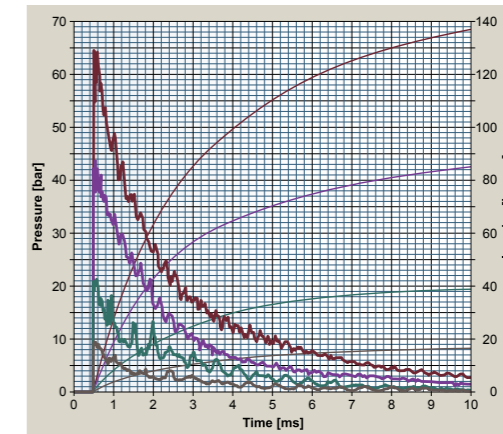
Mitte der 90er-Jahre begann man mit der Simulationen von Luftstössen, herrührend von konventionellen Explosionen. Das Stossrohr wird seither auch für Prüfungen von ABC-Schutzkomponenten verwendet. Dabei können Luftstösse mit einem reflektierten Spitzenüberdruck von 0,25 bis 80 bar und einem Impuls der positiven Druckphase von 0,3 bar*ms bis 220 bar*ms erzeugt werden. Die Nachfrage im Bereich der Luftstosssimulation ist steigend. Insbesondere aufgrund der breiteren Einsatzmöglichkeiten bestimmter Schutzkomponenten wird dieser Trend auch anhalten. Die neuen Bedürfnisse machten eine einheitliche Aufbereitung und Sammlung der Daten der bisher existierenden Luftstossprofile erforderlich.

Datenbank der Luftstossprofile

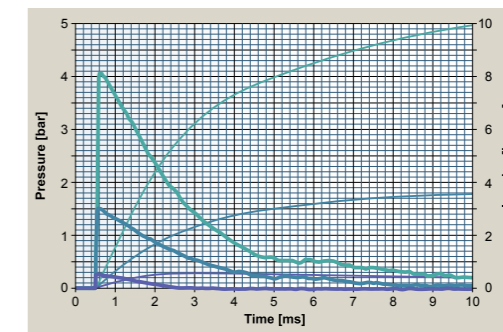
Beim Aufbau der Datenbank wurden in einem ersten Schritt sämtliche in Papierform vorhan-

denen Unterlagen und elektronischen Messdaten gesammelt, gesichtet und sortiert. Die Interpretation und Zuordnung einzelner Luftstossdaten erwies sich teilweise als relativ schwierig, da einiges Know-how aufgrund personeller Abgänge nur noch schwer zu rekonstruieren war. Dank vereinzelter Rücksprachen mit Kunden gelang es, die Ausgangslage zu klären und bestehende Dokumentationslücken zu schliessen. Nachdem über 20 verschiedene Luftstossprofile evaluiert wurden, konnten die Stossrohrkonfigurationen zur Simulation dieser Luftstösse in die Datenbank implementiert werden. Basierend auf den einschlägigen Anforderungen, welche ein bestimmtes Luftstossprofil mit dem minimalen reflektierten Spitzenüberdruck der Stossfront und dem minimalen positiven Impuls beschreiben, wurde die jeweilige Stossrohrkonfiguration genau ermittelt bzw. überprüft. Diese Konfigurationen wurden detailliert neu gezeichnet und fotografiert. Sowohl für die Grundlagenversuche als auch für die Prüfanordnung enthalten diese Zeichnungen Informationen zur Rohrkonfiguration wie Treib-, Lauf- und Distanzrohrlänge, Angaben zur Membrandicke und zum Membranmaterial sowie zur Anordnung der Druckmessstellen. Zu sämtlichen Luftstossprofilen wurden die Grundlagenversuche experimentell wiederholt und ausgewertet, um die bestehenden Messdaten zu validieren oder vorhandene Lücken zu schliessen.

Mit der Datenbank verfügt die Gruppe Kollektivschutz heute über ein Mittel, in welchem alle mit dem Forschungs-Stossrohr wiederkehrend simulierten Luftstossprofile dokumentiert sind. Die Daten zu den Luftstossprofilen enthalten Informationen zu den technischen Anforderungen, den damit geprüften Komponenten sowie den gültigen Grundlagenversuchen und den

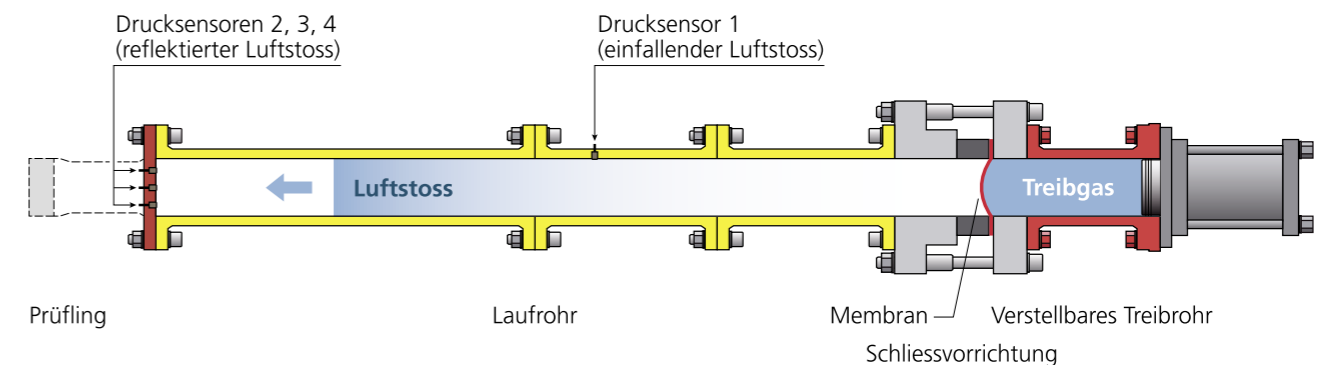


Druckprofil und Impuls von Luftstössen, welche mit dem Forschungs-Stossrohr erzeugt werden können



experimentell durchgeführten Überprüfungen. Weiter beinhaltet sie die verwendeten Messmittel und die bereits erwähnten Skizzen und Fotos.

Die neue Luftstoss-Profildatenbank ermöglicht eine speditive Arbeitsweise für Kundenaufträge und dokumentiert das bestehende Know-how. Künftige neue Profile lassen sich effizient in die Datenbank integrieren, wobei der Dokumentationsumfang klar definiert ist. Im Weiteren können die einheitlich abgelegten Daten zukünftig auch für Steuerungen und die Messsoftware verwendet werden.





Akkreditierte Prüfstelle des
LABOR SPIEZ für die Analyse
von Polymerwerkstoffen



Prüfung und Qualitätssicherung an Polymerwerkstoffen

Christian Krebs

Formteile oder Halbzeug aus Polymeren werden von den Herstellern mit Werkzeugeugnissen ausgeliefert. Es hat sich gezeigt, dass diese Werkzeugeugnisse hinterfragt werden müssen. Obschon die meisten Firmen ihre Produktion zertifiziert haben, ist eine Prüfung der Serie, aber auch der Musterteile wichtig. Der Käufer muss bereits bei der Bestellung Spezifikationen oder Prüfpläne vorschreiben. Das Problem dabei ist, dass der Käufer nicht weiss, was vorzuschreiben ist. Die vorliegenden Ausführungen zeigen auf, was im entsprechenden Fall vorzusehen ist und was für Möglichkeiten es im Bereich der Polymere gibt.

Die Hersteller von Formteilen und Halbzeug aus Polymeren (Thermoplaste, thermoplastische Elastomere, Duromere und Elastomere) stehen zunehmend unter finanziellem und zeitlichem Druck. Anlässlich einer Diskussion im November 2012 an der Swisstech in Basel machten verschiedene Unternehmensleiter folgende Aussage: «In einer Zeit sinkender Margen und harter Preisverhandlungen ist es wichtig, Nischenprodukte in hoher Qualität anzubieten, denn es bleibt keine Luft mehr für unnötige Umtriebe». Damit ist auf der einen Seite

klar, dass an Produkten aus Polymeren, die von zertifizierten Herstellern geliefert werden, keine zusätzlichen Prüfungen angewendet werden sollen. Auf der andern Seite sollen Nischenprodukte in hoher Qualität erzeugt werden. Dies ist bei Polymeren mit einer richtig angewendeten Qualitätssicherung während und nach der Produktion zu erreichen.

Bei Polymeren werden die Eigenschaften stark durch die Verarbeitung beeinflusst. Die Produktion von Formteilen und Halbzeugen aus Polymeren steht heute unter einem starken wirtschaftlichen Druck. Der Verarbeiter muss den Rohstoff (Granulat oder Kautschukmischung) zu einem gegebenen Preis einkaufen. Ebenfalls sind die erforderlichen Werkzeuge in den meisten Fällen sehr teuer. Er kann somit seinen Gewinn nur noch durch die Verarbeitung beeinflussen, indem er die Zykluszeit möglichst kurz hält und damit in einer bestimmten Zeiteinheit mehr Teile produzieren kann. Die Zykluszeit verringern kann er, indem er z. B. bei einem Thermoplast schneller abkühlt. Ein schnelleres Abkühlen erzeugt jedoch im Formteil Eigenspannungen. Zu hohe Eigenspannungen können Spannungsrisse auslösen und dadurch die Belastbarkeit des Werkstoffes in der Praxis

mindern. Eine Verkürzung der Zykluszeit kann beim Elastomer eine Untervulkanisation bedeuten. Untervulkanisierte Elastomere können in der Praxis die Einsatztauglichkeit einschränken. Bei Thermoplasten kann durch die Verarbeitung das Material stark geschädigt werden, wenn zu hohe Verarbeitungstemperatur, zu lange Verweilzeit der Formmasse im Zylinder (zu grosse Spritzeinheit für das entsprechende Formteil) oder eine zu hohe Einspritzgeschwindigkeit gewählt wird.

Die Schädigung der Makromoleküle oder die hohen Eigenspannungen im Formteil sieht man den Formteilen meist von aussen nicht an, und mit einer Masskontrolle oder der Messung der Härte werden die Schädigungen nicht erkannt.

Es ist somit unumgänglich, dass bei der Verarbeitung von Polymeren während der Produktion die Güte der produzierten Formteile dauernd überwacht wird und dass Abnehmer oder Verarbeiter bei jedem Los entsprechende Prüfungen für die optimale Verarbeitung anwenden.

Eine Prüfung auf optimale Verarbeitung bedeutet:

Thermoplaste/TPE: Bestimmung der Schmelzindexdifferenz zwischen Formteil und Halbzeug gegenüber der Formmasse (Granulat). Die Differenz zwischen Formteil und Granulat darf max. 5 % betragen. Formteil und Granulat müssen aus dem gleichen Batch sein. Im Weiteren muss der Nachweis erbracht werden, dass das Formteil keine Eigenspannungen aufweist (Eigenspannungsprüfung, jedoch nur bei Thermoplasten)

Duromere: Nachweis der optimalen Aushärtung mittels Bestimmung der Glasübergangstemperatur Tg. Ev. mechanische Eigenschaften.

Elastomere: Nachweis der optimalen Vulkanisation durch Bestimmung des Druckverformungsrestes.

