

$$\Xi = \sum_T W_T H_T = \sum_T W_T \sum_R W_R V_{T,R}$$

$$\frac{\Phi}{A} = \frac{\gamma(E)}{2} \frac{\rho}{\mu_s} E_L (\mu_a \cdot h)$$

$$\Xi_2(x) = x \int_x^{\infty} \frac{e^{-t}}{t^2} dt$$

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

$\frac{7/2 +}{0}$
 $^{137}_{55}Cs$
 $Q = 1175.63$
 94.4%
 $\frac{11/2 -}{661.66}$
 $| 2.5 \text{ min.}$
 5

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

Twitter : @SpiezLab

Bildnachweis :

Labor Spiez : S. 4, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 20, 22, 23, 27, 28, 33, 35, 36, 38, 42, 47, 50, 51, 52

OPCW : S. 5, 7, 12

Reuters : S. 13

Google Earth : S. 18

IAEA : S. 29

4DNews : S. 30, 34, 41

Keystone : S. 45

Institut für Virologie und Immunologie IVI : S.46

Der vorliegende Jahresbericht ist auch in englischer Sprache erhältlich.

Le présent rapport annuel est également disponible en anglais.

Inhalt

	Editorial	4–5
	Éditorial	6–7
01	Deutschland und die Schweiz üben den ABC-Ernstfall in Spiez	8–11
02	Auszeichnung mit dem OPCW-The Hague Award	12–17
03	UNIDIR-Übung: Menzingen Verification Experiment	18–21
04	Evaluation eines Kampfstoffnachweisgeräts für die Schweizer Armee	22–24
05	Génie chimique et ingénierie: développement de bancs d'essais	25–28
06	Fukushima: Der Umgang mit kontaminiertem Wasser	29–32
07	Ganzkörperzähler: Messung von Radioaktivität im Menschen	33–36
08	Nachweis von Biotoxinen mittels Ionen-Mobilitäts-Spektrometrie	37–39
09	Test von Desinfektionsmitteln gegen Viren der Risikogruppe 4	40–41
10	Bauprojekt Erneuerung Labor Spiez	42–44
11	Die Bundeslabore: Vielfältige Aufgaben und gemeinsame Interessen	45–49
12	Zivil-militärische Zusammenarbeit als schweizerisches Erfolgsmodell	50–53
13	Wissenschaftliche Publikationen 2023	54–55
14	Akkreditierte Bereiche	56–57
15	Organigramm	58

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser



Marc Cadisch
Vizedirektor BABS,
Leiter Labor Spiez

Seit mehr als zwei Jahren führt Russland einen Angriffskrieg gegen die Ukraine und hat dabei wiederholt mit dem Einsatz von Nuklearwaffen gedroht. Beide Kriegsparteien werfen sich gegenseitig den Einsatz von chemischen Kampfstoffen vor und beschuldigen sich, den Einsatz von biologischen Waffen vorzubereiten. Die Anzeichen häufen sich, dass von russischer Seite Reizgase als Kampfmittel eingesetzt werden. In Syrien sind in den letzten zehn Jahren nachweislich und wiederholt Chemiewaffen eingesetzt worden, und zwar von unterschiedlichen Kriegsparteien. Zu erinnern ist auch an die Giftanschläge mit chemischen Kampfstoffen aus der Nowitschok-Gruppe auf die Skripals und auf Nawalny.

Im Bereich der Abrüstung und Kontrolle von Massenvernichtungswaffen sind in den letzten Jahrzehnten aber auch Erfolge erzielt worden. So konnte die Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) 2023 mitteilen, dass die Vernichtung der über 70 000 Tonnen an deklarierten Chemiewaffen abgeschlossen ist. In Anerkennung ihrer Arbeit und Erfolge zur Beseitigung von chemischen Waffen hat die OPCW bereits 2013 den Friedensnobelpreis erhalten. Im Anschluss daran hat sie zusammen mit der Stadt Den Haag den «OPCW-The Hague Award» ins Leben gerufen. Mit diesem Preis werden seit 2014 Personen und Institutionen ausgezeichnet, die einen herausragen-

den Beitrag zur Verwirklichung einer Welt ohne chemische Waffen leisten. Wir freuen uns sehr darüber, dass das Labor Spiez 2023 mit dem «OPCW-The Hague Award» ausgezeichnet worden ist. Dahinter stecken jahrelange, umfangreiche und vielfältige Arbeiten des Labor Spiez, insbesondere die seit 25 Jahren ununterbrochene Designierung als OPCW Vertrauenslabor (S. 12). Auch bei der nuklearen Rüstungskontrolle beteiligen wir uns an wichtigen internationalen Initiativen im Rahmen der UNO (S. 18).

Von diesen Erfolgen dürfen wir uns nicht blenden lassen: Die globale sicherheitspolitische Entwicklung verläuft alles andere als positiv, auch mit Blick auf ABC-Bedrohungen. Die Bedeutung des ABC-Schutzes steigt damit auch für die Schweiz. Der Schutz der Schweizer Bevölkerung und der Armee vor ABC-Gefahren muss sichergestellt werden. Für uns im Labor Spiez heisst das: Neben der Rüstungskontrolle müssen wir die Anstrengungen zur Vorbereitung auf ABC-Ereignisse verstärken. Darauf richten wir unsere Arbeiten in allen Fachbereichen aus. So haben wir im Geschäftsjahr 2023 z. B. eine neue Anlage zur Radioaktivitätsmessung im menschlichen Körper in Betrieb genommen (S. 33), die Nachweismethoden für Toxine weiterentwickelt (S. 37), die Schweizer Armee bei der Evaluation eines neuen C-Nachweisgeräts unterstützt (S. 22) und mit

Am 27. November 2023 durfte Stefan Mogl, Stv. Leiter Labor Spiez und Chef des Fachbereichs Chemie, in einer Zeremonie im Rahmen der OPCW Vertragsstaatenkonferenz den OPCW-The Hague Award für das Labor Spiez entgegennehmen.



eigener Engineering-Kompetenz Prüf- und Testanlagen für den ABC-Schutz gebaut (S. 25). Alleine können wir den erforderlichen ABC-Schutz jedoch nicht sicherstellen. Daher absolvieren wir regelmässig Einsatzübungen mit Partnern, 2023 auch auf internationaler Ebene (S. 8). Ausserdem arbeiten wir eng mit anderen Bundeslaboren (S. 45) sowie mit unserem militärischen Fachpartner in Spiez, dem Kompetenzzentrum ABC-KAMIR (S. 50), zusammen.

In der Sicherheitspolitik müssen wir zudem immer auch die langfristige Entwicklung im Auge behalten. In diesem Sinne sorgen wir mit dem 2023 öffentlich lancierten Bauprojekt Erneuerung

Labor Spiez (S. 42) dafür, dass der ABC-Schutz in der Schweiz auch in den kommenden Jahrzehnten sichergestellt werden kann. Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre.

Éditorial

Chère lectrice, cher lecteur,



Marc Cadisch
Vice-directeur OFPP,
Chef du Laboratoire de Spiez

Voilà plus de deux ans que la Russie mène une guerre d'agression contre l'Ukraine, agitant à plusieurs reprises la menace d'un recours à l'arme atomique. Les deux camps s'accusent mutuellement de faire usage d'agents chimiques de combat et de préparer l'utilisation d'armes biologiques. Et les indices d'un recours à des gaz irritants par les forces russes s'accumulent. En Syrie, il a été démontré que plusieurs des belligérants ont employé des armes chimiques de façon répétée au cours des dix dernières années. Rappelons également les empoisonnements avec des toxiques chimiques de combat du groupe Novitchok de Sergueï Skripal et sa fille et d'Alexeï Navalny.

Pour autant, les dernières décennies ont été marquées par des progrès dans le domaine du désarmement et du contrôle des armes de destruction massive. C'est ainsi que l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) a annoncé en 2023 l'achèvement du processus de destruction des plus de 70 000 tonnes d'armes chimiques déclarées dans le monde. En 2013, l'OIAC recevait le prix Nobel de la paix pour ses efforts soutenus en faveur de l'élimination des armes chimiques. Dans la foulée, elle créait en collaboration avec la ville du même nom le « prix de La Haye de l'OIAC », qui récompense depuis 2014 des individus et institutions ayant apporté une contribution exceptionnelle à l'objectif d'un monde définitivement libéré des armes

chimiques. Nous sommes très heureux que le Laboratoire de Spiez se soit vu décerner en 2023 cette distinction, qui vient récompenser le Laboratoire de Spiez pour des années d'un engagement exhaustif sur des fronts divers et variés, en particulier en tant que laboratoire de référence désigné de l'OIAC depuis maintenant 25 ans (p. 12). Nous nous engageons également en faveur du contrôle de l'armement nucléaire dans le cadre d'importantes initiatives internationales sous l'égide de l'ONU (p. 18).

Mais il n'est pas question de se laisser aveugler par ces réussites : l'évolution de la situation politique et sécuritaire mondiale est tout sauf positive, entre autres en ce qui concerne les menaces NBC. L'importance de la protection NBC augmente donc également pour la Suisse. Pour le Laboratoire de Spiez, l'objectif de garantir la protection de la population et de l'armée contre ces dangers signifie qu'au-delà du contrôle des armements, il faut renforcer les efforts de préparation à d'éventuels événements NBC. Toutes les sections axent leur travail en ce sens. Au cours de l'année 2023, nous avons ainsi lancé l'exploitation d'une nouvelle installation de mesure de la radioactivité dans le corps humain (p. 33), développé les méthodes de détection des toxines (p. 37), soutenu l'armée suisse dans l'évaluation d'un nouvel appareil de détection C (p. 22) et construit avec nos compétences propres des installations

Le 27 novembre 2023, lors d'une cérémonie officielle organisée dans le cadre de la Conférence des États parties de l'OIAC, Stefan Mogl, suppléant du chef du Laboratoire de Spiez et chef de la Section Chimie, s'est vu remettre au nom du Laboratoire de Spiez le prix de La Haye de l'OIAC.



d'essai et de test pour la protection NBC (p. 25). Cependant, nous ne pouvons pas garantir seuls la protection NBC nécessaire. C'est pourquoi nous menons régulièrement des exercices d'engagement avec des partenaires, et ce également à l'international, comme en 2023 (p. 8). Nous travaillons en outre en étroite collaboration avec d'autres laboratoires fédéraux (p. 45) et avec le Centre de compétences NBC-DE-MUNEX, notre partenaire spécialisé de l'armée suisse (p. 50).

Nous devons par ailleurs toujours garder un œil sur le long terme. Aussi nous donnons-nous les moyens, à travers le projet de rénovation du Laboratoire de Spiez (p. 42) officiellement lancé en

2023, de continuer à garantir la protection NBC de la Suisse au cours des décennies à venir. Je vous souhaite une excellente lecture.



▲
C-Szenario
Ausbreitung eines Nervenkampfstoffs in einem Zug in einem Tunnel

D1 Deutschland und die Schweiz üben den ABC-Ernstfall in Spiez

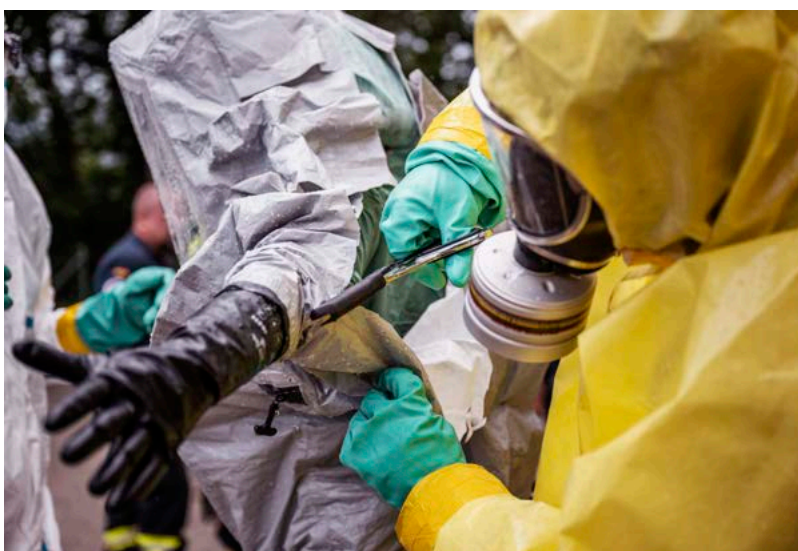
Deutschland und die Schweiz sind vergleichsweise gut auf ABC-Ereignisse vorbereitet. Mit der Analytischen Task Force CBRN (ATF CBRN) verfügt Deutschland über Spezialisten an mehreren Standorten, unterstützt durch das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK). In der Schweiz sind die drei hochspezialisierten Einsatzequipen VBS (EEVBS) in Spiez stationiert. Um ihre Fähigkeiten zu verbessern, üben die Einheiten beider Länder regelmässig gemeinsam den Ernstfall und die Kooperation.

César Metzger

**B-Szenario
Mitglieder der B-EEVBS bei
der Probenahme**



**Ein Angehöriger der Berufsfeuerwehr
Bern (gelb) schneidet eine
Mitarbeiterin der B-EEVBS nach
der Dekontamination aus ihrem
Schutzanzug**



Seit 2011 werden solche Übungen, bekannt als ATFEX, alle zwei Jahre durchgeführt. Die schweizerische C-EEVBS durfte seit Jahren an diesen Übungen in Deutschland teilnehmen. Im Jahr 2023 fand die umfangreiche Übung erstmals in der Schweiz statt und wurde vom Labor Spiez organisiert. Dabei sollten den deutschen Kolleginnen und Kollegen verschiedene Übungsanlagen geboten werden. Insgesamt wurden vom Labor Spiez sechs Szenarien mit unterschiedlichen Herausforderungen und an verschiedenen Standorten ausgearbeitet. Neben dem ABC-Zentrum Spiez wurden auch das Regionale Kompetenzzentrum Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe Spiez (RKZ Stygli), der Waffenplatz Thun und ein alter Bahntunnel in der Nähe von Spiez genutzt.

Am Sonntag vor Übungsbeginn reisten rund 60 Einsatzkräfte von ihren Standorten in Hamburg, Berlin, Dortmund, Essen, Leipzig, Köln, Mannheim und München zu einem Treffpunkt in der Nähe der Schweizer Grenze. Am Montagmorgen machten sie sich gemeinsam auf den Weg nach Spiez und über-

querten in Weil am Rhein die Schweizer Grenze. Der Konvoi aus zahlreichen Blaulichtfahrzeugen mit deutschen Nummernschildern sorgte auf den Schweizer Autobahnen für Aufsehen. Die Polizei und weitere Behörden der durchquerten Kantone wurden jedoch im Voraus informiert und unterstützten die reibungslose Anreise.

Nach ihrer Ankunft in Spiez wurden die deutschen Einsatzkräfte von ihren Schweizer Kollegen begrüßt und sofort in die lokalen Gegebenheiten sowie die spezifisch schweizerische Funktechnik eingeführt. Anschliessend folgte die Vorbereitung des Materials für den ersten Übungstag und der Bezug der Unterkunft. Von Dienstag bis Donnerstag erlebten die Teilnehmenden dann drei intensive Übungstage. Anhand der vorbereiteten Szenarien wurde die ATF in allen drei Gefährdungsbereichen Chemie, Biologie und Radioaktivität gefordert.

Die ersten vier durchgespielten Szenarien zielten auf den zentralen Aufgabenbereich der ATF: die Bewältigung von chemischen Gefährdungen. Allesamt



A-Szenario **Detektion und Sicherung** **einer radioaktiven Quelle**

boten sie vielseitige und anspruchsvolle Herausforderungen in der Detektion und Probenahme. Bei einem nachgestellten Autounfall musste der Austritt einer unbekannten, pulverförmigen chemischen Substanz erkannt, beprobt und analysiert werden. In einem fingierten illegalen Heimlabor wurde die Aufmerksamkeit und das Können der ATF bei der Bewältigung eines kriminellen oder terroristischen Ereignisses getestet. Ein weiteres Szenario war angelehnt an den Terroranschlag von 1995 in der Tokioter U-Bahn durch die Aum-Shinrikyo-Sekte, bei dem ein Nervenkampfstoff in einem öffentlichen Verkehrsmittel ausgebracht wurde. Durch die Vielfalt der Szenarien und Schadenplätze war nicht nur die Fachexpertise im Bereich C-Schutz stark gefordert, die Beübten konnten auch die effiziente Organisation auf dem Schadenplatz üben. Alle Chemieszenarien wurden zweimal durchgespielt, damit alle Mitglieder der ATF jede Übungssituation erleben konnten.

Am Donnerstag wurden die ATF-Mitglieder mit Biologie- und Radioaktivitätsszenarien konfrontiert. Die Teilnehmenden wurden dafür in zwei Teams

aufgeteilt: Ein Team wurde mit der Aushebung einer Terrorzelle und der Entdeckung von stark radioaktiven Quellen in einem kleinen Haus auf dem Waffenplatz Thun beauftragt. Das andere Team wurde mit dem Auftreten einer ungewöhnlich hohen Anzahl mit Hasenpest (Tularämie) infizierter Menschen und Tieren konfrontiert. Das ATF-Team hatte den Auftrag, das betroffene Gebiet sowie verdächtiger Räumlichkeiten zu durchsuchen. Dabei musste die Beprobung unter strikten Biosicherheitsvorkehrungen durchgeführt werden. Die Berufsfeuerwehr der Stadt Bern beteiligte sich an der Übung, indem sie ihren neuen Dekontaminationscontainer vorführte und testen konnte.

Die Zusammenarbeit und Interoperabilität wird auf internationaler Ebene regelmässig und in verschiedenen Fachrichtungen in Form von derartigen Grossübungen trainiert und überprüft. Dies ermöglicht den Abgleich von Einsatzprozessen, Methodik, Fachkenntnissen, Material und Ausrüstung. Im vorliegenden Fall haben die Mitglieder der ATF die Szenarien erfolgreich bewältigt. Die beteiligten Einsatzkräfte des Labor Spiez ihrerseits haben er-



folgreich eine grosse Übung organisiert und konnten dabei wichtige Erfahrungen sammeln.

