



Inhaltsverzeichnis

	Editorial	4-5
01	Überwachung der Umweltradioaktivität: Ein Beitrag zum Schutz der Bevölkerung	6-9
02	Einführung des BioFire-Systems zum Nachweis von B-Terror relevanten Erregern	10-13
03	Ein Gewinn für beide: Die Zusammenarbeit zwischen dem SKH und dem Labor Spiez	14-17
04	Durch internationale Übungen den UN-Generalsekretärsmechanismus stärken	18-19
05	Probenvorbereitung für den 55 th Official OPCW Proficiency Test	20-23
06	Das Labor Spiez im Einsatz	24-27
07	Numerische Simulation der Druckwirkung bei Totalversagen einer Erdgashochdruckleitung in urbanem Gebiet	28-30
08	Serologische Forschung mit Pockenimpfstoffen der dritten Generation	31-33
09	La collaboration scientifique dans la défense NRBC à l'exemple de la France et de la Suisse	34-35
10	Charakterisierung von Spaltmaterial im Dienst der Abrüstungskontrolle	36-37
11	Sanierung der Horizontalen Schockprüfanlage	38-40
12	Staatsbesuch im Labor Spiez	41-43
13	10 Jahre Spiez CONVERGENCE	44-48
14	Wissenschaftliche Publikationen 2024	50-51
15	Akkreditierte Prüflaboratorien	52
16	Organigramm	53

25. April 2024

Liebe Leserin, lieber Leser



Marc Cadisch
Vizedirektor BABS
Leiter Labor Spiez

Aus beruflichem und persönlichem Interesse beobachte ich die globalen sicherheitspolitischen Entwicklungen –und mache mir meine Gedanken dazu. Ich vermute, dass es den meisten von Ihnen ähnlich geht: Wir müssen feststellen, dass sich in den letzten Jahren und besonders seit dem russischen Angriff auf die Ukraine die geopolitische Lage fundamental verändert hat. Mit der Präsidentschaft von Donald Trump in den USA hat die Entwicklung nochmals an Dynamik gewonnen. Lange Zeit als fest und sicher geltende Werte und Strukturen verändern sich gerade rasend schnell. Weltweit setzt sich zunehmend das Recht des Stärkeren durch. Umso mehr muss die Schweiz in der Lage sein, die eigene Sicherheit zu garantieren. Und sie ist dazu aufgerufen, einen namhaften Beitrag zur Sicherheit in Europa und in der Welt zu leisten.

Im Aufgabenbereich ABC-Schutz wollen wir als Labor Spiez unseren Teil dazu beitragen. Unsere wissenschaftliche Kompetenz ist auf nationaler und auf internationaler Ebene seit längerem gefragt, um die Vorsorge und die Vorbereitungen für einen guten ABC-Schutz zu gewährleisten. Im Zeichen der jüngsten Entwicklungen müssen auch wir unsere Ausrichtung aber anpassen und Kompetenzen weiterentwickeln. Wir übernehmen immer mehr

Einsatzaufgaben und bringen unsere Expertise im ABC-Schutz sozusagen direkt an die Front: bei konkreten Bedrohungssituationen, zur Analyse von verdächtigen Objekten, vor allem auch zur Sicherstellung des ABC-Schutzes bei internationalen Konferenzen in der Schweiz. Wir arbeiten dabei jeweils eng mit der Polizei und anderen Einsatzorganisationen zusammen. Im vorliegenden Jahresbericht 2024 finden Sie mehrere Beiträge mit Bezug zu den Einsatzaufgaben des Labor Spiez.

Die Einsatzfähigkeit des Labor Spiez muss auch in Zukunft sichergestellt sein. Mit der bestehenden Infrastruktur ist dies nicht mehr auf Dauer sichergestellt. Ich bin deshalb sehr froh, dass wir mit dem Projekt Erneuerung Labor Spiez auf gutem Weg sind: Der Gesamtleistungswettbewerb für einen Neubau des Labor Spiez befindet sich in der Schlussphase, noch in diesem Jahr wird das Siegerprojekt ausgewählt. Danach folgt der politische Prozess zur Bewilligung der finanziellen Mittel. Damit ein derartiges Projekt erfolgreich sein kann, müssen die beteiligten Stellen im VBS und darüber hinaus gut zusammenarbeiten. Ich bin sehr dankbar, dass uns dies bisher gelungen ist und möchte an dieser Stelle allen beteiligten Stellen, allen voran armasuisse Immobilien, dafür meinen herzlichen Dank aussprechen.

Chère lectrice, cher lecteur,

C'est tant professionnellement que par intérêt personnel que je suis les évolutions internationales en matière de politique et de sécurité. Autant d'occasions de me forger ma propre opinion, qui, je suppose, ne s'éloigne guère de votre ressenti : force est de constater que la donne géopolitique a fondamentalement changé ces dernières années, en particulier depuis l'agression russe en Ukraine. Une dynamique qui s'est encore accélérée avec l'accession de Donald Trump à la présidence des États-Unis. Des valeurs et des structures longtemps considérées comme immuables sont en train d'être renversées à une vitesse vertigineuse. Partout dans le monde, c'est de plus en plus la loi du plus fort qui prévaut. Dans ce contexte, la Suisse doit plus que jamais être en mesure de garantir sa propre sécurité. Et elle est appelée à œuvrer de façon significative à celle de l'Europe et du monde.

Le Laboratoire de Spiez entend apporter sa contribution à cette entreprise dans le domaine de la protection NBC. Notre expertise scientifique en ce qui concerne la prévention et la préparation nécessaires à une bonne protection est depuis longtemps reconnue et recherchée au niveau national comme international. Cependant, au vu des dernières évolutions, nous devons nous aussi nous adapter et développer nos compétences. C'est ainsi que nous assumons de plus en plus de tâches d'intervention, amenant notre savoir-faire en matière de protection NBC directement sur le terrain : situations de menace concrètes, analyse d'objets suspects, mais aussi et surtout protection NBC lors de conférences internationales en Suisse. Ces missions sont toujours menées en étroite collaboration avec la police et d'autres organisations d'intervention. Vous trouverez dans le présent rapport annuel 2024 plusieurs articles consacrés aux tâches opérationnelles du Laboratoire de Spiez.

Il s'agit par ailleurs de veiller au maintien futur de notre capacité d'intervention. À long terme, l'infrastructure existante n'apporte plus les garanties nécessaires en la matière. Je suis donc très heureux que le projet de rénovation du Laboratoire de Spiez soit en bonne voie : le concours portant sur les études et la réalisation d'un nouveau bâtiment est entré dans sa dernière ligne droite, et le projet lauréat sera sélectionné d'ici à la fin de l'année. S'ensuivra alors le processus politique d'octroi des moyens financiers. La réussite d'un tel projet exige la bonne collaboration des services concernés au sein du DDPS et au-delà. J'apprécie grandement le fait que cette coopération soit jusqu'à présent une réalité et tiens à exprimer ici mes sincères remerciements à tous les services impliqués, en particulier à armasuisse Immobilier.

Marc Cadisch

Vice-directeur de l'OFPP,
Chef du Laboratoire de Spiez

Überwachung der Umweltradioaktivität: Ein Beitrag zum Schutz der Bevölkerung

In den 1950er Jahren wurden zahlreiche oberirdischen Atomwaffentests durchgeführt. Als Folge davon stieg die Radioaktivität weltweit erheblich. Vor diesem Hintergrund wurde auch in der Schweiz ab 1956 ein Netzwerk für Kontrollmessungen aufgebaut. Seit 1986 hat das Bundesamt für Gesundheit (BAG) den gesetzlichen Auftrag, ionisierende Strahlung und Radioaktivität in der Umwelt zu überwachen. Auf dieser Grundlage erstellt das BAG jährlich ein Probenahme- und Messprogramm, zu welchem das Labor Spiez mit radioanalytischen Analysen von Boden-, Gras-, Milch- und Wasserproben beiträgt.

Cédric von Gunten
Marc Stauffer

Jährlich untersucht das Labor Spiez im Auftrag des BAG rund 80 Proben von diversen Berner Standorten sowie von den Abwässern der Schweizer Kernkraftwerke (KKW) auf bestimmte Radionuklide. An den Standorten im Berner Oberland (Fahrni, Gimmelwald, Lauterbrunnen, Mürren) und im Jura (Diesse) wird der Pfad der Radionuklide aus der Umwelt in die Lebensmittel überwacht. Dazu werden Boden-, Gras- und Milchproben auf die betreffenden Nuklide hin analysiert. Diese Radionuklide stammen heute noch in erster Linie von den oberflächlichen Atomwaffenversuchen sowie von dem KKW-Unfall in Tschernobyl. Ausserdem werden Wasserproben aus der Abwasserreinigungsanlage Bern auf spezielle Radionuklide untersucht, die in medizinischen Therapien zum Einsatz kommen.

Neben dem Labor Spiez unterstützen noch weitere Institute das BAG in diesem Überwachungsprogramm der Umweltradioaktivität (URA). Damit werden andere Regionen der Schweiz und weitere für den Strahlenschutz relevante Lebensbereiche abgedeckt. Die Resultate werden vom BAG in speziellen Jahresberichten veröffentlicht.

Aufwendige Strontium-Analyse im Labor

Die Bestimmung verschiedener Radionuklide erfolgt im Labor mit unterschiedlichen Analysemethoden. Während einige Nuklide direkt mittels Gammapektrometrie nachgewiesen werden können, erfordert die Analyse anderer Nuklide Verfahren wie die Massenspektrometrie.



Ein besonders relevantes Radionuklid ist Strontium 90 (Sr 90), das als eines der Hauptprodukte bei der Kernspaltung von Uran entsteht. Mit einer Halbwertszeit von fast 29 Jahren bleibt es lange in der Umwelt erhalten. Aufgrund seiner chemischen Ähnlichkeit zu Calcium folgt es in der Natur dem Calciumkreislauf: Es gelangt über den Boden in Pflanzen wie Gras, damit in die Milch von Weidetieren und schliesslich in den menschlichen Körper. Wie Calcium lagert es sich in den Knochen ein und verbleibt dort über lange Zeit. Diese Eigenschaften machen Sr 90 zu einem wichtigen Marker für Umweltradioaktivität.

Da Sr 90 ein reiner Beta-Strahler ist, kann das Nuklid nicht mittels Gamma-spektrometrie nachgewiesen werden. Durch die MS/MS Technologie könnte in Zukunft die Messung mittels Mas-

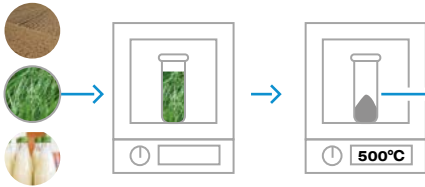
senspektrometrie möglich sein – aktuell erfolgt die Bestimmung jedoch weiterhin nach der klassischen radiochemischen Analyse-methode (siehe Grafik auf Seite 8).

Die Beta-Strahlung von verschiedenen Nukliden ist nicht direkt unterscheidbar. Ein Low Level Counter kann daher nicht unterscheiden, ob ein Zerfall von Sr 90 oder beispielsweise Y 90 stammt. Damit die Strontium-Messung zuverlässig ist, muss also sichergestellt werden, dass ausschliesslich Sr 90 in der Probe vorhanden ist. Aufgrund der komplexen Probenaufarbeitung und einer Messdauer von 60 Stunden dauert die Bestimmung von Sr 90 rund drei Wochen; für die zusätzlichen Bestimmung von Sr 89 sind sogar rund 6 Wochen erforderlich.

▲
Meerwasserprobenahme,
Kernkraftwerk Fukushima
Daiichi im Hintergrund links

Klassische radiochemische Analysemethode

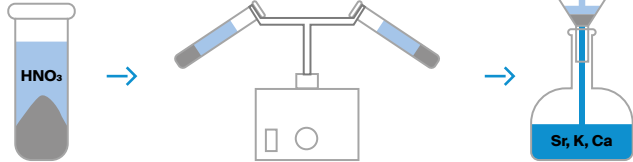
1. Probenvorbereitung



Die Milch-, Boden- oder Grasproben werden getrocknet (Milch durch Gefriertrocknung).

Anschliessend werden sie bei über 500° C im Muffelofen verascht.

2. Extraktion

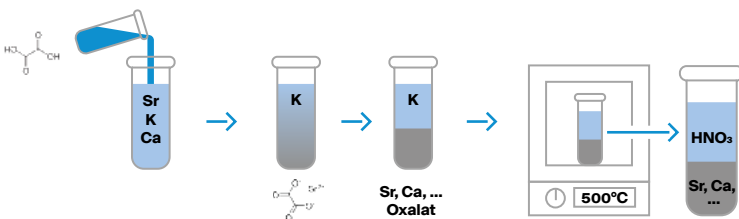


Die Asche wird mit Salpetersäure extrahiert.

Inaktives Strontium wird zugegeben, um die Ausbeuten der nachfolgenden Schritte zu kontrollieren.

Durch Zentrifugation und Filtration werden Feststoffreste abgetrennt.

3. Oxalat-Fällung (Grob-Abtrennung)

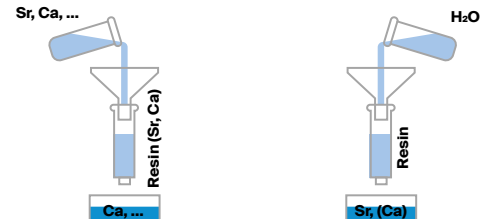


Mittels Oxalsäure wird schwerlösliches Sr-Oxalat ausgefällt.

Über Wasch- und Zentrifugationsschritte wird das Sr-Oxalat abgetrennt. Damit werden Kalium und weitere Elemente eliminiert, die die folgenden Schritte stören würden.

Das Sr Oxalat wird bei über 500° C im Muffelofen wieder verascht und das verbleibende Sr in Salpetersäure gelöst.

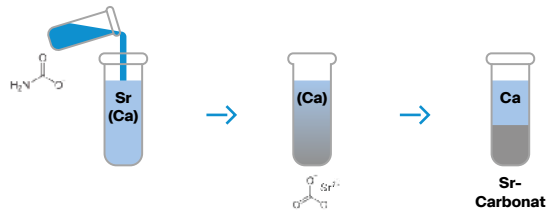
4. Strontium-Abtrennung



Mithilfe einer speziellen Strontium-Säule (SR Resin) wird Strontium von den restlichen Elementen abgetrennt, die nicht durch die Oxalat-Fällung abgetrennt wurden.

Mit Wasser werden das Strontium und Reste von Calcium von der Säule gewaschen.

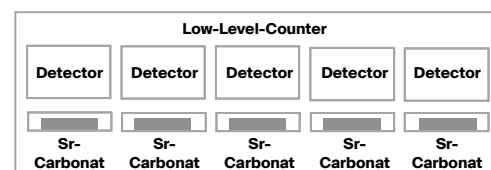
5. Karbonat-Fällung



Zum Messen muss das Strontium als Feststoff vorliegen. Es wird daher mittels Ammoniumcarbammat, Phenolphthalein und Ammoniak zum Strontium-Karbonat ausgefällt und ein Messpräparat hergestellt.

Die Karbonat-Fällung trennt Strontium von restlichen Verunreinigungen ab.

6. Messung



Die verbleibende Probe wird über mehrere Tage im Low-Level-Counter gemessen.

Selbst geringste Sr 90-Aktivitäten von 0.2 mBq/kg können so nachgewiesen werden – das entspricht etwa einem radioaktiven Zerfall alle 1.5 Stunden pro Kilogramm Probe.

7. Optional: Strontium 89

Falls in der Probe auch das kurzlebige (Halbwertszeit 50.5 Tage) Sr 89 vermutet wird, so kann dies ebenfalls über das beschriebene Verfahren bestimmt werden. Die Messung im Schritt 6 entspricht dann dem Sr 90 + Sr 89 Signal.

Es wird 20 Tage gewartet, damit die Tochter von Sr 90, das Yttrium 90 (Y 90) einwachsen kann. Dieses wird anschliessend über eine Oxin-Fällung spezifisch von Strontium getrennt und nochmals mittels LLC gemessen. Dies lässt einen Rückschluss auf das Sr 90 Signal zu. Über die Differenz der ersten Messung (Sr 90 + Sr 89) zur zweiten Messung (Sr 90 via Y 90) lässt sich dann das Sr 89 berechnen.

Langfristiger Schutz der Bevölkerung und Ereignisbewältigung

Das URA-Programm spielt eine zentrale Rolle in der Überwachung der Umweltradioaktivität in der Schweiz. Durch präzise Messungen und detaillierte Analysen trägt das Labor Spiez wesentlich zur Qualität und Verlässlichkeit der erhobenen Daten bei. Es orientiert sich stets an den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen und entwickelt die Messmethoden kontinuierlich weiter – zum Beispiel durch die Aufnahme der anerkannten Ganzkörpermessung ins URA-Programm seit 2024.

Das Überwachungsprogramm zielt in erster Linie auf den langfristigen gesundheitlichen Schutz der Bevölkerung. Darüber hinaus kommen die Daten auch dem Bevölkerungsschutz zugute: Bei Ereignissen mit erhöhter Radioaktivität bilden sie eine wesentliche



Grundlage für fundierte Entscheidungen zur Ereignisbewältigung.

▲
Interessierte Beobachter bei der Probenahme in Mürren.

2024 neu im Programm: Inkorporationsmessungen mittels Ganzkörperzähler

2023 wurde das Gebäude GZ eingeweiht, welches die Inkorporationsmessstelle des Labor Spiez beheimatet (vgl. Jahresbericht Labor Spiez 2023, S. 33). Die Messtechnik besteht aus einem sogenannten Ganzkörperzähler, der Gammastrahlung messen kann. Damit können Radionuklide im Körper eines Menschen direkt bestimmt werden; mittels Modellrechnungen wird dann deren Menge ermittelt. Seit 2024 werden im Rahmen des BAG-Programms zur Überwachung der Umweltradioaktivität vom Labor Spiez pro Jahr auch ca. 50 Personen ausgemessen. Als Probanden stehen insbesondere Mitarbeiter/innen des Labor Spiez sowie Angehörige der ABC Abwehrkompanien zur Verfügung. Die erhobenen Daten werden durch das BAG gesammelt und können im Ereignisfall als Vergleichswerte dienen.