Im Weiteren sollte bei jedem Los der Nachweis erbracht werden, dass immer das gleiche Material resp. die gleiche Mischung (bei Elastomeren mittels Thermoanalyse TGA) verwendet wurde.

Der Käufer von Formteilen oder Halbzeug sollte auch darauf achten, ob der Verarbeiter beim Einkauf seiner Formmasse ebenfalls eine minimale Eingangskontrolle anwendet, indem er an der gelieferten Formmasse entsprechende Prüfungen unternimmt. Da heute die Formmasse (Granulat) in vielen Fällen nicht mehr direkt beim Hersteller eingekauft werden kann, sondern über Zwischenhändler bezogen wer-

den muss, kann es zu Verwechslungen kommen. In der Medizintechnik muss zwingend eine Überprüfung der Werkzeugeugnisse des Herstellers der Formmasse am gelieferten Granulat durch ein akkreditiertes Labor vorgenommen werden.

Werden diese Untersuchungen resp. Analysen bei jedem Los oder jeder Lieferung angewendet, so besteht die Gewähr, dass Formteile oder Halbzeug optimal verarbeitet wurden und dass der Praxiseinsatz gewährleistet ist oder während der ganzen Produktion immer das gleiche Material in der optimalen Qualität geliefert wird.

Bezüglich einer Rückverfolgbarkeit ist es ebenfalls sehr wichtig, dass die Formteile und das Halbzeug dauerhaft mit Herstellungsdatum, Materialkürzzeichen und Herstellercode bezeichnet sind.

Der Verarbeiter hat während der Produktion seine Verarbeitungsparameter aufzuzeichnen und mindestens 10 Jahre aufzubewahren. Bei den Thermoplasten ist es wichtig, dass von jeder Charge Formmasse ein entsprechendes Rückstellmuster während 10 Jahren aufbewahrt wird. Damit ist eine Rückverfolgbarkeit (z. B. im Schadenfall) gewährleistet.

Ebenfalls lohnt es sich, bei jeder Sendung handelsüblicher Formteile aus Kunststoffen oder Elastomeren entsprechende minimale Prüfungen auf optimale Verarbeitung und richtiges Material vorzusehen. Speziell bei Elastomeren sollte unbedingt die optimale Vulkanisation gemessen werden.

Die Arbeitsgruppe Werkstoffprüfung des LABOR SPIEZ hat das entsprechende Wissen und die Erfahrung, um Einkauf oder Technik von Bundesämtern bei der Beschaffung von Formteilen, Halbzeug und Baugruppen aus Kunststoffen und Elastomeren bezüglich Qualitätssicherung zu beraten. Wenn alle zwingenden qualitätssichernden Massnahmen bereits vor einer allfälligen Bestellung formuliert und dem Lieferanten bekannt gegeben werden, ist eine Beschaffung von Produkten aus Kunststoffen und Elastomeren in der notwendigen und konstanten Qualität über die ganze Produktionszeit problemlos möglich. Ein Beispiel dafür war in den 90er Jahren die Beschaffung des ABC-Schutzsystems 90 (Schutzmaske, Handschuhe, Überstiefel und C-Schutzanzug).





Prüfung des Aufnahmevermögens von Atemschutzfiltern gegen industrielle Schadgase

Andres Wittwer und Roland Liebi

Die Nachfrage nach Prüfungsmöglichkeiten für Atemschutzfilter steigt seit Jahren parallel zu den erhöhten Anforderungen an Sicherheit und Arbeitshygiene gegenüber zahlreichen Schadstoffen. Das LABOR SPIEZ hat seine Prüfanlage revidiert und erweitert und kann damit die heutigen Ansprüche der Kunden vollumfänglich erfüllen.

Die Nachfrage nach Prüfungsmöglichkeiten für Atemschutzfilter steigt seit Jahren parallel zu den erhöhten Anforderungen an Sicherheit und Arbeitshygiene gegenüber zahlreichen Schadstoffen. Das LABOR SPIEZ hat seine Prüfanlage revidiert und erweitert und kann damit die heutigen Ansprüche der Kunden vollumfänglich erfüllen.

Im Rahmen eines umfassenden Bevölkerungsschutzes stellt sich die Frage nach der Schutzwirkung von Atemschutzfiltern gegen eine

dustrielle Schadstoffe gefragter denn je. Die Zahl der zu solchen Prüfungen befähigten Prüflabors hingegen nimmt eher ab.

Nach über 20 Jahren Betrieb konnte Ende Mai 2012 eine vor allem bezüglich Automation umfassend erneuerte und erweiterte Prüfanlage unter dem Namen «TICSA» (Toxische Industrielle Chemikalien Sorptionsapparat) in Betrieb genommen werden.

Die Prüfung der Filter ist im Prinzip einfach: Es wird klimatisierte und mit Prüfgas belastete Luft durch den zu prüfenden Filter gesaugt. Nach dem Filter wird gemessen, wie lange es dauert, bis das Prüfgas durchbricht und eine gesundheitsschädliche Konzentration erreicht.

Auf die Frage «Wie lange schützt so ein Filter?» gibt es leider keine ebenso einfache Antwort. Vielmehr stellen sich folgende Rückfragen:

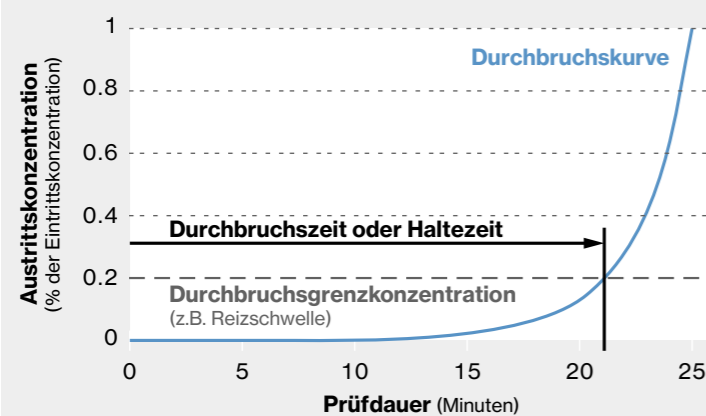
- Gegen welchen Stoff, welche Konzentration?
- Luftströmungsrate (Atemrate, körperliche Leistung, Art des Einsatzes)?
- Klima (Lufttemperatur und -feuchte)?
- Filtertyp, Filterklasse, Produkt?

Also müssen auf der Prüfanlage all diese Größen genau einstellbar sein, um zuverlässige Ergebnisse zu erhalten oder Abhängigkeiten zu ermitteln. Ausserdem soll mit möglichst allen in Frage kommenden, unter Umständen auch hoch giftigen, entzündlichen und korrosiven Prüfgasen (Luftschadstoffen) gearbeitet werden können.

Dementsprechend mussten für die Revision der Filterprüfanlage geeignete Werkstoffe eingesetzt, Sicherungselemente eingebaut und Sicherheitskonzepte realisiert werden. Alle für die Prüfstoffdosierung und -detektion geeigneten Instrumente sollen integrierbar sein. Schliesslich wird durch die neue Anlage auch eine umfassende und gesicherte Datenaufzeichnung gewährleistet und die Prüfungsauswertung wird unterstützt.



Erweiterte Prüfanlage für Atemschutzfilter



grosse Zahl von Luftschadstoffen, die über das Spektrum des militärischen ABC-Schutzes (Kampfstoffe) hinausgeht. Aufgrund verschärfter Ansprüche an Sicherheit, Arbeitshygiene und Umweltschutz sowie der neuen, entsprechenden Normen ist die Prüfung des Aufnahmevermögens von Atemschutzfiltern gegen in-



Prüfung von ABC-Schutzmasken

Dr. Patrick Wick

Die Gesamtleckage von ABC-Schutzmasken kann mit verschiedenen Methoden ermittelt werden. Das LABOR SPIEZ verwendet Helium als Prüfgas, das WIS/Munster ein Natriumchlorid Aerosol als Prüfsubstanz. Beide Methoden entsprechen nicht der industriellen Norm zur Bestimmung der Gesamtleckage an Vollmasken und wurden in einer Vergleichsmessung gegenübergestellt, wobei eine Schutzmaske mit definierten Leckagen zum Einsatz kam. Es zeigte sich eine erstaunlich gute Übereinstimmung.



Bestimmung der Gesamtleckage einer Vollmaske

Ziel der Untersuchung war es, verschiedene Messmethoden zur Bestimmung der Leckage von ABC-Schutzmasken in Zusammenarbeit mit dem WIS/Munster zu vergleichen und allenfalls Abweichungen zu finden zwischen einer Methode, die auf Gas basiert, und einer Methode, die auf Aerosol basiert.

Das LABOR SPIEZ verwendet Helium als Prüfgas, welches über ein Massenspektrometer gemessen wird (siehe Jahresbericht 2009). Diese Methode entspricht keiner Normmethode nach EN136, entspricht aber im Aufbau und Ablauf der Prüfung der Norm. Nach EN136 wäre Schwefelhexafluorid (SF6) oder ein Natriumchlorid (NaCl) Aerosol vorgeschrieben. Das WIS/Munster verwendet für seine Messungen ein NaCl-Aerosol. Zur Bestimmung der Konzentration verwendet es entgegen der EN136 seit Kurzem Partikelzähler (FMT). Daneben verwenden beide Institute PortaCounts®, die bei der individuellen Anpassung von Schutzmasken an den Maskenträger zum Einsatz kommen. Es handelt sich dabei um einen Zähler für die in der Luft vorhandenen Partikel.

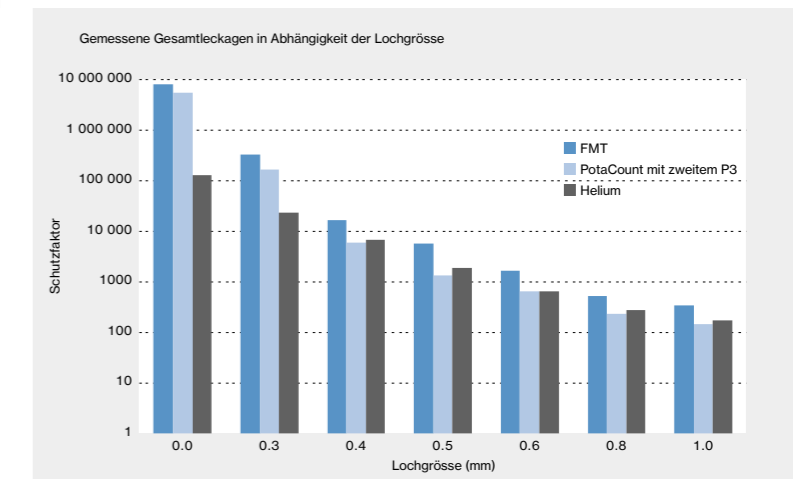
Der Prüfaufbau beinhaltet die Verbindung eines Sheffield-Prüfkopfs und einer künstlichen Lunge mit einem Atemvolumen von 2l und 20 Hüben pro Minute. Die Testmaske, eine deutsche M65, wurde mit Kitt luftdicht an den Kopf montiert. In den Gläsern der Masken waren Löcher verschiedener Durchmesser gebohrt, was den Vergleich über einen breiten Bereich von Schutzfaktoren erlaubt. Vor der Messung wurde mit dem PortaCount® die Messanordnung überprüft, um systematische Abweichungen zwischen den beiden Labors auszuschliessen.