Die ATFEX 2023 hat gezeigt, wie wertvoll internationale Übungen sind – ganz besonders für hochspezialisierte Einheiten wie die ATF und die EEVBS, welche in ihrem eigenen Land keine vergleich-

baren Partner haben. Für Nachbarländer wie Deutschland und die Schweiz können die Erkenntnisse und Erfahrungen aus gemeinsamen Übungen zudem in einer realen grenzübergreifenden Einsatzsituation zum Tragen kommen und die konkrete Zusammenarbeit im Ereignisfall verbessern.

Verschiebung durch die Pandemie

Die erstmalige Durchführung der ATFEX in der Schweiz war ursprünglich bereits für das Jahr 2020 geplant. Aufgrund der SARS-CoV-2 Pandemie mussten diese Pläne verschoben werden. Erst nach der Aufhebung von Schutzmassnahmen konnten die Planungen 2022 wieder aufgenommen werden.



Das Centre for Chemistry and Technology
der OPCW in Pijnacker-Nootdorp, Niederlande

02

Auszeichnung mit dem OPCW-The Hague Award

2023 konnte die Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW) in Den Haag die Vernichtung aller weltweit gemeldeten Chemiewaffenbestände bekanntgeben. Das Chemiewaffenübereinkommen (CWÜ) ist damit eine Erfolgsgeschichte der multilateralen Abrüstung. Anders als andere Abrüstungsverträge beinhaltet es ein umfangreiches Kontrollregime. Die OPCW ist für die Umsetzung des CWÜ in 193 Vertragsstaaten zuständig und wurde 2013 für ihre Arbeit mit dem Friedensnobelpreis ausgezeichnet. Seit Inkrafttreten des CWÜ 1997 hat die Schweiz und insbesondere das Labor Spiez die OPCW stets aktiv unterstützt. Für diese umfangreichen und vielfältigen Arbeiten in den vergangenen Jahrzehnten hat das Labor Spiez 2023 den OPCW-The Hague Award erhalten.

Stefan Mogl, Peter Siegenthaler,
Christophe Curty, Beat Schmidt



UN/OPCW-Chemiewaffeninspektoren bei der Probenahme in Damaskus, Syrien

Seit 25 Jahren Designiertes Labor der OPCW

Die Analyse von Inspektionsproben ist ein wichtiger Bestandteil des OPCW-Kontrollregimes. Die OPCW darf im Rahmen ihrer Inspektionstätigkeiten Proben nehmen und diese vor Ort selber analysieren. Dazu benötigt die Organisation Analysegeräte, die transportierbar sind. Bereits vor 1997 hat das Labor Spiez für die OPCW massenspektrometrische Systeme auf deren Feldtauglichkeit getestet.

Kann oder will die OPCW Proben nicht vor Ort analysieren oder möchte die OPCW Messungen von Inspektionen verifizieren, sendet sie Proben an Laboratorien in Vertragsstaaten, die für diese Aufgabe durch die OPCW vorab designiert worden sind. Bereits 1989 hat die Gruppe Organische Analytik des Labor Spiez zusammen mit Partnerlabors begonnen, Methoden zur Prüfung von unterschiedlichsten Proben auf die Anwesenheit von chemischen Kampfstoffen (CKS) zu entwickeln und im Rahmen von Laborvergleichstests zu validieren. Ziel dabei war es, die Qualität der Analytik mittels standardisierter Methoden sicherzustellen.

Das Labor Spiez gehörte zu den ersten fünf Instituten weltweit, die 1998 nach der ersten Serie von Vergleichstests designiert wurden. Seither nimmt es regelmässig an den Official OPCW Proficiency Tests teil und es unterstützt die OPCW auch regelmässig bei deren Durchführung. Inzwischen hat das Labor Spiez seit 25 Jahren ununterbrochen den Status als Designiertes Labor der OPCW, was weltweit nur ganz wenigen Laboratorien gelungen ist.

Untersuchung von Chemiewaffeneinsätzen

Damit OPCW-Inspektoren und die Designierten Laboratorien relevante Substanzen identifizieren können, benötigen sie Datenbanken mit Vergleichsdaten: sozusagen die «Fingerabdrücke» der CKS. Aus guten Gründen sind Datenbanken für CKS jedoch nicht öffentlich zugänglich und nicht kommerziell erhältlich. Daher hat die OPCW dafür eigens die OPCW Central Analytical Database (OCAD) aufgebaut. Seit 1996 hat das Labor Spiez der OPCW für die OCAD über 7700 Datensätze für verschiedene Analysentechniken geliefert. Dies entsprach 2023

OPCW-The Hague Award

Der OPCW-The Hague Award wurde 2014 vom OPCW-Generaldirektor ins Leben gerufen, nachdem die OPCW 2013 den Friedensnobelpreis erhalten hatte. Der Preis wird an Personen und Organisationen verliehen, die sich für die Umsetzung des Chemiewaffenübereinkommens verdient gemacht haben.



▲
**Proben aus Syrien im
Labor Spiez**

mehr als der Hälfte aller OCAD-Datensätze. Das Labor Spiez arbeitet zudem seit vielen Jahren auch in der Validation Group mit, dem Expertengremium der OPCW zur Prüfung der Qualität von eingereichten OCAD-Daten.

Im Zusammenhang mit dem Syrischen Bürgerkrieg kam dem Labor Spiez ab 2013 eine zusätzliche Rolle zu. Als Designiertes Labor wurden die Analytiker des Labor Spiez seither immer wieder mit der Untersuchung von Verdachtsproben betraut, wobei die OPCW den Einsatz von Chemiewaffen in Syrien in verschiedenen Fällen bestätigen konnte.

Verfahren für die Probenanalyse

In einem komplexen, multilateralen Abrüstungsvertrag wie dem CWÜ sind bei Abschluss der Verhandlungen nicht alle Punkte bis ins Detail gelöst und müssen darum durch die Vertragsstaaten

in Konsultationen geklärt werden. Die Analyse von Inspektionsproben durch Designierte Laboratorien war so ein Thema. Das CWÜ gibt vor, dass der OPCW-Generaldirektor für die Integrität und Qualität von Offsite-Analysen durch Designierte Laboratorien verantwortlich ist und er mindestens zwei Designierte Laboratorien dafür auswählt. Wie das praktisch umgesetzt werden soll, haben die Vertragsstaaten ab 2000 während mehreren Jahren verhandelt. Dabei ging es unter anderem um den Transport, die Sicherung der Beweiskette, die Anonymisierung der Proben sowie um die Qualitätskontrolle der Analysen durch die Ergänzung von Inspektionsproben mit Kontrollproben (Negativ- und Positivkontrollen).

Vertreter des Labor Spiez haben die Schweizer Position bei den Konsultationen der OPCW in Den Haag eingebracht. Für die Herstellung von OPCW-Kontrollproben eignen sich nur Chemikalien, die sich während dem Transport zu den Designierten Laboratorien chemisch nicht verändern. Zwecks Evaluation von geeigneten Chemikalien hat die Gruppe Organische Analytik des Labor Spiez bereits während den Verhandlungen Laborversuche zur Stabilität von CKS und verwandten Chemikalien für Kontrollproben durchgeführt. Später dann wurde die Gruppe Organische Chemie zum Lieferanten von Referenzchemikalien für das OPCW-Labor; inzwischen hat sie der OPCW mehrere hundert Lösungen von hochreinen Referenzchemikalien für die Herstellung von Kontrollproben und für andere Zwecke geliefert.

Ausbildung von OPCW-Inspektoren

Ein zentraler Teil des Kontrollregimes des CWÜ sind Routine-Inspektionen zur Überprüfung der Deklarationen von Vertragsstaaten. Dazu verfügt die

OPCW über einen Pool von Chemiewaffeninspektoren, die in Industriebetrieben sowie in zivilen und militärischen staatlichen Einrichtungen Inspektionen durchführen. In den ersten Jahren des CWÜ haben einzelne Vertragsstaaten die Grundausbildung für OPCW-Inspektoren übernommen, darunter auch die Schweiz. Nach Inkrafttreten des CWÜ 1997 hat das Labor Spiez zusammen mit der chemischen Industrie während zwei Jahren einen Teil der Grundausbildung von über 100 neuen OPCW-Inspektoren durchgeführt und 2003 Vertiefungskurse in Phosphorchemie angeboten. Nach einigen Jahren konnte die OPCW die Grundausbildung ihrer Inspektoren selber übernehmen. Das Labor Spiez unterstützte die OPCW dabei erneut durch die Organisation von Übungsinspektionen in Spiez. Im Zeitraum 2007–2011 haben total 68 neue OPCW-Inspektoren das Labor Spiez zu Übungszwecken inspiert.

Im Alltag von OPCW-Inspektoren liegt der Fokus auf Routine-Inspektionen. Das CWÜ sieht aber auch andere Inspektionen vor: Verfügt ein Vertragsstaat über stichhaltige Informationen, dass ein anderer Staat das Chemiewaffenverbot verletzen könnte, kann er beim OPCW-Generaldirektor eine Verdachtsinspektion beantragen. Eine Verdachtsinspektion ist im Vergleich zu einer Routineinspektion sehr komplex und in der Durchführung viel aufwändiger. 2004 hat die Schweiz mit dem Labor Spiez eine mehrtägige Übung für eine Verdachtsinspektion organisiert, bei der die OPCW-Inspektoren ihre Fähigkeiten unter Beweis stellen und ihre Verfahren testen konnten.

Wissenschaftliche Fachexpertise für die OPCW

Wissenschaftliche und technologische Entwicklungen spielen für das CWÜ

eine zentrale Rolle. Dazu gehören z. B. neue Entwicklungen in der Herstellung von Chemikalien und der chemischen Industrie, verbesserte Methoden zum Schutz vor toxischen Chemikalien, instrumentelle Neuentwicklungen für den Nachweis und die Identifikation von Chemikalien oder auch Entwicklungen, die eine Umgehung des Chemiewaffenverbotes erleichtern könnten. Damit die OPCW neuste Erkenntnisse aus der Wissenschaft miteinbeziehen kann, steht dem OPCW-Generaldirektor mit dem OPCW Scientific Advisory Board (SAB) ein wissenschaftlicher Beirat zur Seite. Das SAB besteht aus 25 Fachpersonen, die durch den Generaldirektor für maximal sechs Jahre ernannt werden. Das Labor Spiez war seit der Schaffung des SAB 1998 bereits über 15 Jahre mit einem Mitglied vertreten und hat dabei zweimal den Vorsitz gestellt.

Das SAB leitet im Auftrag des Generaldirektors auch temporäre Arbeitsgruppen (Temporary Working Groups, TWG) zu spezifischen Fachfragen wie z. B. zur Optimierung der OPCW-Verifikation, zu Probenahme und Analytik, zu Biotoxinen oder zu Forensischen Wissenschaften. Für die Arbeit der TWG werden neben den SAB-Mitgliedern weitere Spezialisten beigezogen. Fachexperten des Labor Spiez haben regelmässig in TWGs des SAB mitgearbeitet. Nachdem 2014 die TWG zum Thema Convergence in Chemistry and Biology empfahl, die Auswirkungen von Konvergenz in Biologie und Chemie auf das CWÜ regelmässig zu beurteilen, hat das Labor Spiez die Konferenzreihe Spiez CONVERGENCE ins Leben gerufen. Organisiert in Zusammenarbeit mit der ETH Zürich, der Abteilung Internationale Sicherheit im Staatssekretariat des Eidgenössischen Departements für auswärtige Angelegenheiten (EDA) und dem Bereich Rüstungskontroll- und Abrüstungspolitik im Staatssekretariat für Sicherheitspolitik (SEPOS) des

Eidgenössischen Departements für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport (VBS), diskutieren in Spiez seither alle zwei Jahre Expertinnen und Experten aus Forschung, Industrie und Policy neuste wissenschaftliche Entwicklungen und deren Auswirkungen auf die Übereinkommen zum Verbot von biologischen und chemischen Waffen.

Interpretation des CWÜ Vertragstexts

Bisweilen führen Ereignisse dazu, dass Vertragsbestimmungen durch die Vertragsstaaten nachträglich geklärt werden müssen. Die Geiselfreiung durch russische Sicherheitskräfte im Dubrowka-Theater in Moskau im Oktober 2002 war so ein Ereignis: Tschetschenische Rebellen hielten dort mehr als 800 Besucher als Geiseln fest. Die Sicherheitskräfte leiteten ein Aerosol in die Klimaanlage des Theaters ein, das die tschetschenischen Geiselnnehmer und die Geiseln narkotisierte. Dabei starben über 100 Geiseln an den Folgen einer Überdosis des Aerosols mit vorerst unbekannter Zusammensetzung. Nichtregierungsorganisationen und insbesondere das Internationale Komitee vom Roten Kreuz (IKRK) warnten davor, dass die Entwicklung und Anwendung von narkotisierenden Chemikalien für staatliche Polizeiaktionen das Chemiewaffenverbot untergraben könnte.

Bereits 2003 nahm die Schweizer Delegation das Thema auf, um im Rahmen der OPCW mit den Vertragsstaaten eine Policy-Lösung zu finden. Die Verhandlungen gestalteten sich über viele Jahre schwierig und es kam immer wieder zu Rückschlägen. 2021 fassten die Vertragsstaaten in einer von der Schweiz, Australien und den USA traktandierten Abstimmung dann jedoch einen bahnbrechenden Entscheid: Seither ist der Einsatz von aerosolisierten Chemikalien, die auf das zentrale Nervensystem

wirken, für Polizeiaktionen bzw. für den Vollzug der nationalen Gesetzgebung verboten und gilt als Verstoss gegen die Bestimmungen des CWÜ.

Das Labor Spiez hat mit seinen Experten für chemische Rüstungskontrolle von Beginn weg die Schweizer Position mitgestaltet und in Grundsatzpapieren, unzähligen bilateralen Treffen und Informationsveranstaltungen die Problematik erläutert. Damit hat es massgeblich zu dieser wichtigen Weiterentwicklung des CWÜ beigetragen.

Unterstützung unter OPCW-Vertragsstaaten

Zusätzlich zur Ächtung von Chemiewaffen hat das CWÜ zum Ziel, die friedliche Nutzung der Chemie und die gegenseitige Unterstützung unter den Vertragsstaaten zu fördern. Das Labor Spiez hat sich massgeblich an entsprechenden Initiativen der Schweiz beteiligt. Zum Beispiel hat es die erste elektronische Anwendung zur Einreichung von OPCW-Deklarationen entwickelt, interessierten Vertragsstaaten zur Verfügung gestellt und sie darin geschult. Weiter hat es ein Ausbildungspraktikum in chemischer Synthese konzipiert, zu dem die OPCW Bewerberinnen und Bewerber aus weniger entwickelten Vertragsstaaten eingeladen hat. Seit 2000 haben 18 Kandidatinnen und Kandidaten jeweils ein dreimonatiges Praktikum in der Gruppe Organische Chemie absolviert und sind dabei in guter Laborpraxis geschult worden.

Auch eine direkte zwischenstaatliche Unterstützung ist möglich: Im Projekt VETOXA hat das Labor Spiez zusammen mit einer Schweizer Firma ab 2001 Albanien bei der fachgerechten Entsorgung von Chlorpikrin-Beständen mitgewirkt. Es war an der Methodenentwicklung und danach auch vor Ort an der Vernichtung beteiligt. Und als 2004

Nationale Behörde CWÜ

Das CWÜ verpflichtet jeden Vertragsstaat nach Artikel VII Absatz 4 eine «Nationale Behörde CWÜ» als nationale Kontaktstelle für die Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW) zu schaffen. In der Schweiz hat die Abteilung Internationale Sicherheit des EDA den Vorsitz inne. Weiter setzt sich diese Behörde zusammen aus Vertretern/innen des Staatssekretariats für Wirtschaft (SECO) des Eidgenössischen Departements für Wirtschaft, Bildung und Forschung (WBF), der Abteilung Strategie und Kooperation im Staatssekretariat für Sicherheitspolitik (SEPOS) sowie des Labor Spiez im Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS) des VBS.

in Albanien Chemiewaffenlager der alten Regierung offengelegt wurden, hat es mitgeholfen, die Lagerbestände zu beproben und die CKS im Hinblick auf deren fachgerechte Vernichtung zu charakterisieren.

Chemische Forensik als neue Schwerpunkt-aufgabe

2023 hat die OPCW ein neues Laborgebäude in Nootdorp ausserhalb von Den Haag bezogen: das Centre for Chemistry and Technology (ChemTech Centre), welches vollständig durch freiwillige Beiträge von Vertragsstaaten inkl. der Schweiz finanziert wurde. Auf Wunsch der OPCW hat das Labor Spiez die Laborplaner bei der Konzipierung des Syntheselabors für hochtoxische Chemikalien im ChemTech Centre beraten.

Nachdem die OPCW 2023 – 26 Jahre nach Inkrafttreten des CWÜ – die Vernichtung aller deklarierten Chemiewaffen bestätigen konnte, liegt der Fokus der OPCW nun auf der Verhinderung von neuen Chemiewaffenprogrammen. Multilaterale Projekte im ChemTech Centre sollen der OPCW erlauben, die dazu benötigten wissenschaftlichen Fähigkeiten auszubauen.

Ein Beispiel dafür ist die Entwicklung von forensischen Methoden, die der OPCW dabei helfen sollen, die Herkunft von CKS und damit die Verantwortlichen für deren Einsatz ausfindig zu machen. Diese Aufgabe wird herausfordernd sein und das Labor Spiez wird die OPCW weiterhin in der Entwicklung von technischen Fähigkeiten und im Rahmen der Schweizer Delegation mit Beiträgen für die politischen Gremien unterstützen.