IAEA-Missionen zur Radioaktivitätsüberwachung in Fukushima

Neben den Beiträgen zur Überwachung der Umweltradioaktivität in der Schweiz nimmt das Labor Spiez seit 2019 auch an Kampagnen und Messungen der Internationalen Atomenergie Organisation (IAEA) in Fukushima teil. Im Oktober 2024 begleitete das Labor Spiez eine der japanischen Probenahme-Kampagnen rund um das havarierte KKW Fukushima Daiichi. Die Probenahmen decken Meerwasser, Seetang, Fisch und Sediment ab. Damit sollen die Ausbreitungspfade der Freisetzung seit 2011 abgedeckt werden. Im Ergebnis soll eine Aussage über die in der Umwelt verbliebene Radioaktivität und die Abschätzung möglicher Folgen (bspw. Ingestionsdosis durch Fischverzehr) möglich sein. Die Analysedaten belegen, dass die Massnahmen zur Sicherung der havarierten Reaktoren weiterhin wirksam sind.

Weitere
Informationen
zum Thema
Radioaktivität in
der Umwelt



02

Einführung des BioFire-Systems zum Nachweis von B-Terror relevanten Erregern

Wie sich in der COVID-Pandemie gezeigt hat, ist der Nachweis von SARS-CoV-2 RNA mittels Polymerase-Kettenreaktion (PCR) hinsichtlich Sensitivität, Spezifität, Probendurchsatz und Kosten die Methode der Wahl, um das Infektionsgeschehen in der Bevölkerung zu verfolgen. Auch im Labor Spiez basiert die Diagnostik von hochpathogenen viralen und bakteriellen Erregern auf der PCR-Technologie. In den letzten Jahren sind in-house zahlreiche Nachweissysteme entwickelt worden, mit denen das Spektrum der für B-Ereignisse relevanten Agenzien abgedeckt werden kann. Mit dem neuen BioFire-System können Proben innerhalb von einer Stunde auf für B-Terror besonders relevante Erreger hin untersucht werden.

Olivier Engler
Kristina Schmidt
Matthias Wittwer

Abhängig von der Fragestellung und der zeitlichen Phase des Ereignisses werden in einem Ereignisfall unterschiedliche Nachweist Technologien eingesetzt: Ist der Erreger bereits eindeutig identifiziert, kommt eher ein auf Hochdurchsatz ausgerichtetes PCR-System zur Anwendung, mit dem der jeweilige Erreger mit einer hohen Spezifität und Sensitivität nachgewiesen werden kann.

Identifikation von unbekannten Erregern

In der initialen Phase eines Ereignisses ist in der Regel noch nicht bekannt, um welchen Erreger es sich handelt. Zur Identifikation eines unbekannten Erregers wird vor allem die Genomsequenzierung (Whole Genome Sequencing WGS) verwendet. Allerdings erfordern WGS-Methoden einen hohen techni-

schen und zeitlichen Aufwand und verursachen auch hohe Kosten. In zeitkritischen Situationen kommen daher häufig PCR-basierte Verfahren zum Einsatz, die in einem Ansatz eine Probe auf ein ganzes Spektrum von Erregern mit einer hohen Sensitivität testen können.

Im klinischen Kontext richtet sich die Auswahl des Spektrums der PCR-Nachweissysteme (Panels) nach der Symptomatik (z.B. respiratorisch, gastrointestinal, neurologisch etc.). Im Rahmen eines B-Terror-Szenarios, z.B. bei der Untersuchung eines verdächtigen Labors oder eines Briefs mit weißem Pulver, kommen Panels zum Einsatz, welche die bioterroristisch besonders relevanten Erreger abdecken. Im Fokus stehen dabei die von den US-amerikanischen Centers for Disease Control and Prevention (CDC) als Category A und Category B Agents gelisteten Erreger.

PCR-Nachweis auf einem Chip

Zur Weiterentwicklung seiner Dienstleistungen in diesem Bereich hat das Labor Spiez 2024 mit dem BioFire FilmArray-System ein neues Multiplex-PCR-Testsystem eingeführt. Die Technologie ist von den amerikanischen und europäischen Regulierungsbehörden zertifiziert. Das FilmArray-System verwendet einen «Lab-on-a-Chip»-Ansatz für den Nachweis von 16 bioterroristisch relevanten Erregern. Sämtliche Prozessschritte erfolgen in einem geschlossenen System: vom Aufschluss der Erreger über die Extraktion des Erregergenoms (RNA oder DNA), die Amplifikation spezifischer Genomabschnitte, die Detektion der amplifizierten DNA mittels Fluoreszenzfarbstoff bis hin zur Analyse. Das Analyseergebnis einer Probe liegt in etwas mehr als einer Stunde vor.

Das System basiert auf einem Mikrofluidikverfahren, bei dem sich sämtliche Reagenzien für die mechanische Auf-



◀ FilmArray
Gerät

schliessung, die DNA-/RNA-Extraktion, die reverse Transkription und die PCR-Analytik in lyophilisierter Form in Reaktionskompartimenten befinden, welche in einer Folie eingeschlossenen (Blister) sind. Die Reagenzien werden durch vakuumbedingte Verteilung von Puffer in Lösung gebracht. Die Probe wird gerätgesteuert über Kanäle durch die Kompartimente geschleust, wobei die RNA/DNA extrahiert und mittels einer Vielzahl von erregerspezifischen PCR-Primern ein erstes Mal amplifiziert wird.

Der Nachweis der Erreger erfolgt auf einem Array-Chip, indem auf einzelnen Feldern des Arrays eine zweite erregerspezifische PCR-Reaktion abläuft, basierend auf dem ersten PCR-Produkt (Nested PCR). Dabei wird ein Fluores-

zenzfarbstoff in das entstehende PCR-Fragment integriert. Mit einer auf einer SYBR Green basierten Schmelzkurvenanalyse wird das PCR-Fragment nochmals gecheckt. Pro Erreger werden zur Gewährleistung der Spezifität mehrere Genomabschnitte amplifiziert. Die hohe Sensitivität wird durch den Nested PCR Ansatz erreicht. Neben den erregerspezifischen Primer-Systemen sind Positiv- und Negativkontrollen für die einzelnen Prozessschritte im FilmArray System enthalten.



Hohe Sensitivität und Einsatztauglichkeit

Die Leistung des Systems wurden anhand von relevanten, bakteriellen wie viralen Erregern getestet und mit unseren akkreditierten PCR-Systemen verglichen. Bei den Bakterien waren dies *B. anthracis* (Anthrax), *Y. pestis* (Pest), *F. tularensis subsp. tularensis* (Tularämie) und *F. tularensis subsp. holarctica* (Tularämie).

Die Sensitivität des Nachweises von Viren wurde anhand von infektiösen Vacciniaviren, also einem relativ harmlosen Surrogat für Pockenviren (Variola), in verschiedenen Probematerialien untersucht und anhand von inaktivierten Ebola- und Marburgviren sowie von genetischem Material verschiedener anderer hochpathogener Viren evaluiert. Die Sensitivität des FilmArray Biothreat Panel ist vergleichbar wie bei den in-house PCR-Systemen. Bezüglich der Matrixinterferenzen ist das FilmArray System teilweise sogar den akkreditierten in-house PCR-Systemen überlegen.

Durch das grosse Erregerspektrum, die kurze Analysezeit und die Prozessierung der Proben in einem abgeschlossenen System ist das BioFire FilmArray System insbesondere im zeitkritischen Einsatzfall zur Analyse von Proben sehr gut geeignet. Mit der Einführung des neuen Systems hat das Labor Spiez seine Fähigkeiten im B-Schutz massgeblich weiterentwickelt und kann die Partner im Einsatzfall nun noch besser und vor allem schneller unterstützen.

Ausleseergebnis PCR

	FilmArray BioThreat Panel	 BIO FIRE <small>BY BIONEER</small> www.BioFireDefense.com
Run Summary		
Sample ID:	marv ebov ct26 sample1	Run Date: 29 Aug 2024 2:16 PM
Detected:	Ebola Zaire Marburg virus	Controls: Passed
Result Summary		
Bacteria		
Not Detected	<i>Bacillus anthracis</i>	
Not Detected	<i>Brucella melitensis</i>	
Not Detected	<i>Burkholdena mallei/pseudomallei</i>	
Not Detected	<i>Coxiella burnetii</i>	
Not Detected	<i>Francisella tularensis</i>	
Not Detected	<i>Rickettsia prowazekii</i>	
Not Detected	<i>Yersinia pestis</i>	
Viruses		
✓ Detected	Ebola Zaire	
✓ Detected	Marburg virus	
Not Detected	Orthopox genus virus	
Not Detected	Variola virus	
Not Detected	EEE virus	
Not Detected	VEE virus	
Not Detected	WEE virus	
Toxins		
Not Detected	<i>Clostridium botulinum</i>	
Not Detected	<i>Ricinus communis</i>	
Run Details		
Pouch:	BioThreat Panel v2.5	Protocol: BT PBS v3.0
Run Status:	Completed	Operator:
Serial No.:	d02918469	Instrument: 2FA09805
Lot No.:	240221	

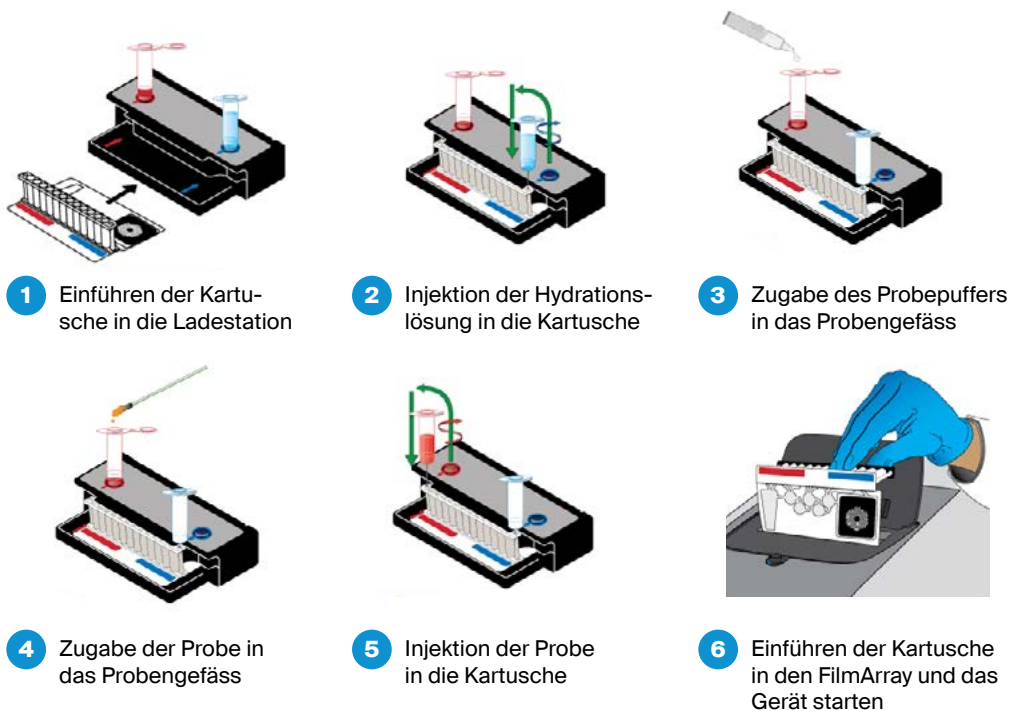
BioFire Biothreat Kartusche



Aufbauschema der Kartusche



Ablauf Anwendung BioFire





03

Ein Gewinn für beide: Die Zusammenarbeit zwischen dem SKH und dem Labor Spiez

Sowohl das Schweizerische Korps für Humanitäre Hilfe (SKH) als auch das Labor Spiez blicken auf eine lange Geschichte in ihren jeweiligen Fachgebieten zurück. Seit Jahrzehnten unterstützt das Labor Spiez das SKH bei der Bewältigung radiologischer, chemischer oder biologischer Herausforderungen im humanitären Kontext, insbesondere in den Bereichen Beratung, Schulung, Gerätetests und Probenanalysen.

Ádám Kimák



Nach dem Libanonkrieg von 1982 litt die Bevölkerung in der Region unter mangelndem Zugang zu Trinkwasser, zu Lebensmitteln und an ungenügender medizinischer Versorgung. Die öffentliche Gesundheit war stark gefährdet, es drohte eine Epidemie. Vor diesem Hintergrund starteten das Internationale Komitee vom Roten Kreuz (IKRK) und das damalige Schweizerische Katastrophenhilfekorps – heute das Schweizerische Korps für Humanitäre Hilfe (SKH) in der Direktion für Entwicklung und Zusammenarbeit (DEZA) – eine gemeinsame Hilfsmission: Im Grossraum Beirut wurde eine gross angelegte Desinfektionskampagne und ein Programm zur Bewertung der Wasserqualität umgesetzt. Die Teilnahme eines Mitarbeiters des Labor Spiez an dieser Mission im Jahr 1983 markiert den Beginn der seither stetig weiterentwickelten und ausgebauten Zusammenarbeit zwischen dem Labor Spiez und dem SKH.

Ein grosser Einsatz des SKH mit Beteiligung des Labor Spiez fand 1992 in der nördlichen Ukraine statt: Auch Jahre

nach der Reaktorkatastrophe von Tschernobyl war die Bevölkerung in den betroffenen Regionen stark verunsichert. In dieser Situation war ein Team aus SKH-Mitgliedern und Radioaktivitätsspezialisten des Labor Spiez über längere Zeit mit einem mobilen Messfahrzeug vor Ort. Die lokale Bevölkerung konnte damit bei einer unabhängigen Stelle die individuell aufgenommene radioaktive Dosis messen lassen.

Seit 2019: Zusammenarbeit unter dem Backstopping- Mandat

In den folgenden Jahren wurde die Zusammenarbeit durch Schulungen und weitere Feldeinsätze weiter ausgebaut. Der Schwerpunkt lag dabei zunehmend auf den Herausforderungen in den Bereichen Wasserverfügbarkeit und Wasserqualität, Hygiene und sanitäre Einrichtungen in Notsituationen. Um die Zusammenarbeit auf eine sichere und

▲
**Probenahme in einer
Kläranlage im
Flüchtlingscamp
Kutupalong. Die
Mitarbeiter des DPHE
desinfizieren den
Probenahmebehälter.**

**Anwohner sammeln
Wasser aus einer
zerstörten Wasserleitung
in Beirut, 1983.**
▼



Test eines mobilen Wasserausgabesystems in Spiez, 1984.



dauerhafte Grundlage zu stellen, wurde 2019 zwischen dem Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) und der DEZA

Effizienz eines Feldlabors mit begrenzten Ressourcen verbessert werden? Bei der Lösung derartiger Aufgaben geht es jeweils darum, sowohl die Anforderungen für den Feldeinsatz wie auch die Laborperspektive zu berücksichtigen. Das Labor Spiez stellt dem SKH WASH die dazu erforderlichen Laborkapazitäten und wissenschaftliche Expertise zur Verfügung. Mit seiner breiten Expertise im ABC-Schutz ist das Labor Spiez prädestiniert für die interdisziplinäre Zusammenarbeit; die verschiedenen Fachbereiche ergänzen und unterstützen sich gegenseitig.

Dabei erstrecken sich die Beratungsleistungen des Labor Spiez auf ein breites Themenfeld: Es geht dabei um grundlegende Fragen wie beispielsweise: Welches ist die beste verfügbare Technik zur Messung des Anionengehalts im Wasser? Oder aber um ganz spezielle Fragen zur Verbesserung einer konkreten Problemstellung vor Ort wie beispielsweise, ob eine Wasserverschmutzung durch Schwermetalle auf natürliche oder auf anthropogene Quellen zurückzuführen ist.

ein Backstopping-Mandat abgeschlossen.

Die Tätigkeiten der Fachgruppe Wasser und sanitäre Versorgung (WASH) des SKH umfassen das Finden und Fassen von Grundwasser, das Erstellen oder Sanieren von Installationen der Wasseraufbereitung, die Lagerung und Verteilung von Wasser, die Behandlung von Abwasser sowie die Überprüfungen der Wasserqualität. Bei Einsätzen in einem Katastrophengebiet führen sie Auswertungen aus und ergreifen die notwendigen Massnahmen. Dazu zählt auch die Schulung von lokalem Personal und die Zusammenarbeit mit den örtlichen Behörden und den weiteren beteiligten Partnerorganisationen.

Beratung und Training für Capacity Building

Wie kann die Wasserqualität schnell und effizient verbessert werden? Welche einfachen Labortest sind für den Einsatz vor Ort geeignet? Wie kann die

2017 begann das SKH mit dem Aufbau des Fäkalschlamm-Feldlabors (Faecal Sludge Field Laboratory FSFL). Damit können primäre Wasserqualitätsparameter wie pH-Wert, chemischer Sauerstoffbedarf und elektrische Leitfähigkeit analysiert werden. Das Ziel besteht darin, mit einfachen Mitteln und möglichst geringem Aufwand Daten für die Wartung und Überwachung von Wasseraufbereitungsanlagen zu liefern und damit zur Verbesserung der regionalen Sanitärversorgung beizutragen. In Zusammenarbeit mit dem Labor Spiez hat das SKH das FSFL laufend weiterentwickelt; derzeit liefert es mehr als zehn chemische und biologische Parameter. Aufgrund der zunehmenden Komplexität sind auch theoretische und praktische Schulungen ein wesentlicher Baustein für einen erfolgreichen Einsatz. Daher organisiert das Labor Spiez in

Spiez selbst alle zwei Jahre eine Schulung für neue Anwender/innen.

Neues Wasserlabor im grössten Flüchtlingslager der Welt

Im Frühjahr 2022 waren Experten/innen des Labor Spiez massgeblich an einem SKH-Hilfsprojekt im Flüchtlingslager Kutupalong in der Nähe der Stadt Cox's Bazar in Bangladesch beteiligt. 1991 informell gegründet, ist das Lager seit 2017 durch den Zustrom von aus Myanmar geflüchteten Rohingya sehr stark gewachsen. Aktuell wird die Zahl der Flüchtlinge im Lager auf 700'000 bis 900'000 geschätzt, was einer Bevölkerungsdichte von 53'000/km² entspricht. Kutupalong gilt damit als grösstes Flüchtlingslager der Welt.