Die Resultate zeigen eine sehr gute Übereinstimmung der verschiedenen Methoden. Mit Helium werden jedoch grundsätzlich tiefere

Schutzfaktoren berechnet, als mit einem Aerosol. Dies gilt vor allem bei höheren Schutzfaktoren. Bei der luftdicht angekitteten Maske zeigt sich der Unterschied deutlich. Während die Aerosolmethode an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit gelangt, da nur noch vereinzelt Partikel gemessen werden, sind mit der Helium Methode noch nennenswerte Mengen von Helium in der Maske detektierbar.

Woher diese Abweichung kommt, ist vorderhand unklar und Bestandteil weiterer Untersuchungen. Für Schutzmasken, die der EN136 genügen müssen, ist diese Abweichung irrelevant, da der minimale Schutzfaktor bei 2000 liegt und die Korrelation der Methoden in diesem Bereich gut ist. Im militärischen Bereich werden jedoch weit höhere Schutzleistungen verlangt, insbesondere wenn es sich um Aerosole handelt. Es könnte sich zeigen, dass bei Hochleistungsmasken neu unterschieden werden muss, ob es sich um einen Schutzfaktor handelt, der mit einem Aerosol (B-Gefährdung) oder mit einem Gas (C-Gefährdung) gemessen wird.

Berechnete Schutzfaktoren, gemessen mit den verschiedenen Methoden, bei gegebenen Lochdurchmessern





Revision der Referenzszenarien ABCN

Dr. Andreas Bucher

Seit 2006 dienen die vom LABOR SPIEZ entwickelten ABC-Referenzszenarien als Grundlage für die Umsetzung des «Projekts Nationaler ABC-Schutz» und der «Strategie ABC-Schutz Schweiz». Neu dienen die Szenarien auch dem Bundesstab ABCN als Instrument für die Vorsorgeplanung. 2012 wurde der bestehende Katalog mit weiteren Szenarien ergänzt und einer systematischen Risikobeurteilung unterzogen. Dies erlaubt eine einheitliche Beurteilung des gesamtschweizerisch vorhandenen Gefahrenspektrums.

Szenarien, die als risikobasierte Planungsgrundlage dienen, müssen regelmässig überprüft werden. Sie sollen eine aktuelle Übersicht zum Ablauf eines Ereignisses bieten und konkrete Informationen zu den erwartenden Auswirkungen hinsichtlich Gesundheit, Umwelt, Infrastrukturen, Wirtschaft und Gesellschaft bereitstellen. Im Rahmen einer umfassenden Revision wurde der ABC-Szenarienkatalog 2012 erweitert und mit ausgewählten Szenarien aus dem Naturgefahrenbereich (N) ergänzt. Der Katalog umfasst nun folgende Szenarien (siehe Tabelle links).

Auf Wunsch seitens der Kantone wurden sämtliche Szenarien einer einheitlichen Risikobeurteilung unterzogen. Die dazu verwendete Methode entwickelte die Gruppe Risikogrundlagen und Forschungscoordination des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz BABS, in Zusammenarbeit mit Ernst Basler + Partner AG (Schweiz). Sie stützt sich auf frühere Gefährdungsanalysen im Bereich Bevölkerungsschutz, d. h. KATANOS (BZS, 1995) und KATARISK (BABS, 2003). Zudem wurden vergleichbare Arbeiten aus anderen Staaten berücksichtigt (z. B. BBK, 2010; Cabinet Office, 2012; Department of Homeland Security, 2011).

Die Bewertung der Risiken stützt sich auf eine Methode, die es erlaubt, unterschiedliche Gefährdungen mit einem einheitlichem Verfahren zu bestimmen und nachvollziehbar miteinander zu vergleichen. Der Vergleich von Gefährdungen ist für das Katastrophenmanagement im Bevölkerungsschutz eine nützliche Arbeitsgrundlage, da es sich mit einer Vielzahl von Gefährdungen konfrontiert sieht und die begrenzten Ressourcen effizient einsetzen muss.

Für die Risikobeurteilung werden für jedes Szenario Eintrittswahrscheinlichkeit (W) und Aus-

wirkungen (A) bestimmt. Durch die Multiplikation von W mit A ergibt sich das Risiko (R), welches auf dem Szenario lastet. Die Übertragung der Werte für die einzelnen Szenarien in eine gemeinsame Risikomatrix erlaubt es, die Auswirkungen verschiedener Szenarien und deren Eintrittswahrscheinlichkeit zu vergleichen. Dieser Vergleich dient auch als Grundlage für die Priorisierung von Gefährdungen: Der Bundesstab ABCN kann sich nicht mit allen vorhandenen Szenarien gleichzeitig befassen, sondern muss Schwerpunkte setzen. Im Vorsorgezyklus 2012-2016 befasst sich der Bundesstab ABCN mit folgenden Szenarien: 1. Erdbeben, 2. KKW-Unfall, 3. Dirty Bomb, 4. Pandemie.

Informationen zur Eintrittshäufigkeit und zu den Auswirkungen der Szenarien basieren auf Ereignisanalysen, Statistiken, Literatur, anderen Szenarien etc. Wo Informationen fehlen – etwa bei erheblichen Unsicherheiten über das Ausmass von Auswirkungen oder über die Ereignishäufigkeit bzw. Plausibilität von Szenarien – werden diese von Experten in Gruppendiskussionen geschätzt. Diese Expertenrunden orientieren sich an einer modifizierten Befragungsmethode des Delphi-Verfahrens, welche eine effiziente Annäherung der Einschätzungen und Konsolidierung von Schätzwerten erlaubt. Die Wahrscheinlichkeit bzw. Häufigkeit, mit der ein Szenario eintritt, wird bei naturbedingten und technischen Gefährdungen möglichst präzise bestimmt – basierend auf Statistiken oder Expertenschätzungen. Wo eine Punktschätzung nicht möglich ist, wird die Eintrittshäufigkeit einer logarithmischen Klasse zugeordnet.

Mutwillig herbeigeführte Ereignisse (z. B. Anschläge) lassen sich nicht frequentistisch beschreiben. Hier wird die Plausibilität des Auftretens innerhalb der nächsten zehn Jahre abgeschätzt, basierend auf subjektiven Wahrscheinlichkeiten (technische Machbarkeit eines Anschlags, erzielte Wirkungen, Erfolgchancen aus Sicht des Angreifers, Präzedenzfälle etc.). Analog zu den Wahrscheinlichkeits- und Häufigkeitsklassen werden mutwillige Ereignisse einer Plausibilitätsklasse zugeordnet.

Die Vorbereitung auf die Bewältigung von Ereignissen schliesst die Bewältigung der Kosten, die für die Gesellschaft entstehen, mit ein. Es ist wichtig, Entscheidungsträger auch auf ökonomische Auswirkungen eines Ereignisses aufmerksam zu machen. Ausserdem stellen diese Angaben im Sinne der Kosten-Nutzen-Rechnung von Massnahmen eine wichtige Grösse im Notfallschutz dar. Damit das Ausmass der Auswirkungen verschiedener Szenarios abgebildet werden kann, müssen die Werte der einzelnen Schadensindikatoren aggregiert

werden. Die Schadensindikatoren sind vier Schadensbereichen zugeordnet, die sich u. a. an der Bundesverfassung (BV) und den darin festgelegten Schutzgütern orientieren:

- Personen (z. B. BV Art. 10, 57, 58, 61)
- Umwelt (z. B. BV Art. 2, 76–79, 104)
- Wirtschaft (z. B. BV Art. 26, 54, 61, 100–102)
- Gesellschaft (z. B. BV Art. 2, 5, 7–36, 41, 52–53, 57–58, 69, 78)

Das aggregierte Schadensausmass ergibt sich aus der Aufsummierung der in Geldwerte umgerechneten Auswirkungen eines Ereignisses über alle Indikatoren hinweg. Dazu wird der Einheit jedes Indikators ein monetärer Wert zugeordnet. Für diese Monetarisierung werden für jeden Indikator die Grenzkosten bestimmt, also der Geldbetrag, den die Gesellschaft bereit ist einzusetzen, um das Schadensausmass eines Indikators um eine Einheit zu reduzieren (KATARISK 2003). So lässt sich das gesamte Schadensausmass eines Ereignisses als ein Wert in der Matrix darstellen.

Die Anzahl der Referenzszenarien ist bewusst niedrig gehalten. Trotzdem lässt sich damit das Bedrohungs- und Gefahrenspektrum vom Unfall über Naturkatastrophen bis zu Terror/Sabotage und machtpolitisch bedingten Ereignissen gut abdecken.

BABS (2003) KATARISK. Katastrophen und Notlagen in der Schweiz. Eine Risikobeurteilung aus der Sicht des Bevölkerungsschutzes, Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), Bern.

BABS (2010) Risikoaversion: ein Beitrag zur systematischen Risikobeurteilung. Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), Bern.

BABS (2012) Leitfaden KATAPLAN – Kantonale Gefährdungsanalyse und Notfallvorsorge (i.V.)

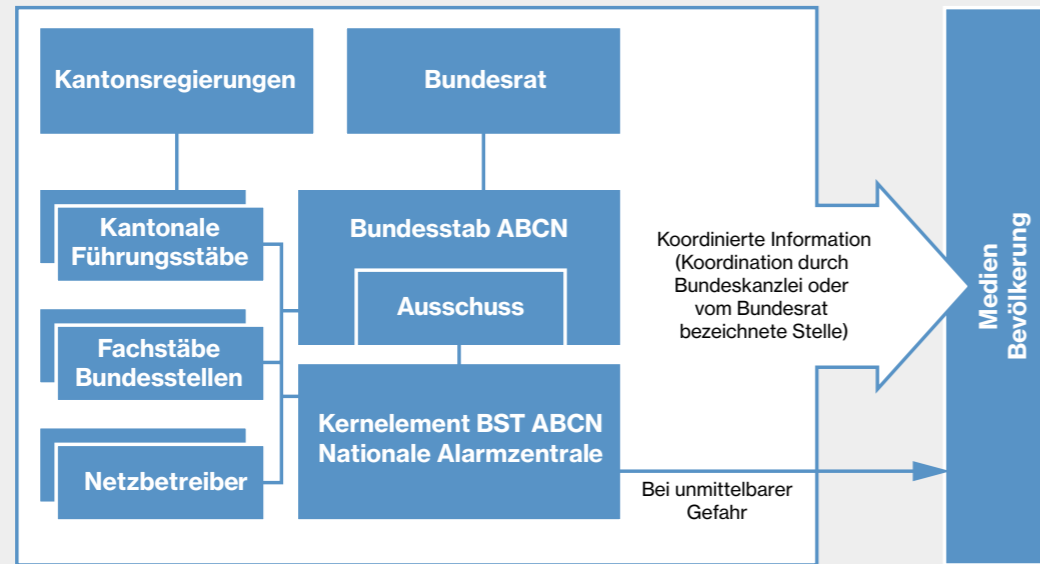
BZS (1995) KATANOS – Katastrophen und Notlagen in der Schweiz. Eine vergleichende Übersicht. Bundesamt für Zivilschutz (BZS), Bern.