Satellitenbild des Standorts der Inspektionsübung in Menzingen

03

UNIDIR-Übung: Menzingen Verification Experiment

Verifikationsmechanismen, die es den Parteien ermöglichen, die Abwesenheit von Kernwaffen in bestimmten Lagern zu bestätigen, sind entscheidend für die nukleare Abrüstung und Rüstungskontrolle. Das Menzinger Verifikationsexperiment vom März 2023 diente der Erprobung praktischer Verfahren zur Verifizierung der Abwesenheit von Kernwaffen.

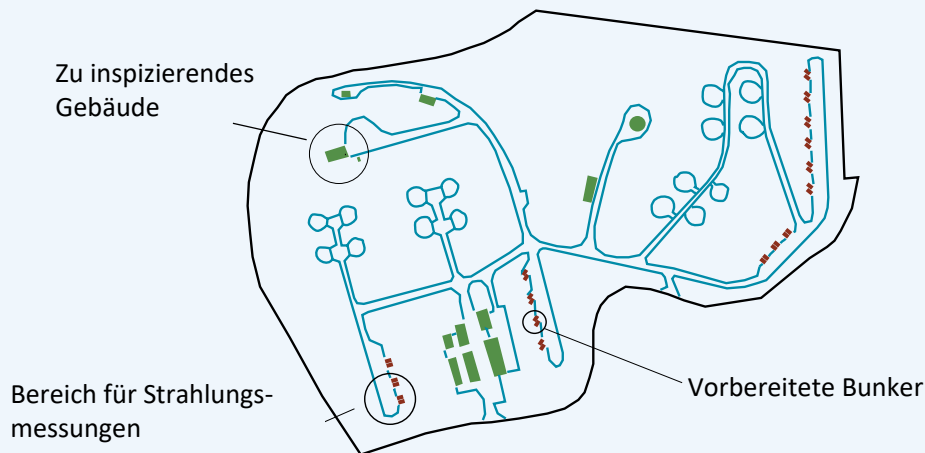
Christoph Wirz

Rahmenbedingungen

Das United Nations Institute for Disarmament Research (UNIDIR), also das Institut der Vereinten Nationen für Abrüstungsforschung, entwickelte das Konzept für das Experiment, das in Kooperation mit dem EDA, dem VBS (La-

bor Spiez und Bereich Internationale Beziehungen Verteidigung im Armee-stab), dem Princeton University Program on Science and Global Security und dem Open Nuclear Network stattfand. Neben der Schweiz leisteten auch die Niederlande und Norwegen finanzielle Unterstützung. Austragungsort war das

- Zu verifizierende Objekte
- Nebengebäude
- Strassen
- Gelände­grenze



Plan der Inspektionsübung in Menzingen

Gelände der ehemaligen Bloodhound-Stellung auf dem Gubel bei Menzingen (ZG), heute ein Museum.

Das für das Experiment entwickelte Szenario ging davon aus, dass die Inspektion im Rahmen eines Abkommens durchgeführt wird, welches die Parteien verpflichtet, alle Kernwaffen aus Lagerstätten zu Militärbasen, die nuklearfähige Trägersysteme beherbergen, zu entfernen. Die angewandten Inspektionsverfahren wurden jenen des Vertrags über konventionelle Streitkräfte in Europa (CFE) sowie denen des New-START-Vertrags nachempfunden.

Ablauf der Inspektionsübung

Die inspizierte Partei legte ein Diagramm des Standorts vor, welches die Grenzen, Eingänge, Strassen und alle Gebäude aufzeigte. Alle Gebäude, die für die dauerhafte oder vorübergehende Lagerung von Atomwaffen geeignet sind, unterlagen der Inspektion und mussten als Verifizierungsobjekte gekennzeichnet werden. Dazu gehören spezielle Lagerbunker sowie Garagen, Hangars oder ähnliche Einrichtungen. In der ersten Phase der Inspektion

untersuchten die Inspektoren das Gelände des Standorts und identifizierten Gebäude, die nicht im Lageplan aufgeführt waren, woraufhin sie eine Aktualisierung des Plans vorschlugen.

Inspektion ausgewählter Bunker

Nach Überprüfung der Genauigkeit des Standortdiagramms wählten die Inspektoren Objekte zur genaueren Inspektion aus. Bei diesem Experiment handelte es sich um vorab vorbereitete Bunker. Die Inspektoren untersuchten die Bunker und die darin befindlichen Gegenstände. Sie vergewisserten sich durch Messungen, dass es keine versteckten Volumina und falschen Wände gab und dass die Gegenstände richtig kategorisiert waren. Anschliessend führten die Inspektoren eine Sichtprüfung derjenigen Gegenstände durch, die eine visuelle Inspektion zuliesse, indem sie die Behälter öffneten, die Markierungen lasen oder die Gegenstände wogen. Anschliessend erfolgte eine Auswahl von Objekten für Strahlungsmessungen.

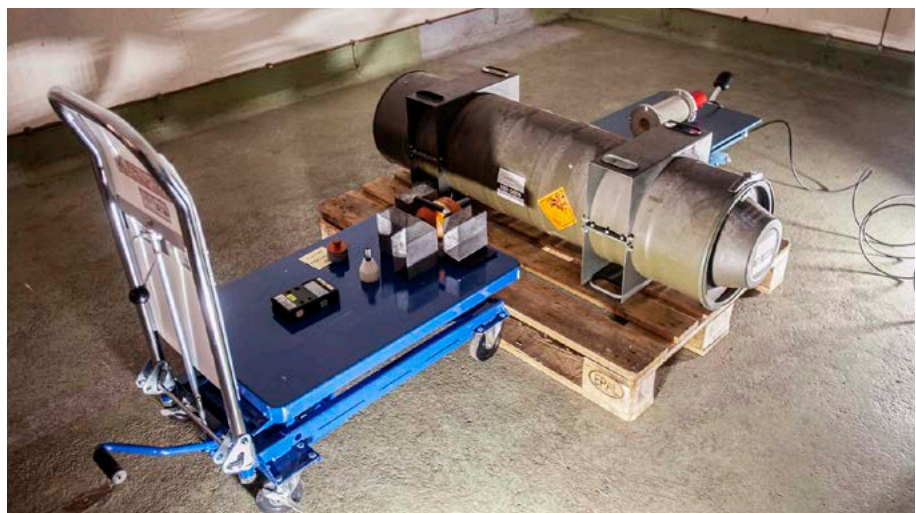
**Auswerteeinheit des Gerätes
der Princeton University**



**Einer der Behälter, der
vom Inspektionsteam
untersucht wurde.**



**Messanordnung zur
Gammamessung**



Strahlungsmessungen

Die Strahlungsmessungen fanden in einem separaten Bereich des Geländes statt, um einen sicheren Umgang mit den im Experiment verwendeten radioaktiven Quellen zu gewährleisten. In der Schweiz gibt es kein waffenfähiges Spaltmaterial. Um für die Übung einzelne Objekte vorbereiten zu können, wurde vorgängig vom Labor Spiez abgeschätzt, mit welchen «normalen» radioaktiven Quellen strahlungsmässig eine Kernwaffe simuliert werden kann. Zwei unterschiedliche Quellen wurden vom Labor Spiez bereitgestellt, eine zur Simulation einer Plutonium-basierten Kernwaffe und eine für eine Uran-basierte Kernwaffe. Beide wurden in vorbereitete und in Bunkern platzierte Behälter installiert. Zu jedem Typ gab es im Nebenkunker jeweils einen leeren, identischen Behälter.

Neutronenmessungen identifizierten erfolgreich einen durch eine derartige Quelle simulierten Plutonium-Sprengkopf. Gammamessungen erlaubten das Auffinden von Uran. Die Herausforderung war jedoch grösser, wenn es galt, die Abwesenheit von Uran zu beweisen. Wenn kein Uran detektiert wird, könnte trotzdem gut abgeschirmtes Uran vorhanden sein. Dieses Pro-

blem adressierte ein spezielles Gerät des Laboratory for Science and Global Security an der Princeton University effektiv. Mit einer Cs-137-Referenzquelle und einer Na-22-Kalibrierquelle sowie durch eine spezifische Messkombination konnte das Gerät die Wanddicke der Behälter bestimmen. Diese Präzisionsmessungen verifizierten eindeutig, dass kein Uran und keine signifikante Abschirmung im leeren Behälter vorhanden war und identifizierten eine Anomalie beim Behälter mit abgereichertem Uran.

Das Menzingen Verifikationsexperiment demonstrierte in der Praxis die Machbarkeit des Ansatzes zur nuklearen Abrüstung, der auf der Entfernung von Atomwaffen aus ihren Trägersystemen basiert.

Ein vollständiger Bericht über das Experiment ist bei UNIDIR¹ erschienen. Die Publikation in Science & Global Security² geht detailliert auf die Radioaktivitätsmessungen ein.

¹ <https://unidir.org/publication/menzingen-verification-experiment-verifying-absence-nuclear-weapons-field>

² Eric Lepowsky, Manuel Kreutle, Christoph Wirz & Alexander Glaser, Ceci N'est Pas Une Bombe: Lessons from a Field Experiment Using Neutron and Gamma Measurements to Confirm the Absence of Nuclear Weapons, Science & Global Security 31, no3, 2023
https://scienceandglobalsecurity.org/archive/2023/09/ceci_nest_pas_une_bombe_lesson.html



Sensitivitätsmessungen mit dem LCD 3.3 an der KAA13. Die Gasphase wird durch das Permeationsprinzip erzeugt. Hierfür wird eine Polyethylen-Zelle mit einem chemischen Kampfstoff befüllt und luftdicht verschlossen. Der chemische Kampfstoff permeiert anschliessend über mehrere Monate durch die Zelle und wird durch einen Luftstrom verdünnt. Die Temperierung erfolgt durch das Wasserbad und die Addition der Luftfeuchtigkeit durch einen weiteren Luftstrom.

04 Evaluation eines Kampfstoffnachweisgeräts für die Schweizer Armee

Das in der Schweizer Armee eingeführte und bewährte Kampfstoffnachweisgerät 97 (CNG 97) erreichte 2023 das Ende seiner Nutzungsdauer. Das Labor Spiez unterstützte die armasuisse und die Armee im Auswahlverfahren für ein Nachfolgesystem (CNG 23) mit der Evaluation von technischen und einsetzspezifischen Eigenschaften. Mit dem CNG 23 sollen chemische Kampfstoffe sowie ausgewählte toxische Industriechemikalien in der Umgebungsluft rasch und fehlerfrei nachgewiesen werden können.

Das CNG 97 basiert auf einem Ionenmobilitätsspektrometer (IMS), dem Chemical Agent Monitor (CAM) der Firma Smith Detection. Das CNG 97 wurde damals durch das Labor Spiez mit der Firma für die Bedürfnisse der Schweizer Armee weiterentwickelt, bevor es 1997 als erstes spektrometrisches Messgerät für den Nachweis von Nervengiften und Hautgiften in der Armee eingeführt wurde. IMS-Geräte erlauben eine selektive Detektion von chemischen Kampfstoffen und toxischen Industriechemikalien in der näheren Umgebungsluft in Echtzeit. Sie warnen so Soldaten im Feld vor möglichen Gefahren in der Luft. Für das CNG 23 sollte wiederum ein Gerät identifiziert werden, das die technischen und einsatzspezifischen Anforderungen der Armee von heute am besten erfüllt. Das Labor Spiez hat die armasuisse im Evaluationsverfahren fachtechnisch unterstützt.

Systematisches Vorgehen im Evaluationsverfahren

Eine Evaluation hängt von vielen Faktoren ab. Zentral ist immer die Festlegung der Anforderungen aufgrund der spezifischen Anwendungen des Nutzers – in diesem Fall der Armee. Darauf wird dann die Evaluation der auf dem Markt angebotenen Gerätetypen ausgerichtet.

Seit der Einführung des CNG 97 in den 1990er Jahren hat sich die Technologie für Kampfstoffnachweisgeräte weiterentwickelt. Gleichzeitig veränderten sich auch die militärischen Anforderungen und somit auch die anwenderspezifischen Fragestellungen. Neue toxische Chemikalien, auch Chemikalien mit industrieller Anwendung, sind in die militärischen Anforderungen eingeflossen. Unter Einbezug der verschiedenen Faktoren hat das Projektteam in Absprache mit Anwender, Prüflabor,



Logistikbasis der Armee (LBA) und der armasuisse 23 Auswahlkriterien definiert.

Nach Erstellen der Kriterienliste wurde das Labor Spiez beauftragt, eine Longlist mit einer möglichen Auswahl an Kampfstoffnachweisgeräten zu erstellen. Basierend auf dieser Longlist wurde dann durch das Projektteam unter Berücksichtigung der Ausschreibungskriterien eine Shortlist der Geräte erstellt, die genauer evaluiert werden sollten. Die finale Shortlist bestand aus drei IMS-Geräten von drei verschiedenen Firmen. Diese drei Geräte wurden dann gemäss den 23 Kriterien evaluiert.

Tests mit zahlreichen Substanzen

Das Labor Spiez ist das einzige Institut in der Schweiz, das in der Lage ist, Messungen mit chemischen Kampfstoffen durchzuführen und verfügt über unterschiedliche Methoden, um technische und einsatzspezifische Auswahlkriterien zu testen.

Um das Messverhalten der drei Geräte zu testen, wurde eine Chemikalienliste mit ca. 30 Testsubstanzen erstellt, bestehend aus Nervengiften, Hautgiften, Reizstoffen und toxischen Industriechemikalien. Dabei wurden gezielt auch Chemikalien ausgewählt, von denen bekannt ist, dass sie bei IMS-Geräten aufgrund von Querempfindlichkeiten häufig falsch positive Alarme auslösen können.

Die Fähigkeit der Geräte, eine Testsubstanz zu erkennen, wurde mit dem im Labor Spiez entwickelten Sniff-Test

Sniff-Test mit Sarin und dem LCD 3.3. Mit dem Test wird geprüft, ob das Gerät chemische Kampfstoffe und toxische Industriechemikalien nachweisen kann. So werden z. B. 5 µL Sarin (GB) in einem 120 mL Prüfgefäss auf ein Filterpapier pipettiert und während 12 Stunden verdunstet. Gleichzeitig wird die Alarm- und die Erholungszeit überprüft.

überprüft. Dabei wird eine konzentrierte Atmosphäre mit der jeweiligen Testsubstanz erzeugt, die direkt mit dem Nachweisgerät gemessen wird. Alarmiert das Gerät, hat es grundsätzlich eine Gefährdung erkannt. Anschließend wird geprüft, ob das Gerät die Testsubstanz auch korrekt identifiziert hat.

Das CNG 23 ist ein Feldmessgerät für die Truppe. Dabei wird das Gerät wechselnden Mess- und Witterungsbedingungen ausgesetzt und muss in einem breiten Spektrum korrekt funktionieren. Um den Einfluss von unterschiedlichen Kampfstoffkonzentrationen und der Luftfeuchtigkeit zu testen, verfügt das Labor Spiez über eine Kampfstoffanreicherungsanlage (KAA13) mit der Konzentration und Luftfeuchtigkeit für die Messungen variiert werden können. Die Temperatur hat zudem einen Einfluss auf die Batterielaufzeit. Der Einfluss von tiefen Temperaturen wurde in einer Klimakammer geprüft.

Für den Feldeinsatz des Nachweisgerätes sind weitere Faktoren zu beachten: das Gewicht, die Aufstartzeit nach dem Einschalten, die Ansprechzeit beim Auftreten einer Chemikalie sowie die Erholungszeit – die Zeit bis das Gerät nach einer positiven Messung wieder messbereit ist. Die verschiedenen Zeiten, die geprüft wurden, sind relevant, weil IMS-Feldnachweisgeräte einen Alarmzyklus von einigen Sekunden haben. Ist die Ansprechzeit oder die Erholungszeit z. B. zu hoch, können Gefahrenherde übersehen werden oder der Alarm wird zu spät ausgelöst. Wenn mit einem Nachweisgerät im Feld ein chemischer Kampfstoff gemessen worden ist, muss es dekontaminiert werden; auch die Dekontaminierbarkeit ist daher ein wichtiges Kriterium. All diese einsatzspezifischen Kriterien wurden parallel zu den Messungen mit den Chemikalien im Labor Spiez mitgeprüft.

Gute Resultate für chemische Kampfstoffe

Im Rahmen des Evaluationsverfahrens für das CNG 23 hat das Labor Spiez insgesamt ca. 300 Versuche durchgeführt. Bei der Erkennung von chemischen Kampfstoffen haben alle drei IMS-Feldnachweisgeräte der finalen Shortlist gut abgeschnitten. Bei den Sniff-Tests mit den toxischen Industriechemikalien dagegen waren die Unterschiede erwartungsgemäss grösser. Bei den Versuchen mit der Kampfstoffanreicherungsanlage konnten alle drei Geräte die jeweiligen Substanzen bei ähnlichen Konzentrationen nachweisen, wobei das Hautgift jeweils eine höhere Nachweisgrenze aufwies als die Nervengifte. Bei hoher Luftfeuchtigkeit (z. B. 80 %) ist die Empfindlichkeit von IMS-Nachweisgeräten häufig vermindert. Dieses Phänomen ist bei zwei der drei Geräte festgestellt worden. Bei den einsatztechnischen Kriterien wurden grössere Unterschiede insbesondere bei den Batterielaufzeiten festgestellt.

Unter Berücksichtigung aller Kriterien hat letzten Endes das LCD 3.3 der Firma Smiths Detection das beste Evaluationsergebnis erzielt. Das Gerät überzeugt mit einem breiten Spektrum an nachweisbaren Chemikalien und einem einfachen Handling. Mit einer hohen Batterielaufzeit trotz kleiner Batterienzahl ist zudem ein langer Feldeinsatz gewährleistet. Mit der Wahl dieses Modells als neues CNG 23 durch die armasuisse wird ein gutes und verlässliches Nachfolgermodell für das CNG 97 beschafft.