Das SKH-Projekt in Kutupalong zielte darauf ab, zusammen mit den örtlichen Wasserbehörden (Department of Public Health Engineering DPHE) ein Wasserlabor zu errichten, das über die analytische und organisatorische Kapazität verfügt, um im Flüchtlingslager Proben von Fäkalschlamm-Aufbereitungsanlagen zu sammeln und zu analysieren. Experten/innen des SKH und des Labor Spiez veranstalteten auch einen einwöchigen Workshop für lokale Fachkräfte, um das theoretische Wissen und die praktischen Fähigkeiten für chemische und biologische Analysemethoden zu vertiefen und um die erforderlichen Standards in den Bereichen Probenahme, Qualitätsmanagement und Biosicherheit zu etablieren. Das Labor ist seit dem Sommer 2024 komplett selbstständig funktional und damit das SKH-Projekt erfolgreich abgeschlossen.

Anspruchsvolle logistische Aufgaben

Im Bereich der humanitären Hilfe sind die logistischen Herausforderungen in

aller Regel anspruchsvoll: Diplomatische Erfordernisse sowie lokale politische und soziokulturelle Gegebenheiten müssen berücksichtigt werden. Grosser Zeitdruck oder auch besondere klimatische Bedingungen verursachen oft zusätzliche Schwierigkeiten.

In den Einsatz-Sets des SKH werden auch Chemikalien benötigt, welche standardmässig gekühlt transportiert und gelagert werden. Dazu müssen die erforderlichen Kühleinheiten organisiert und mittransportiert werden; vor Ort muss dann ein geschützter Platz mit Stromversorgung organisiert und die Wartung sichergestellt werden. Um diesen Aufwand soweit wie möglich zu minimieren, hat das Labor Spiez die Funktionsfähigkeit von Testkits abhängig von den Lagerbedingungen analysiert – mit dem Ergebnis, dass bestimmte Testkits über eine gewisse Dauer auch ohne Kühlung zuverlässig funktionieren. Gestützt auf derartige Erkenntnisse kann der logistische Aufwand für Einsätze des SKH erheblich reduziert und damit die Effizienz deutlich erhöht werden.

Ultrafiltrationsanlage: Wasser wird mechanisch durch einen engmaschigen Filter gepresst (weisse Zylinder), wodurch Schmutz und Bakterien abgetrennt werden. Durch eine nachgelagerte Chlorierung werden Viren und Bakterien abgetötet. Das Wasser wird somit trinkbar.





▲ Im Fall eines B-Terror Anschlags in der Schweiz unterstützt die B-EEVBS des Labor Spiez die Einsatzorganisationen vor Ort.

04 Durch internationale Übungen den UN-Generalsekretärsmechanismus stärken

Das Labor Spiez setzt sich seit Jahren für die Weiterentwicklung eines wichtigen UN-Instruments zur Untersuchung mutmasslicher Einsätze biologischer Waffen ein. Durch die Organisation von Übungen leistet die Schweiz einen wesentlichen Beitrag zur Stärkung der globalen Sicherheitsarchitektur. Gleichzeitig ermöglichen die Übungen dem Labor Spiez sowie weiteren Bundesstellen, ihre eigenen Prozesse zur Zusammenarbeit mit den Partnern auszubauen und zu optimieren. Etablierte Prozesse sind zentral für die Untersuchung eines bioterroristischen Anschlags.

Maximilian Brackmann
Cédric Invernizzi

Kurz vor Ende des Iran-Irak-Kriegs wurde 1987 der UN-Generalsekretärsmechanismus zur Untersuchung mutmasslicher Einsätze chemischer und biologischer Waffen (United Nations Secretary-General's Mechanism for In-

vestigation of Alleged Use of Chemical and Biological Weapons UNSGM) ins Leben gerufen. Dieser Mechanismus ermöglicht es dem UN-Generalsekretär, auf Antrag eines Mitgliedstaates eine Untersuchung einzuleiten, um Ver-

stösse gegen das Genfer Protokoll von 1925 oder andere relevante Regeln des Völkergewohnheitsrechts festzustellen. Da der UNSGM keine ständige Einrichtung ist, melden UN-Mitgliedstaaten Experten und analytische Laboratorien, die bei Bedarf zur Unterstützung einer Untersuchung herangezogen werden können.

Die letzte Aktivierung des UNSGM erfolgte 2013 zur Untersuchung der Vorwürfe eines Einsatzes chemischer Waffen in Syrien. Die «Sellström Mission» bestätigte zweifelsfrei den Einsatz chemischer Waffen. Eine Schlüsselrolle kam dabei den Resultaten der analytischen Laboratorien zu. Die Erkundungsmission konnte sich hierzu auf das Labornetzwerk der Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) stützen. Die designierten Laboratorien der OPCW – darunter auch das Labor Spiez – sind akkreditiert und unterliegen strengen Qualitätskontrollen der OPCW.

Internationale Koordinationsübung

Zur Umsetzung des Verbots von biologischen Waffen gibt es bis heute keine internationale Organisation, die eine Untersuchungsmission durchführen könnte. Somit obliegt es in diesem Bereich direkt den UNO-Mitgliedstaaten, sich aktiv für die Umsetzung und die Weiterentwicklung des UN-Generalsekretärsmechanismus einzusetzen. Der UNSGM sollte insbesondere in der Lage sein, auch im biologischen Bereich Erkundungsmissionen durchzuführen; dazu müssen Verdachtsproben in anerkannten analytischen Laboratorien untersucht werden können, so dass die Ergebnisse von Politik und Wissenschaft uneingeschränkt anerkannt werden.

Unter der Leitung der USA und der Schweiz fand im Juni 2024 in Genf eine Übung mit Teilnehmenden aus allen Weltregionen statt. Als Szenario wurde ein bioterroristischer Anschlag mit einem bakteriellen Erreger in einem Einkaufszentrum gewählt. Die Table Top Exercise (TTX) diente insbesondere dazu, die Kooperation zwischen den involvierten Organisationseinheiten zu überprüfen und zu üben. Im Fokus stand die Koordination der Prozesse des UNSGM mit einzelstaatlichen Vor-

gaben in den Bereichen Sicherheit und Gesundheit. Zielkonflikte bestehen beispielsweise zwischen dem Bedürfnis, die Öffentlichkeit möglichst rasch, transparent und vollständig über einen Krankheitsausbruch zu informieren, dabei aber keine Informationen zur Strafverfolgung preiszugeben. Um die Integrität und Unabhängigkeit einer internationalen Untersuchung zu schützen, darf ein UNSGM-Missionsteam während der Mission grundsätzlich keine Informationen an die Öffentlichkeit geben. Nach Abschluss der Mission wird der vollständige Untersuchungsbericht dann jedoch veröffentlicht; er steht dann den UNO-Mitgliedstaaten und somit auch deren Strafverfolgungsbehörden zur Verfügung.

Die Übung lieferte wichtige Erkenntnisse für die weitere Operationalisierung des UNSGM. Genauso wichtig ist aber auch der durch die Übung erzielte Mehrwert für die Schweiz: Die Übung hat deutlich gemacht, dass die Massnahmen zur eigentlichen Ereignisbewältigung und die Interessen der Strafverfolgung im Detail genau abgewogen und koordiniert werden müssen.

Ausblick

Das Labor Spiez wird sich auch weiterhin für die Stärkung des UNSGM einsetzen. Im Fokus stehen dabei insbesondere zwei Aspekte: zum einen die Weiterentwicklung der formalen und juristischen Rahmenbedingungen, zum anderen die Optimierung der Schnittstellen zwischen Erkundungsmissionen und analytischen Laboratorien.

Neben Übungen organisiert das Labor Spiez seit rund 10 Jahren jährlich die UNSGM Designated Laboratories Workshops mit dem Hauptziel, ein Netzwerk von vertrauenswürdigen und anerkannten Laboratorien aufzubauen. Die Workshops in Spiez verbinden und stärken eine über den gesamten Globus verteilte, multidisziplinäre Gemeinschaft von engagierten Laboratorien. Gerade angesichts der aktuell sehr angespannten internationalen sicherheitspolitischen Lage leistet die Schweiz damit einen wichtigen fachlichen Beitrag zur internationalen Rüstungskontrolle und Abrüstung – ganz im Sinne der Vision des Labor Spiez: «Eine Welt ohne Massenvernichtungswaffen»

05

Probenvorbereitung für den 55th Official OPCW Proficiency Test

Als eines von weltweit 30 designierten Vertrauenslabors unterstützt das Labor Spiez die Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) regelmässig bei der Analytik von Verdachtsproben. Dank seiner Fachkompetenz und einem sehr guten analytischen Instrumentenpark hat das Labor Spiez die von der OPCW organisierten Analytik-Ringversuche seit mehr als 25 Jahren mit jeweils sehr guten Ergebnissen bestanden. Bei der Vorbereitung der Untersuchungsproben für die Proficiency Tests ist die OPCW auf die Unterstützung von Vertrauenslabors angewiesen. Im Frühjahr 2024 hat das Labor Spiez die Proben für den 55th Official OPCW Proficiency Test vorbereitet. Dafür wurde es von der OPCW mit dem Höchst-Rating bewertet.

Peter Siegenthaler

Die OPCW ist für die Einhaltung der Chemiewaffenkonvention (CWC) verantwortlich. Zu diesem Zweck verfügt die OPCW über weltweite Netzwerke von designierten Vertrauenslabors für die Analytik von Umweltproben sowie von klinischen Proben. Zur Überprüfung der bestehenden und zur Designierung neuer Vertrauenslabors für Umweltproben organisiert die OPCW seit 1996 jährlich zwei Proficiency Tests (Analytik-Ringversuche). Im Rahmen dieser Ringversuche müssen die Teilnehmer einen Satz von Untersuchungsproben auf die Anwesenheit von chemischen Kampfstoffen untersuchen und ihre Resultate innerhalb von zwei Wochen bei der OPCW einreichen.

Für die Erlangung und Erhaltung der OPCW-Designierung muss ein Labor im Wesentlichen zwei Voraussetzungen erfüllen: Erstens muss es eine international anerkannte Akkreditierung für die

Analyse von Kampfstoff-relevanten Chemikalien unter ISO/IEC 17025 nachweisen. Zweitens muss es entweder einmal jährlich erfolgreich an einem der zwei Proficiency Tests teilnehmen oder alternativ die OPCW bei der Durchführung von Proficiency Tests bzw. bei der Analytik von Echtproben aus OPCW-Missionen unterstützen.

Das Labor Spiez hat diese Voraussetzungen seit 1996 erfüllt und gehörte 1998 zu den ersten acht Instituten, die designiert wurden. 2023 durfte es das 25-jährige Jubiläum seiner OPCW-Designierung feiern. Von den 30 designierten Labors für Umweltproben (Stand Ende 2024) ist das Labor Spiez eines von lediglich drei Instituten, welche die Designierung über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahre lückenlos aufrechterhalten konnten.



Vorgegebener Prozess und strenge Qualitätsanforderungen

Für die Durchführung von Ringversuchen ist die OPCW bei der Vorbereitung der Proben und bei der Evaluation der Analysenberichte der Teilnehmer auf die Unterstützung von designierten Vertrauenslabors angewiesen. Seit 1996 unterstützt das Labor Spiez die OPCW regelmässig bei der Durchführung von Proficiency Tests. So hat es sich im Februar 2023 bereit erklärt, nach 1996, 1998, 2009 und 2016 zum fünften Mal die Proben für einen Proficiency Test herzustellen.

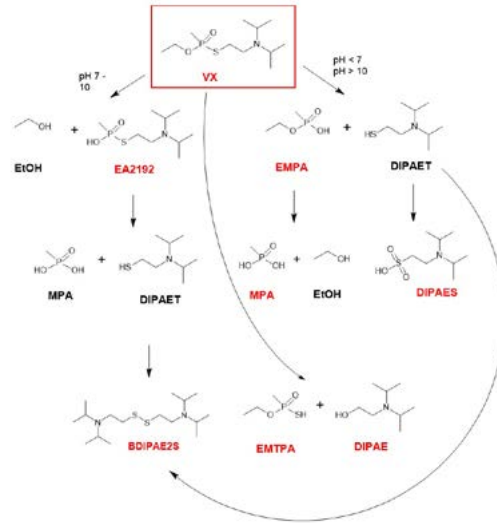
Die Aufgaben des Probenvorbereitungs-Labors und die strengen Qualitätsanforderungen an die Untersuchungsproben sind in einer Richtlinie für die Herstellung der Proben für

OPCW Proficiency Tests beschrieben. Damit soll sichergestellt werden, dass alle Teilnehmer Proben mit identischer Zusammensetzung erhalten und dadurch dieselben Ausgangsbedingungen für die Analytik vorfinden. Dabei sind sowohl die Gewährleistung wie auch die Überprüfung der Anforderungen bezüglich Homogenität der Proben sowie Reinheit und Stabilität der Chemikalien mit erheblichem Aufwand für das Probenvorbereitungs-Labor verbunden. Die Erarbeitung eines Testszenarios und umfangreiche experimentelle Vorabklärungen dazu fanden im Zeitraum Juni 2023 bis März 2024 statt.

Gemäss dem fiktiven Szenario zum 55th Official OPCW Proficiency Test hat ein Vertragsstaat in Übereinstimmung mit Artikel IX der CWC bei der OPCW ein Ersuchen für eine Verdachtsinspektion (Challenge Inspection) in einem Betrieb eingereicht, welcher verdächtigt wird,

Das Team der Gruppe Organische Analytik des Labor Spiez und die beiden Vertreter des OPCW-Labors (2./3. Person v.l.) vor dem Versand der Probengarnituren für den 55th Official OPCW Proficiency Test.

Zersetzungsschema des Nervengifts VX (rot eingrahmt) und dabei gebildete Abbauprodukte von VX. Die Kürzel der in den Proben verwendeten Chemikalien sind rot markiert.



Chemiewaffen-Forschung zu betreiben. Der OPCW-Generaldirektor hat ein Inspektorenteam in den verdächtigten Betrieb entsandt. Dort haben die Inspektoren zwei Flüssigkeitsproben aus Abfallbehältern sichergestellt. Die Proben wurden anschliessend im OPCW-Labor portioniert und zur Analytik an die designierten Labors versandt.

Am 16./17. April 2024 stellte die Gruppe Organische Analytik des Labor Spiez unter Aufsicht von zwei Vertretern des OPCW-Labors die Proben für den Proficiency Test her. Wie üblich wurden pro Probengarnitur zwei Probensets mit je drei Proben vorbereitet, wobei sich die drei Proben der Sets äusserlich nicht

unterscheiden liessen. Dies entspricht weitgehend der OPCW-Praxis bei Ernstfällen, wo pro Probenset neben der eigentlichen Verdachtsprobe («Sample») eine zusätzliche Positiv-Kontrollprobe («Control») und eine Negativ-Kontrollprobe («Blank») zur Analyse an die designierten Labors versandt werden. Gemäss Szenario handelte es sich bei den zwei Probensets um «Lösungsmittel-Abfall» und «Dekontaminations-Abfall». Die Probenmatrizen bestanden aus Wasser und verschiedenen organischen Lösungsmitteln.

Herausfordernder Test – Positive Rückmeldungen

Insgesamt wurden 30 Probengarnituren mit je sechs Flüssigkeitsproben à 5 ml vorbereitet. Dazu wurden Wasser und verschiedene organische Lösungsmittel mit kleinsten Mengen von C-Kampfstoffen und verwandten Chemikalien dotiert. Die beiden «Samples» und die beiden «Controls» waren mit einer für die Teilnehmer unbekannten Anzahl von CWC-relevanten Chemikalien dotiert, wogegen die beiden «Blanks» definitionsgemäss keine relevanten Chemikalien enthielten.

Bei den dotierten Chemikalien handelte es sich um das Nervengift VX und eine Auswahl von dessen Abbauprodukten, welche bei der Zersetzung von

Aufgaben und Arbeitsschritte bei der Probenvorbereitung für den 55th Official OPCW Proficiency Test

Februar

Zusage an OPCW zur Probenvorbereitung für den 55th Official OPCW Proficiency Test

Juni/Juli

Reinheitskontrolle von potentiellen Chemikalien für die Dotierung («Purity Checks»)

Januar/Februar

Bestimmung der definitiven Probenzusammensetzung
Stabilitätsstudien der Chemikalien in den gespickten Proben

Februar/März

Abklärungen betreffend Zollformalitäten, Verpackung und Transport der Proben

2023



März

Erarbeitung Testszenario

Juli 2023 - Februar 2024

Stabilitätsstudien von potentiellen Chemikalien in reinen Lösungsmitteln sowie in den Probenmatrizen mit und ohne Verunreinigungen

2024



Februar

Besprechung der Resultate der Vorabklärungen und Absegnung der definitiven Probenzusammensetzung und des Testszenarios durch die OPCW
Signierung der Vereinbarungen zur Geheimhaltung und zur Probenvorbereitung

VX entstehen. Zur Erschwerung der Analytik wurden die «Samples» zusätzlich mit Substanzen versetzt, welche Verunreinigungen in den Proben simulieren sollen; verwendet wurde dazu Dieselöl, eine Mischung von aliphatischen Aminen, Polyethylenglykol und Kochsalz. Im Gegensatz zu früheren Proficiency Tests unterschied sich die Matrix-Zusammensetzung der beiden «Samples» von jenen der «Controls» und «Blanks». Dies ist zum einen realitätsnaher, zum anderen konnte die Arbeit der Analysenlabors dadurch weiter erschwert werden.

Die Probensets wurden am 18. April 2024 gemäss den geltenden Transportvorschriften verpackt und am 19. April an die zwölf Teilnehmer am Test, an die OPCW sowie an das Evaluationslabor versandt. Weitere von den OPCW-Vertretern vorgängig zufällig ausgewählte Probensets wurden in den folgenden Wochen im Labor Spiez regelmässig qualitativ und quantitativ analysiert. Damit wurde die Homogenität der Proben sowie die Konzentration der dotierten Chemikalien überprüft.