Cabinet Office UK (2012) National Risk Register for Civil Emergencies, 2012 Edition.

Department of Homeland Security (2011) Strategic National Risk Assessment. The Strategic National Risk Assessment in Support of PPD 8: A Comprehensive Risk-Based Approach toward a Secure and Resilient Nation.



Einsatzorganisation bei ABCN-Ereignissen von nationaler Tragweite



Die Organisation des Nationalen ABC-Schutzes

Dr. Marc Kenzelmann

Im Rahmen der Umsetzung der Strategie ABC-Schutz Schweiz haben sich in den letzten Jahren neue Akteure in der nationalen ABC-Vorsorge und in der Ereignisbewältigung mit koordinierenden und übergeordneten Aufgaben gebildet. Damit hat sich auch das Profil aller beteiligten Organisationen auf nationaler Ebene gewandelt.

Mit den angeordneten Umsetzungen aus dem «Projekt Nationaler ABC-Schutz» bzw. aus der «Strategie ABC-Schutz Schweiz» hat der Bundesrat Grundlagen zu einer einheitlichen und zielführenden ABC-Ereignisbewältigung in der Schweiz gelegt. Diese Bundesratsbeschlüsse werden auch von den Kantonen getragen und umgesetzt. Die angeordneten bzw. empfohlenen Strukturen zur Umsetzung des Nationalen ABC-Schutzes wurden 2007 geschaffen und sind, auch unter Einbezug aktueller Entwicklungen, entsprechend in der Umsetzung begriffen. Der sicherheitspolitische Bericht 2010 (SIPOL 2010) trägt zudem dem föderalen Charakter der Verantwortung in den Sicherheitsbereichen der Schweiz Rechnung, indem er die Schaffung eines paritätisch strukturierten Gremiums fordert, in Form des Konsultations- und Koordinationsmechanismus

Sicherheitsverbund Schweiz (KKM SVS).

In diesem Rahmen haben sich in der Folge in den Jahren 2011 und 2012 zwei wesentliche neue Akteure für die ABC-Vorsorge etabliert:

1. Der Bundesstab ABCN (BST ABCN), der gemäss ABCN Einsatzverordnung vom 1. Januar 2011, Art. 5, folgende Aufgaben in der ABC-Vorsorge übernimmt: Er stellt Szenarien für die vorsorgliche Planung zur Verfügung, koordiniert die vorsorgliche Planung zur Bewältigung von ABCN-Ereignissen von nationaler Tragweite, koordiniert die Ausbildungen zur Bewältigung von ABCN-Ereignissen und überprüft die Einsatzbereitschaft mittels regelmässiger Übungen. Damit ist der BST ABCN das strategisch-operative Organ der Schweizerischen ABC-Vorsorge. Die Organisation der ABC-Vorsorge im Rahmen des BST ABCN wird von der Nationalen Alarmzentrale (NAZ) als dessen permanentem Kernelement geleitet und ist ebenfalls paritätisch strukturiert (Bundes- und Kantonsvertreter).
2. Der KKM SVS, seit Juni 2012 operativ, unterhält u. a. eine permanente Fachgruppe

ABCN, bestehend aus Vertretern der KomABC, der Koordinationsplattform ABC der Kantone (KPABC), des BST ABCN und des Lenkungsausschusses Intervention Naturgefahren (LAINAT). Diese strategische Fachgruppe hat eine tiefe Sitzungskadenz, verfolgt die operativen Arbeiten von Bund und Kantonen im Bereich Vorsorge und dient als «Eintrittspforte» in den KKM SVS für Geschäfte, die auf politischer Ebene zwischen Bund und Kantonen behandelt werden müssen. Der KKM SVS bildet daher die strategisch-politische Aufsicht im Bereich ABCN und beschäftigt sich insbesondere mit Fragen der Finanzierung von beantragten und beschlossenen Massnahmen. Er bereitet entsprechend eine Entscheidung auf Stufe Bundesrat und Kantonalen Regierungskonferenzen vor.

Damit kommt der Eidgenössischen Kommission für ABC-Schutz (KomABC) im Rahmen der aktuellen Struktur der Schweizerischen ABC-Vorsorge neu folgende Rolle zu:

Die KomABC als beratende, unabhängige Kommission des Bundesrates, welche Vertreter aus Bund, Kantonen, Forschung, Industrie und Einsatzorganisationen des Bevölkerungsschutzes vereinigt, ist eine technische Kommission, deren Aufgabe darin besteht, den Vorsorgeprozess (mit Experten) zu unterstützen und bei Bedarf zu überprüfen. Insbesondere ist die KomABC permanent in der «Vorsorgezelle ABCN» des BST ABCN sowie in der «Fachgruppe ABCN» des KKM SVS vertreten. Als beratende Kommission des Bundesrates

hat die KomABC auch die Aufgabe, das Zusammenspiel aller Akteure zu verfolgen und auf allfällige Schwachstellen hinzuweisen.

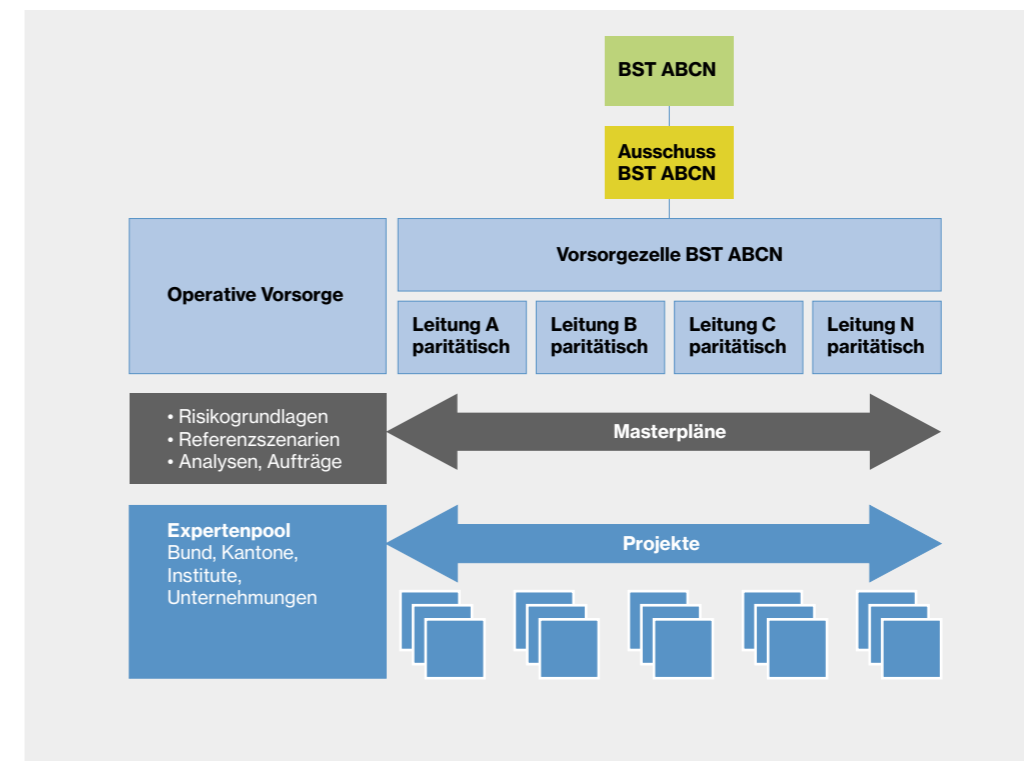
Die etablierten, operativen wie fachlichen Kontakte und Zusammenarbeiten in den Bereichen ABC und N bleiben bestehen. Sie stellen die sogenannten Fachdienstgremien und -wege dar.

Aktuelle Herausforderungen

Die neu etablierte Struktur des nationalen ABC-Schutzes wird in den kommenden Jahren stark gefordert werden. Sie muss die vom Bundesrat angeordnete Umsetzung der Massnahmen aus folgenden Berichten koordiniert und effizient umsetzen, wobei die KomABC diese Arbeiten eng begleiten wird:

- Bericht der Interdepartementalen Arbeitsgruppe zur Überprüfung der Notfallschutzmassnahmen bei Extremereignissen (IDA NOMEX),
- Bericht der KomABC zur Vorsorge und Bewältigung von ABC-Ereignissen (Konsenspapier),
- Bericht des Bundesrates zur Strategie Bevölkerungsschutz und Zivilschutz 2015+ im Bereich der ABC-relevanten Themen

Ein erster Test für das Zusammenspiel aller Akteure wird die Gesamtnotfallübung (GNU) 2013 ODYSSEUS sein. Diese Übung beinhaltet die gemeinsame Ereignisbewältigung aller Akteure auf allen Ebenen nach einem Austritt von Radioaktivität aus einem der schweizerischen Kernkraftwerke.



Vorsorgeplanung im Rahmen des Bundesstabs ABCN

Organisation und Mitarbeitende

LABOR SPIEZ

Leitung: Dr. Marc Cadisch²⁾

Sekretariat: Irma Lehnherr
Personen: 2/ Stellen: 2

FACHBEREICH PHYSIK

Personen: 14/ Stellen: 13.8

Leitung: Dr. Mario Burger²⁾

Markus Astner
Dr. Béatrice Balsiger
François Byrde
Dr. José Corcho
Dr. Emmanuel Egger
Ruth Holzer
Alfred Jakob
André Pignolet
Dr. Stefan Röllin
Hans Sahli
Thomas Sarbach
Marc Stauffer
Dr. Christoph Wirz

FACHBEREICH BIOLOGIE

Personen: 16/ Stellen: 14.9

Leitung: Prof. Dr. Stephen Leib²⁾

Werner Arnold
Marc-André Avondet
Dr. Christian Beuret
Dr. Olivier Engler
Dr. Cédric Invernizzi
Dr. Daniel Kümin
Nathalie Ligeti
Jasmine Portmann
Sandra Paniga Rudolf
Dr. Nadia Schürch
Johanna Signer
Dr. Marc Strasser
Susanne Thomann
Dr. Matthias Wittwer
Fritz Wüthrich

FACHBEREICH CHEMIE

Personen: 15/ Stellen: 14.8

Leitung: Stefan Mogl²⁾

Dr. Beat Aebi
Dr. Walter Aue
Thomas Clare
Dr. Christophe Curty
Dr. Jean-Claude Dutoit
Fausto Guidetti
Roland Kurzo
Dr. Urs Meier
Benjamin Menzi
Dr. Martin Schär
Dr. Beat Schmidt
Andreas Schorer
Dr. Peter Siegenthaler
Andreas Zaugg

FACHBEREICH ABC-SCHUTZTECHNOLOGIE

Personen: 12/ Stellen: 12

Leitung: Peter Hunziker^{1) 2)}

Kurt Bachmann
Thomas Friedrich
Markus Gurtner
Lukas Gyseler
Marco Hofer
Christian Krebs
Roland Liebi
Angelo Seitz