05

Génie chimique et ingénierie : développement de bancs d'essais

Le Laboratoire de Spiez veille, sur la base d'analyses actuelles des menaces, à ce que des mesures de protection appropriées soient préparées contre les événements NBC. Le matériel de protection NBC correspondant doit garantir une protection à la fois efficace et adéquate. Des bancs d'essais, qui ne sont généralement pas disponibles sur le marché en tant que produits finis, sont nécessaires pour mesurer notamment la performance de protection des équipements contre les substances toxiques nocives. La section Systèmes de protection CBRNe a donc développé au cours des dernières années des compétences en matière de développement, de réalisation et de validation de telles installations de test.

**Gilles Richner, Marco Furlan,
Thomas Friedrich**

Au début d'un projet, les exigences du banc d'essais ainsi que les conditions générales et les paramètres de fonctionnement doivent être définis. Ce processus, qui aboutit finalement à l'élaboration des spécifications, est un processus itératif en plusieurs étapes, mené conjointement avec l'utilisateur final du banc d'essais. Les spécifications comprennent les conditions expérimentales telles que la température et la pression, mais également la résistance chimique des matériaux utilisés, ainsi que la maintenance, le calibrage, la transportabilité de l'installation de test et divers aspects de sécurité. Une estimation des coûts détermine le processus d'acquisition à suivre. Selon la complexité et le coût du projet, une ou plusieurs étapes doivent être réalisées avec des partenaires externes.

Le schéma P&ID (de l'anglais Piping and instrumentation diagram) est le diagramme détaillé du banc d'essais, qui montre la tuyauterie et l'instrumentation telle que pompes, appareils de mesure, vannes, ainsi que les appareils de contrôle. Les différents composants (appareils, armatures, échangeur de chaleur, etc.) sont représentés de manière symbolique et non à l'échelle. Le schéma P&ID, associé aux bilans de matière et d'énergie, permet de déterminer les équipements nécessaires à la construction du banc d'essais. Le schéma P&ID est une pièce importante pour le montage, la mise en service, la maintenance et la mise hors service du banc d'essais.

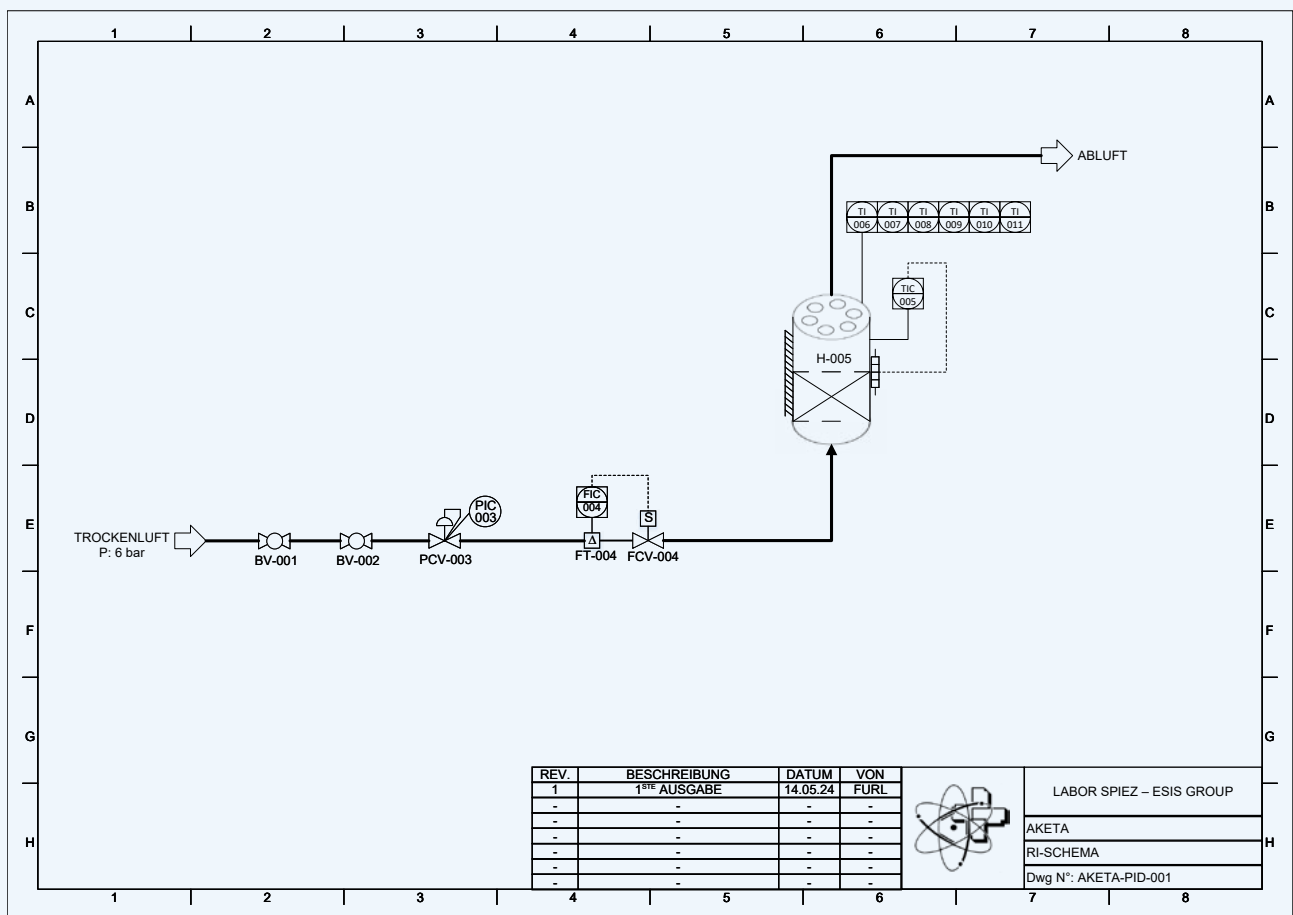


Schéma P&ID du banc d'essais de la mesure de la température d'auto-inflammation des charbons actifs



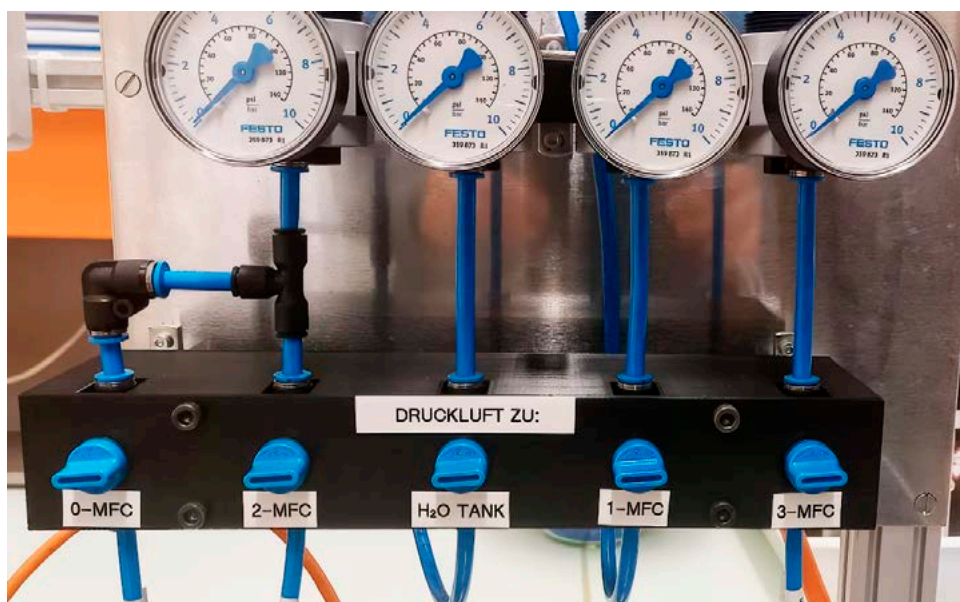
Réalisation des cellules de test du banc d'essais pour la mesure en temps réel de la résistance aux agents chimiques de combat des vêtements de protection contre l'ypérite liquide.

Système de support imprimé en 3D pour les robinets d'air comprimé de l'installation de dosage des substances de combat pour le test des appareils de détection.

Souvent, les bancs d'essais intègrent des équipements de mesure disponibles sur le marché, tels que des capteurs et des convertisseurs de mesure. Lorsque différents produits potentiellement adaptés entrent en ligne de compte, il est judicieux d'évaluer la technique de mesure de chacun. Pour ce faire, la technique de mesure jugée la plus appropriée est acquise en version simple et des essais préliminaires sont réalisés avec celle-ci dans un montage d'essai provisoire proche des conditions réelles. Si les composants s'avèrent adéquats, ils sont achetés en nombre suffisant, sinon la même procédure est répétée avec d'autres produits.

Pour les pièces mécaniques spéciales telles que les cellules de mesure, un concept de construction est d'abord établi. Ce concept tient compte de toutes les exigences du cahier des charges, comme les matériaux à utiliser, le concept d'étanchéité ainsi que l'adaptation des capteurs évalués au préalable. La construction détaillée de l'ensemble du module ainsi que les dessins de fabrication peuvent ainsi être réalisés par des entreprises externes. Les pièces individuelles sont ensuite fabriquées avec précision par des ateliers mécaniques externes. Des pièces spéciales en thermoplastique peuvent également être fabriquées avec la propre imprimante 3D de la section.

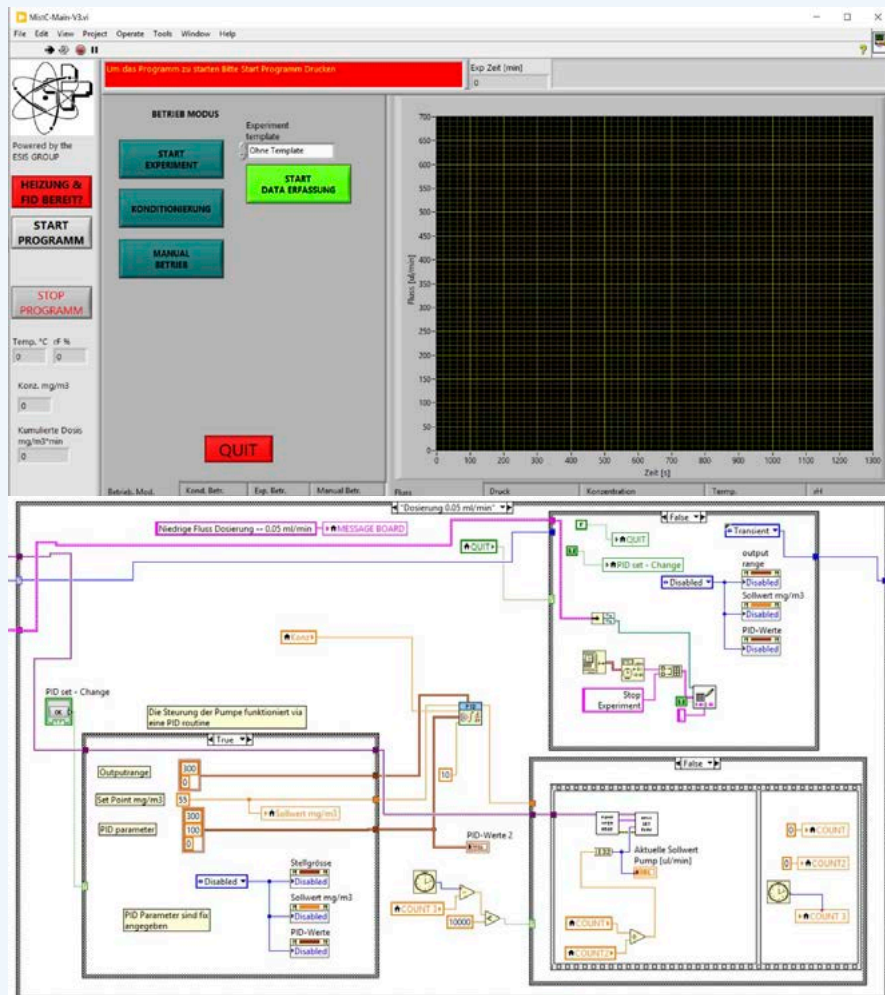
Les composants techniques tels que les robinets, les vannes et les capteurs sont combinés avec des raccords et des tuyaux pour former un système complet (installation) à l'aide du schéma P&ID. Les raccords et les tuyauteries doivent être choisis avec soin et installés de manière à éviter les fuites de substances dangereuses. Si le test d'étanchéité intégral n'est pas concluant, une recherche de fuite localisée est effectuée à l'aide d'un liquide



détecteur de fuites ou de l'hélium. Les composants sont fixés à l'aide de supports en acier ou de profilés en aluminium.

Les bancs d'essais contiennent en général différents systèmes électroniques et électriques, comme par exemple des ordinateurs, des techniques de mesure, des régulateurs de débit et des électrovannes. De tels composants doivent être alimentés en électricité de manière professionnelle et connectés électriquement conformément aux schémas de câblage. Les signaux électriques, généralement 4-20 mA ou 0-10 V, doivent être connectés au système d'enregistrement de données.

Câblage du convertisseur de mesure du banc d'essai à mesure de la conductivité 202 (LEMA 22) pour le test de résistance à l'ypérite liquide.



En haut : Interface utilisateur du logiciel de contrôle de l'installation d'essai Man-in-simulation-test (MIST) pour le contrôle systématique des équipements de protection individuelle.

En bas : Partie de la programmation graphique correspondante dans Labview®.

Les tests doivent pouvoir être effectués dans des conditions expérimentales contrôlées, de manière reproductible et sûre. À l'aide d'un logiciel de mesure et de contrôle, les paramètres du test sont réglés et les données des différents capteurs de mesure et appareils d'analyse sont saisies automatiquement. L'opérateur peut ainsi suivre le déroulement de chaque test en temps réel. Un protocole de mesure est établi à la fin de l'essai. La conception de l'interface homme-machine est importante ici, non seulement pour garantir un travail efficace, mais aussi pour éviter les erreurs de manipulation. Ces compétences sont appelées génie logiciel. Selon la complexité du système, ces logiciels sont soit programmés en interne avec, par exemple, VBA® ou le système de programmation graphique Labview®, soit délégué à des partenaires externes.

Après l'assemblage et la mise en service d'une nouvelle installation de test, toutes les fonctions définies dans le cahier des charges sont vérifiées. Avant d'effectuer des mesures pour un client, l'installation d'essai doit être entièrement validée. De nombreux tests per-

mettent de déterminer des propriétés et des paramètres tels que l'exactitude de la valeur mesurée, la précision de répétition et de laboratoire, la limite de détection et de détermination ainsi que l'incertitude de mesure. En outre, des matériaux de référence doivent être déterminés en vue d'une surveillance périodique de la méthode de test. Des mesures comparatives sont effectuées dans la mesure du possible, avec des laboratoires partenaires internationaux.

Le Laboratoire de Spiez dispose aujourd'hui des compétences d'ingénierie nécessaires au développement de bancs d'essais semi-automatiques. Il peut ainsi mettre en œuvre de manière autonome, flexible et en peu de temps de nouvelles méthodes de contrôle et de test reproductibles, stables et sûres.



Blick auf das Areal der Lagertanks auf dem Fukushima Daiichi Gelände

06 Fukushima: Der Umgang mit kontaminiertem Wasser

Mehr als ein Jahrzehnt nach dem Unfall im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi setzt die Weltgemeinschaft innovative Technologien und internationale Zusammenarbeit ein, um die langfristigen Folgen zu bewältigen. Mit dem Advanced Liquid Processing System (ALPS) sorgt die Betreibergesellschaft TEPCO dafür, dass kontaminiertes Wasser vor der Abgabe ins Meer aufbereitet wird. Zur Gewährleistung einer sicheren und transparenten Freisetzung wird der Prozess durch die IAEA überwacht. Das Labor Spiez unterstützt die IAEA dabei mit umfangreichen Messungen.

Cédric von Gunten

Abgabe von Wasser

6

CPS

Strahlungsüberwachung der Transferleitung für ALPS behandeltes Wasser

Diese Zahl zeigt den Messwert, der durch einen Detektor an den Transferpumpen gemessen wird.