Am 16. Juli 2024 fand am OPCW-Hauptsitz in Den Haag das Auswertemeeting zum 55th Official OPCW Proficiency Test statt, bei welchem die Resultate publik gemacht wurden: Mit vier A-Ratings und zwei B-Ratings haben die Hälfte der zwölf regulären Teilnehmer den Test



erfolgreich bestanden. Die Rückmeldungen der OPCW und des Evaluationslabors, aber auch jene der Teilnehmer zum Testszenario und zu den Proben waren durchwegs positiv. Generell wurde der Test zwar als herausfordernd, dabei aber als Szenario basiert, realistisch und fair beurteilt. Die OPCW bedankte sich für die umfangreichen Vorarbeiten und die minutiöse Planung und Probenvorbereitung nach «Swiss Quality Standard», was gemäss OPCW wesentlich zum reibungslosen Ablauf beigetragen hat. Das Labor Spiez wurde von der OPCW für die Unterstützung bei der Durchführung des 55th Official OPCW Proficiency Test mit dem Maximal-Rating A belohnt.

Die in 6 ml Glasfläschchen abgefüllten und mit «552» kodierten Positiv-Kontrollproben «Controls» der «Lösungsmittel-Abfall» Proben.

März/April

Vorbereitung von mehreren Probensets mit der definitiven Zusammensetzung für die qualitative Analytik und die quantitativen Stabilitäts- und Homogenitätsstudien («Pre-Dispatch» Analytik)

April/Mai

Stabilitäts- und Homogenitätsstudien mit drei von der OPCW zugewiesenen Probengarnituren während 34 Tagen («Post-Dispatch» Analytik)

Mai

Analytische Abklärungen im Zusammenhang mit der Kategorisierung von zusätzlichen Chemikalien, welche neben den dotierten Chemikalien von Teilnehmern rapportiert wurden

3. Juni

Einreichung des Berichts zur Vorbereitung der Untersuchungsproben und zu den Reinheitskontrollen der Chemikalien an die OPCW

15.-19. April

Besprechung der Resultate der «Pre-Dispatch» Analytik und «Purity Checks» mit Vertretern des OPCW-Labors

Vorbereitung, Erstanalytik und Aliquotierung der Ringversuchsproben (30 Garnituren mit je 6 Proben)

Versand der Probenpakete an die Teilnehmer sowie an das OPCW-Labor und an das Evaluationslabor per Kurier

16. Juli

Präsentation der Arbeiten zur Vorbereitung der Untersuchungsproben und zu den Reinheitskontrollen der Chemikalien am Auswertemeeting zum 55th Official OPCW Proficiency Test am OPCW-Hauptsitz in Den Haag (Niederlande)



06 Das Labor Spiez im Einsatz

Gemäss dem Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz (BZG) ist der Bund verpflichtet, die Kantone mit spezialisierten Einsatzorganisationen im ABC-Bereich zu unterstützen. Mit seinen Einsatzequipen VBS (EEVBS) trägt das Labor Spiez massgeblich zur Erfüllung dieses gesetzlichen Auftrags bei. Die Einsätze der EEVBS haben in den letzten Jahren deutlich zugenommen: zum einen zur Sicherstellung des ABC-Schutz bei internationalen Konferenzen in der Schweiz, zum andern zur Sicherung und korrekten Untersuchung von «unbekannten Proben».

Beat Aebi
Kurt Münger



Die Einsatzequipen VBS (EEVBS) ...

1995 kamen bei einem Terroranschlag in der Tokioter U-Bahn mit dem chemischen Kampfstoff Sarin 13 Menschen ums Leben; mehrere hundert Personen wurden schwer verletzt. Die Schweiz wäre damals für ein solches Ereignis nicht gewappnet gewesen. Weder der Bund noch die Kantone hatten Einsatzkräfte, die das entsprechende Fachwissen und die erforderlichen Mittel zur Ereignisbewältigung auf den Schadenplatz bringen konnten. Aus dieser Erkenntnis heraus wurde im Labor Spiez für die Bewältigung eines C-Terror-Ereignisses eine Einsatzequipe VBS (EEVBS) geschaffen. Inzwischen gibt es drei spezialisierte EEVBS für A-, B- bzw. C-Ereignisse. Die drei EEVBS umfassen jeweils rund 20 Mitarbeitern/innen des Labor Spiez, welche im freiwilligen Piktetdienst für Einsätze und Beratungen bereitstehen. Sie verfügen über spezi-

fische Einsatzmittel für Ereignisse mit Radioaktivität, gefährlichen biologischen Agenzien und toxischen Chemikalien. Die Einsatzequipen unterstützen bei Bedarf kantonale Einsatzkräfte sowie andere Einsatzelemente des Bundes. Das Einsatzgebiet umfasst die ganze Schweiz und das Fürstentum Liechtenstein.

... und die Probenannahmestelle (PAS)

Die Probenannahmestelle (PAS) des Labor Spiez ist für die Untersuchung von verdächtigem ABC-Material vorgesehen. Auch die PAS war eine Reaktion auf konkrete Terrorereignisse: Sie wurde ins Leben gerufen, nachdem im Jahr 2001 in den USA eine ganze Serie von Anschlägen mit dem biologischen Kampfstoff Milzbrand (Anthrax) verübt wurden. Die unter dem Kunstwort «Amerithrax» zusammengefassten Er-

▲
Radioaktivitätsmessung mit dem mobilen Messmittel der A-EEVBS an einer Zufahrtsstrasse zur Konferenz zum Frieden in der Ukraine auf dem Bürgenstock.



Übung der B-EEVBS und des Kommando KAMIR im ABC-Zentrum Spiez.

eignisse veränderten auch in der Schweiz den Umgang mit verdächtigen Briefen und Paketen. Zunächst bauten das Labor Spiez und die ABC-Abwehrruppen jeweils ein eigenes System auf – mit eher improvisierten Strukturen. Seit 2016 gibt es ein vollwertiges PAS-Gebäude, welches für die Einsatzaufgaben des Labor Spiez genutzt wird.

Die PAS erfüllt zwei unterschiedliche Zwecke: Sie dient erstens zur sicheren und fachlich korrekten Analyse von «unbekannten Proben». Damit werden Proben bezeichnet, die auf eine ABC-Gefährdung untersucht werden müssen, wobei zu Beginn die Art der möglichen Gefährdung nicht bekannt ist. Bei verdächtigen Briefen und Paketen, welche Pulver und Flüssigkeiten enthalten, ist zu Beginn zudem oft unklar, ob mechanische Vorrichtungen zur Verteilung von ABC-Stoffen oder sogar Sprengstoffe als unkonventionelle Spreng- oder Brandvorrichtung vorhanden sind. Das Kommando KAMIR des Kompetenzzentrums ABC-KAMIR kann in einem solchen Fall direkt vor Ort mit Fachwissen und Material unterstützen. Zweitens wird die PAS vom Labor Spiez und den ABC Abwehrruppen für die Bewäl-

tigung von grösseren ABC-Ereignissen genutzt. In der PAS kann eine grosse Anzahl Proben mit einer bekannten Gefährdung korrekt entgegengenommen, verwaltet und zur Messung im Speziallabor vorbereitet werden. Insgesamt dient die PAS also zur Erfüllung von Aufgaben und Bedürfnissen sowohl der zivilen wie der militärischen Partner des ABC-Zentrums Spiez.

Damit ein reibungsloser Ablauf bei Einsätzen der EEVBS und in der PAS gewährleistet werden kann, werden mit externen Partnern regelmässig Ausbildungen und Einsatzübungen durchgeführt. Allein die C-EEVBS hat seit 2009 rund 35 externe Einsatzübungen mit ihren Partnern in der Schweiz und in Deutschland absolviert.

EEVBS-Einsatz zum Schutz der Bürgenstock-Konferenz

2024 war die EEVBS mehrmals im Einsatz, insbesondere zum Schutz von grossen internationalen Anlässen in der Schweiz. Die Teams der EEVBS beraten dabei die lokalen Einsatzkräfte im Be-

reich Schutz vor Radioaktivität, vor biologischen Gefahren und vor chemischen Kampfstoffen. Für die hochrangige Konferenz zum Frieden in der Ukraine vom 15. und 16. Juni 2024 auf dem Bürgenstock im Kanton Nidwalden wurde mit massgeblicher Beteiligung der EEVBS ein umfassendes ABC-Schutzdispositiv umgesetzt. Die grösste Aufgabe lag dabei im Bereich der A-Überwachung: Bereits vor der Konferenz machte die A-EEVBS an den Zufahrtsstrassen mit mobilen Messmitteln umfassende Radioaktivitätsmessungen. In der Umgebung des Konferenzstandorts wurden stationäre Messsonden aufgebaut. Und auch der Zutritt zu den Konferenzräumen wurde überwacht. Um mögliche Gefährdungen durch B- oder C-Substanzen zu erkennen, waren zudem Spezialisten der B- und C-EEVBS vor Ort, um die beteiligten Einsatzorganisationen als Experten zu beraten und bei einem Verdachtsfall sofort zu intervenieren.

Vergleichbare Einsätze zum Schutz von internationalen Grossanlässen leistete das Labor Spiez im Januar 2024 auch beim Besuch des ukrainischen Präsidenten Selenski in Bern und anschliessend am WEF in Davos.

Veränderung der ABC-Bedrohung weltweit und in der Schweiz

Die sicherheitspolitische Weltlage und die damit verbundene ABC-Gefahrenlage ist in ständiger Veränderung. Sarin, Novitschok oder andere hochtoxische Substanzen, radioaktives Material oder auch gefährliche biologische Krankheitserreger können auch zukünftig für kriminelle, terroristische oder militärische Aktionen eingesetzt werden. Anonyme Sendungen mit verdächtigen Pulvern und Flüssigkeiten müssen ernst genommen werden – auch wenn es sich bisher vor allem um Störaktionen handelt.

Seit dem russischen Angriff auf die Ukraine sind zusätzliche Aspekte und ABC-Gefahren dazu gekommen. Die

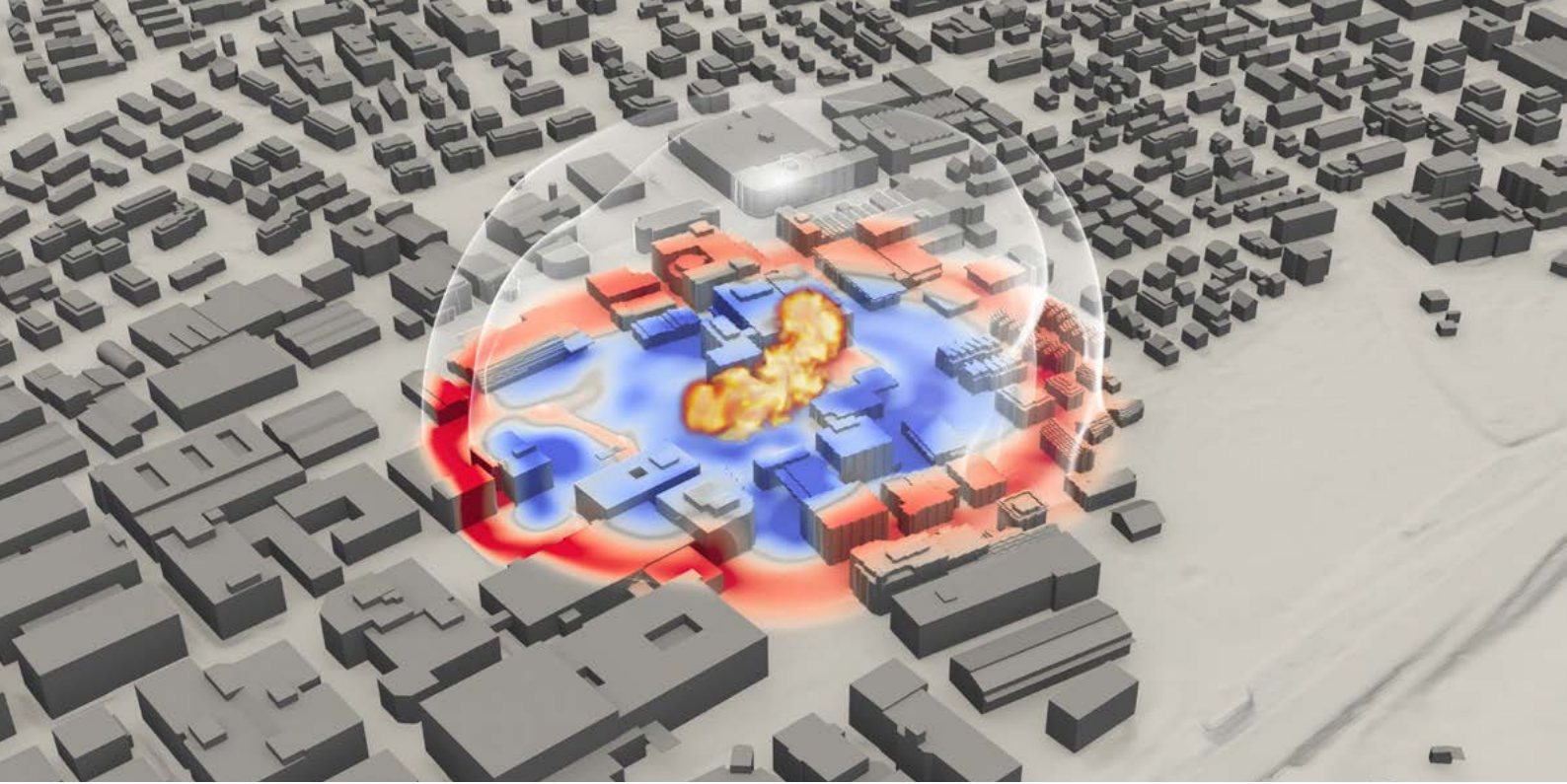
Fälle, bei denen das Labor Spiez beigezogen wird, um einen ABC-Verdachtsfall abzuklären, haben sich seither gehäuft, die Zahl der PAS-Einsätze zur Untersuchung von «unbekannten Proben» ist in den letzten Jahren stetig angestiegen. Vor diesem Hintergrund muss das Labor Spiez seine Kompetenzen

Staatsbesuch 2024:
Einsatzmittel des Labor Spiez und Blaulichtorganisationen gemeinsam in Bereitschaft für den Fall eines ABC-Ereignisses.



und Kapazitäten zur Bewältigung von Einsätzen in den nächsten Jahren in Abstimmung mit den Partnern weiterentwickeln.

▲ Eine Flasche mit verdächtigem Inhalt wird von der C-EEVBS vor Ort analysiert und als unbedenklich eingestuft.



07 Numerische Simulation der Druckwirkung bei Totalversagen einer Erdgashochdruckleitung in urbanem Gebiet

Eine unbeabsichtigte, schlagartige Freisetzung von Methan aus einer Erdgashochdruckleitung (EGHDL) führt zu einem Hochdruckfreistrahls mit einer einhergehenden Gaswolkenformation. Die Druckwirkung des Freistrahls bzw. einer allfälligen Explosion aufgrund einer nachfolgenden Zündung kann signifikant sein und entsprechende Auswirkungen auf exponierte Gebäude und Personen haben. Mit numerischen Strömungssimulationen trägt das Labor Spiez dazu bei, die Grössenordnung von Druckbelastungen bei einem solchen Störfall zu ermitteln und geeignete Schutzmassnahmen zu definieren.

Lorenz Brenner

In der Schweiz wird Erdgas über das EGHDL-Netz der Regionalgesellschaften mit bis zu 70 bar Druck aus den Nachbarländern zu den lokalen Gasversorgern transportiert. Durch Einwirkun-

gen Dritter, Bodenbewegungen oder Korrosions- bzw. Materialfehler kann eine Gasfreisetzung aus dem Netz der EGHDL verursacht werden. Bei einem Totalversagen der EGHDL entsteht ein

Hochdruckfreistrahle, der eine brennbare Wolke erzeugt, welche instantan oder zeitlich verzögert zünden kann.

In der Schweiz ist der Schutz der Bevölkerung sowie der Umwelt vor schweren Schäden durch Störfälle in der Störfallverordnung (StFV) geregelt. Seit 2013 erstreckt sich die StFV auch auf Erdgashochdruck- und Erdölleitungen, wobei rund 2'307 km Rohrleitungen betroffen sind (Stand 2021). Um die Risiken für Mensch und Umwelt zu minimieren, sind die Inhaber resp. Betreiber der Rohrleitungen verpflichtet, die Risiken zu untersuchen und bei Bedarf entsprechende Schutzmassnahmen zu ergreifen. Da in Bereichen bereits bestehender EGHDL in Zukunft eine weitere Verdichtung resp. Zunahme der Bevölkerung zu erwarten ist, steigt bei Störfällen das potentielle Schadenausmass und somit auch das Risiko.

Definition eines Szenarios und numerische Simulationen

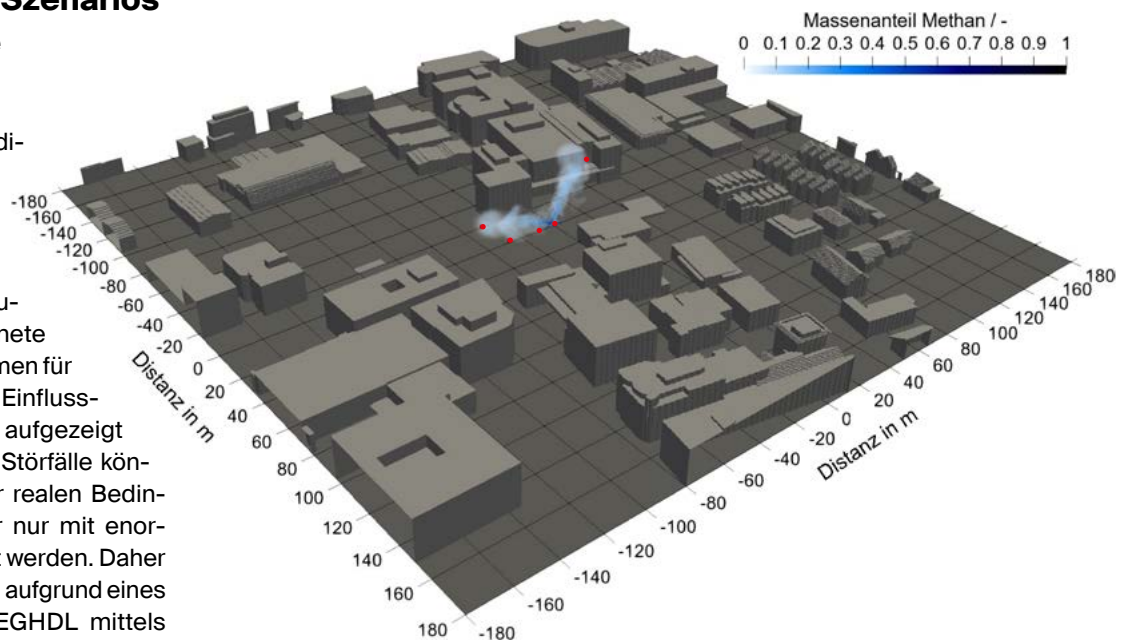
Unter Mitwirkung von diversen Fachpersonen erarbeitet das BAFU in einem speziellen Projekt aktuell eine Umwelt-Wissen-Publikation, in der geeignete Objektschutzmassnahmen für geplante Gebäude im Einflussbereich von EGHDL aufgezeigt werden. Mit Bezug auf Störfälle können Experimente unter realen Bedingungen gar nicht oder nur mit enormem Aufwand realisiert werden. Daher wurde die Druckwirkung aufgrund eines Totalversagens einer EGHDL mittels CFD-Simulationen (Computational Fluid Dynamics) analysiert.