Dr. Patrick Wick
Andres Wittwer
André Zahnd

FACHBEREICH LOGISTIK, QUALITÄT UND SICHERHEIT

Personen: 30/ Stellen: 24.2

Leitung: Mauro Zanni²⁾

Werner Berger
Remo Bigler
Stefan Breitenbaumer
Lisa Brüggemann
Werner Bühlmann
Martin Eschler
Pia Feuz
Béatrice Gurtner Kolly
Daniel Gurtner
Katharina Imobersteg
Felicitas Jegher
Hans-Ulrich Kaderli
Therese Knutti
Nelly Kupferschmid
Beat Lörtscher
Stefan Marti
Miranda Müller
Klaus-Nestor Perrollaz
Eveline Rogenmoser-Nguthu
Nicole Rothenbühler
René Scherz
Hans Schmid
Isabelle Strasser
Marianne Tadmoute
Roger Tschirky
Marianne Walther-Leiser
Alexander Werlen²⁾
Marianne Wittwer
Rosmarie Zahnd

STRATEGIE UND KOMMUNIKATION

Personen: 1/ Stellen: 1

Dr. Andreas Bucher²⁾

KOMPETENZZENTRUM STRAHLENSCHUTZ VBS

Personen: 1/ Stellen: 1

Markus Zürcher

GESCHÄFTSSTELLE NATIONALER ABC-SCHUTZ

Personen: 1/ Stellen: 1

Dr. Marc Kenzelmann²⁾

LERNENDE

Personen: 7/ Stellen: 7

Simon Burn
Yannick von Känel
Miriam Champion
Roger Noti
Leonie Gfeller
Bruno Lengacher
Dominik Stettler

ERLÄUTERUNGEN

Personen: Anzahl Mitarbeiter insgesamt

Stellen: Anzahl besoldeter Vollzeitstellen (FTE)

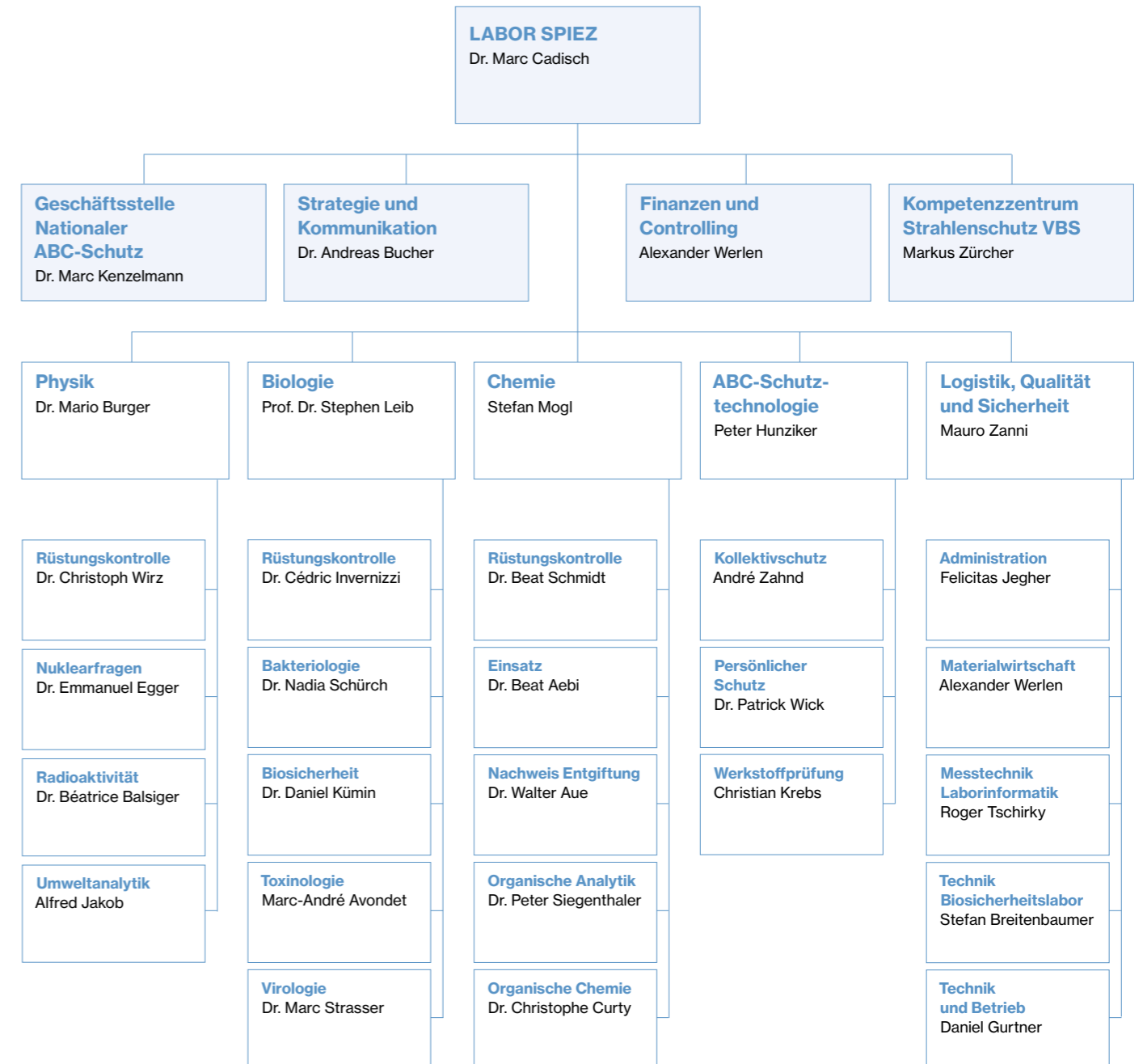
Legende

¹⁾ Stv. Leiter LABOR SPIEZ

²⁾ Mitglied der Geschäftsleitung LABOR SPIEZ

Stand 01.01.2013

Organigramm



Akkreditierte Bereiche

Prüfstellen akkreditiert nach ISO/IEC 17025	Anzahl Berichte 2012
STS 019 Prüfstelle Chemische Analytik zur Verifikation der C-Abrüstung	4
STS 022 Prüfstelle für Sorptionsmittel und Atemschutzfilter	46
STS 028 Prüfstelle für die Bestimmung der Konzentration von Radionukliden	26
STS 036 Prüfstelle für Kunststoffe und Gummi	206
STS 054 Prüfstelle Nachweis biologischer Agenzien	245
STS 055 Prüfstelle für ABC-Schutzmaterial sowie Einrichtungen und Installationen für Schutzbauten	97
STS 101 Prüfstelle für die Bestimmung von Haupt- und Spurenelementen sowie ausgewählten Luftschadstoffen	50
Total Berichte	674

Besuche

Neben Vertretern schweizerischer Partnerinstitutionen waren auch Experten aus dem Ausland in Spiez zu Gast. Die nachfolgende Besucherliste ist nicht abschliessend.

Datum von	Thema
18.12.2012	Gruppe Organische Analytik, Bundesamt für Gesundheit Bern
14.12.2012	Laboratorium für organische Chemie ETHZ
04.12.2012	Direktion EPA und Generalsekretariat VBS
04.12.2012	Pharma Tox Institut Universität Zürich
27.11.2012	Round Table 35 Worb
19.11.2012	R+B Engineering AG, Bern
01.11.2012	Fachschaftstag Biologie- und ChemielehrerInnen Gymnasien Kt. Bern
24.10.2012	Veteranen wirtschaftliche Landesverteidigung
24.10.2012	GCSP Middle East Course
17.10.2012	In CH akkreditierte Botschafter (Botschafterausflug EDA)
05.10.2012	Ernst Basler und Partner AG
21.09.2012	Naturwissenschaftliche Gesellschaft Thun
20.09.2012	FUB ZEO Zentrum elektronische Operationen
17.09.2012	Academy of Military Medical Sciences, Peking
30.08.2012	Senatoren Logistikkbasis der Armee
20.08.2012	fedpol, Bereich Biometrie
13.07.2012	Agency for Defense Development (ADD), Republic of Korea
05.07.2012	GCSP Disarmament Programme
05.07.2012	Biochemisches Institut der Universität Zürich
03.07.2012	Armeestabteil 180
03.07.2012	Amt für Bevölkerungsschutz und Armee Kt. Thurgau
21.06.2012	Zentrum Elektronische Medien, LBA
07.06.2012	Deutschschweizer Physik Kommission
30.05.2012	Polizeischule 64/65 Kantonspolizei Bern
30.05.2012	Laboratory for Waste Management, Paul Scherrer Institut
25.05.2012	Heeresstab FG 3/5/9
11.04.2012	DGA Maîtrise NRBC, Paris
30.01.2012	Psychologischer Dienst der Armee
18.01.2012	Kantonspolizei Neuenburg

Referate

Ausgewählte Referate aus dem Geschäftsjahr 2012. Die Liste ist nicht abschliessend.

Datum	Thema
14.02.2012	Dr. Nadia Schürch: Das neue biologische Sicherheitslabor, Rotary Klub, Suhr
23.02.2012	Dr. Beat Aebi: Rapid Response Team EEVBS, IUPAC Meeting, Spiez
23.02.2012	Dr. Matthias Wittwer: MALDI-TOF MS: a universal fingerprinting tool, IUPAC Meeting, Spiez
24.02.2012	Dr. Beat Aebi: LABOR SPIEZ und Einsatzgruppe VBS, Institut für Rechtsmedizin, Basel
24.04.2012	Stefan Mogl: Incapacitating Agents – „Good to Know“, ICRC Expert Meeting, Montreux
25.05.2012	Dr. Nadia Schürch: Approaches and experiences in the first External Quality Exercise, QUANDHIP-Meeting, Budapest
09.05.2012	Dr. Beat Aebi: Rapid Response Team EEVBS, CBMTS IX Symposium, Spiez
09.05.2012	Dr. Matthias Wittwer: MALDI-TOF MS for the identification of highly pathogenic Bacteria, CBMTS IX Symposium, Spiez
05.06.2012	Dr. Peter Siegenthaler: OPCW Proficiency Testing and QC Measures in the Testing Laboratory for CW Agents, Laboratory of Toxicant Analysis, Academy of Military Medical Science (AMMS), Beijing
05.06.2012	Dr. Peter Siegenthaler: Analytical Chemistry Group of SPIEZ LABORATORY: Tasks and Activities, Laboratory of Toxicant Analysis, Academy of Military Medical Science (AMMS), Beijing
05.06.2012	Dr. Peter Siegenthaler: The Swiss Response to CBRN Threats: Incident Response Team and CBRN Sample Handling, Laboratory of Toxicant Analysis, Academy of Military Medical Science (AMMS), Beijing
12.06.2012	Dr. Daniel Kumin: Description of an Accident due to Increasing Pressure in an Air-Tight Room – Lessons Learned, Jahreskonferenz EBSA, Manchester
19.06.2012	Dr. Cédric Invernizzi: Bedeutung von und Bedrohung durch neue Krankheitserreger, KomABC, Bubendorf
20.06.2012	Dr. Cédric Invernizzi: Geburt eines Virus: Gefahr Bioterrorismus, BVET, Bern
03.08.2012	Stefan Mogl: Third Review Conference and Beyond, Wilton Park, Westinghouse
26.09.2012	Stefan Mogl: Nicht letale chemische Kampfstoffe, ABC-Schutzkonferenz, Bern
22.10.2012	Dr. Daniel Kumin: How to Choose a Suit for a BSL-4 Laboratory – The Approach Taken at SPIEZ LABORATORY, Jahresversammlung ABSA, Orlando
23.10.2012	Prof. Dr. Stephen Leib: ZNS Infektionen - Therapieansätze aus experimentellen Modellen, Universität Basel
31.10.2012	Stefan Mogl: OPCW Open Ended Working Group for RevCon: SAB Report to Developments in Science and Technology, OPCW, Den Haag
01.11.2012	Dr. Nadia Schürch: Biologische Bedrohungen, Blockkurs Katastrophenmedizin, Universität Zürich
15.11.2012	Dr. Matthias Wittwer: Pathogenesis and Evolution of Infectious Diseases, Uni Bern
23.11.2012	Dr. Nadia Schürch: B-Dekontamination, 3. Symposium der ABC Suisse, KompZen ABC-KAMIR, Spiez

Publikationen 2012

Nach Fachbereichen geordnet; die Liste ist nicht abschliessend, u.a. weil einige Arbeiten unter die Informationsschutzverordnung des Bundes fallen.