18.97

m³/h

Durchflussmenge der Transferleitung für ALPS behandeltes Wasser

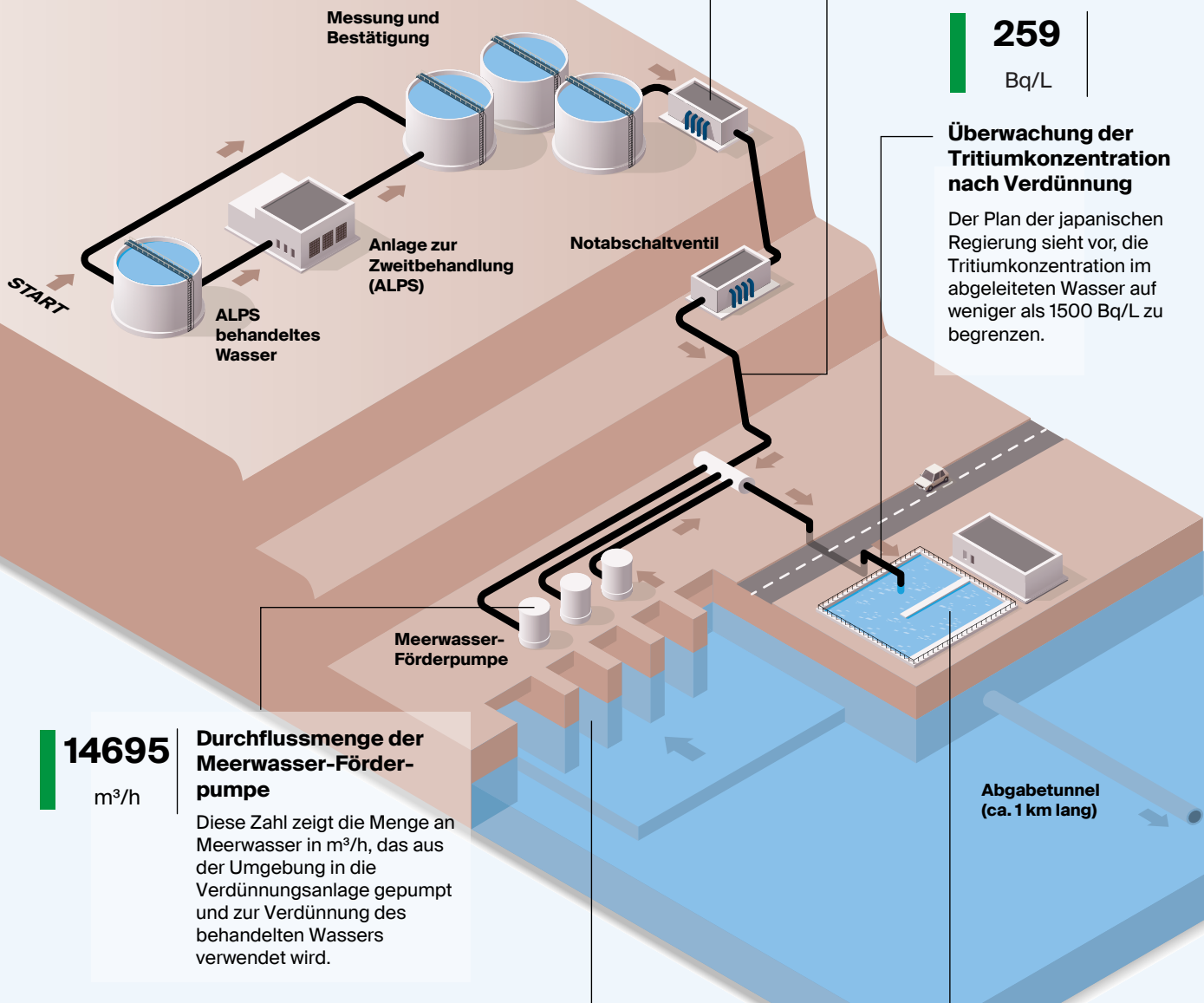
Diese Zahl zeigt die Menge des aufbereiteten ALPS-Wassers in m³/h, das an diesem Punkt durch die Rohre fliesst, um weiter stromabwärts verdünnt zu werden. Die Menge ist abhängig vom Zustand und der Kapazität der Pumpen.

259

Bq/L

Überwachung der Tritiumkonzentration nach Verdünnung

Der Plan der japanischen Regierung sieht vor, die Tritiumkonzentration im abgeleiteten Wasser auf weniger als 1500 Bq/L zu begrenzen.



14695

m³/h

Durchflussmenge der Meerwasser-Förderpumpe

Diese Zahl zeigt die Menge an Meerwasser in m³/h, das aus der Umgebung in die Verdünnungsanlage gepumpt und zur Verdünnung des behandelten Wassers verwendet wird.

5.2

CPS

Strahlungsüberwachung des Meerwassereinlasses

Diese Zahl zeigt den Messwert, der durch einen Detektor an den Meerwassereinlasspumpen gemessen wird.

5

CPS

Strahlungsüberwachung für den vertikalen Schacht

Diese Zahl zeigt den Messwert, der durch einen Detektor am vertikalen Schacht gemessen wird.

Ein Zahlenwert und ein grüner Balken zeigen an, dass dieser Aspekt des Ableitungssystems derzeit funktioniert und dass die von TEPCO an die IAEA gemeldeten Daten innerhalb der erwarteten Werte liegen.

Ein grauer Balken bedeutet, dass dieser Aspekt des Ableitungssystems derzeit nicht in Betrieb ist. Dies ist kein Hinweis auf ein Problem, sondern darauf, dass ein Teil des Systems derzeit nicht «online» ist.

Ein Zahlenwert und ein roter Balken zeigen an, dass die von TEPCO an die IAEA gemeldeten Daten ein ungewöhnliches Niveau aufweisen, so dass TEPCO Massnahmen ergreifen muss.

13 Jahre nach dem Unglück im Kernkraftwerk Fukushima Daiichi beschäftigen die Folgen die Welt immer noch. Kontinuierlich wird Wasser durch die drei havarierten Reaktorblöcke gepumpt. Das Wasser dient vor allem dazu, ein erneutes Aufheizen des Kernbrennstoffs zu verhindern. Zudem sorgt es für eine Abschirmung der starken Gammastrahlung, die von den Reaktoren ausgeht. Täglich nehmen damit rund 275 Kubikmeter Wasser radioaktive Stoffe wie Strontium-90 und Cäsium-137 auf. Zusammen mit dem zutretenden Grundwasser und Niederschlägen fallen jeden Tag etwa 375 Kubikmeter kontaminiertes Wasser an.

Das kontaminierte Wasser wird auf dem Gelände durch ein Advanced Liquid Processing System (ALPS) aufgearbeitet und zwischengelagert. Das ALPS filtert alle radioaktiven Nuklide ausser Tritium und Kohlenstoff-14 aus dem Wasser. Dies wird mithilfe von Pump- und Filtersystemen sowie einer Reihe chemischer Reaktionen erreicht. Die Zwischenlagerung des aufbereiteten Wassers benötigt viel Platz, und die Kapazitätsgrenzen wurden 2023 erreicht. Aus diesem Grund hat die japanische Regierung beschlossen, das Wasser unter Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte in den Pazifik abzugeben. Die IAEA wurde dazu 2019 um technische Mithilfe gebeten. Als Collaborating Center stand bereits damals das Labor Spiez der IAEA für die Meeresüberwachung zur Verfügung (vgl. die Jahresberichte Labor Spiez von 2017 und 2019). Die Abgaben des ALPS-Wassers müssen auf sichere und transparente Weise geschehen. Die IAEA erreicht dieses Ziel durch unabhängige Überwachungen der von Japan und der Tokyo Electric Power Company (TEPCO) veröffentlichten Daten.

Als eines von sieben ausgewählten Laboratorien nahm das Labor Spiez an der ersten unabhängigen Überwachung des ALPS Wassers durch die IAEA teil. So wurden in Spiez die Konzentrationen mehrerer radioaktiver Nuklide gemessen, darunter Kobalt-60, Strontium-90, Cäsium-137, Tritium, Eisen-55, Nickel-63 sowie der Radionuklide von Plutonium, Uran und Americium. Die sieben unabhängigen Laboratorien bestätigten durch ihre Messungen die Resultate der japanischen Regierung und TEPCO. Mit Ausnahme von Tritium lagen die gemessenen Konzentrationen um mehrere Grössenordnungen unter den Abgabe-Grenzwerten. Für Tritium wurde durch die japanische Regierung im Einverständnis mit der IAEA ein Abflussgrenzwert von 1500 Bq/L und 22 TBq jährlich festgelegt. Damit auch dieser Grenzwert eingehalten werden kann, wird das ALPS Wasser vor der Abgabe um den Faktor 1000 mit Meerwasser verdünnt. Zusätzlich muss TEPCO die Analyse und Überwachung von Tritium im Abfluss sicherstellen. Diese und weitere Daten sind auf der entsprechenden IAEA-Webseite (www.iaea.org/alps) abrufbar. Die Abgabe des Meerwassers in den Pazifik erfolgt etwa einen Kilometer von der Küste entfernt über ein Abgaberohr innerhalb der Fischerei-Verbotszone.

Zum besseren Verständnis der Tritium-Abgabegrenzwerte lassen sich diese mit anderen festgelegten Grenzwerten und Quellen vergleichen. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) definiert für Tritium im Trinkwasser einen Grenzwert von 10 000 Bq/L. Folglich könnte das mittels ALPS aufbereitete Wasser vor der Einleitung in den Pazifik theoretisch ohne gesundheitliche Risiken in Bezug auf Tritium konsumiert werden. Zum Vergleich: Das Kernkraftwerk

Gösgen darf jährlich bis zu 70 TBq, und das Kernkraftwerk Leibstadt bis zu 20 TBq Tritium abgeben. Tatsächlich führten Schweizer Kernkraftwerke 2022 insgesamt 20 TBq Tritium in die Flüsse ein. Im globalen Kontext sticht die Wiederaufbereitungsanlage La Hague heraus, die mit jährlichen Tritium-Abgaben von bis zu 15 000 TBq einen erheblichen Anteil am weltweiten Ausstoss von ca. 20 000 TBq trägt.

Tritium entsteht auch auf natürliche Weise in der Atmosphäre. Jährlich entstehen etwa 72 000 TBq Tritium durch die Reaktion von Luft mit sekundären Neutronen der kosmischen Strahlung. Im Niederschlag findet dieses Tritium

dann den Weg in die weltweiten Wassersysteme. Die Freisetzung durch ALPS leistet zwar nur einen minimalen Beitrag zum Gesamtgehalt von natürlich und künstlich erzeugtem Tritium in der Umwelt, unterstreicht jedoch die Bedeutung sorgfältiger Überwachung und Transparenz in der nuklearen Sicherheit.





Aussenansicht des Messgebäudes

07 Ganzkörperzähler: Messung von Radioaktivität im Menschen

Mit der Einweihung des neuen Gebäudes für den Ganzkörperzähler wurde ein bedeutender Meilenstein für die Messung von Radioaktivität im Menschen (Inkorporationsmessung) gesetzt. Die Nuklearkatastrophen von Tschernobyl und Fukushima haben gezeigt, dass der Bedarf an Ganzkörpermessungen nach Störfällen sehr stark ansteigt. Der Betrieb der Inkorporationsmessstelle im Labor Spiez erhöht die Messkapazität in der Schweiz. Ausserdem kann damit das notwendige Fachwissen erhalten und gesichert werden.

Anfang April 2023 konnte das neue GZ-Gebäude dem Labor Spiez durch die armasuisse zur Nutzung übergeben werden. Im August fand die feierliche Einweihung mit Gästen aus der ganzen Schweiz statt.

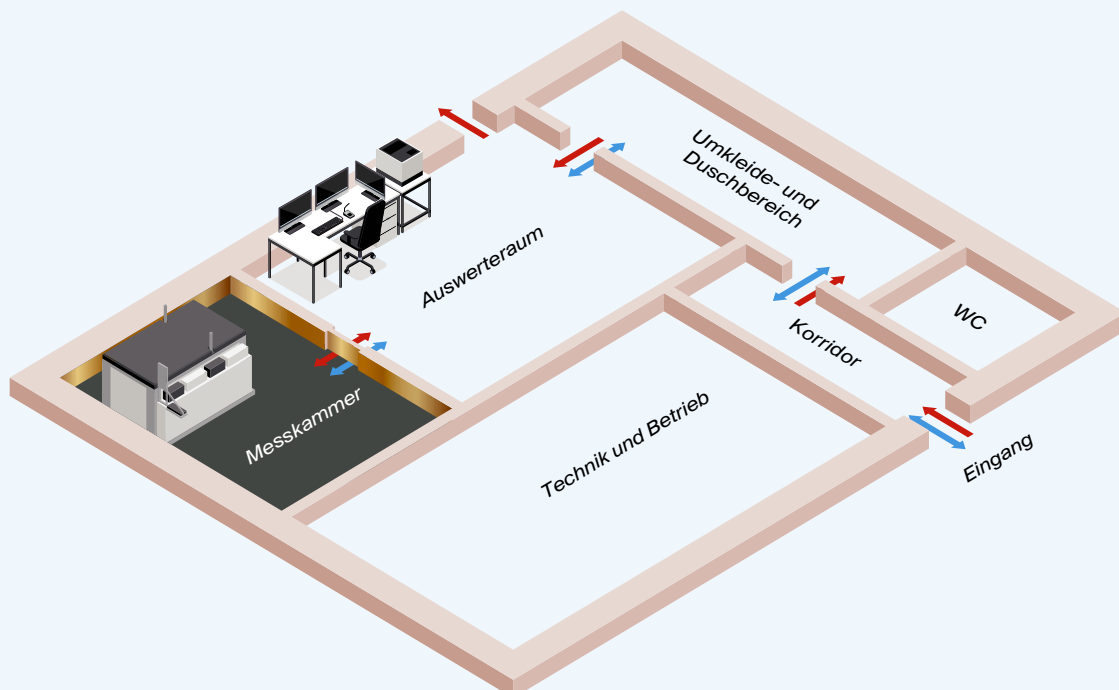
Die Vorgeschichte der neuen Anlage im Labor Spiez geht zurück in die 1960er Jahre. Die Messung der Radioaktivität im menschlichen Körper – sogenannte Inkorporationsmessungen, da Radioaktivität in den Körper über die Atemwege oder die Verdauung aufgenommen wird – hat ihren Ursprung in der Verbreitung der Kernenergie und den oberirdischen Atomwaffentests. Die zunehmende Belastung der Umwelt und des Menschen durch die künstlichen Spaltprodukte der Waffentests führte zu Installationen von moderner Messtechnik an Universitätsspitalern und Forschungseinrichtungen, wie zum Beispiel am Universitätsspital Basel im Jahr 1968. Der Beschaffungswert von CHF 300 000 für den Ganzkörperzähler

war eine bedeutende Investition in die damalige Spitzentechnologie.

In den folgenden Jahrzehnten wurde der Zähler in Basel erfolgreich betrieben und die Messtechnik mehrmals erneuert. Der aufwendige Unterhalt und die sinkende Nachfrage nach Messungen in der normalen Lage führten aber im Jahr 2012 dazu, dass der Ganzkörperzähler ausser Betrieb genommen und demontiert wurde. Um die Messkapazität in der Schweiz erhalten zu können, suchte das Bundesamt für Gesundheit (BAG) eine Institution, welche die einzigartige Messkammer aus radioaktivitätsarmen Stahlplatten übernehmen und mit moderner Messtechnik weiter betreiben kann.

Gestützt auf seine Erfahrungen mit mobilen Ganzkörperzählern und auf das Engagement bei der Nachbearbeitung der Nuklearkatastrophe von Fukushima erklärte sich das Labor Spiez bereit, die Aufgabe zu übernehmen. Die Leitung des Bundesamts für Bevölkerungs-

Schematischer Grundrissplan des Gebäudes mit Raumfunktionalitäten. Die Messkammer wird entlang der Pfeile betreten (blaue Pfeile: Normalfall, rote Pfeile: Ereignis).



Herzstück des neuen Gebäudes:
Die Stahlkammer mit neuer Kupferverklei-
dung und modernster Technologie. Zum Aus-
massen legt sich die Person auf die gepols-
terte Fläche. Die blauen Reflexionen an der
Wand deuten die Positionen der beiden
Reinstgermanium-Detektoren unterhalb der
Liegefläche an. Diese werden je nach Grösse
und Gewicht der zu messenden
Person platziert.

schutz (BABS) unterstützte das Vorhaben und bewilligte das entsprechende Projekt zur Übernahme und Nutzung eines stationären Ganzkörperzählers mit der Messkammer aus Basel.

Vorstudien ergaben schnell, dass die 55 Tonnen schwere Messkammer nicht ohne Weiteres in die bestehenden Gebäudestrukturen des Labor Spiez integriert werden kann. Basierend auf dem Nutzungskonzept wurden die baulichen Massnahmen definiert, die für den Betrieb des Ganzkörperzählers unter verschiedenen Nutzungsszenarien notwendig sind. Die daraus resultierenden Machbarkeitsstudien wurden hinsichtlich Finanzierung, Standort und Nutzen bewertet. Mit dem Variantenentscheid vom August 2018 wurde eine für den Normalfall ausgelegte Gebäudestruktur mit minimaler Infrastruktur ausgewählt. Das erweiterte Nutzungskonzept sieht dabei vor, bei einem grossen Ereignis die vorhandene Infrastruktur der naheliegenden Mehrfachturnhalle des ABC-Zentrums zu nutzen.

Der Standort des neuen GZ-Gebäudes liegt an der Arealgrenze, es ist gleichsam in den Aussenzaun integriert. Der Ganzkörperzähler ist damit von öffentlichem Grund aus zugänglich: Externe Personen können so direkt empfangen werden, ohne sich zuerst an der Loge des Labor Spiez anzumelden. Im Normalfall betreten die Personen das Gebäude durch den Haupteingang. Bei Verdacht auf Kontamination werden sie angewiesen, sich zu duschen und Einwegkleidung anzuziehen. Über den Dusch- und Umkleidebereich gelangen sie in den Auswerteraum und weiter in die Messkammer. Diese vermittelt ein sehr spezielles Raumgefühl, da alle Wände mit Kupferplatten verkleidet sind. Das Kupfer hat eine zusätzliche abschirmende Wirkung; zudem wird mit dem warmen Metallton in der engen Kammer eine angenehme Atmosphäre bewirkt. Die Messdauer liegt zwischen 3 und 30 Minuten. Gestartet



Der Zusammenbau der Messkammer
erfolgte mit einem Schwerlastkran. Im
Bild wird ein Stahlelement der Decke
der Kammer gehievt.



und überwacht wird die Messung aus dem Auswerteraum.

Das Ziel einer Messung besteht darin, aufgrund der Aktivität der Radionuklide im Körper eine Folgedosis für die Person zu bestimmen. Die Folgedosis und die Identifikation der Radionuklide bilden die Grundlage für mögliche weitere medizinische Behandlungsschritte.

Neben Mitarbeitenden des Fachbereichs Nuklearchemie werden in den Wiederholungskursen der ABC Abwehr Bataillone 10 und 20 der Schweizer Armee auch die A-Laborspezialisten im Betrieb der Messtechnik und in der Auswertung der Spektren geschult. Damit wird gewährleistet, dass bei einem grossen Ereignis nebst dem mobilen auch der stationäre Ganzkörperzähler über längere Zeit betrieben werden kann.

2024 stehen mit der Erprobung des Nutzungskonzepts und mit der weiterführenden Anerkennung der Inkorporationsmessstelle durch das BAG zwei weitere Meilensteine des Projekts an.

Die Einweihung des GZ-Gebäudes fand am 28. August 2023 mit geladenen Gästen aus zahlreichen Institutionen der Schweiz statt.