Die Projektgruppe hat folgendes Szenario definiert: Ein Komplettversagen (engl. Full-Bore Rupture) einer 12 Zoll / 54 bar EGHDL, wobei ein 8 m langes Rohrleitungsstück zerstört wird und die beiden Leitungsenden (gerader Abriss) mit unterschiedlichen Anstellwinkeln

aus dem Boden herausragen. Als urbane Umgebung dient ein Industriegebiet einer Stadt, wo eine entsprechende Leitung verlegt ist.

Für die numerische Berechnung hat das Labor Spiez die speziell für die Simulation von Explosionen, Druckwellen und Gasdynamik entwickelte Software APOLLO Blastsimulator angewandt. In dem Programm sind verschiedene Gase sowie entsprechende Reaktionsmodelle implementiert, unter anderem für Methan-Luft-Gemische. In einem ersten Schritt wurden ähnliche Problemstellungen wie z.B. die Berechnung des Freistahls aus wissenschaftlichen Publikationen nachsimuliert. Die Resultate wurden vertieft analysiert und verglichen. Diese vorbereitenden Analysen waren erforderlich, da in dem Projekt keine experimentellen Analysen

Abb. 1: Exemplarisches 3D-Modell des untersuchten Szenarios mit der Methangaswolke nach 1 s Ausströmdauer (blaue Skala) und den untersuchten Zündorten (rote Punkte).



durchgeführt und die Simulationen nur so plausibilisiert werden konnten.

Im zweiten Schritt wurde das definierte Ausströmszenario aus zwei Leitungsenden simuliert und die resultierende Methanverteilung für die Berechnung der Gaswolkenexplosion in die urbane

Umgebung integriert. Als Basis dienten Gebäude- sowie Topografiedaten des Bundesamts für Landestopografie (swisstopo). Da es keinen «Standard-Störfall» gibt und um eine möglichst allgemeine Aussage hinsichtlich der Druckwirkung machen zu können, wurde eine Parameterstudie mit total 40 Simulationen unter Variation diverser Randbedingungen wie z.B. des Zündortes (siehe Abb. 1) durchgeführt.

Ergebnisse und Fazit

Abb. 2 zeigt exemplarisch einen Konturplot der mittleren Spitzenüberdrücke über alle durchgeführten Simulationen. Es ist ersichtlich, dass die grösste Druckwirkung in unmittelbarer Nähe zum Methanaustritt zu erwarten ist (siehe Abb. 2, Koordinate 0 / 0 m). Hier kann die Druckwirkung durch das Ausströmen des Gases auch ohne Zündung signifikant sein. Aufgrund von Druckwellenreflexionen bestehen erhöhte Drücke von rund 0.14 bis 0.16 bar an den Gebäuden in Nähe zur EGHDL-Versagensstelle sowie an dem Gebäude südlich davon (siehe Abb. 2, Koordinate 20 / -80 m). Ein zusätzlicher Bereich mit erhöhten Spitzenüberdrücken ergibt sich im Freifeld zwischen den Gebäuden (siehe Abb. 2, Koordinate 0 / -60 m). Unter der Annahme starrer Gebäude reduziert sich aufgrund von Abschattungseffekten die Druckwirkung bei den Bauten in grösserer Distanz massgeblich.

Gemäss den angewandten Schadensmodellen wird bei der ermittelten Druckwirkung u.a. Standardverglasung zerstört. Dadurch entstehen Öffnungen in den Gebäudehüllen, durch welche die Hitzestrahlung aufgrund des Abbrandes der Gaswolke ungehindert auf das Gebäudeinnere einwirkt. Um diese Gefährdung zu reduzieren, können verstärkte Fenstersysteme eingesetzt werden. Dies ist eine zentrale Erkenntnis, um die Gefährdung in Gebäuden in der Nähe solcher Anlagen massgeblich zu reduzieren. Sie wird daher in der Umwelt-Wissen-Publikation explizit aufgegriffen.

Aus naheliegenden Gründen sind experimentelle Untersuchungen von Explosionseffekten im urbanen Gebiet kaum realisierbar. Vor diesem Hintergrund konnte mit den numerischen Analysen in dem Projekt ein grosser wissenschaftlicher Mehrwert erzielt werden: Die Phänomene der Druckwellenausbreitung konnten im Detail sichtbar gemacht und untersucht werden. Gestützt darauf können die geeigneten Objektschutzmassnahmen definiert werden.

Aus naheliegenden Gründen sind experimentelle Untersuchungen von Explosionseffekten im urbanen Gebiet kaum realisierbar. Vor diesem Hintergrund konnte mit den numerischen Analysen in dem Projekt ein grosser wissenschaftlicher Mehrwert erzielt werden: Die Phänomene der Druckwellenausbreitung konnten im Detail sichtbar gemacht und untersucht werden. Gestützt darauf können die geeigneten Objektschutzmassnahmen definiert werden.

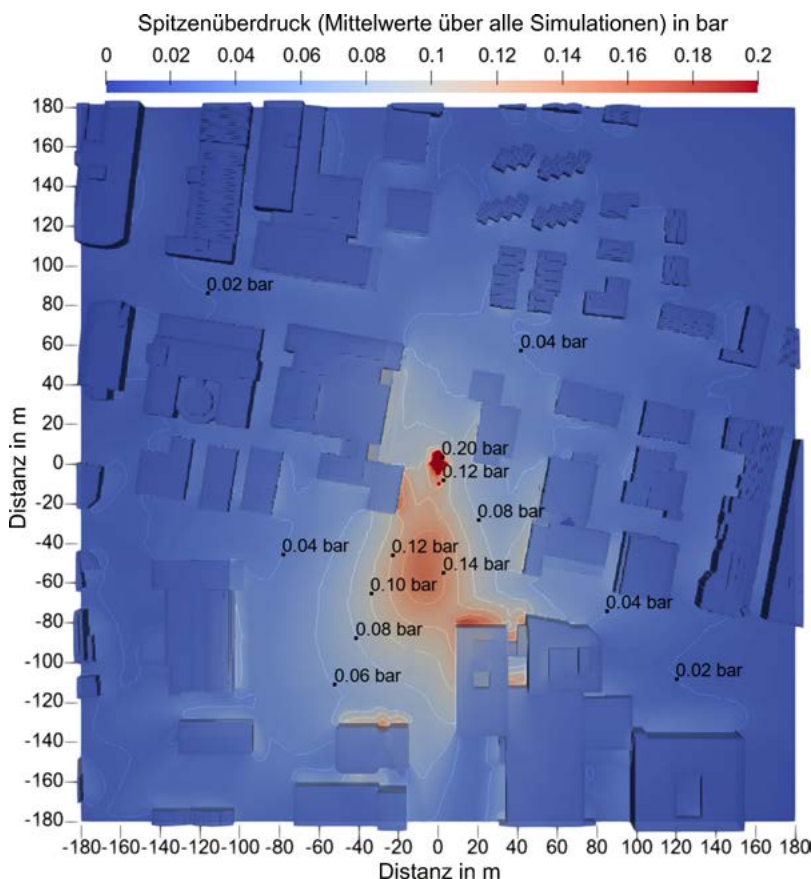


Abb. 2: Exemplarischer Druckkonturplot der Mittelwerte aller Spitzenüberdrücke über alle Simulationen der Parameterstudie im untersuchten urbanen Gebiet (Draufsicht). Die Mitte des Modells (Koordinate 0 / 0 m) entspricht dem Ort des Totalversagens der EGHDL.



▲ Arbeiten im Biologischen Sicherheitslabor BSL 3

8 Serologische Forschung mit Pockenimpfstoffen der dritten Generation

Nach dem weltweiten Ausbruch von Mpox im Jahre 2022 erhielten diverse Pockenimpfstoffe die Zulassung für die Prä- und Postexpositionsprophylaxe gegen das Affenpockenvirus, welches die Krankheit Mpox auslöst. Im Labor Spiez wurden Serumproben von Mitarbeitenden, die durch eine Pockenimpfung der ersten oder dritten Generation immunisiert wurden, auf kreuzschützend neutralisierende Antikörper gegen das Affenpockenvirus untersucht.

Damian Jandrasits
Roland Züst

Das Affenpockenvirus (MPXV) wurde 1958 erstmals bei Affen in einer dänischen Forschungseinrichtung nachgewiesen. Die erste humane Infektion wurde 1970 dokumentiert. MPXV gehört zur Orthopoxvirus-Gattung, wie das Va-

riola-Virus, der Erreger der Pocken, und ist in Zentral- und Westafrika endemisch. Es existieren zwei Hauptstämme des Virus: Clade I (Zentralafrika) und Clade II (Westafrika). Infektionen der Clade II verlaufen in der Regel milder,

1. Huang, Y., L. Mu, and W. Wang, *Monkeypox: epidemiology, pathogenesis, treatment and prevention*. *Signal Transduct Target Ther*, 2022. **7**(1): p. 373.
2. Kumar, N., et al., *The 2022 outbreak and the pathobiology of the monkeypox virus*. *J Autoimmun*, 2022. **131**: p. 102855.
3. Deputy, N.P., et al., *Vaccine Effectiveness of JYNNEOS against Mpox Disease in the United States*. *N Engl J Med*, 2023. **388**(26): p. 2434-2443.

mit Letalitätsraten von etwa 1 %, während Infektionen der Clade I in bis zu 10 % der Fälle tödlich sein können.¹

Einzelne Fälle von Mpox wurden früher meist auf den Import von Tieren oder die Rückkehr von Reisenden aus endemischen Regionen zurückgeführt und betrafen nur wenige Personen. Der Ausbruch von 2022 wies jedoch Besonderheiten auf: Erstmals wurden auch Personen ohne Reisegeschichte in MPXV-Endemiegebiete positiv auf das Virus getestet. Dies deutet auf eine verstärkte Mensch-zu-Mensch-Übertragung hin, unter anderem auch durch sexuellen Kontakt.² Auch in der Schweiz wurden zahlreiche Personen positiv auf Mpox getestet, wobei der erste Fall im Labor Spiez molekularbiologisch bestätigt wurde.

Pockenimpfstoffe der ersten Generation erwiesen sich als sehr wirksam und trugen entscheidend zur globalen Ausrottung der Pocken im Jahr 1980 bei. Allerdings hatten diese Impfstoffe schwere, teilweise lebensbedrohliche Nebenwirkungen, besonders bei immungeschwächten Personen. Die Impfstoffe

der zweiten und dritten Generation sollten diesbezüglich sicherer sein. Alle Pockenimpfstoffe basieren auf dem Vaccinia-Virus (VACV), einem weiteren Mitglied der Orthopoxvirus-Gattung. Für die Impfstoffe der ersten Generation wurde aktives Vaccinia-Virus verwendet, das im menschlichen Körper replizieren kann. Impfstoffe der dritten Generation dagegen basieren auf dem modifizierten Vaccinia Ankara (MVA), einem abgeschwächten und replikations-defizienten VACV-Stamm. Dadurch ist dieser Impfstoff auch für die vulnerable Bevölkerung geeignet.³ Da Viren aus der Orthopox-Gattung grosse Ähnlichkeiten untereinander aufweisen, können Pockenimpfstoffe zur Prä- und Postexpositionsprophylaxe auch gegen Mpox zugelassen werden.

Serumneutralisationstests zur Bestimmung neutralisierender Antikörper

Antikörper werden von den sogenannten B-Zellen des Immunsystems gebil-

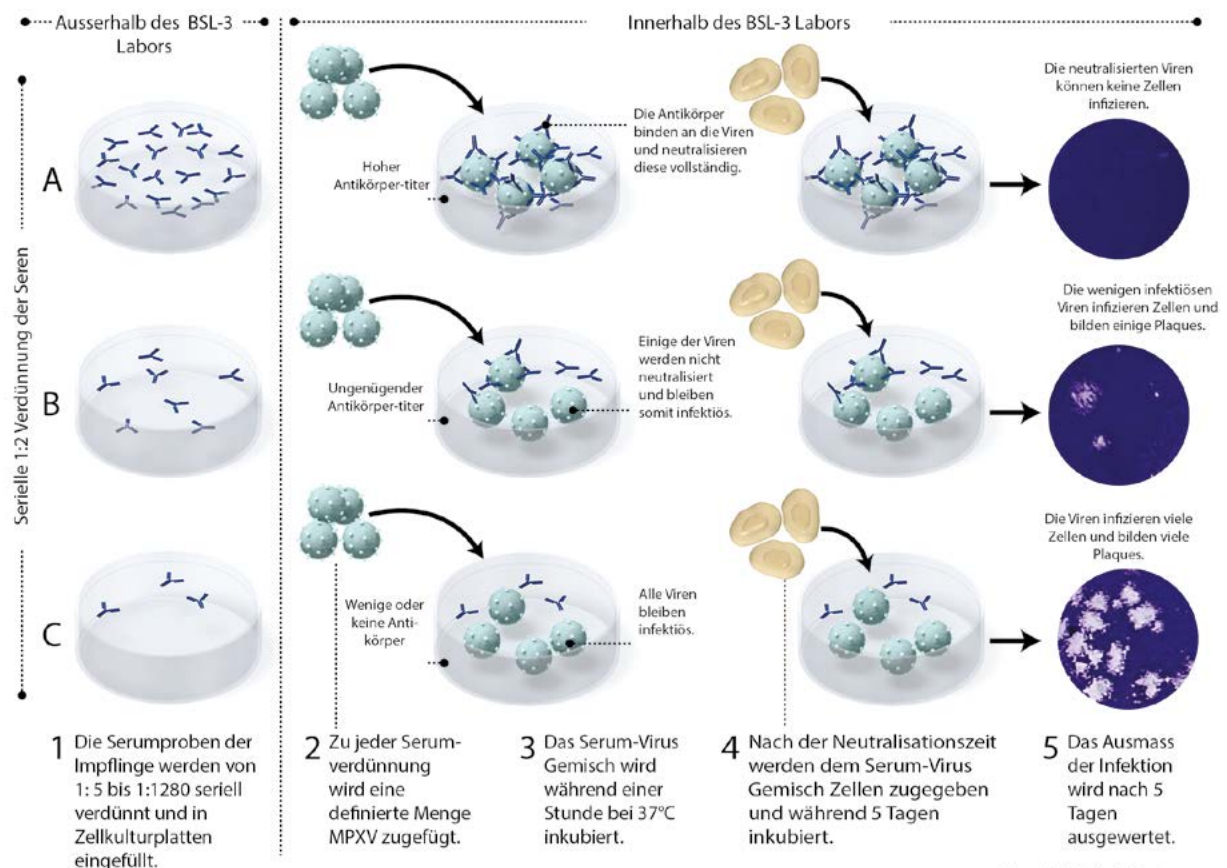


Abb. 1: MPXV Neutralisationstest

det. Neutralisierende Antikörper können an Virusoberflächenproteine binden und dadurch das Eindringen des Virus in die Wirtszellen blockieren. Mit einem Serumneutralisationstest werden diese neutralisierenden Antikörper im Serum nachgewiesen. Hierbei wird eine definierte Menge Viruspartikel mit verschiedenen Verdünnungen von Probandenseren gemischt. Dabei wird die maximale Serumverdünnung ermittelt, bei der noch 50% der Viruspartikel neutralisiert werden. Der Test dient als Indikator für eine erfolgreiche Immunisierung durch die Impfung.

Da MPXV als Risikogruppe-3-Erreger eingestuft ist, müssen alle Arbeiten mit infektiösem MPXV in einem biologischen Sicherheitslabor der Stufe 3 (BSL-3) durchgeführt werden. Die Probandenseren werden ausserhalb des Sicherheitslabors auf Verdünnungen von 1:5 bis 1:1280 gebracht. Innerhalb des BSL-3-Labors wird die definierte Menge Virus mit den Serumproben vermischt und für 1h bei 37° C inkubiert. In dieser Zeit können die Antikörper im Serum das Virus neutralisieren. Anschliessend wird das Virus-Serum-Gemisch auf Zellen übertragen und bei 37°C für 2 (VACV) bzw. 5 (MPXV) Tage inkubiert und danach gefärbt. Bei unvollständiger Neutralisation entstehen Plaques – visuelle Lücken im Zellrasen, die gezählt werden, um die neutralisierenden Antikörpertiter zu bestimmen (siehe Abb. 1).

Impfungen der ersten Generation erzeugen höhere MPXV-neutralisierende Antikörpertiter

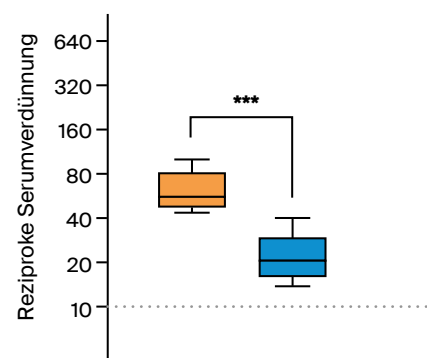
Die Ergebnisse der Serumneutralisationstests zeigten, dass Impfstoffe der ersten Generation höhere Titer neutralisierender Antikörper gegen MPXV induzierten als Impfstoffe der dritten Generation. Dabei war der Antikörpertiter gegen VACV in beiden Impfgruppen höher als gegen MPXV, was aufgrund der jeweiligen Impfformulierung zu erwarten war (siehe Abb. 2).