Fachbereich Physik

Labornotiz LN-2012-02 In Situ Uebung Genf

François Byrde, Sahli Hans, Wirz Christoph

Am 18. und 19. September fand die vom BAG organisierte in-Situ Messkampagne 2012 statt. Im Rahmen des normalen Überwachungsprogrammes des BAG wurde die Möglichkeit für eine Vergleichsübung genutzt, an der Teams des BAG, des ENSI, der A-EEVBS sowie des IRSN (Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire aus Frankreich) teilnahmen. Am ersten Tag wurden Gammaskpektrometriemessungen von allen Teams an denselben Punkten, auf dem Gelände des CERN und in unmittelbarer Nähe davon durchgeführt. Am zweiten Tag hatte jedes Team eigene Messpunkte, etwas weiter weg vom CERN. Von Seite A-EEVBS Spiez kam erstmals das Modulfahrzeug zum Einsatz. Dieses wie auch die einheitliche persönliche Ausrüstung haben sich bewährt. Auch die elektrisch gekühlte Gammaskpektrometrieausrüstung hat den letzten Test vor der Einführung 2013 bestanden.

Umweltradioaktivität und Strahlendosen in der Schweiz – Jahresbericht BAG 2011 Natürliche und künstliche Radionuklide in Sedimenten von drei Schweizer Seen.

S.Röllin, R. Holzer, H. Sahli, M. Astner, F. Byrde, M. Burger, E. Klemt, V. Putyrskaya

Es wurden Sedimentkerne vom Brienzer-, Thuner- und Vierwaldstättersee entnommen. Die Sedimentkerne wurden der Länge nach aufgeschnitten und in 1 cm dicke Schichten aufgeteilt. Die Aktivitätskonzentrationen der getrockneten Proben wurden gammaskpektrometrisch und nach entsprechender Probenvorbereitung massenspektrometrisch bestimmt. Bei allen Tiefenprofilen sind die Einträge aufgrund des Global Fallouts der Atomwaffentests und des Tschernobylunfalles deutlich zu erkennen. Im Gegensatz zu ¹³⁷Cs gelangte Plutonium nur durch die Atomwaffentests in die Sedimente. Dies wurde anhand der ²⁴⁰Pu/²³⁹Pu Isotopenverhältnisse bestätigt. Teilweise reichte die Pu Konzentration um auch ²⁴¹Pu zu bestimmen. Anhand des ²⁴¹Pu Zerfalles wurde die Sedimentationsgeschwindigkeit bestimmt und mit den aus den ¹³⁷Cs-Einträgen berechneten durchschnittlichen Sedimentationsgeschwindigkeiten verglichen. Für das Brienzersee-Sediment wurden zudem Tiefen-Alters-Relationen anhand der ²¹⁰Pb Messungen gemacht. Sowohl für die Tiefen-Alters-Relationen als auch für die Sedimentationsraten ergaben sich relativ gute Übereinstimmungen, was auf relativ konstante Sedimentationsprozesse schließen lässt. Die Gesamtaktivitätsverhältnisse von ¹³⁷Cs zu ²³⁹Pu wurden mit aus Bodenprofilen bestimmten Verhältnissen verglichen und unterschiedliches Migrationsverhalten von Cäsium und Plutonium festgestellt.

Grossflächige A - Dekontamination

Dr. Emmanuel Egger

Anhand eines konkreten Beispiels (Explosion einer radiologischen Bombe auf dem Bahnhofplatz Bern) aufgezeigt, welche Herausforderungen bei einer grossflächigen radioaktiven Kontamination auftreten werden. Eine Fläche von mehreren Dutzend Quadratkilometern wird als Folge mit radioaktiven Partikeln kontaminiert. Die nötigen Massnahmen zur Bewältigung dieses Ereignisses zur Rückkehr zum Normalzustand und die dabei auftretenden Herausforderungen werden beschrieben. Es wird darauf hingewiesen, dass die Verteilung des radioaktiven Staubes auf Dächern, Bäumen, Strassen oder Grünflächen vom Wetter abhängt. Die Verteilung (in kBq/m²) kann um bis zu zwei Grössenordnungen variieren. Um jene Dekontaminationsmassnahmen zu wählen, die das beste Kosten/Nutzen Verhältnis aufweisen, ist eine detaillierte Kenntnis der Kontaminationsverteilung notwendig. Dies bedeutet, dass der Beitrag zur Ortsdosisleistung ODL eines jeden Daches, eines jeden Baumes, jeder Grünfläche und jeder Strasse bestimmt werden muss, was eine grosse Herausforderung an die Messorganisation darstellt.

Die zum Schutz der Bevölkerung notwendigen Massnahmen werden diskutiert. Die im DMK der ABCN-EV vorgesehenen Massnahmen gehen viel weniger weit, als die Massnahmen, die in Japan angeordnet wurden. Der personelle Aufwand um das betroffene Gebiet zu dekontaminieren wird sehr hoch sein. Die Erfahrung in Fukushima zeigt, dass ein Zweierteam typischerweise 3 m²/h schafft. Es wird darauf hingewiesen, dass all diese Leute dosimetrisch überwacht werden müssen. Zudem müssen die Dekontaminatoren beim Verlassen der Arbeitszone auf Kontamination überprüft werden. Auch hierfür sind Mittel notwendig. Nach erfolgter Dekontamination muss jedes Gebäude ausgemessen werden, bevor es freigegeben werden kann. Es ist nicht klar, wer diese Aufgabe übernehmen soll. Auch das Problem der Entsorgung der anfallenden radioaktiven Abfälle wird besprochen. Schliesslich wird die Frage aufgeworfen, was wäre, wenn der Zustand vor dem Ereignis nicht wieder hergestellt werden kann. Sollen die Bewohner dieser Gebiete umgesiedelt werden oder ist das Leben in einem Gebiet mit höherer Hintergrundstrahlung zumutbar?

Labornotiz LN 2012-03

Optimierung der Methode zur Trennung von Phosphonsäuren mittels Ionenchromatographie

André Pignolet, Thomas Sarbach

Im Zusammenhang mit dem OPCW-Ringversuch werden jährlich Phosphonsäuremessungen für die organische Analytik durchgeführt. Von den vier Phosphonsäuren Methy-, Ethyl-, Propyl- und Isopropylphosphonsäure konnten bisher nur zwei chromatographisch aufgetrennt und identifiziert werden. Die Optimierungsversuche, unter Anwendung der Software „STAVEX“, führten zu einer Auftrennung und Identifikation aller vier Phosphonsäuren. Die Software „STAVEX“ ist generell zur Optimierung von Analysenverfahren sehr geeignet.



Fachbereich Biologie

J Med Virol. 2011 May;83(5):853-63. doi: 10.1002/jmv.21993.

Phylogenetic and virulence analysis of tick-borne encephalitis virus field isolates from Switzerland

Gäumann R, Ružek D, Mühlemann K, Strasser M, Beuret CM.

Institute for Infectious Diseases, University of Bern, Bern, Switzerland. SPIEZ LABORATORY, Switzerland

Tick-borne encephalitis (TBE) is an endemic disease in Switzerland, with about 110-120 reported human cases each year. Endemic areas are found throughout the country. However, the viruses circulating in Switzerland have not been characterized so far. In this study, the complete envelope (E) protein sequences and phylogenetic classification of 72 TBE viruses found in *Ixodes ricinus* ticks sampled at 39 foci throughout Switzerland were analyzed. All isolates belonged to the European subtype and were highly related (mean pairwise sequence identity of 97.8% at the nucleotide and 99.6% at the amino acid level of the E protein). Sixty-four isolates were characterized in vitro with respect to their plaque phenotype. More than half (57.8%) of isolates produced a mixture of plaques of different sizes, reflecting a heterogeneous population of virus variants. Isolates consistently forming plaques of small size were associated with recently detected endemic foci with no or only sporadic reports of clinical cases. All of six virus isolates investigated in an in vivo mouse model were highly neurovirulent (100% mortality) but exhibited a relatively low level of neuroinvasiveness, with mouse survival rates ranging from 50% to 100%. Therefore, TBE viruses circulating in Switzerland belong to the European subtype and are closely related. In vitro and in vivo surrogates suggest a high proportion of isolates with a relatively low level of virulence, which is in agreement with a hypothesized high proportion of subclinical or mild TBE infections.

Laborbericht LS 2012-06

Bestimmung von Okadasäure in Muscheln

Werner Arnold, Dr. Martin Schär

Okadasäure (OA) und ihre Analoga, die Dinophysistoxine (DTX1, DTX2 und DTX3), bilden zusammen die Gruppe der OA-Toxine. Die Toxine der OA-Gruppe sind die Ursache einer als Diarrhoeic Shellfish Poisoning (DSP), bezeichneten Erkrankung des Menschen, die nach dem Genuss von kontaminierten Meeresfrüchten (vor allem von Muscheln) auftreten kann. Die Erkrankung ist durch die Symptome Durchfall, Übelkeit, Erbrechen und Bauchschmerzen charakterisiert. Der Grenzwert für die OA-Gruppe (inkl. Pectenotoxine) wird im Schweizerischen Lebensmittelbuch mit 160 g/kg festgelegt, die gleiche Quelle definiert auch die möglichen Nachweisverfahren, wobei diese zur Zeit viel diskutiert werden. In einem ersten Schritt haben wir uns auf die quantitative Erfassung der Okadasäure (als Leitsubstanz der OA-Gruppe) beschränkt. Dazu wurden 2 verschiedenen analytische Verfahren eingeführt, nämlich ein Immunoassay (LFA) und LC-MS/MS Messungen. Als akkreditiertes Labor für PSP-Toxine (Saxitoxin und Derivate) ist es wichtig, der Lebensmittelindustrie weitere Analysenmethoden für marine Toxine anbieten zu können.

Labornotiz LN AW-2012-1

Immunologischer Nachweis (LFA) von Domoinsäure in Muscheln

Werner Arnold

Im Laborbericht LS 2011-05 wurde die HPLC-DAD-Bestimmung der Domoinsäure nach DIN EN 14176 in Muscheln detailliert beschrieben und dokumentiert. Gegen Ende 2011 wurde nun ein Hersteller (NEOGEN) gefunden, der auch einen Immunoassay (Lateral Flow Assays, LFA) für die Detektion von Domoinsäure anbietet. Dieser LFA wurde im Bezug auf Empfindlichkeit und Kreuzreaktivität getestet. Die Resultate wurden in dieser Labornotiz zusammengefasst.