Samen der Rizinuspflanze

08 Nachweis von Biotoxinen mittels Ionen-Mobilitäts- Spektrometrie

Die Detektion und Identifikation von hochmolekularen Biotoxinen wie Rizin ist eine Kernkompetenz des Labor Spiez. Mit dem nano-LC-IMS-QTOF verfügt es über ein hochentwickeltes analytisches Instrument, das mehrere leistungsstarke analytische Techniken kombiniert. Es ermöglicht damit die detaillierte Untersuchung und Identifizierung komplexer biologischer Proben.

Michel Moser, Matthias Wittwer,
Christian Müller



**Das nano-LC-IMS-QTOF
zur Detektion und
Identifizierung von Toxinen.**

Mittels Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) können die Biotoxine grundsätzlich mit hoher Sensitivität detektiert und quantifiziert werden. Allerdings ist damit nicht immer eine eindeutige Identifikation möglich, da Mutationen im Toxin mit der Bindung der Detektionsantikörper interferieren können. Aus diesem Grund werden vermehrt komplementäre Ansätze der Massenspektrometrie und Proteomik eingesetzt. Deshalb verfügt das Labor Spiez seit 2020 über ein nano-Flüssigchromatographie-Ionen-Mobilitäts-Tandem-Massenspektrometer (nano-LC-IMS-QTOF), welches für die Identifizierung von hochmolekularen Biotoxinen verwendet wird.

Um verschiedene Umweltproben analysieren zu können, wird eine breit applizierbare Protein-Extraktionsmethode angewendet. Sie basiert darauf, dass Proteine aufgrund ihrer hydrophilen Eigenschaft an Carboxylat-beschichtete, magnetische Partikel (Beads) binden und extrahiert werden. Parallel kann mittels an magnetische Beads gekoppelten Antikörpern gezielt nach spezifischen Biotoxinen gesucht werden. Die extrahierten Biotoxine (Proteine) werden tryptisch verdaut und deren Peptide im nano-LC-IMS-QTOF über drei Eigenschaften aufgetrennt und detektiert: erstens durch die Interaktion der Peptide mit der stationären Phase (Retentionszeit), zweitens durch die Ladung und Kollisionsoberfläche der Peptide (Ionen-Mobilität) und

drittens durch die Flugzeit der Peptide und deren Fragmente durch das Flugrohr (TOF).

Zusammen mit der Signal-Intensität der detektierten Peptide und deren Fragmente ergibt sich für jeden Analysezyklus ein hochauflösender vierdimensionaler Datensatz. Mittels Deep Neural Networks (DNNs) werden die aufgenommenen Daten gegen Spektraldatenbanken abgeglichen, gewertet und statistisch gewichtet. Um grössere Probenzahlen systematisch und reproduzierbar zu untersuchen, werden datenunabhängige Akquisitionen (DIA) durchgeführt. Im Gegensatz zur datenabhängigen Akquisition (DDA), mit der nur Peptide mit starker Fragmentierungsintensität selektioniert werden, können damit alle Peptide und deren Fragmente detektiert werden. Dies erlaubt die Wiederfindung von Peptiden mit sehr geringen Konzentrationen (1 ppb). Zur Interpretation der komplexen, überlagerten Fragmentmuster werden dann Spektrenbibliotheken verwendet. Die betreffenden Daten stammen entweder aus eingemessenen und annotierten Fragmentspektren oder sie sind von vortrainierten neuronalen Netzwerken aus Proteinsequenzen errechnet worden (library-free approach). Mit dieser Methode können auch Proteine und Peptide zuverlässig detektiert werden, welche noch gar nie als Reinstoff in einer Spektrenbibliothek eingemessen und annotiert wurden.

Im Herbst 2023 konnte der Fachbereich Biologie die flexiblen und doch sehr akkuraten Detektionsmethoden mit der Teilnahme am UNSGM-Ringversuch einem anspruchsvollen Test unterziehen. Die Aufgabe bestand darin, die pflanzlichen Toxine Abrin und Rizin in komplexen Umwelt- und Lebensmittelproben zu detektieren und zu quantifizieren. Mittels dem hochsensitiven ELISA und dem nano-LC-IMS-QTOF konnten allen Proben die korrekten Toxin-Isoformen zugeordnet werden. Durch die Analyse

der unspezifischen Proteinextraktion konnte zudem die Hintergrundmatrix der Proben charakterisiert werden, womit forensisch wichtige Informationen gewonnen werden konnten.

Zurzeit entwickelt, testet und optimiert das Labor Spiez verschiedene weitere Methoden mit dem nano-LC-IMS-QTOF mit dem Ziel, die Biotoxin-Identifikation mittels Ionen-Mobilitäts-Spektrometrie bei noch geringeren Stoffkonzentrationen zu gewährleisten. Ab 2024 wird die Detektion von Toxinen mit dem nano-LC-IMS-QTOF zudem auch als militärisches Unterrichtsmodul eingeführt: Die Biologie-Laborspezialisten der ABC Abwehr Bataillone 10 und 20 der Schweizer Armee werden künftig im Rahmen der Wiederholungskurse gezielt in der Anwendung dieser Methode geschult.



Test von Desinfektionsmitteln gegen Viren der Risikogruppe 4

Die schnelle und effiziente Desinfektion und Inaktivierung von hochpathogenen Viren ist ein wesentliches Element zur Prävention gegen ansteckende Krankheiten und zum Schutz der öffentlichen Gesundheit. Je nach Umgebung, Oberflächen und Art der Kontamination werden verschiedene Desinfektionsmittel und -methoden angewendet. Insbesondere bei Epidemien und Pandemien müssen sie nicht nur effizient, sondern auch einfach anwendbar und gut verfügbar sein. Unter diesen Aspekten hat das Labor Spiez ein spezifisches Verfahren zum Test von Desinfektionsmitteln gegen hochpathogene Viren entwickelt.

Das Zaire-Ebolavirus ist ein Filovirus mit zoonotischem Potential. Es löst beim Menschen schweres hämorrhagisches Fieber aus und kann eine Sterblichkeitsrate von bis zu 90 % aufweisen. Durch die Ebolafieber-Epidemie von 2014 bis 2016 in Westafrika erkrankten nach Angaben der WHO fast 30 000 Menschen, von denen mehr als 10 000 starben.

Hulda R. Jonsdottir, Daniel Zysset,
Benjamin Weber

Die Ebola-Epidemie von 2014 bis 2016 in Westafrika hat deutlich gemacht, wie wichtig Desinfektionsmittel gegen virale Krankheitserreger sind. Erforderlich ist insbesondere die sichere und wirksame Desinfektion von Behandlungszentren und Krankenhauszimmern, aber auch von Fahr- und Flugzeugen, in denen sich infizierte Personen befanden. Dabei stellt die Desinfektion von Räumen und Objekten mit verschiedenen Materialien wie Textilien, Kunststoffen, Gummi und Metallen eine grosse Herausforderung dar. Auch die unterschiedliche Zusammensetzung der infektiösen Körperflüssigkeiten stellt hohe Anforderungen an die Desinfektionsverfahren.

Auf der Grundlage von ISO-Normen und Richtlinien des deutschen Robert-Koch-Instituts (RKI) hat das Labor Spiez ein neues, standardisiertes Testverfahren entwickelt,¹ bei dem das Ebolavirus in verschiedenen Körperflüssigkeiten (z. B. Blut oder Sputum) getestet wird. Im Biologischen Sicherheitslabor können damit sowohl etablierte als auch

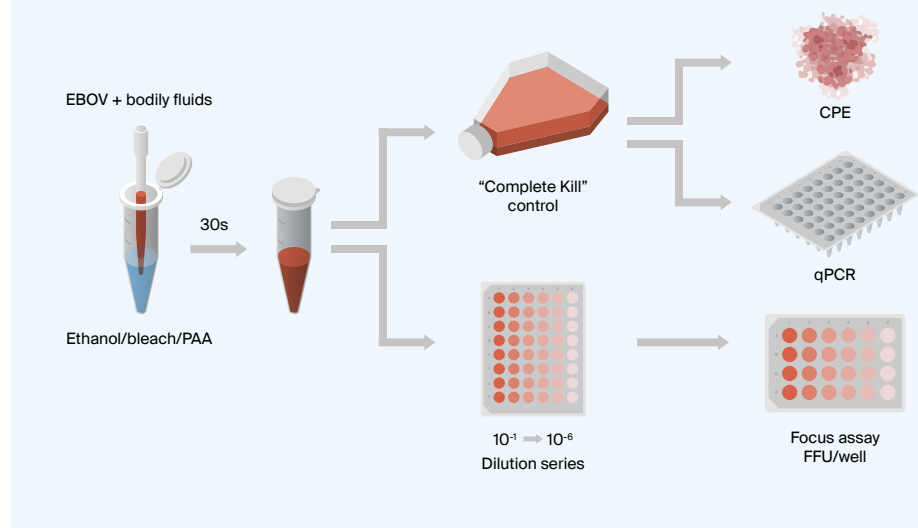
neuartige chemische Desinfektionsmittel gegen Viren der höchsten Risikogruppe 4 evaluiert werden.

Das vom Labor Spiez neu entwickelte und eingeführte Testverfahren ermöglicht die Bewertung der Inaktivierung der Viren mit verschiedenen Desinfektionsmitteln unter Verwendung desselben Arbeitsablaufs, wodurch die Reproduzierbarkeit verbessert und experimentelle Abweichungen minimiert werden. Um die experimentelle Validität zu gewährleisten, müssen strenge Kontrollen durchgeführt werden. Damit ein Experiment als gültig angesehen werden kann, dürfen die Kontrollen nicht mehr als 10 % von der Positivkontrolle abweichen; so können experimentelle Unsicherheiten ausgeschlossen werden.

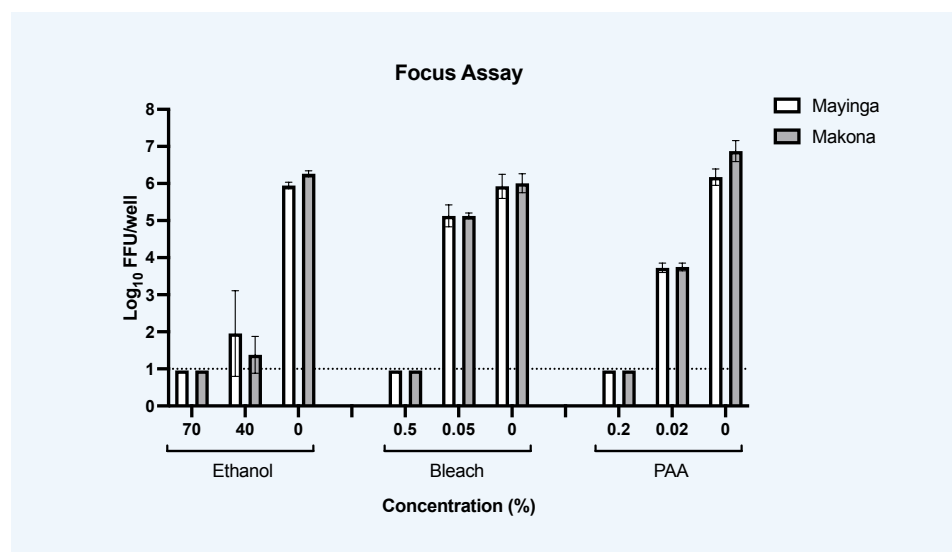
Auf der Grundlage dieses standardisierten Verfahrens können diverse Desinfektionsmittel gegen Ebola und andere Viren getestet werden. Derzeit untersucht das Labor Spiez beispielsweise die Wirkung einer einfachen

¹ Jonsdottir, H.R., Zysset, D., Lenz, N. et al. Virucidal activity of three standard chemical disinfectants against Ebola virus suspended in tripartite soil and whole blood. Scientific Reports, 2023 13(1), 15718

Die Inaktivierungskapazität von chemischen Desinfektionsmitteln muss in einem standardisierten Verfahren untersucht werden; damit können experimentelle Abweichungen minimiert werden; zudem muss eine vollständige Inaktivierung von hochpathogenem Material validiert werden. Bevor Empfehlungen zur Verwendung von Desinfektionsmitteln ausgesprochen werden, muss sichergestellt sein, dass damit die Infektiosität tödlicher Viren beseitigt ist.



Die Wirksamkeit der Inaktivierung des Ebola-Virus ist abhängig von der Konzentration der verwendeten Dekontaminationslösung. Bei Ethanol, Bleichmittel und PAA reichen niedrige und mittlere Konzentrationen nicht aus, um das Ebola-Virus vollständig zu inaktivieren. Bei der Dekontamination vor Ort muss daher unbedingt die erforderliche Konzentration verwendet werden.



chen, selbst hergestellten Seife gegen das Lassavirus, ein weiteres hämorrhagisches Fiebertvirus, zuerst in Suspension, anschliessend auch in Handwaschversuchen. Das Lassavirus ist in Nigeria endemisch und verursacht beim Menschen sowohl asymptomatische als auch schwere symptomatische Infektionen. In Krankenhäusern mit mangelhafter Infektionsprävention und -kontrolle kommt es häufig zu Virusübertragungen zwischen Menschen. Mit den gewonnenen Daten zur Inaktivierung des Lassavirus mittels Seife können möglicherweise einfach umsetzbare Empfehlungen zum Händewaschen und zur Reinigung von Oberflächen definiert werden, mit denen die Übertragung des Virus durch Berührung und Ansteckung erheblich verringert werden kann. Vorläufige Ergebnisse deuten darauf hin, dass die biologischen Substanzen einen grossen Einfluss auf die Inaktivierungskapazität einer niedrigen Seifenkonzentration hat und dass die herkömmliche, 20-sekündige Handwäsche für die Virusinaktivierung in bestimmten biolo-

gischen Substanzen möglicherweise nicht ausreichend ist.

Angeichts der anhaltenden Bedrohung durch das Ebolavirus und der zunehmenden zoonotischen Verbreitung neuartiger viraler Erreger ist die kontinuierliche Überprüfung und Optimierung der aktuellen Desinfektionsverfahren eine sehr wichtige Aufgabe. Darüber hinaus ist die Entwicklung und Weitergabe von zuverlässigen Desinfektionsverfahren auch ein wichtiges Element der allgemeinen Pandemievorsorge. In diesem Kontext dient das vom Labor Spiez neu etablierte Verfahren künftig als wertvolles Testinstrument für die Bewertung der chemischen Inaktivierung von Viren der Risikogruppe 4.



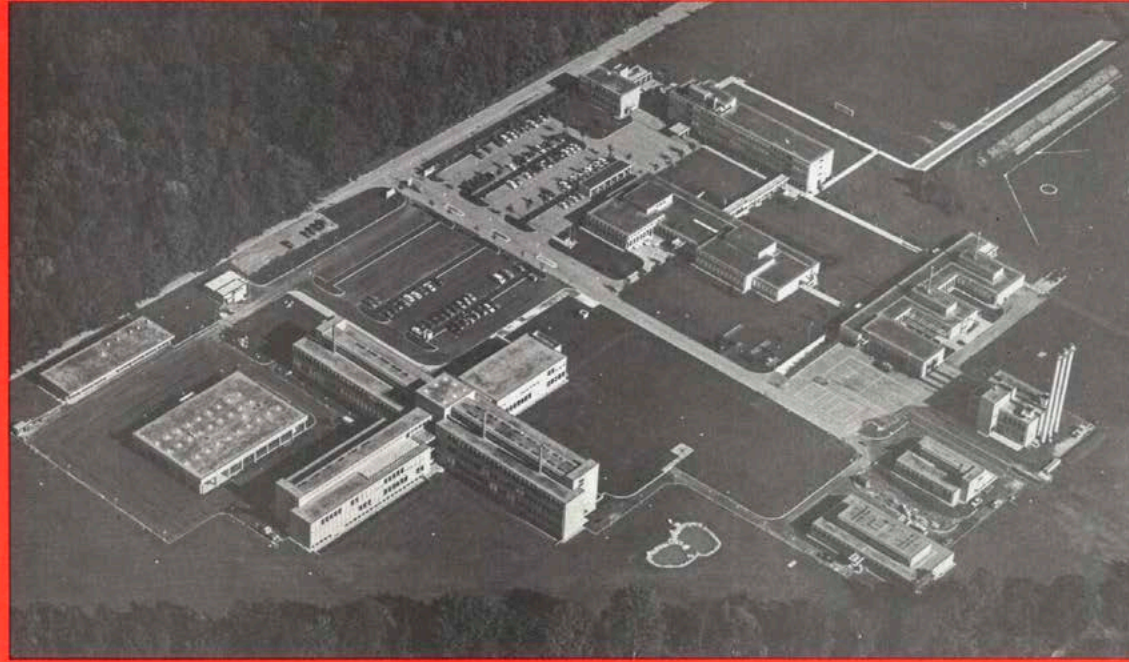
- 1. Hauptgebäude Labor Spiez («Kreuzgebäude»): wird durch einen Neubau ersetzt
- 2. Werkstatt- und Magazingebäude: wird saniert
- 3. Chemisches Sicherheitslabor: wird saniert
- 4. Energiezentrale: wird saniert
- 5. Biologisches Sicherheitslabor: keine Sanierung erforderlich
- 6. Probenannahmestelle (PAS): keine Sanierung erforderlich

10 Bauprojekt Erneuerung Labor Spiez

Die Gebäude und die technischen Infrastrukturen des Labor Spiez sind nach vier Jahrzehnten intensiver Nutzung sanierungsbedürftig. Eine Machbarkeitsstudie hat aufgezeigt, dass ein Neubau am bestehenden Standort in Spiez die günstigste Variante darstellt.

Mauro Zanni, Kurt Mürger

AC-Laboratorium Spiez



Anlässlich der Einweihung der damals als «AC-Labor» bekannten Institution in Spiez am 22. Mai 1981 hielt der damalige EMD-Vorsteher, Bundesrat Georges-André Chevallaz, fest, mit dem Bau des neuen Zentrums in Spiez werde für alle AC-Belange «*die für einen kontinuierlichen Fortgang unerlässliche Infrastruktur gesichert.*»¹ Heute lässt sich feststellen, dass sich die Erwartungen von Bundesrat Chevallaz mehr als erfüllt haben. Spiez hat sich zum zentralen Standort für den schweizerischen ABC-Schutz entwickelt.