Zusätzlich wurden Serumproben von Probanden analysiert, die zunächst mit einem Impfstoff der ersten Generation immunisiert wurden und später eine

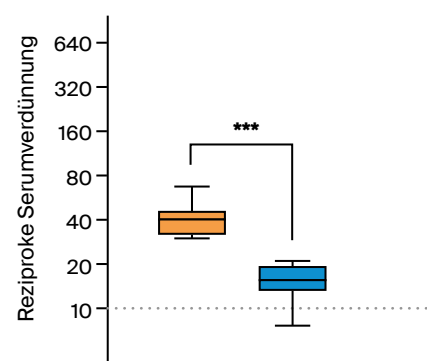
Auffrischungsdosis mit einem Impfstoff der dritten Generation erhielten. Im Vergleich mit Personen, die keine zusätzliche Dosis erhielten, zeigte sich, dass die Boosterimpfung keine signifikante Erhöhung der neutralisierenden Antikörpertiter bewirkte⁴.

Trotz der niedrigeren Antikörpertiter zeigten die Impfstoffe der dritten Generation eine Wirkung auf das für den Ausbruch verantwortliche MPXV-Isolat, was auf einen zumindest teilweisen Schutz gegen die Krankheit hindeutet. Um diesen Schutz langfristig aufrechtzuerhalten, sind regelmässige Auffrischimpfungen erforderlich. Darüber hinaus bieten die Impfstoffe der dritten Generation aufgrund ihrer besseren Verträglichkeit eine Möglichkeit, auch immungeschwächte Personen zu schützen, ohne das Risiko von Komplikationen einzugehen.

Neutralisierende Antikörper gegen Vaccinia



Neutralisierende Antikörper gegen MPXV



■ Pockenimpfstoff der ersten Generation
■ Pockenimpfstoff der dritten Generation

4. Jandrasits, D., et al., *Third-generation smallpox vaccines induce low-level cross-protecting neutralizing antibodies against Monkeypox virus in laboratory workers*. Heliyon, 2024. **10**(10): p. e31490.

Abb. 2: VACV- und MPXV-neutralisierende Antikörpertiter im Serum von Laborarbeitern, die mit einem Pockenimpfstoff der ersten oder dritten Generation immunisiert wurden.

La collaboration scientifique dans la défense NRBC à l'exemple de la France et de la Suisse

Dans le domaine de la défense, et particulièrement des technologies de défense, il peut à prime abords paraître contre-intuitif d'imaginer des nations collaborer de manière étroite. Tant l'avancée exponentielle des connaissances scientifiques et technologiques, que leur complexification, dépassent nettement les capacités de traitement, de développement et d'intégration d'acteurs isolés. La recherche fondamentale des académies est dépendante de collaborations nationales et internationales, les industries doivent collaborer afin d'obtenir un produit fini et intégré. De manière similaire, la recherche appliquée des Instituts de recherche gouvernementaux et les services de contrôle de qualité par essais en laboratoires qu'ils offrent en soutien aux programmes d'armement sont également avisés de collaborer.

César Metzger

Ainsi le Laboratoire de Spiez entretient des collaborations fructueuses avec plusieurs Instituts comparables de divers nations amies. Depuis de nombreuses années, la France et la Suisse collaborent dans le domaine de la recherche appliquée NRBC. Avec la DGA Maîtrise NRBC, le Laboratoire de Spiez a un partenaire dans les domaines des Sciences des matériaux de protection, de la chimie synthétique et analytique, et de la microbiologie. C'est en

partageant idées, interprétations et conclusions que nous pouvons tester nos propres hypothèses de travail, obtenir des perspectives externes et nous offrir parfois un point de vue différent sur les développements dans notre domaine spécifique. Au-delà des idées et informations, le partage plus concret de méthodes ou même de matériaux (produits chimiques, souches microbiennes ou matériaux de référence) permettent à nos laboratoires de gagner en cé-

l'expertise dans leurs travaux et souvent d'économiser en ne devant pas nécessairement tout faire par soi-même, à l'instar de la synthèse de certains produits chimiques qui peut être très complexe et onéreuse en temps et moyens financiers.

Attention au niveau gouvernemental

Dans un domaine technique, la biologie, où les sujets d'études ne peuvent être synthétisés, le partage de souches microbiennes entre laboratoires est incontournable. Et finalement, afin de s'assurer que nos travaux et méthodes correspondent aux plus hautes exigences de qualité, il est important de les comparer et mesurer, au travers d'essais inter-laboratoires. C'est ainsi que par exemple dans le cadre d'une collaboration européenne sous l'égide de l'Agence Européenne de Défense (AED), la Suisse et la France – ainsi que d'autres nations – s'appliquent à normer certains domaines de mesures de qualité dans les équipements de protection NRBC.

La relation de travail entre la DGA Maîtrise NRBC et le Laboratoire de Spiez – et particulièrement les échanges prolifiques et résultats obtenus au fil des années – n'aura pas échappé à l'échelle politique.

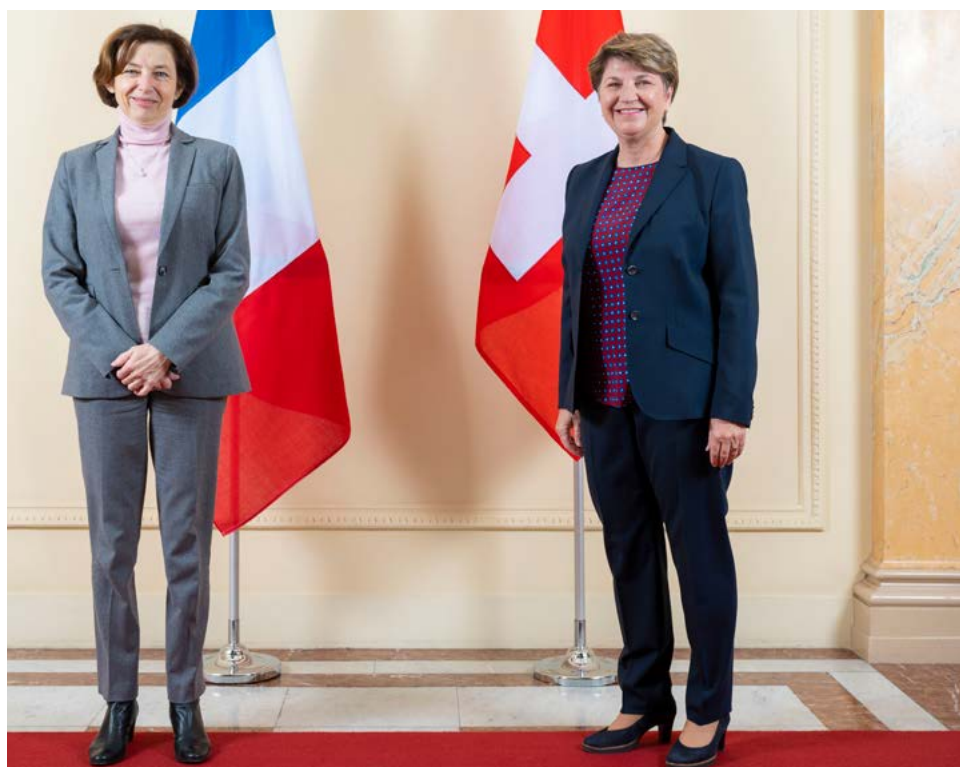
C'est ainsi qu'en 2018, la ministre française de la défense Mme Florence Parly et son homologue suisse, M. le Conseiller fédéral Guy Parmelin, se sont rencontrés pour un échange sur les questions de politique de sécurité et une appréciation générale de la coopération bilatérale dans le domaine militaire et de la sécurité.

Par la suite, Mme Florence Parly et Mme la Conseillère fédérale Viola Amherd ont souligné en 2021 l'importance du domaine de la défense NRBC et formulé leurs intentions d'intensification de la

collaboration entre nos deux nations dans ce domaine complexe.

Depuis les efforts ont été poursuivis et intensifiés. Régulièrement des scientifiques français et suisses rendent visite à leurs confrères dans leurs laboratoires pour des échanges formels d'informations et de méthodes. Divers échanges de matériaux et de produits

La ministre française de la défense Mme Florence Parly et Mme la Conseillère fédérale Viola Amherd dans le cadre d'une visite officielle en 2021.



chimiques ont été effectués et d'autres sont planifiés. Des séminaires en vidéo-conférence ont été tenus, lorsque les sujets discutés le permettent. Et des rencontres entre directions des deux instituts ont régulièrement lieu afin de procéder à l'état des lieux de la collaboration. Au-delà des échanges directs, les deux instituts se rencontrent également à travers leur participation à divers efforts, projets, conférences et comités internationaux.

10 Charakterisierung von Spaltmaterial im Dienst der Abrüstungskontrolle

In einer Welt mit zunehmend unilateral agierenden Grossmächten sind Abrüstungsinitiativen derzeit politisch nicht realistisch. Trotz der schwierigen Weltlage ist es wichtig, praktische Lösungen für die technischen und prozeduralen Herausforderungen einer effektiven Verifikation nuklearer Abrüstung zu finden und zu entwickeln – und damit deren Machbarkeit zu demonstrieren. Im Rahmen von künftigen Rüstungskontrollabkommen soll nicht nur die Zahl der einsatzfähigen Nuklearwaffen reduziert werden. Darüber hinaus muss die Demontage von Nuklearsprengköpfen sowie die Entsorgung von waffenfähigem Spaltmaterial

Christoph Wirz
Rolf Althaus

International Partnership for Nuclear Disarmament Verification (IPNDV) ist eine fortlaufende Initiative, an der mehr als 25 Staaten mit und ohne Nuklearwaffen beteiligt sind. Gemeinsam identifizieren und analysieren die Partner Herausforderungen im Zusammenhang mit der Überprüfung der nuklearen Abrüstung. Zwischen dem 11. und 29. September 2023 fand am belgischen Kernforschungszentrum SCK CEN eine Messkampagne namens BeCamp2 statt, an der zehn Messteams aus der ganzen Welt teilnahmen. 2024 sind die Messungen von den beteiligten Forschungsteams dann detailliert ausgewertet und die Erkenntnisse an verschiedenen Konferenzen und Veranstaltungen der IPNDV ausgetauscht und weiter analysiert worden. Ein Abschlussbericht ist in Vorbereitung.

Im Rahmen von BeCamp2 wurden diverse den Messteams unbekannte Objekte ausgemessen, welche die Spaltmaterialien Uran, Plutonium oder andere radioaktive Quellen enthielten und teilweise mit Blei, Cadmium oder Poly-

ethylen abgeschirmt waren. Die Objekte hatten jeweils eine Grundfläche von einem halben Quadratmeter und eine Höhe von zwei Metern; sie waren jeweils durch eine grüne Stoffhülle abgedeckt (Abb. 1). Da die Stoffhülle nicht entfernt werden durfte, konnten nur zerstörungsfreie messtechnische Verfahren angewendet werden. Die unterschiedlichen Detektoren wurden um den grünen Quader platziert.

Die Messergebnisse wurden verwendet, um die folgenden drei typischen Fragen zu beantworten:

- Ist zum Bau einer Kernwaffe geeignetes Spaltmaterial vorhanden?
- Kann die Messung eines Objekts einem bekannten Muster zugeordnet werden?
- Kann die Abwesenheit von Kernmaterial messtechnisch bestätigt werden?

Die zweite Frage ist deshalb relevant, weil im Rahmen des Abrüstungspro-

zesses überprüft werden soll, ob es sich beim untersuchten Gegenstand tatsächlich um eine Kernwaffe des vereinbarten Typs handelt.

Das Labor Spiez beteiligte sich an der Kampagne mit zwei tragbaren Reinstgermanium-Detektoren, die so eingestellt wurden, dass jeder Detektor einen anderen Energiebereich für den Nachweis von Gammastrahlung abdeckt. Diese unterschiedlichen Einstellungen sind für eine optimale Auswertung der Spektren mit speziellen Auswerteprogrammen notwendig. Uran basierte Kernwaffen enthalten Uran mit einer sehr hohen Anreicherung, d.h. mit einem sehr hohen Anteil an Uran-235. Abb. 2 zeigt ein typisches Uranspektrum.

Für die Auswertung wurde neben zwei kommerziellen Programmen (FRAM und MGAU) auch der Code von Prof. Kalthoff verwendet, bei dem der Quellcode zugänglich ist. Mit diesem Code ist es möglich, aus der Signatur in einem engen Energiebereich des Spektrums (markiert in Abb. 2) das Verhältnis der Isotope Uran-238 zu Uran-235 zu bestimmen (Abb. 3).

Die Messungen des Labor Spiez am BeCamp2 haben gezeigt, dass gerade die Charakterisierung von Spaltmaterial auf der Basis von Uran herausfordernd sein kann. Der Energiebereich mit der charakteristischen Signatur lässt sich durch eine geeignete Abschirmung relativ leicht vertuschen. Daher müssen für die Auswertung höhere Energiebereiche zur Beurteilung herangezogen werden. Für zuverlässige Aussagen ist somit eine sehr gute Auflösung des Reinstgermanium-Detektors und ein gut ausgebildetes Linienspektrum erforderlich.

Die in BeCamp2 gewonnenen Daten helfen, die Auswertungsprogramme zu verbessern und das Messverfahren zu optimieren. Der Vergleich der verschiedenen Messmethoden und Analysestrategien führt zu verbesserten und effizienteren Verifikationsprozessen. Langfristiges Ziel ist eine zuverlässige Auswertung der gemessenen Spektren, ohne dass ein Experte benötigt wird und ohne dass die gemessenen Spektren sichtbar sind. Die Messung

soll nur die gestellte Frage beantworten, aber keine weiteren Informationen liefern. In diesem Sinne kann das Labor Spiez einen Beitrag zur nuklearen Abrüstung leisten, ohne über waffenfähiges Spaltmaterial zu verfügen.

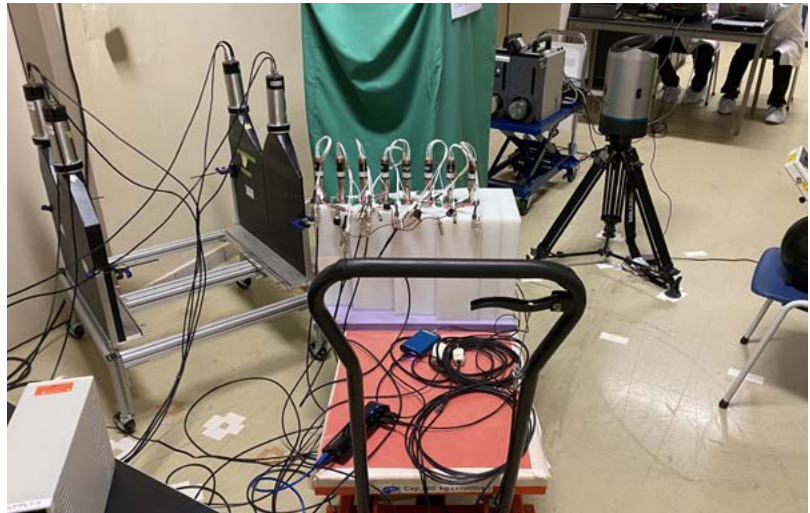


Abb. 1: Mit grüner Hülle abgedecktes Messobjekt. Darum herum sind Messgeräte platziert. Im Vordergrund stehen Detektoren um Neutronen zu messen, im Hintergrund die Detektoren des Labor Spiez, mit denen Gammastrahlung gemessen wird.

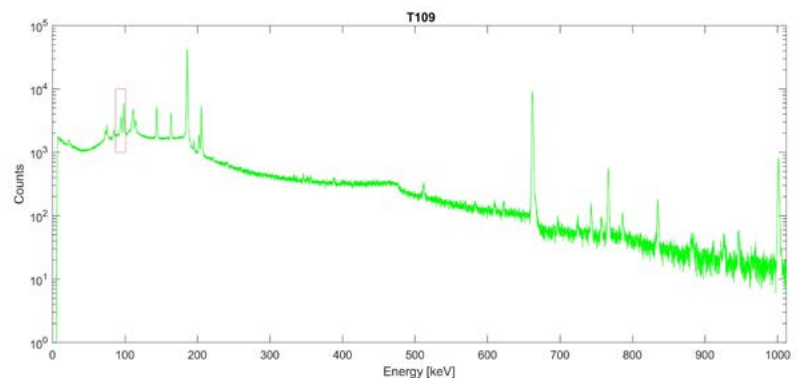


Abb. 2: Uranspektrum: Um das Verhältnis der beiden Isotope Uran-235 zu Uran-238 zu bestimmen, braucht es spezielle Auswerteprogramme.

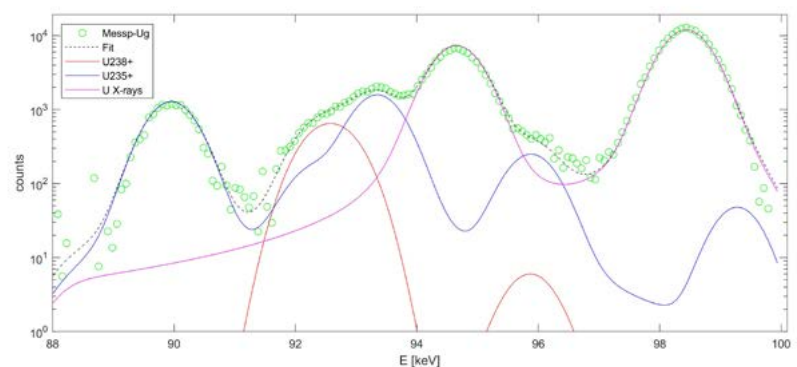


Abb. 3: Die gemessene Signatur wird durch drei Kurven angenähert. Diese drei Kurven bestehen aus insgesamt 14 einzelnen Peaks, gruppiert nach ihrer Herkunft. Uran-238 und Tochterprodukte (rote Kurve), Uran-235 und Tochterprodukte (blaue Kurve), Röntgenfluoreszenz (violette Kurve).