A Bioanalytical Platform for Simultaneous Detection and Quantification of Biological Toxins

Oliver G. Weingart, Hui Gao, François Crevoisier, Friedrich Heitger, Marc-André Avondet and Hans Sigrist

Prevalent incidents support the notion that toxins, produced by bacteria, fungi, plants or animals are increasingly responsible for food poisoning or intoxication. Owing to their high toxicity some toxins are also regarded as potential biological warfare agents. Accordingly, control, detection and neutralization of toxic substances are a considerable economic burden to food safety, health care and military biodefense. The present contribution describes a new versatile instrument and related procedures for array-based simultaneous detection of bacterial and plant toxins using a bioanalytical platform which combines the specificity of covalently immobilized capture probes with a dedicated instrumentation and immuno-based microarray analytics. The bioanalytical platform consists of a microstructured polymer slide serving both as support of printed arrays and as incubation chamber. The platform further includes an easy-to-operate instrument for simultaneous slide processing at selectable assay temperature. Cy5 coupled streptavidin is used as unifying fluorescent tracer. Fluorescence image analysis and signal quantitation allow determination of the toxin's identity and concentration. The system's performance has been investigated by immunological detection of Botulinum Neurotoxin type A (BoNT/A), Staphylococcal enterotoxin B (SEB), and the plant toxin ricin. Toxins were detectable at levels as low as 0.5–1 ng·mL⁻¹ in buffer or in raw milk.

Applied Biosafety, Vol.17, No.2,2012

First Report: Application of MALDI-TOF MS within an External Quality Assurance Exercise for the Discrimination of Highly Pathogenic Bacteria from Contaminant Flora

Matthias Wittwer, Peter Lasch, Michal Drevinek, Sabine Schmoldt, Alexander Indra, Daniela Jacob and Roland Grunow

In the present report we describe the application of Matrix Assisted Laser Desorption/Ionization Time-of-Flight (MALDI-TOF) Intact Cell Mass Spectrometry (ICMS) within a proficiency test organized by a EU funded project on the topic of Establishment of Quality Assurances for Detection of Highly Pathogenic Bacteria of Potential Bioterrorism Risk (EQADeBa). In total 15 samples with native bacteria including risk group 3 (RG3) target agents and non-RG3 bacteria as potential contaminants, were analyzed by five different labs with ICMS. Whereas the technique showed good performance in the identification of the non-RG3 contaminants the application on RG3 target agents was less successful. One reason for the limited performance is the lack of sufficient reference spectra in commercial databases resulting from the restricted access to RG3 reference strains. Another issue is the applied statistical identification approaches, which do not exploit the full potential of the technique in regard to the taxonomic resolution. Last but not least bacterial inactivation, which is mandatory for analyzing RG3 agents in a non-BSL-3 environment affects the mass spectra and thus may hamper a reliable identification.

Development of a high- versus low-pathogenicity model of the free-living amoeba Naegleria fowleri.

Burri DC, Gottstein B, Zumkehr B, Hemphill A, Schürch N, Wittwer M, Müller N.

Species in the genus Naegleria are free-living amoebae of the soil and warm fresh water. Although around 30 species have been recognized, Naegleria fowleri is the only one that causes primary amoebic meningoencephalitis (PAM) in humans. PAM is an acute and fast progressing disease affecting the central nervous system. Most of the patients die within 1-2 weeks of exposure to the infectious water source. The fact that N. fowleri causes such fast progressing and highly lethal infections has opened many questions regarding the relevant pathogenicity factors of the amoeba. In order to investigate the pathogenesis of N. fowleri under defined experimental conditions, we developed a novel high- versus low-pathogenicity model for this pathogen. We showed that the composition of the axenic growth media influenced growth behaviour and morphology, as well as in vitro cytotoxicity and in vivo pathogenicity of N. fowleri. Trophozoites maintained in Nelson's medium were highly pathogenic for mice, demonstrated rapid in vitro proliferation, characteristic expression of surface membrane vesicles and a small cell diameter, and killed target mouse fibroblasts by both contact-dependent and -independent destruction. In contrast, N. fowleri cultured in PYNFH medium exhibited a low pathogenicity, slower growth, increased cell size and contact-dependent target cell destruction. However, cultivation of the amoeba in PYNFH medium supplemented with liver hydrolysate (LH) resulted in trophozoites that were highly pathogenic in mice, and demonstrated an intermediate proliferation rate in vitro, diminished cell diameter and contact-dependent target cell destruction. Thus, in this model, the presence of LH resulted in increased proliferation of trophozoites in vitro and enhanced pathogenicity of N. fowleri in mice. However, neither in vitro cytotoxicity mechanisms nor the presence of membrane vesicles on the surface correlated with the pathologic potential of the amoeba. This indicated that the pathogenicity of N. fowleri remains a complex interaction between as-yet-unidentified cellular mechanisms.

Comparison of rapid methods for detection of Giardia spp. and Cryptosporidium spp. (oo)cysts using transportable instrumentation in a field deployment

Keserue HA, Fuchsli HP, Wittwer M, Nguyen-Viet H, Nguyen TT, Surinkul N, Koottatep T, Schürch N, Egli T.

Reliable, sensitive, quantitative, and mobile rapid screening methods for pathogenic organisms are not yet readily available, but would provide a great benefit to humanitarian intervention units in disaster situations. We compared three different methods (immunofluorescent microscopy, IFM; flow cytometry, FCM; polymerase chain reaction, PCR) for the rapid and quantitative detection of Giardia lamblia and Cryptosporidium parvum (oo)cysts in a field campaign. For this we deployed our mobile instrumentation and sampled canal water and vegetables during a 2 week field study in Thailand. For purification and concentrations of (oo)cysts, we used filtration and immunomagnetic separation. We were able to detect considerably high (oo)cysts concentrations (ranges: 15-855 and 0-240 (oo)cysts/liter for Giardia and Cryptosporidium, respectively) in 85 to 300 min, with FCM being fastest, followed by PCR, and IFM being slowest due to the long analysis time per sample. FCM and IFM performed consistently well, whereas PCR reactions often failed. The recovery, established by FCM, was around 30 % for Giardia and 13 % for Cryptosporidium (oo)cysts. It was possible to track (oo)cysts from the wastewater further downstream to irrigation waters and confirm contamination of salads and water vegetables. We believe that rapid detection, in particular FCM-based methods, can substantially help in disaster management and outbreak prevention.



Vergleich verschiedener NMR-Röhrchen

Dr. Urs Meier

^1H , ^1H - ^{31}P HSQC, $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ und $^{19}\text{F}\{^1\text{H}\}$ Spektren von einer 10 ppm Lösung GB in CDCl_3 können mit 5, 3, 2.5 und 2 mm NMR Röhrchen mit Standardparametern gemessen werden. Gemäss den OPCW Kriterien sind die $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ und $^{19}\text{F}\{^1\text{H}\}$ Spektren vom 2 mm Röhrchen grenzwertig. Bei achtfach längerer Messzeit entsprechen alle Spektren von allen Röhrchen den OPCW Kriterien. Die Signal zu Rausch Verhältnisse in den Spektren vom 3 mm Röhrchen bei achtfacher Messzeit entsprechen den Spektren der 5 mm Röhrchen mit Standardmesszeiten. Bei beschränkter Probenmenge ist der Gebrauch von 3 mm Röhrchen anstelle von 5 mm Röhrchen angezeigt. Dadurch wird die benötigte Substanzmenge von 650 auf 170 l reduziert. Die Verwendung von 2.5 und 2 mm Röhrchen mit einem Substanzbedarf von 130 und 75 l bringt gegenüber 3 mm Röhrchen keine signifikante Reduktion der benötigten Probenmengen. Ihr Gebrauch ist lediglich in «Notfällen» sinnvoll. Im Falle von 2.5 und 2 mm Röhrchen müsste die Messzeit um die Faktoren 16 und 47 verlängert werden um die Sensitivität der Messung von 5 mm Röhrchen mit standard Aufnahmeparametern zu erreichen

Nachweis von Liste 3 Phosphorverbindungen mittels $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ NMR Spektroskopie

Dr. Urs Meier

Phosphoroxchlorid, Dimethyl- und Diethylphosphit sind in CDCl_3 stabil. Trimethyl- und Triethylphosphit sind in der Abwesenheit von Sauerstoff stabil. Phosphortrichlorid und Phosphorpentachlorid sind in der Präsenz von Sauerstoff und Wasser nicht stabil. Sie reagieren zu Phosphoroxchlorid. Enthalten die untersuchten Verbindungen Wasserstoffatome, so entspricht die Messempfindlichkeit derjenigen von Fluoridaten. Enthalten die Verbindungen keine Wasserstoffatome, so ist die Messempfindlichkeit gegenüber wasserstoffhaltigen Verbindungen -5-10 fach kleiner, bedingt durch die substanziiell breiteren Signale und die Absenz des NOE (Nuclear Overhauser Effect). Die standard Messparameter für $^{31}\text{P}\{^1\text{H}\}$ sind für die Messung aller untersuchten Phosphorverbindungen geeignet.

LC-SPE-NMR Techniken zur Identifikation von CWÜ relevanten Verbindungen in schwierigen Matrices

Dr. Urs Meier

Alkyl alkylphosphonate und Phosphonsäuren können aus 1% Dekontaminationslösungen mittels HILIC Chromatographie aufgetrennt und mit NH₂ Kartuschen aufgefangen werden. Die Isopropylphosphonsäure eluiert vor der Propylphosphonsäure. Aus 5% Dekontaminationslösungen werden nur die Alkyl alkylphosphonsäuren aufgefangen und dies mit einer kleineren Wiederfindungsrate als für die 1% Dekontaminationslösungen. Basen wie NaOH, KOH, Natrium- und Ammoniumsalze eluieren in der HILIC Chromatographie nicht in einer scharfen Bande, sondern sind über das ganze Chromatogramm verschmiert. 2-(dialkylamino)ethanole, mit Ausnahme von 2-(dimethylamino)ethanol, in 1% Dekontaminationslösungen können mit C18 Umkehrphasenchromatographie aufgetrennt und auf SH und MMA Kartuschen aufgefangen werden. Der Vergleich von C18, SH und MMA Kartuschen zeigt, dass die SH- und MMA Kartuschen für die Adsorption polarer neutraler, basischer und saurer Verbindungen besser geeignet sind als C18 Kartuschen.

Untersuchungen zur Trennung von polaren CWÜ-relevanten Verbindungen mit Hydrophilic Interaction Chromatography (HILIC) und dem LC/MS System Agilent 1200-AB/MDS Sciex 3200QTrap

Dr. Martin Schaer

Die Reversed Phase-Flüssigchromatographie ist ein gebräuchliches, robustes Trennverfahren. Sie wird in der Gruppe OA routinemässig eingesetzt. Stark polare, kleine Moleküle, wie dies viele Abbauprodukte von chemischen Kampfstoffen sind, können damit jedoch oft nur ungenügend getrennt werden. Eine leistungsfähige Trennmethode für solche Verbindungen wäre deshalb als Ergänzung zum Reversed Phase-Verfahren wünschenswert. Ein modernes und interessantes Trennverfahren für polare Substanzen ist HILIC (Hydrophilic Interaction Liquid Chromatography).