Intensive Nutzung – grosser Sanierungsbedarf

Nach mehr als 40-jähriger Nutzung sind die Gebäude des Labor Spiez und diverse technische Installationen in die Jahre gekommen und entsprechen längerfristig nicht mehr dem Stand der Technik. Die für hochpräzise analytische Arbeiten notwendigen stabi-

len klimatischen Bedingungen lassen sich mit der bestehenden Gebäudehülle und den vorhandenen technischen Einrichtungen nur noch mit Schwierigkeiten sicherstellen. Die Medienleitungen (Wasser, Druckluft, Elektrizität) sowie weitere technische Infrastrukturen sind aufgrund der langjährigen und intensiven Nutzung sanierungsbedürftig. In diversen Bereichen ist zudem die Kapazitätsgrenze erreicht, Um- und Ausbauten sind kaum mehr möglich. Auch die Laboreinrichtung (Kapellen, Labormobiliar) ist grösstenteils mehr als 40 Jahre alt und muss ersetzt werden. Schliesslich erfüllt das Gebäude energetisch und punkto Erdbebensicherheit die heutigen Anforderungen nicht mehr.

Die beste Variante: Neubau am bestehenden Standort

Im Rahmen einer Machbarkeitsstudie sind diverse Varianten gründlich ge-

¹ AC-Laboratorium Spiez. Einweihung 22. Mai 1981 (Festschrift), Spiez 1981, S. 3.

prüft worden. Im Wesentlichen ging es dabei darum, die Optionen Gesamtsanierung und Ersatzneubau zu beurteilen – mit einem eindeutigen Ergebnis: Die Nutzwertanalyse hat klar aufgezeigt, dass unter Berücksichtigung der betrieblichen Aspekte ein Neubau des Hauptgebäudes die effizienteste und auch kostengünstigste Variante ist.

Der Neubau muss sich in die bestehenden Anlagen einfügen. Dazu gehören insbesondere das chemische Sicherheitslabor, das biologische Sicherheitslabor, die Probenannahmestelle sowie die Anlagen der Armee. Das am gleichen Standort angesiedelte Kompetenzzentrum ABC-KAMIR der Armee arbeitet eng mit dem Labor Spiez zusammen. Gemeinsam bringen das Labor Spiez und das Kompetenzzentrum ABC-KAMIR die notwendigen Mittel für die Bewältigung von ABC-Ereignissen in der Schweiz in den Einsatz.

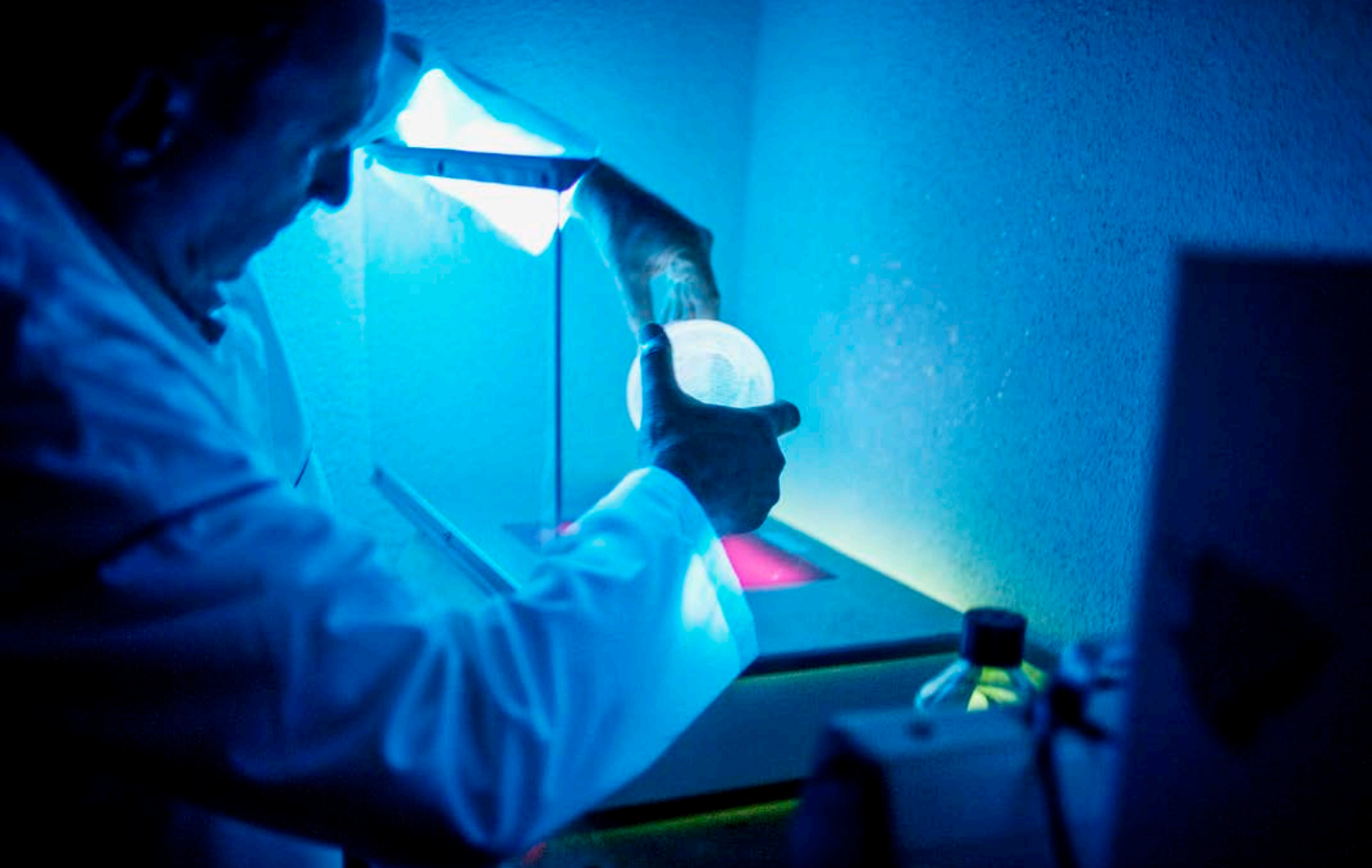
Mit dem Erneuerungsprojekt soll schliesslich die Chance genutzt werden, die Infrastruktur des Labor Spiez entwicklungsfähig und damit zukunfts-

tauglich zu machen. Die einzelnen Labore sollen baulich einfach und rasch umgebaut bzw. angepasst werden können. Auch im Hinblick darauf bietet ein Neubau klar die besten Voraussetzungen.

Inbetriebnahme frühestens 2030

Nach intensiven Vorarbeiten konnte das Projekt Ende 2023 in einem öffentlichen Wettbewerb ausgeschrieben werden. In einem zweistufigen Verfahren werden die genaue Spezifikation, die Umsetzungsplanung und die Kosten im Detail erarbeitet und Mitte 2025 wird das beste Projekt ausgewählt. Gemäss aktueller Planung soll das Bauprojekt in das Immobilienprogramm VBS 2026 und damit in die Armeebotschaft 2026 des Bundesrates aufgenommen werden. Die abschliessende politische Entscheidung über die erforderlichen Finanzmittel trifft dann das Parlament. Im günstigsten Fall kann 2027 mit der Realisierung des Bauprojekts begonnen werden.

Am Projekt Erneuerung Labor Spiez sind zahlreiche Partner beteiligt: Die Leitung des Bauprojekts liegt bei armasuisse Immobilien. Das BABS / Labor Spiez ist als Mieter, Nutzer und Betreiber vertreten. Die Projektleitung koordiniert die Beiträge von zahlreichen Leitungserbringern wie Laborplanern, Architekten, Ingenieuren, Sicherheitsexperten etc. Die gute Zusammenarbeit der Partner ist eine zentrale Voraussetzung für den Erfolg des Projekts. Die Expertise und Erfahrung der Fachspezialisten von armasuisse Immobilien ist dafür unabdingbar.



Ein Mitarbeiter der Forschungsanstalt Agroscope macht mit UV-Licht den Lebensmittel-Inhaltsstoff Isocumarin sichtbar.

11 Die Bundeslabore: Vielfältige Aufgaben und gemeinsame Interessen

Das Labor Spiez intensiviert den fachlichen Austausch und die Zusammenarbeit mit anderen Laboren des Bundes wie z. B. mit Agroscope und dem Institut für Virologie und Immunologie (IVI). Durch gemeinsame Forschungsprojekte und den Austausch von Fachwissen sollen die wissenschaftlichen Kompetenzen und Ressourcen gebündelt werden. Ziel ist es, Synergien zu nutzen, um die Effizienz und Wirksamkeit der Forschungsarbeit aller beteiligten Einrichtungen zu steigern.

Marc Cadisch, Leiter Labor Spiez
Corinne Jud Khan, Leiterin Kompetenzbereich
Methodenentwicklung und Analytik, Agroscope

Neben dem für ABC-Schutz zuständigen Labor Spiez betreibt der Bund eine Reihe von weiteren spezialisierten Laboren. Diese gehören organisatorisch zu verschiedenen Bundesämtern oder sind unabhängige Institute wie z.B. Swissmedic oder METAS.

Zwischen den Expertinnen und Experten aus diesen verschiedenen Laboren bestehen viele Kontakte; der fachliche Austausch funktioniert gut. Auch auf Leitungsebene bestehen Vereinbarungen, um weitere Möglichkeiten zur Zusammenarbeit zu unterstützen und diese systematisch zu fördern. So hat das Labor Spiez z.B. seit längerem Vereinbarungen mit dem **Institut für Virologie und Immunologie (IVI)**, dem schweizerischen Referenzlabor für die Diagnose und Forschung von

hochansteckenden und anderen wichtigen viralen Tierseuchen, sowie mit **Agroscope**, dem Kompetenzzentrum des Bundes für die Forschung und Entwicklung in der Land- und Ernährungswirtschaft.

Neues Gremium: Laborleitende des Bundes

Neben diesen bilateralen Kontakten und Vereinbarungen ist auch ein systematischer Austausch zwischen allen Leitenden der Labore des Bundes zentral. Deshalb haben die Autoren dieses Beitrages im Jahr 2019 die Initiative ergriffen und ein erstes Treffen mit den Leitungen der anderen Bundeslabore organisiert. Aus diesem ersten Treffen hat sich über die Zeit die feste Arbeits-

Eine IVI-Mitarbeiterin kümmert sich um Schweine in einem Forschungsprojekt für eine Impfung gegen die Afrikanische Schweinepest.



gruppe «Laborleitende des Bundes» entwickelt.

Neben dem Labor Spiez, Agroscope und dem IVI arbeiten inzwischen in der Arbeitsgruppe die folgenden weiteren Institutionen aktiv mit:

- **Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS**, das Kompetenzzentrum für alle Fragen des Messens, für Messmittel und Messverfahren
- **Swissmedic**, die schweizerische Aufsichtsbehörde für Heilmittel
- **armasuisse Wissenschaft und Technologie W+T** mit diversen Laboren in den Aufgabenbereichen Cyber-Sicherheit und Data Science, Kommunikation und elektromagnetische Verträglichkeit, Munitionsüberwachung sowie
- Testcenter für System- und Komponentenerprobungen
- **Bundesamt für Zoll und Grenzsicherheit (BAZG)** mit einem Labor im Aufgabenbereich Edelmetallkontrolle
- **Armeeapotheke (AApot)**, das armeeeigene Fachkompetenz-, Verteil- und Produktionszentrum für Heilmittel
- **Bundesamt für Gesundheit (BAG)**, Abteilung Strahlenschutz
- **Bundesamt für Kommunikation (BAKOM)** mit Messplatz im Aufgabenbereich der Marktüberwachung für Funkanlagen und elektromagnetische Verträglichkeit elektrischer Geräte
- **EAWAG**, das Wasserforschungsinstitut des ETH-Bereichs

Eine Mitarbeiterin des Labor Spiez arbeitet an einer mikrobiologischen Sicherheitswerkbank im B-Sicherheitslabor der Stufe 3



Gemeinsame Aufgaben und Interessen

Die obige Auflistung zeigt: Die Bundeslabore bilden eine heterogene Gruppe; sie haben ganz verschiedene Aufgaben und benötigen zu deren Bearbeitung ganz unterschiedliche wissenschaftliche Methoden und Infrastrukturen. Dennoch gibt es Gemeinsamkeiten und Berührungspunkte. Im Rahmen der ersten Treffen der Laborleitenden des Bundes mussten zunächst diese Aufgabenbereiche von gemeinsamem Interesse identifiziert werden. Dazu zählen beispielsweise laborspezifische IKT-Anwendungen, speziel-

le Bedingungen und Bedürfnisse bei Beschaffungen, Instrumente und Prozesse für das Wissensmanagement in der Laborarbeit, die Rekrutierung von internationalen Fachkräften oder die Zusammenarbeit der Bundeslabore in Krisensituationen. In einem weiteren Schritt sollen zu diesen Aufgabenbereichen nun konkrete Strukturen, Prozesse und Instrumente der Zusammenarbeit entwickelt und etabliert werden.

Unterstützung während der Pandemie

Zu Beginn der COVID-19-Pandemie stieg die Nachfrage nach Verbrauchsmaterial (Probenahmematerial, Testkits, Lösungen, Plastikware etc.) für medizinisch-mikrobiologische Labore weltweit rasant an. Die vorhandenen Lagerbestände waren rasch aufgebraucht, die Lieferketten brachen zusammen. Auch die Zahl der Analysegeräte und die Personalbestände mussten rasch und massiv ausgebaut werden. In der Chaos-Phase mussten kurzfristige Übergangslösungen gefunden werden, um das Nötigste sicherzustellen. Dabei spielte auch das Netzwerk der Bundeslabore eine Rolle. Koordiniert von Corinne Jud von Agroscope wurde in kürzester Zeit eine detaillierte Bestandsaufnahme über verfügbare Ressourcen erstellt: Erfasst wurden sämtliche relevanten Materialien und Geräte, die in den Bundeslaboren und ihren Materiallagern vorhanden waren. Ausserdem wurde eine Zusammenstellung der Personalressourcen mit transferierbaren Fähigkeiten erstellt. Im Rahmen der «COVID-19 Laborkoordination Schweiz» wurden diese Listen mit den Unterstützungsanträgen von medizinisch-mikrobiologischen Laboren abgeglichen und wo möglich Materiallieferungen veranlasst. Für dieses Ressourcenmanagement wurde eine mit der EPFL und der ETH ad hoc entwickelte offene Internet Plattform (ARC¹) eingesetzt. Im Ergebnis konnte das Labor Spiez mit Unterstützung von anderen Bundeslaboren damit einen wesentlichen Beitrag zur Überbrückung einer akuten Mangellage leisten.

1 Courcol et al. (2021) ARC : An Open Web-Platform for Request/Supply Matching for a Prioritized and Controlled COVID-19 Response. Front. Public Health 9:607677.

Zusammenarbeit im Krisenfall

Der Kernauftrag des Labor Spiez erstreckt sich nicht nur auf die Bereiche Forschung und Prüfung, es ist auch eine zentrale Messorganisation des Bundes zur Bewältigung von ABC-Ereignissen und wird dabei durch spezialisierte Kompanien der Armee unterstützt (S. 50). Neben dieser seit Langem etablierten Zusammenarbeit mit der Armee wäre in einer Krisensituation auch die gezielte Nutzung der Fähigkeiten und Infrastrukturen der anderen Bundeslabore von grossem Nutzen. Das hat sich bereits 2020 gezeigt, als das eben erst gebildete Netz der Laborleitenden zur Bewältigung der Coronakrise einen Beitrag leisten konnte: Der Bundesrat hat am 03.04.2020 dem Labor Spiez die Koordination aller Labore zum Aufbau der benötigten Messkapazitäten für SARS-CoV-19 in der Schweiz übertragen. Zur Erfüllung dieser Aufgabe wurde das Labor Spiez massgeblich durch Beiträge anderer Labore des Bundes, vermittelt durch das Netz der Laborleitenden, unterstützt.

Auf ihre Zusammenarbeit in künftigen Krisen wollen sich die Laborleitenden des Bundes nun noch besser vorbereiten. Im Auftrag der Arbeitsgruppe hat das Labor Spiez daher eine Umfrage unter den Bundeslaboren gemacht, um bereits bestehende Strukturen und Instrumente der bilateralen Zusammenarbeit zu erfassen und um zu erheben, ob zusätzliche Möglichkeiten zur gegenseitigen Unterstützung bestehen. Weiter werden technische Aspekte abgeklärt, so z. B. die Rahmenbedingungen für den Verleih von Personal oder Geräten. Das Ziel besteht darin, die erforderlichen Instrumente und Prozesse für ein rasches, effizientes und damit erfolgreiches Krisenmanagement Bund im Laborbereich bereits im Vorfeld zu entwickeln. Bei Bedarf können sie dann sofort aktiviert werden, womit wertvolle Zeit gewonnen werden kann.



Militärische Wiederholungskurse im Labor Spiez: Ausbildung von B-Spezialisten

12 Zivil-militärische Zusammenarbeit als schweizerisches Erfolgsmodell

Im ABC-Zentrum Spiez ist neben dem Labor Spiez auch das militärische Kompetenzzentrum ABC-KAMIR angesiedelt. Die beiden Institutionen agieren organisatorisch unabhängig voneinander und verfolgen unterschiedliche Aufträge. Sie beschäftigen sich aber mit den gleichen Gefährdungen und Bedrohungen und arbeiten fachlich eng zusammen.