▲ Horizontale Schockprüfanlage

11

Sanierung der Horizontalen Schockprüfanlage

Die Schweiz betreibt ein weltweit einzigartiges Schutzbauprogramm: Für jede in der Schweiz wohnhafte Person muss im Bedarfsfall ein Platz in einem Schutzraum zur Verfügung stehen. Damit die erforderliche Qualität der Schutzbauten gewährleistet werden kann, erlässt das Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) Zulassungen für Zivilschutzkomponenten. Die zentrale Grundlage dafür sind praktische Prüfungen des Labor Spiez. Dazu betreibt es einzigartige Prüfanlagen wie die Horizontale Schockprüfanlage (HOSPA). Diese sollen stets auf dem neusten Stand der Technik sein und müssen daher regelmässig saniert und weiterentwickelt werden.

Christian Blaser

In den sechziger und siebziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts hat die Schweiz das bis heute geltende Schutzbauprogramm etabliert. Zentraler Bestandteil ist dabei das Schutzraumkon-

zept, welches vorsieht, dass jede in der Schweiz wohnhafte Person Anspruch auf einen Schutzplatz hat. Die Umsetzung dieses Konzepts bedeutet konkret, dass die Schweiz aktuell über rund

370'000 Schutzbauten und rund 9 Millionen Schutzplätze für die zivile Bevölkerung verfügt. (Für weitere Informationen vgl. Website BABS.) Das Labor Spiez war und ist bei der Umsetzung und Erhaltung des Schutzbauprogramms ein wichtiger Akteur und Know-how-Träger.

Prüfung von Schutzraumkomponenten

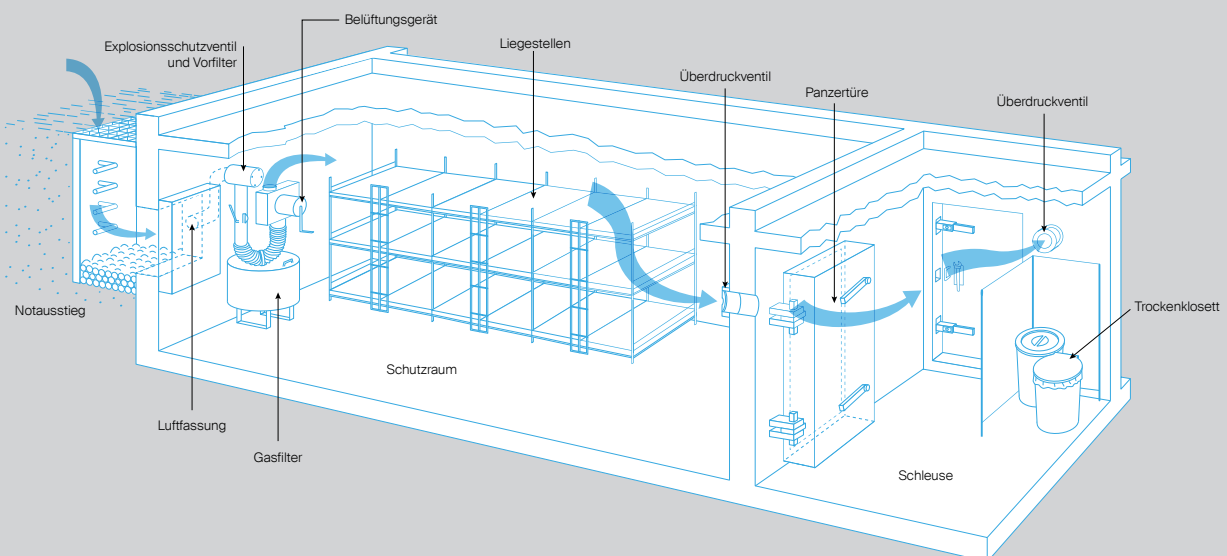
Damit ein Schutzbau im Bedarfsfall auch den vorgesehenen Schutz vor bewaffneten Konflikten oder Katastrophen bieten kann, müssen die verbauten Komponenten bestimmte Anforderungen erfüllen, insbesondere in Bezug auf Schocksicherheit, Resistenz gegen Druckstösse und Lüftungstechnik. Die Zulassungsstelle BABS vergibt die entsprechenden Zulassungen für Schutzraumkomponenten an die Hersteller und Händler. Zentrale Voraussetzung

für eine Zulassung ist das Bestehen von Qualifizierungsprüfungen durch akkreditierte Prüflaboratorien. Das Labor Spiez betreibt im Fachbereich CBRNe-Schutzsysteme zu diesem Zweck aktuell drei akkreditierte Prüflaboratorien. Da das Schweizer Schutzbauprogramm einzigartig auf der Welt ist, mussten spezifische Prüfmethoden und Prüfeinrichtungen geschaffen werden. Aufgrund ihrer Dimensionen, Funktionsweisen und Leistungsdaten stechen dabei die Prüfeinrichtungen der Prüfstelle für ABC-Schutzmaterial sowie Einrichtungen und Installationen von Schutzbauten (STS 0055) heraus. Es handelt sich dabei durchwegs um Einzelanfertigungen.

Um die geforderten Schockprüfungen an grossen Prüflingen wie Notstromagregaten oder Klimageräten durchzuführen, sind auch entsprechend grosse Anlagen notwendig, wobei die Prüfstelle STS 0055 drei Schockprüfanlagen

Klassisches Schutzraum-Modell

Schnitt durch ein klassisches Schutzraum-Modell. Die potenziell kontaminierte Luft wird mit einem Belüftungsgerät angezogen und dabei über einen Gasfilter gereinigt, bevor sie in den Schutzraum gelangt und diesen über ein Überdruckventil wieder verlässt. Ein Grossteil der dargestellten Komponenten muss auf Schocksicherheit geprüft werden.



betreibt. Um die Anforderungen an Luftstoss und lüftungstechnischen Eigenschaften der Komponenten zu prüfen unterhält die Prüfstelle ausserdem zwei Stossrohre, einen Ventilationsprüfstand und zahlreiche weitere Kleinprüfstände.

Strategische Sanierung im Zeichen des Programms zum Werterhalt der Schutzbauten

Der Zivilschutz und somit auch die Prüfung und Zulassung von Komponenten ist in den letzten Jahren aufgrund der verschärften sicherheitspolitischen Lage verstärkt ins Zentrum des Interesses gerückt. Die bestehenden Schutzbauten sind zum grössten Teil mehrere Jahrzehnte alt; viele Komponenten haben das Ende ihrer Lebensdauer erreicht und ein Austausch ist unabdingbar. Nur so können Wert und Nutzen der Einrichtungen und somit der vorgesehene Schutz aufrechterhalten werden. Die Grundlage für diesen Werterhalt soll mit einer Revision der Zivilschutzverordnung gelegt werden; aktuell läuft dazu das Vernehmlassungsverfahren.

Eine Delegation der Militärkommission des Nationalrates besichtigt am 11. August 1983 eine Schockprüfung an der HOSPA. Zu dieser Zeit wurde die HOSPA noch im freien Feld ohne Überdeckung betrieben.

Das Labor Spiez hat bereits vor einigen Jahren mit der Sanierung und Weiterentwicklung der Prüfanlagen in der Prüfstelle STS 0055 begonnen mit dem Ziel, die Prüfanlagen weiterhin auf dem neusten Stand der Technik betreiben zu können. Dies ist unabdingbar, um die anstehenden qualitativen und quantitativen Herausforderungen zur Umsetzung des Programms zum Werterhalt der Schutzbauten zu meistern.

Eine der letzten betroffenen Anlagen ist die Horizontale Schockprüfanlage HOSPA. Diese wurde 1980 als Prüfstand im freien Feld konzipiert. In der Prüfanlage prallen in einem um rund 4.2° geneigten Fundament aus massivem Stahlbeton zwei gewaltige Massen aufeinander. Die Stossmasse mit einem Gewicht von 40 Tonnen wird auf einem Schienensystem aufgezogen, gelöst und rollt anschliessend aufgrund der Neigung in Richtung der stehenden Prüfmasse. Kurz vor dem Aufprall werden die Bremsen der Prüfmasse – auf welcher sich auch der Prüfling befindet – gelöst und es kommt zu einem kontrollierten Aufprall. Dabei wird der Prüfling einer dynamischen, sehr kurzzeitigen, aber kontrollierten Beschleunigung ausgesetzt, dem sogenannten Schock.

Im Laufe der Jahre wurde die HOSPA durch eine Halle ergänzt und die Messtechnik wurde erneuert. Mittlerweile sind aber auch die damals neuen Technologien überholt, weshalb die Anlage einer Gesamtsanierung unterzogen wird. Neu werden die beiden Massen von einem Wagensystem mittels Schrägverzahnung über eine Zahnstange in Position gebracht. Ausserdem werden die Anlagensteuerung, die Hydraulik sowie die Mess- und Auswertinfrastruktur erneuert. Diese Massnahmen bringen die Anlage nicht nur aus technischer Sicht, sondern auch in Bezug auf die Arbeitssicherheit auf den neusten Stand. Eine Umzäunung mit Treppe und Plattform komplettieren die Massnahmen um einen zeitgemässen Sicherheitsstandard zu garantieren.





▲ Präsident Pavel schreibt ins Gästebuch des Labor Spiez: «What a pleasure to visit such a unique facility that is close to my previous professional background!»

Staatsbesuch im Labor Spiez

12

Der Präsident der tschechischen Republik Petr Pavel und dessen Gattin Eva Pavlová wurden am 5. und 6. November 2024 in der Schweiz zum Staatsbesuch empfangen. Am ersten Tag besuchte die Bundespräsidentin Viola Amherd mit der hochrangigen Besucherdelegation das Labor Spiez und liessen sich über die Aufgaben und Tätigkeiten des Eidgenössischen Instituts für ABC-Schutz informieren.

Nick Wagner

Auf einem Laborrundgang informierte Marc Cadisch als Leiter Labor Spiez die Gäste über wesentliche Leistungen des Labor Spiez und ermöglichte ihnen einen Einblick in ausgewählte Labore. Auf dem Programm stand die Besichtigung von Mobilen Messmittel Radioaktivität, des Chemischen und des Biologischen Sicherheitslabors.

Zum Abschluss seines Besuchs in Spiez unterstrich Präsident Pavel seine Dankbarkeit und Anerkennung der Arbeit des Labors im Gästebuch mit den Worten: «You are doing a great job here and I sincerely hope that we will have more cooperation to the benefit of both nations as well as to our partners.»

Marc Cadisch begrüsst die Besucher im Labor Spiez.



Bundespräsidentin Viola Amherd und Präsident Petr Pavel besichtigen das neue Mobile Messmittel Radioaktivität der A-EEVBS.



Marc Stauffer, Chef Fachbereich Nuklearchemie, im Gespräch mit Präsident Pavel.





▶ **Isabel Hunger-Glaser, Chefin Fachbereich Biologie, führt die interessierten Besucher durch den Korridor des Biologischen Sicherheitslabors.**



▶ **Präsident Petr Pavel, Eva Pavola und Bundespräsidentin Viola Amherd schenken ihre Aufmerksamkeit Stefan Mogl, Chef Fachbereich Chemie.**



▶ **V.I.n.r.:**
Oberst i Gst Nicolas Roduit,
 Kommandant Kompetenzzentrum
 ABC-KAMIR
Urs Bucher, Schweizerischer
 Botschafter in der Tschechischen
 Republik
Jolanda Brunner, Gemeindepräsidentin
 Spiez
Petr Pavel, Präsident der Tschechischen
 Republik
Viola Amherd, Bundespräsidentin und
 Chefin des Eidgenössischen
 Departements für VBS
Eva Pavlová, Ehefrau von Präsident
 Petr Pavel
Tomáš Jan Podivínský, Tschechischer
 Botschafter in der Schweiz
Michaela Schärer, Direktorin BABS
Marc Cadisch, Leiter Labor Spiez



13 10 Jahre Spiez CONVERGENCE

Im September 2024 feierte Spiez CONVERGENCE mit der sechsten Ausgabe das zehnjährige Jubiläum. Die Konferenzreihe wurde 2014 auf Empfehlung des wissenschaftlichen Beirats der Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) zur Bedeutung von Konvergenz in Chemie und Biologie ins Leben gerufen. Damit wurde eine Plattform geschaffen, um wissenschaftliche und technologische Entwicklungen aus der Sicht des Chemie- und Biowaffenübereinkommen zu betrachten.

Sophie Reiners
Stefan Mogl



Organisiert wird die Konferenz alle zwei Jahre durch das Labor Spiez in Zusammenarbeit mit dem Center for Security Studies (CSS) der ETH Zürich. 2024 nahmen 76 eingeladene Experten/Innen aus 13 Ländern und von 4 internationalen Organisationen daran teil. Angesichts der veränderten sicherheitspolitischen Lage wird es zunehmend wichtiger, das Dual-Use-Potenzial der rasant fortschreitenden Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie einzuschätzen. Die Konferenz beurteilt dabei ein mögliches Missbrauchspotenzial und analysiert, wie neue Entwicklungen zum Schutz vor chemischen und biologischen Waffen beitragen können. Aufgrund ihrer Einzigartigkeit gewinnt Spiez CONVERGENCE zunehmend an Bedeutung.

Die Bedeutung einer kontinuierlichen Betrachtung wissenschaftlicher Entwicklungen

Im Verlauf ihrer zehnjährigen Geschichte hat Spiez CONVERGENCE eine Vielzahl neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Technologien behandelt. Die Themenwahl beruht jeweils auf einer intensiven Literaturrecherche in neuen wissenschaftlichen Publikationen sowie auf einer anschliessenden sorgfältigen Selektion durch das Organisationskomitee. Dabei sind sowohl neue Entwicklungen als auch bereits früher behandelte Themen von Interesse. Die nachfolgenden drei Beispiele sollen die Bedeutung eines kontinuierlichen Horizon Scanning verdeutlichen, um frühzeitig mögliche Auswirkungen auf die Rüstungskontrolle zu erkennen.

Ein Thema, das seit Beginn der Konferenzreihe kontinuierlich verfolgt wird, sind Editierungstechnologien, speziell im biologischen Bereich. Obwohl die Geneditierung schon länger möglich war, erhielt 2012 die Veröffentlichung der CRISPR/Cas9-Genschere aufgrund ihrer Einfachheit viel Aufmerksamkeit. Genomeditierungstechnologien wurden 2016 in eine US-Bedrohungsliste

Teilnehmer/innen der 6. Spiez CONVERGENCE, 2024.

Spiez CONVERGENCE

Report on the sixth conference, 29, 30 August and 8–11 September 2024



An einem Side Event des OPCW Executive Council Meetings im März 2025 stellten Sophie Reiners des CSS der ETH Zürich und Max Brackmann des Labor Spiez die Konferenzreihe der Spiez CONVERGENCE vor. Die Veranstaltung wurde von der Schweizerischen Botschafterin in den Niederlanden, Corinne Cicéron Bühler, geleitet.

aufgenommen, was zu einer zusätzlichen Aufmerksamkeit in der Rüstungskontrolle führte. Die Forschung entwickelte sich von einem grundlegenden Verständnis der Technologie hin zu konkreten Anwendungsmöglichkeiten in verschiedenen Bereichen der Medizin und Naturwissenschaften. Ende 2023 wurde die CRISPR/Cas9-Technologie erstmals als Genomeditierungstechnologie zur Behandlung der Erbkrankheiten Sichelzellanämie und Beta-Thalassämie zugelassen.

Die Konvergenz von Bio- und Chemie mit Computerwissenschaften wurde auch bereits 2014 thematisiert. Dabei lag der Fokus auf Design und Engineering von biologischen Systemen mithilfe von Computermodellierung und Programmiersprachen. In den darauffolgenden Jahren hat die Integration von Digitalisierung, Automatisierung und Künstlicher Intelligenz (KI) in der Chemie und Biologie zunehmend an Bedeutung gewonnen. Diese Technolo-

DNA-Origami, die Selbstfaltung von DNA in 3D-Nanostrukturen, ist ein weiteres wiederkehrendes Thema an der Spiez CONVERGENCE. Erstmals wurde es 2016 als aufkommende Grundlagenforschung diskutiert, wobei der Schwerpunkt zunächst auf benutzerdefinierten einfachen DNA-Konstrukten lag. Zu diesem Zeitpunkt war unklar, inwiefern die Technologie für die Spiez CONVERGENCE wirklich relevant sein könnte. 2018 rückte DNA-Origami dann stärker in den Fokus der Rüstungskontrolle, weil sich Anwendungen für eine gezielte Verabreichung von therapeutischen sowie toxischen Molekülen abzeichneten. Im Laufe der Jahre vergrösserte sich so das Anwendungsfeld zunehmend. Neueste Entwicklungen ermöglichen beispielsweise, Gene in DNA-Origami zu kodieren.

Inhalte der Spiez CONVERGENCE 2024

In der sechsten Ausgabe der Konferenz standen die folgenden Themen im Fokus:

Präzises Editieren von Molekülen in Chemie und Biologie

Das Umprogrammieren des genetischen Codes erlaubt es, nicht natürliche Aminosäuren in Proteine einzufügen und so den Umfang an möglichen Proteinen erheblich zu erweitern. Für die Synthese der Proteine nutzt die Natur 20 natürliche Aminosäuren. So können Proteine mit gewünschten Eigenschaften hergestellt werden, die in der Natur nicht vorkommen, indem sie das System verändern, wie die Zellen die genetische Information lesen.

Das Skeletal Editing ermöglicht es, nicht nur Änderungen an den äusseren Teilen von kleinen Molekülen oder Polymeren vorzunehmen, sondern auch am Kern oder «Skelett» eines Moleküls. Indem Atome am Skelett hinzugefügt oder entfernt werden, lassen sich Eigenschaften verfeinern.