In dieser Arbeit wurden die Trenneigenschaften verschiedener HILIC-Materialien mit einer Mischung von polaren, CWÜ-relevanten Verbindungen getestet. Dazu wurden der pH, die Pufferkonzentration und der Gradientenverlauf der mobilen Phase variiert. Es zeigte sich, dass mit der ZIC®-HILIC-Säule von MERCK bei pH 3 und einer Pufferkonzentration von 50mM eine gute Trennung mit deutlich erhöhter Retention gegenüber dem Reversed Phase-Verfahren für alle untersuchten Verbindungen erzielt werden kann.

Detection and Identification of Hydrolysis Products of Sulfur Mustards at Trace Levels in Environmental Samples Using Liquid Chromatography Solid Phase Extraction combined with Off-line Nu-clear Magnetic Resonance Analysis

Dr. Urs Meier

Abstract: An LC-UV-SPE NMR method for the analysis of polar hydrolysis products of the chemical warfare agents known as sulfur mustards at trace levels in environmental samples is developed. The hydrolysis products thiodiglycol (I), bis (2-hydroxyethylthio)methane (II), 1,2-bis (2-hydroxyethylthio)ethane (III), 1,3-bis (2-hydroxyethylthio)propane (IV), 1,4-bis (2-hydroxyethylthio)butane (V), 1,5-bis (2-hydroxyethylthio)pentane (VI), bis (2-hydroxymethyl-thioethyl)ether (VII) and bis (2-hydroxyethylthioethyl)ether (VIII) are baseline separated within 11 min by the LC gradient program and trapped on-line on SPE cartridges. After elution in 2 mm o.d. NMR tubes ^1H NMR spectra were recorded. Recoveries vary from $43\pm 5\%$ for I to $102\pm 5\%$ for VI and are limited by volume breakthrough. The detection limits of the LC-SPE NMR method vary between 200 ng for V and 450 ng for I. Large volume injections are shown to be more effective than multiple trapping for the analytes I-VIII to increase the amount of material trapped on the SPE cartridges. The applicability of the developed method to the analysis of environmental samples was tested by the analysis of sample 293 provided by the 29th official OPCW (Organization for the Prohibition of Chemical Weapons) proficiency test. The chromatographic and ^1H NMR data obtained by the method are highly reproducible and provide acceptable data for the identification of chemicals related to CWC (Chemical Weapons Convention) in case an off-site analysis for the verification of the CWC or OPCW proficiency tests according to the OPCW criteria for the acceptance of chromatographic and ^1H NMR spectral data.

Labornotiz 2011-01-DUT

Labor Test Abwassersterilisation BL

Roland Kurzo, Dr. Christophe Curty

Die Aufbereitung des Abwassers aus dem Biologie Sicherheitslabor (BL) des LABOR SPIEZ wurde im Labormassstab durchgeführt. Mit dem Ziel die chemische Sicherheit dieser Anlage zu überprüfen. Die drei einzelnen Phasen – Abbau Peressigsäure, Sterilisation und Neutralisation – wurden auf Druckänderung, Temperaturänderung, Feststoffbildung und Zeitdauer im optimalen Labormassstab verfolgt.

Nur der Zusatz von Mangansulfat garantiert einen vollständigen Abbau der Peressigsäure. Bei der Verwendung von Mangansulfatlösung muss die Zugabe unbedingt vor der Einstellung des pH-Werts (> 10) erfolgen, damit eine zu heftige Entgasungsreaktion verhindert werden kann.

Der Abbau der Peressigsäure ohne Mangansulfat Zusatz ist nicht vollständig. Bei höherem pH-Wert (>12) ist der Abbau schneller aber auch nicht komplett. Ist der Abbau der Peressigsäure nicht vollständig, dann kommt es im Sterilisationsprozess zu Druckerhöhungen von 6 bis 8 bar (ohne Peressigsäure maximal 3.3 bar).

Die drei Phasen zeigen nur eine leichte Temperaturänderung.

Feststellungen, Fragen und Empfehlungen für eine sichere Benützung der Anlage wurden dokumentiert. Dabei muss beachtet werden, dass die Laborversuche nicht direkt auf die bestehende Anlage übernommen werden können.

Laborbericht LS 2012-04

CWA – Glucose bioadducts. Towards their synthesis for use in CWA detection

Dr. Nicolas Fragnière

The presence in human body of an interesting amount of different carbohydrates, either free or bounded to macromolecules like proteins, makes them good candidates for the detection of a chemical warfare agent contamination, thanks to the possible formation of CWA - sugar adducts. In this work, it was explored if such adducts could be synthetically formed under the appropriate conditions. Even if a direct coupling on glucose seems to be difficult, it was shown that a protected glucose like 1,2:3,4-di-O-isopropylidene- α -D-galactopyranose reacts almost totally with CWA simulants like MPEC or IPPEC, but not with half mustard. The deprotection of the glucose was then succeeded with TFA, but a partial hydrolysis of the phosphonate was also observed, especially with the ethyl methylphosphonate compound, giving the monoalkyl phosphonic acid adduct. Moreover, the problems met for the purification did not allow to obtain the pure desired adducts.

Beside the adduct formation, it was also tried to protect the hydroxyl groups of glucose. Indeed, derivatization would allow to follow reaction on carbohydrate by GC-MS. Second, a selective protection of primary or secondary hydroxyl groups would be an interesting mean to orientate coupling reactions either on primary or secondary alcohol function. Unfortunately, neither the derivatization nor the selective protection of glucose gave useful results.

Laborbericht LS 2012-08

Herstellung von cyclischen Alkylphosphonsäure- und Alkylthiophosphonsäureestern

Benjamin Menzi

Die cyclischen Alkylphosphonate oder Alkylthiophosphonate mit einer Methyl-, Ethyl-, n-Propyl und Isopropylgruppe am Phosphoratom gelten im Chemiewaffenübereinkommen (CWÜ) als Liste 2 Verbindungen. Sie können bei der Dekontamination entstehen, bei der im Entgiftungsmittel ein Diol als Lösevermittler eingesetzt wurde.

Mit dem 19. Proficiency Test (PT) der Organisation for the prohibition of chemical weapons (OPCW) im Frühjahr 2006 wurde das LABOR SPIEZ erstmals mit einem cyclischen Alkylphosphonsäureester konfrontiert. Die auf Grund von analytischen Hinweise vermutete Verbindung wurde in kurzer Zeit synthetisiert, um dann als analytische Referenz verwendet werden zu können. Nach diesem Test wollte das LABOR SPIEZ die erkannte synthetische und analytische Lücke schliessen.

Anlässlich einer militärischen Dienstleistung wurde eine grosse Palette von cyclischen Alkylphosphonsäure- und Alkylthiophosphonsäureestern mit verschiedenen Vertretern von Diolen, Dithiolen und Olthiolen im Mikromassstab, zur Aufnahme der Gaschromatografischen Massenspektren in die Datenbank, hergestellt. Anschliessend wurden einige Verbindungen aus dieser Palette ausgewählt und als Referenzmuster im Labormassstab hergestellt. Im vorliegenden Bericht werden die Arbeiten zur Herstellung cyclischer Alkylphosphonsäure- und Alkylthiophosphonsäureestern zusammengefasst beschrieben.

Laborbericht LS 2012-09

Serine, tyrosine and threonine – nerve agents bioadducts. Towards their synthesis for use in CWAs detection

Sebastian Dobarco

Organophosphorus nerve agents are a highly toxic type of chemical warfare agents and still represent a threat all over the world due to their potential use in terrorist purposes. Nerve agents are rapidly distributed and metabolized in vivo after exposure, forming partly covalent adducts with macromolecules such as enzymes and other proteins. These bioadducts and resulting metabolites could be used as biomarkers of nerve agent exposure.

An efficient and reliable procedure for the synthesis of phosphorylated amino acids has thus been developed, affording the desired compounds in high level of purity for the elaboration of accurate references. The phosphorylations of Cbz- and Bn-protected amino acids were performed under a new developed set of conditions, which allowed the effective installation of a broad range of organophosphorus moieties onto the hydroxyl side chains of serine, threonine and tyrosine. The efficient removal in one step of the Cbz and Bn protecting groups by hydrogenolysis reaction provided the targeted adducts in good yields and high purities. A reliable purification procedure by precipitation was furthermore developed in order to reach highest levels of purity for the targeted phosphorylated amino acids. Procedures for the Cbz- and Bn-protections of natural amino acids, as well as the effective synthesis of the alkyl methylphosphonochloridates were also investigated and optimized.

Impact of microreactor technology on chemical warfare chemistry: a statistical approach

Dr. Christophe Curty

Since the beginning of the 1990's, when first publications appeared reporting examples of reactions conducted in microreactors, numerous applications in many different areas of chemistry have been successfully developed using the continuous flow technique. Initially based on academic focus, the fine chemical and pharmaceutical industries are now widely investigating this technology. It has become more and more obvious that microreactor technology has begun to influence the concepts of chemical processing on both laboratory and industrial scale.

Although numerous examples of uses of microreactors are reported in the open literature to date [1], no reference has been made on the preparation of chemical warfare agents (CWAs), the chemicals scheduled in the Chemical Weapon Convention (CWC) [2] or their related products. Furthermore, the main key-reactions allowing the preparation of this category of chemicals were also not investigated.

With the aim to establish the impact of microreactors on the preparation of chemicals, the relevance of the publications referring to this technology in the open literature was determined. Furthermore, a theoretical evaluation of the compatibility of the standard working procedures for continuous microreactor processes was run at the Organic Chemistry group at SPIEZ LABORATORY.



Fachbereich ABC-Schutztechnologie

SwissPlastics, Ausgabe 11/2012

Die optimal Recyclinglösung finden

Beim Kunststoffrecycling abwägen, was am sinnvollsten ist

Christian Krebs

Das Thema Recycling von Polymerwerkstoffen wird im Allgemeinen in der Öffentlichkeit als „Plastikproblem“ wahrgenommen. Es wird vom „Plastikteppich im Pazifik“ gesprochen und geschrieben, als wäre der Verursacher des Problems der Kunststoff. In Wirklichkeit ist es jedoch der Mensch, welcher mit den Abfällen unachtsam umgeht. Genauso wie alle andern Werkstoffe rezykliert werden können, ist dies auch mit Polymeren machbar. Es gibt heute technische Möglichkeiten, um sämtliche Kunststofftypen (Thermoplaste, Thermoplastische Elastomere, Duromere, Faserverbundwerkstoffe und Elastomere) sinnvoll zu verwerten und zu nutzen. Dabei sind unterschiedliche Recyclingkreisläufe zu beachten.

LABOR SPIEZ

Das eidgenössische Institut für ABC-Schutz

CH-3700 Spiez

Tel. +41 (0)33 228 14 00

Fax +41 (0)33 228 14 02

laborspiez@babs.admin.ch