Kurt Münger, Chef Leitungsaufgaben Labor Spiez
Oberst Matthias Schmid, Chef Doktrin und
Stabschef Stv Kompetenzzentrum ABC-KAMIR

Das Kompetenzzentrum ABC-KAMIR (Komp Zen ABC-KAMIR), eingegliedert im Kommando Ausbildung, Lehrverband Genie/Rettung/ABC, ist für die ABC- und Kampfmittelabwehr in der Schweizer Armee verantwortlich. Es entwickelt in Kooperation mit verschiedenen Partnern die Grundlagen und Vorgaben für die ABC- und die Kampfmittelabwehr der Armee, koordiniert die Ausbildung der ABC Abwehrtruppen und gewährleistet die Einsätze der Armee in der ABC- und Kampfmittelabwehr.

Wissenschaftliche Expertise für die Armee

Im Komp Zen ABC-KAMIR finden jährlich zwei Rekrutenschulen statt. Alle ABC Spezialisten der Armee sowie die Angehörigen der Milizformationen der ABC Abwehrtruppen absolvieren ihre Grund- und Fachausbildung in der ABC Abwehrschule 77. Zusätzlich ist mit dem

ABC Bereitschaftsdetachement eine Durchdienerformation in Spiez stationiert, und die Laborkompanien der beiden ABC Abwehrbataillone 10 und 20 führen ihre Wiederholungskurse in der Regel im Labor Spiez durch.

Als Eidgenössisches Institut für den ABC-Schutz erarbeitet das Labor Spiez die wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen für den Schutz der Bevölkerung, der Einsatzorganisationen sowie für die ABC-Rüstungskontrolle erforderlichen wissenschaftlichen und technologischen Grundlagen. Angesiedelt im Bundesamt für Bevölkerungsschutz (BABS), stellt es seine Expertise verschiedenen Partnern zur Verfügung. Davon profitiert das Komp Zen ABC-KAMIR ganz besonders. Aufgrund des gemeinsamen Standorts ist der fachliche Austausch zwischen den wissenschaftlichen Experten/innen des Labor Spiez und den Kollegen/innen im militärischen Bereich unkom-



Gemeinsame Übung mit einem Detektionsgerät für chemische Kampfstoffe

Das Labor Spiez und das Komp Zen ABC-KAMIR arbeiten nicht nur fachlich eng zusammen. Im Sinne der Synergienutzung stellt das Labor Spiez diverse betriebliche Leistungen (Energie- und Wasserversorgung, Haustechnik, Gebäudeunterhalt, IT-Dienstleistungen etc.) für das gesamte ABC-Zentrum Spiez sicher, einschliesslich des Komp Zen ABC-KAMIR.

Die Kantine 77 stellt im Auftrag des Komp Zen ABC-KAMIR die Truppenverpflegung sicher. Daneben wird sie von beiden Organisationen gemeinsam als Personalrestaurant und bei Veranstaltungen mit Besuchergruppen genutzt.

pliziert in den Arbeitsalltag eingebettet. Die Wege sind buchstäblich kurz.

Personnelle Verstärkung für das Labor Spiez

Dabei erfolgt die Unterstützung in beide Richtungen: Zur Erfüllung seiner Aufgaben im Falle eines grossen ABC-Ereignisses ist das Labor Spiez seinerseits auf die ABC Abwehrtruppen angewiesen. Wenn viele Proben in kurzer Zeit analysiert werden müssen, stösst das Labor Spiez mit den eigenen personellen Ressourcen nämlich rasch an seine Grenzen. Für diesen Fall verfügen die beiden ABC Abwehrbataillone jeweils über eine Laborkompanie, die im Ereignisfall schnell aktiviert werden kann, um das Labor Spiez personell zu unterstützen. Die Milizsoldaten bringen zivile Qualifikationen in der Laborarbeit mit

**Ausbildung von A-Spezialisten
an einem mobilen Messgerät
für die Schilddrüsenmessung**



und werden in den Wiederholungskursen im Labor Spiez an den Geräten und mit den Messmethoden des Labors geschult und trainiert. Diese militärische Unterstützung ermöglicht es dem Labor Spiez, bei Bedarf einen kontinuierlichen 24/7-Betrieb aufrechtzuerhalten.

Die beiden Fachpartner im ABC-Zentrum Spiez, das zivile Labor Spiez und das militärische Komp Zen ABC-KAMIR, ergänzen sich trotz ihrer Unterschiede hervorragend. Ihre spezifischen Fähigkeiten und Zuständigkeiten sind wesentlich für den gemeinsamen Erfolg.

Gemeinsame Übungen und Gremien

Im Auftrag der Departementsleitung VBS haben beide Organisationen vor einiger Zeit ein gemeinsames operatives CBRNE-Einsatzkonzept ABC-Zentrum Spiez erarbeitet. Darin sind die zivilen und die militärischen Einsatzmittel zur Bewältigung von ABC-Ereignissen in der Schweiz sowie deren geplante Weiterentwicklung umfassend und systematisch aufeinander abgestimmt. Mit regelmässigen gemeinsamen Übungen wird die Umsetzung stetig überprüft und verbessert. Dabei ist auch das Kommando KAMIR (Kampfmittelbeseitigung und Minenräumung) beteiligt, welches bei Bedarf von ABC-Spezialisten des Labor Spiez unterstützt wird. Zur Koordination der umfangreichen zivil-militärischen Zusammenarbeit bestehen sowohl auf Führungs- wie auf Fachebenen diverse institutionalisierte Gremien und Prozesse.

13

Wissenschaftliche Publikationen 2023

Brackmann Maximilian, Zysset Daniel, Liechti Nicole, Hunger-Glaser Isabel, Engler Olivier

The WHO BioHub system: experiences from the pilot phase

BMJ Glob Health 2023 Aug;8(8):e013421

Ekins S, Brackmann M, Invernizzi C, Lentzos F

Generative Artificial Intelligence-Assisted Protein Design Must Consider Repurposing Potential

GEN Biotechnol, 2023 Aug 1;2(4):296–300

Ekins S, Lentzos F, Brackmann M, Invernizzi C

There's a 'ChatGPT' for biology. What could go wrong?

Bulletin of the Atomic Scientist, March 24, 2023

Corcho-Alvarado J A, Rölli S, Sahl H

Determination of transuranium elements produced by the Castle Bravo explosion

Environmental Radiochemical Analysis VII, ed. N. Evans, Royal Society of Chemistry, 2023, vol. 357, ch. 2, pp. 19–27

Meyzonnat G, Musy S, Corcho-Alvarado J A et al.

Age distribution of groundwater in fractured aquifers of the St. Lawrence Lowlands (Canada) determined by environmental tracers ($^3\text{H}/^3\text{He}$, ^{85}Kr , SF_6 , CFC-12 , ^{14}C)

Hydrogeol J 31, 2139–2157 (2023)

Kamdee K, Corcho-Alvarado J A, Yongprawat M, Occarach O, Hunyek V, Wongsit A et al.

Using ^{81}Kr and isotopic tracers to characterise old groundwater in the Bangkok metropolitan and vicinity areas

Isotopes in Environmental and Health Studies, Vol. 59, No. 4–6, 426–453

Dutoit Jean-Claude, Meier Urs, Schär Martin, Siegenthaler Peter

diverse Beiträge

in P. Vanninen (ed): Recommended operating procedures for analysis in the verification of chemical disarmament («Blue Book»), 2023 Edition, University of Helsinki, Finland, 2023. ISBN 978-951-51-9958-4 (paperback); ISBN 978-951-51-9959-1 (PDF)

Huttner A, Agnandji ST, Engler O, Hooper JW, Kwilas S, Ricks K, Clements TL, Jonsdottir HR, Nakka SS, Rothenberger S, Kremsner P, Züst R, Medagliani D, Ottenhoff T, Harandi AM, Siegrist CA; VEBCON; VSV-EBOVAC; VSV-EBOPLUS Consortia

Antibody responses to recombinant vesicular stomatitis virus-Zaire Ebola virus vaccination for Ebola virus disease across doses and continents: 5-year durability

Clin Microbiol Infect. 2023 Dec;29(12):1587–1594

Urbina F, Lentzos F, Invernizzi C, Ekins S

AI in drug discovery: A wake-up call

Drug Discov Today, 2023 Jan;28(1):103410

Urbina F, Lentzos F, Invernizzi C, Ekins S

Preventing AI From Creating Biochemical Threats

J Chem Inf Model, 2023 Feb 13;63(3):691–694

Jonsdottir Hulda, Zysset Daniel,
Lenz Nicole, Siegrist Denise, Züst Roland,
Geissmann Yannick, Engler Olivier,
Weber Benjamin

Virucidal activity of three standard chemical disinfectants against Ebola virus suspended in tripartite soil and whole blood

Scientific Reports, 2023 13(1), 15718

Brigger D, Guntern P, Jonsdottir HR,
Pennington LF, Weber B, Taddeo A,
Zimmer G, Leborgne NGF, Benarafa C,
Jardetzky TS, Eggel A

Sex-specific differences in immune response to SARS-CoV-2 vaccination vanish with age

Allergy, 2023 Jun;78(6):1683–1686

Bauer G, Wildauer A, Povoden G, Menzi B,
Curtly C

Crime Scene Novichok – Optical Detection of Fourth-Generation Agents (FGAs) Using Handheld Forensic Light Sources

Forensic Sciences, 2023; 3(2):231–244

Röllin Stefan, Sahlí Hans, Corcho José,
Hofstetter Michael

Messungen von Alpha- und Beta-Strahlern im Erdboden mittels ICP-MS

Strahlenschutz PRAXIS 3/2023, S. 37–39

Kalthoff O, Wirz C, Groß-Alltag F, Stetter F,
Bücherl T

Determination of uranium-enrichment from gamma-spectra by linear least-squares

Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment, Volume 1057, 2023, 168750

Lepowsky E, Kreutle M, Wirz C, Glaser A

Ceci N'est Pas Une Bombe: Lessons from a Field Experiment Using Neutron and Gamma Measurements to Confirm the Absence of Nuclear Weapons

Science and Global Security, 2023/09

Lepowsky E, Kreutle M, Wirz C, Glaser A

Confirming the Absence of Nuclear Weapons. Neutron and Gamma Measurements During a Verification Experiment in Switzerland

INMM & ESARDA Joint Annual Meeting, Vienna, May 2023.

Lepowsky E, Kreutle M, Wirz C, Glaser A

Radiation Measurements

in: P. Podvig (ed.), Menzingen Verification Experiment: Verifying the Absence of Nuclear Weapons in the Field, United Nations Institute for Disarmament Verification (UNIDIR), Geneva, Switzerland, July 2023 (Chapter 4)

Jenni C, Altorfer T, Düzel S, Ganz M,
Denzler D, Tilenkamp F, Zahnd A, Brenner L

Numerical procedure to determine the performance and structural response of passive shock wave safety valves under blast loading

International Journal of Protective Structures, 2023;0(0)

Meier P, Clement P, Altenried S, Reina G,
Ren Q, Züst R, Engler O, Choi F, Nestle N,
Deisenroth T, Neubauer P, Wick P

Quaternary ammonium-based coating of textiles is effective against bacteria and viruses with a low risk to human health

Scientific Reports, Nov 23;13(1):20556

Züst R, Ackermann-Gäumann R, Liechti N,
Siegrist D, Ryter S, Portmann J, Lenz N,
Beuret C, Koller R, Staehelin C, Kuenzli AB,
Marschall J, Rothenberger S, Engler O

Presence and Persistence of Andes Virus RNA in Human Semen

Viruses, 2023 Nov 17;15(11):2266.

14

Akkreditierte Bereiche

Teilnahme an Ringversuchen Oktober 2022 – September 2023



Fachbereich Nuklearchemie

STS 0028 Prüfstelle für die Bestimmung von Radionukliden und Elementanalytik



1	University of Wageningen (NL)	- International Soil Exchange (ISE)
4	ielab (ESP)	- Potable water - Sea water
2	Internationale Atomenergieagentur (IAEA)	- PT ALMERA - PT IRSIN
1	Institut de radiophysique (IRA) / Bundesamt für Gesundheit (BAG)	- Ringversuch Gammaskpektrometrie



Fachbereich Biologie

STS 0054 Prüfstelle für den Nachweis biologischer Agenzien

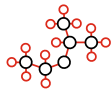


10	QCMD (UK)	- Molekularbiologische Nachweisverfahren Ringversuche Bakteriologie: F. tularensis - Molekularbiologische Nachweisverfahren Ringversuche Virologie: Arboviren, YFV, DENV, WNV, Pockenviren
5	INSTAND (DEU)	- Molekularbiologische Nachweisverfahren Bakteriologie: B. anthracis, F. tularensis, C. burnetti, Brucella spp
2	United Nations Secretary-General's Mechanism (UNSGM)	- Molekularbiologische Nachweisverfahren Bakteriologie: Burkholderia species - Molekularbiologische Nachweisverfahren Virologie: Hemorrhagic Fever Viruses



Fachbereich Chemie

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



0

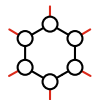
Organisation für
das Verbot chemischer
Waffen (OPCW)

Die Prüfstelle wurde im Jahr 2023 von der Teilnahme an den OPCW Proficiency Tests befreit. Die OPCW-Designierung für 2023–2024 wurde aufgrund von erfolgreich abgeschlossenen Off-Site Analysenaufträgen und weiteren Unterstützungsleistungen zugesprochen.



Fachbereich CBRNe Schutzsysteme

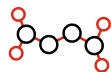
STS 0022 Prüfstelle für Sorptionsmittel und Atemschutzfilter



0

Keine Ringversuche

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



5

Deutsches Referenzbüro
für Ringversuche und
Referenzmaterialien
GmbH (DRRR) (DEU)

- Weiterreissversuch, Elmendorf-Verfahren
- Schmelzefliessraten MFR/MVR
- Izod-Kerbschlagzähigkeit PP-TPO und Izod-Schlagzähigkeit PP-GF
- Probekörper fräsen und Zugversuch
- Zugversuch Schaumstoffe

1

OFI Technologie &
Innovation GmbH (AUT)

- Charpy-Schlagzähigkeit

1

Armasuisse
Landsysteme

- Ringversuch Ausbildungsanzug Stoff

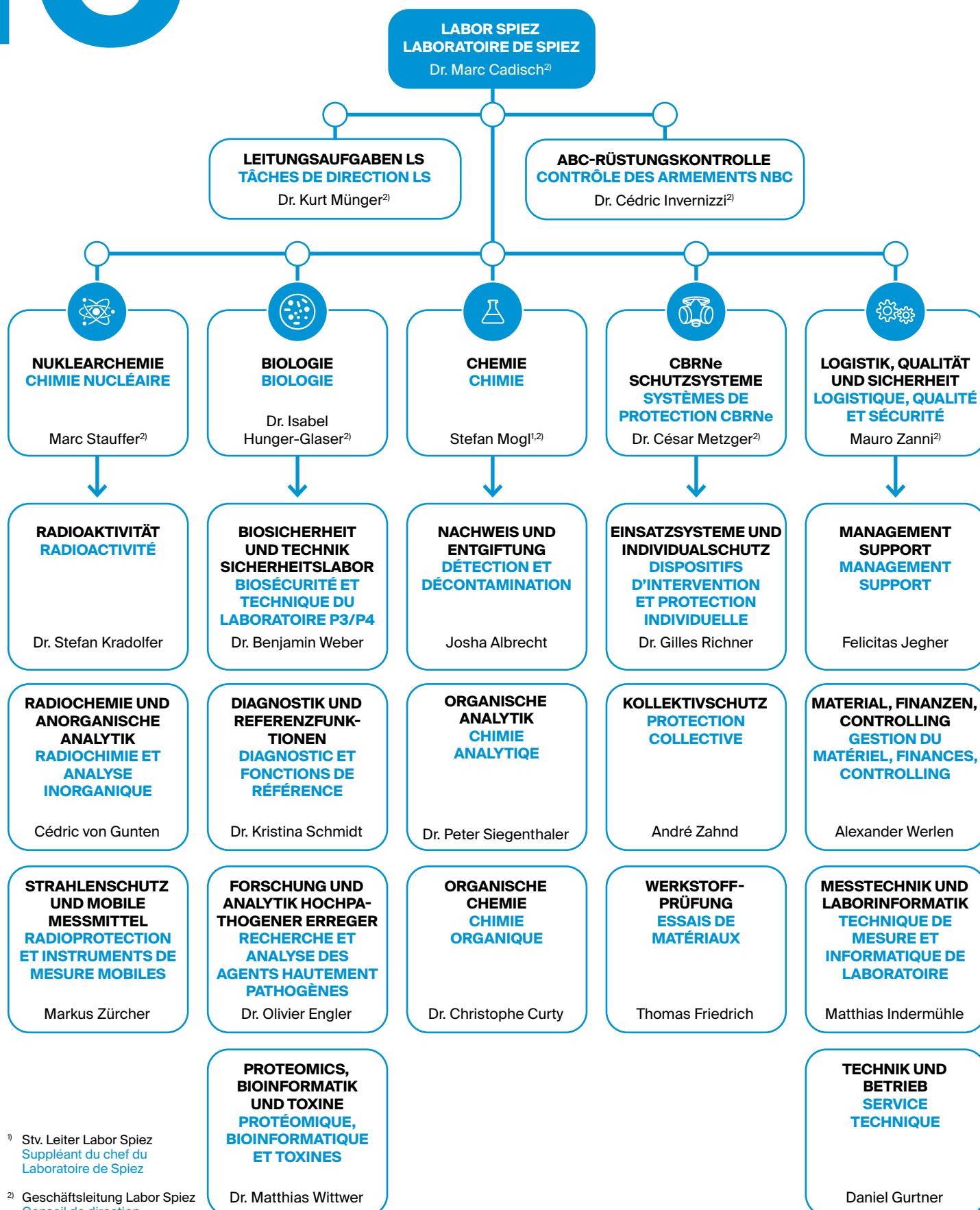
STS 0055 Prüfstelle für ABC-Schutzmaterial sowie Einrichtungen und Installationen von Schutzbauten



0

Keine Ringversuche

Organigramm



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

²⁾ Geschäftsleitung Labor Spiez
Conseil de direction



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