Epigenetische Editierung wurde ebenfalls thematisiert. Das Epigenom besteht aus chemischen Veränderungen der DNA und daran bindenden Proteinen, die so Genexpression regulieren.



gien eröffnen neue Möglichkeiten etwa zur Erforschung des chemischen und biologischen Raums oder zur Erweiterung der Vielfalt an Materialien, welche synthetisiert, getestet und optimiert werden können. In den letzten Jahren entstanden vermehrt sogenannte «Cloud Labs», «Biofoundries» oder «Self-driving laboratories». Durch die Integration von KI und Robotik ermöglichen sie es, Experimente automatisiert und auch aus Distanz durchzuführen.

Die epigenetische Editierung ist eine Technik, die es ermöglicht, die Genexpression zu verändern, ohne die DNA zu modifizieren. Sie bietet somit Potenzial für die Behandlung bestimmter Krankheiten.

Eine weitere Editierungstechnik ist die RNA-Editierung. Mithilfe von Enzymen können spezifische Nukleoside in doppelsträngiger RNA verändert werden, wodurch zelluläre Regulationsmechanismen beeinflusst werden können.

Digitalisierung, Automatisierung und Künstliche Intelligenz

Die Entdeckung von neuen Chemikalien wird zunehmend durch KI und Machine Learning (ML) Tools beschleunigt. Diese schlagen vor, welche Chemikalien hergestellt und wie sie synthetisiert werden können. Large Language Models (LLMs) finden Anwendung in der Arzneimittelforschung sowie bei der Vorhersage von Reaktionen und Eigenschaften. Ein Beispiel ist *ChemCrow*, ein LLM-Chemie-Agent, der in der Lage ist, die Durchführung von Synthesen zu planen und zu steuern.

Self-driving laboratories (SDLs) kombinieren KI-Tools und Robotik, um Experimente sowie Bioengineering-Aufgaben autonom durchzuführen. Dadurch lässt sich die Zeit für die Entdeckung potenzieller Kandidaten in der Arzneimittelforschung, der chemischen Synthese, den Materialwissenschaften oder im Bioengineering verkürzen. SDLs sind zudem in der Lage, eigenständig Proteine zu optimieren.

Ein weiteres Anwendungsfeld für die KI ist die Impfstoffentwicklung gegen Krankheiten mit pandemischem Potenzial. Verschiedene KI-Tools zielen darauf ab, die Zeit zur Identifikation eines geeigneten Impfstoffkandidaten deutlich zu reduzieren.

Herstellung von Chemikalien

Die Biokatalyse zur Herstellung komplexer organischer Moleküle ist ein wiederkehrendes Thema an der Spiez CONVERGENCE. Neu ist, dass Forscher neben den aus der Natur isolierten Biokatalysatoren mithilfe diverser bioinformatischer Tools und neuen

Möglichkeiten im Proteinengineering schneller Enzyme mit gewünschten Eigenschaften entwerfen und entwickeln können.

Ein weiteres Thema ist die Click-Chemie: eine chemische Synthesemethode, bei der molekulare Bausteine effizient und schnell zusammengefügt werden. Neben Anwendungen in der Chemie, wie beispielsweise in der Polymersynthese oder der Arzneimittelentdeckung, findet die Click-Chemie ebenfalls Anwendungen in lebenden Systemen, etwa für die kontrollierte zeitliche Steuerung von Wirkstoffen durch *in-vivo* click release.

Als nachhaltige Alternative zur traditionellen chemischen Synthese gewinnt die Elektrosynthese zunehmend an Bedeutung. Sie ermöglicht die Synthese von Chemikalien durch Elektronentransfer.

Therapeutische Anwendungen und Wirkstoffabgabe

Die Fortschritte im Bereich der Wirkstoffabgabe zielen darauf ab, Behandlungen zu personalisieren und Wirkstoffe präzise an spezifische Organe zu liefern. Hierzu gehört das Engineering von Bakterien zur gezielten Abgabe von Wirkstoffen in Tumore. Mithilfe eines Systems, das einer Nanospritze ähnelt, kann das Bakterium verschiedene Proteine in die Tumore injizieren, die dann zum Beispiel den Zelltod verursachen.

Eine weitere Entwicklung sind 3D-Drucker, die Medikamente mit personalisierter Dosis und Design für einzelne Patienten herstellen können.

Ein wiederkehrendes Thema ist DNA-Origami (siehe oben). Zu den neuen Entwicklungen gehören die Bildung von DNA-Origami-Hüllen, die Viren einkapseln, oder die Möglichkeit, Gene in DNA-Origami zu kodieren.

Threat-agnostic biodefence

Threat-agnostic biodefence ist ein Konzept, das die Erkennung unbekannter Bedrohungen ohne vorherige Kenntnisse ermöglicht. Im Falle eines unbekannten oder neu auftretenden Erregers bietet sie einen robusten Ansatz, der sich zur Identifizierung nicht auf

spezifische Listen und Sequenzdaten stützt, sondern auf gemeinsame Mechanismen oder Eigenschaften von Erregern. Anstatt den Erreger zu identifizieren, wird gefragt, ob und wie gefährlich dieser ist.

Bedeutung für die Rüstungskontrolle

Aus der Perspektive der Rüstungskontrolle können nach der sechsten Ausgabe zusammengefasst folgende Aussagen gemacht werden:

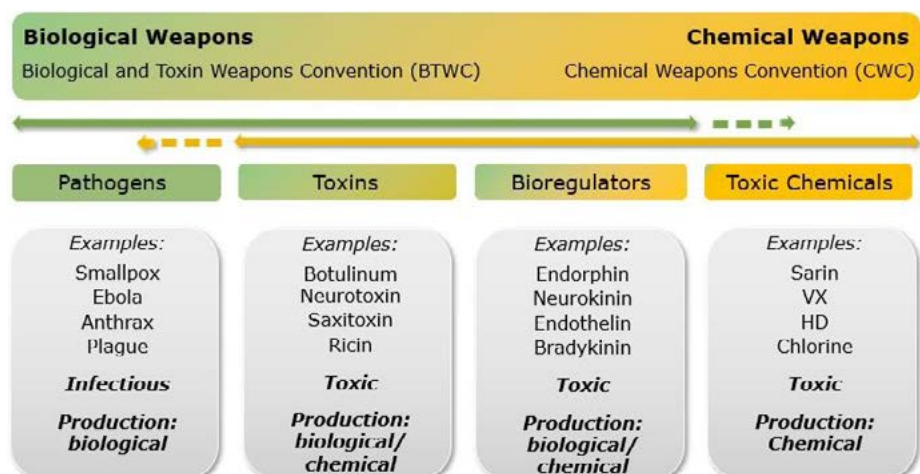
- KI und maschinelles Lernen ermöglichen eine effiziente und gezielte Erkundung riesiger molekularer Räume; allerdings ist eine Bestätigung durch ein Laborexperiment immer noch notwendig.
- Laborexperimente werden zunehmend automatisiert durchgeführt.
- Es werden bedrohungssagnostische Methoden entwickelt, die sich vermehrt auf Funktionalität und weniger auf listenbasierte Ansätze zur Identifikation von Pathogenen und Toxinen konzentrieren.
- Fortschritte in Wissenschaft und Technologie bringen enorme gesellschaftliche Vorteile und helfen den Schutz gegen chemische- und biologische Waffen zu verbessern. Sie bieten auch Missbrauchspotenzial, müssten für solche Anwendungen aber getestet und weiter-

entwickelt werden; über die dafür notwendigen Ressourcen verfügen meist nur staatliche Akteure.

- Um den Herausforderungen zu begegnen, braucht es ein sorgfältiges Gleichgewicht zwischen wissenschaftlicher Freiheit/Offenheit und behördlicher Kontrolle sowie verstärkte Sensibilisierung und Strategien zur Risikominderung.

Auch wenn sehr viel über neuste Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie gesprochen wird, ist Spiez CONVERGENCE keine reine Wissenschaftskonferenz. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer versuchen, neue wissenschaftliche Entwicklungen in den Kontext der Biologie- und Chemiewaffenübereinkommen zu stellen.

Diese beiden zentralen Verträge der Rüstungskontrolle basieren auf globalen Normen und Werten und haben zum Ziel einen Verzicht auf biologische und chemische Waffen auch für die Zukunft sicherzustellen. Die Konferenzreihe Spiez CONVERGENCE strebt an, Grundlagen für «informierte» Policy Entscheide zur Verfügung zu stellen, die neuste Entwicklungen in Wissenschaft und Technologie berücksichtigen. Sie liefert damit einen Beitrag zur Schweizer Science Diplomacy.



Zunehmende Überlappung von Biologie und Chemie

14

Wissenschaftliche Publikationen 2024

Schütz S, Brackmann M, Liechti N, Moser M, Wittwer M, Bruggmann R

Functional characterization of *Francisella tularensis* subspecies *holarctica* genotypes during tick cell and macrophage infections using a proteogenomic approach

Front. Cell. Infect. Microbiol., 2024, 14:1355113

Picard Antoine, Florent Barbecot, Gérard Bardoux, Pierre Agrinier, Marina Gillon, José A. Corcho Alvarado, Vincent Schneider, Jean-François Hélie, Frédérick de Oliveira

The Potential of Isotopic Tracers for Precise and Environmentally Clean Stream Discharge Measurements

Hydrology, 2024, 11(1):1

Wong, E., H. J. Tan, J. A. Corcho-Alvarado, E. Loh, J. Ong, C. Y. Ong, D. Toh, S. Röllin, R. Gosteli, H. Sahli, V. Furrer, S. Kradolfer, J. Ossola, C. von Gunten, M. Stauffer

Natural and anthropogenic radionuclides in selected environmental radioactivity monitoring sites in Singapore

J. Radioanal Nucl Chem, 2025, 1433-1443

Lin, Mu, Jingjing Wang, Peter Steier, José Antonio Corcho Alvarado, Stefan Röllin, Tengxiang Xie, Minhan Dai, Jian Zheng, Jixin Qiao

Pacific Proving Grounds-Derived ^{236}U and ^{233}U : Potential Tracers for Western North Pacific Ocean Dynamics'

Environ. Sci. Technol. 2025, 59, 2, 1399–1410

Isabelle Radgen-Morvant, Christophe Curty, Natalie Kummer, Olivier Delémont

Effects of Chemical & Biological Warfare Agent Decontaminants on Trace Survival: Impact on DNA profiling from Blood and Saliva

Forensic Sci. Int., 2024, 112206–11220

Jandrasits Damian, Züst Roland, Siegrist Denise, Engler Olivier B., Weber Benjamin, Schmidt Kristina M., Jonsdottir Hulda R

Third-generation smallpox vaccines induce low-level cross-protecting neutralizing antibodies against Monkeypox virus in laboratory workers

Heliyon 2024, Volume 10, Issue 10, e31490

Stefan Mogl

Investigating Terrorist Chemical Weapons Use: The Experience of the OPCW-UN Joint Investigative Mechanism

CBWNet Working Paper No. 11 Chemical and Biological Terrorism and the Norms of the CBW Prohibition Regimes, 2024

Denzler D, Seitz A, Brenner L, Tillenkamp F, Zahnd A

Development of an internal shock tube imaging procedure for the analysis of structural behavior of NBC protection components during air blast loading

19. ISIEMS (International Symposium on Interaction of the Effects of Munitions with Structures), 2024

Siegrist, Denise, Hulda R. Jonsdottir, Mendy Bouveret, Bernadett Boda, Samuel Constant, and Olivier B. Engler

Multidrug Combinations against SARS-CoV-2 Using GS-441524 or Ivermectin with Molnupiravir and/or Nirmatrelvir in Reconstituted Human Nasal Airway Epithelia

Pharmaceutics, 2024, 16(10):1262

Kälin Dana, Angela Becsek, Helen Stürmer, Claudia Bachofen, Denise Siegrist, Hulda R. Jonsdottir, and Angelika Schoster

Immune Response after Vaccination against Tick-Borne Encephalitis Virus (TBEV) in Horses

Vaccines, 2024, 12(9):1074

Wirz C, Althaus R

Challenges and limitations of isotope determination of uranium using high-resolution gamma spectrometry in the BeCamp2 measurement campaign from the perspective of the Swiss team

Conference Paper to the Alva Myrdal Conference, Uppsala, Sweden, June 2024

Klomfass A, Zahnd A

CFD Analysis of the blastwave generated in the SHIELD-test

19. ISIEMS (International Symposium on Interaction of the Effects of Munitions with Structures), 2024

Cavelti B, Zahnd A

Survivability of people exposed to a large blast in the Swiss modular protective system

19. ISIEMS (International Symposium on Interaction of the Effects of Munitions with Structures), 2024

Schuler D, Zahnd A

Load-bearing behavior of anchor systems under shock loading

19. ISIEMS (International Symposium on Interaction of the Effects of Munitions with Structures), 2024

Akkreditierte Prüflaboratorien

Das Labor Spiez betreibt sechs von der Schweizerischen Akkreditierungsstelle (SAS) akkreditierte Prüflaboratorien gemäss der Norm EN ISO/IEC 17025.

Fachbereich Nuklearchemie



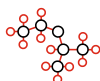
STS 0028 Prüflaboratorium für die Bestimmung von Radionukliden und Elementanalytik

Fachbereich Biologie



STS 0054 Prüflaboratorium für den Nachweis biologischer Agenzien

Fachbereich Chemie



STS 0019 Prüflaboratorium für die Untersuchung von Proben auf chemische Kampfstoffe und verwandte Verbindungen

Fachbereich CBRNe Schutzsysteme



STS 0022 Prüflaboratorium für Sorptionsmittel und Atemschutzfilter

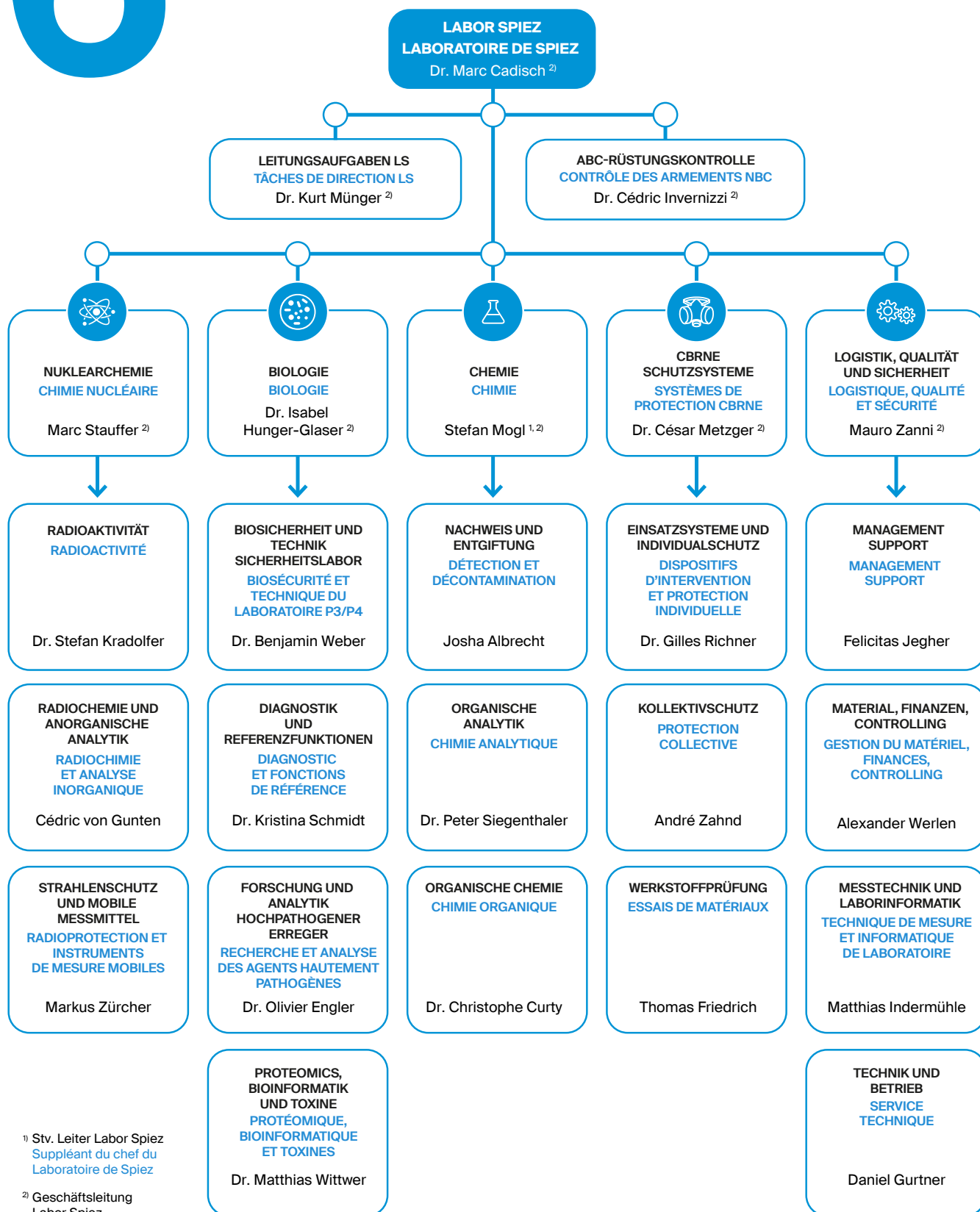


STS 0036 Prüflaboratorium für Kunststoffe und Gummi sowie für das Verhalten von Kunststoffen, Gummi und Textilien gegenüber chemischen Kampfstoffen



STS 0055 Prüflaboratorium für ABC-Schutzmaterial sowie Einrichtungen und Installationen von Schutzbauten

Organigramm



¹⁾ Stv. Leiter Labor Spiez
Suppléant du chef du
Laboratoire de Spiez

²⁾ Geschäftsleitung
Labor Spiez
Conseil de direction

Impressum

Herausgabe

Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz
und Sport VBS

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Labor Spiez

CH-3700 Spiez

Tel. +41 58 468 14 00

laborspiez@babs.admin.ch

Web: www.spiezlab.admin.ch

X: @SpiezLab

Bildnachweis:

Labor Spiez: S. 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29,
30, 31, 37, 38, 40, 44, 46.

VBS: S. 35, 41, 42, 43.

Der vorliegende Jahresbericht ist auch in englischer Sprache erhältlich.

Le présent rapport annuel est également disponible en anglais.



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

LABOR SPIEZ

Office fédéral de la protection de la population OFPP

LABORATOIRE DE SPIEZ