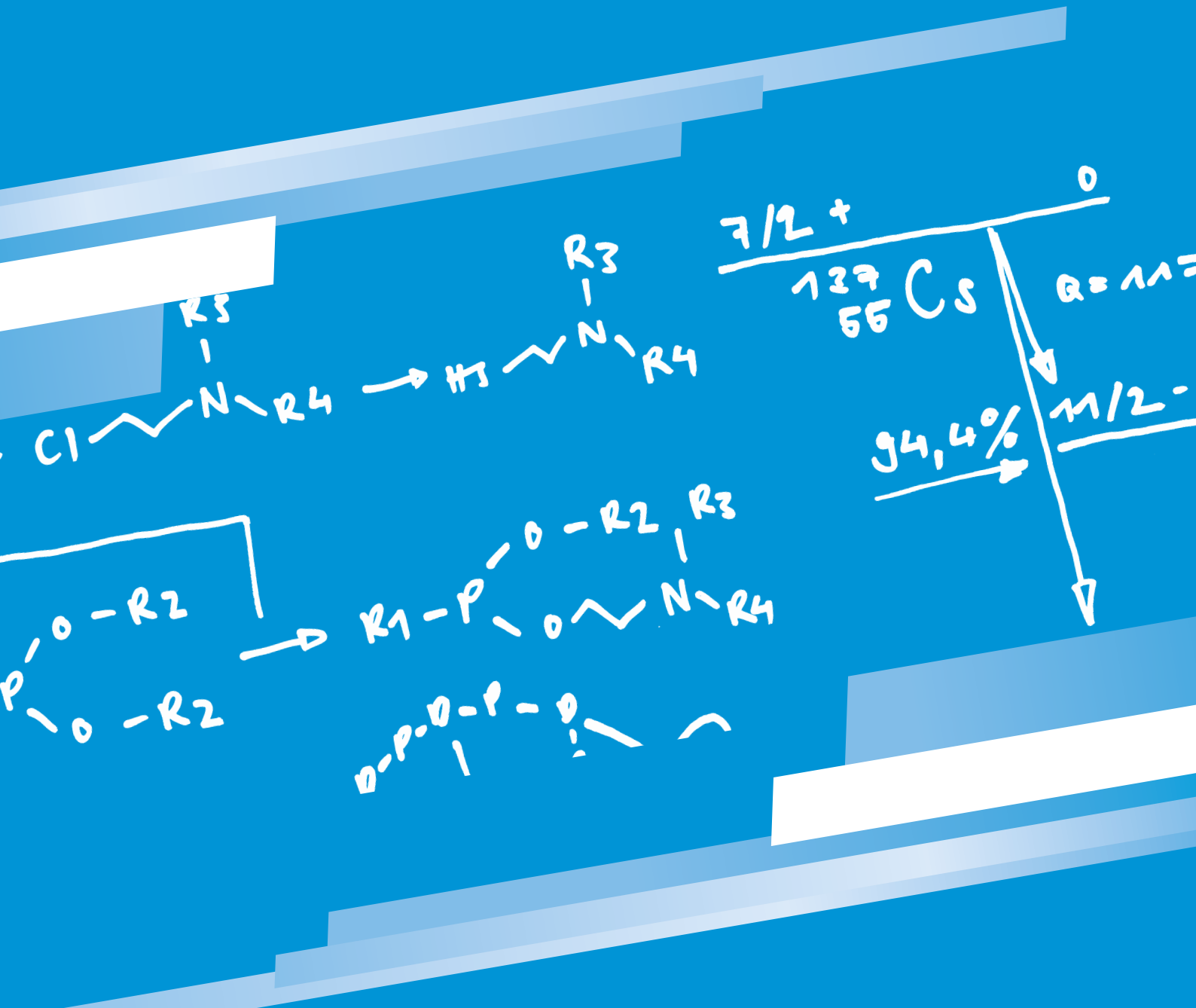


LABOR SPIEZ



Layout

wps medianservice AG
Kunzwerk/Dorfstrasse 69
CH-5210 Windisch
Tel. +41 44 749 38 38
www.wps.ch
welcome@wps.ch

Herausgabe

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
Bevölkerungsschutz und Sport VBS
Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
LABOR SPIEZ
CH-3700 Spiez
Tel. +41 58 468 14 00
Fax +41 58 468 14 02
laborspiez@babs.admin.ch
www.labor-spiez.ch
Twitter: @SpiezLab

Bildnachweis

Labor Spiez
BBS Ingenieure AG (16, 17, 18, 19)
BM Photos (20, 21)

Der vorliegende Jahresbericht ist auch in
englischer und französischer Sprache erhältlich.

- 4** Editorial
- 6** Spiez als Collaborating Centre der IAEA – eine Rückschau
- 10** Überwachung von Mücken als Überträger von West-Nil-Viren
- 14** Die Gruppe Organische Analytik und das ABC Abwehr Labor 1 der Schweizer Armee
- 16** Grosssprengversuch SHIELD 2019 Luftstossbelastung – numerische Simulation und Realität
- 20** Hochdichte Räume sorgen im Labor Spiez für Sicherheit
- 25** Publikationen

Liebe Leserin, lieber Leser



Dr. Marc Cadisch
Leiter Labor Spiez

Es wird Sie kaum wundern: Das Labor Spiez ist von der aktuellen COVID-19-Krise stark betroffen. Als eidgenössisches Institut für ABC-Schutz waren und sind wir unmittelbar in die Bekämpfung der Pandemie eingebunden. Als eines der ersten Schweizer Labore konnten wir SARS-CoV-2 nachweisen. Sehr stark gefragt war zudem unsere Expertise im Bereich ABC-Schutzmaterial: Angesichts der grossen Probleme bei der Versorgung des Gesundheitswesens mit Schutzmasken haben wir ad-hoc Prüfmethode entwickelt und konnten die Beschaffungen des Bundes wirksam unterstützen. Schliesslich mussten wir unsere Betriebsabläufe den neuen Gegebenheiten anpassen – wobei die Leistungserbringung im gesamten Aufgabenspektrum jederzeit gewährleistet bleiben musste. Ich bin sehr froh darüber, dass uns dies bisher gut gelungen ist.

Die Zusatzbelastungen hatten jedoch Auswirkungen auf andere Aufgaben und Projekte – so erscheint der vorliegende Jahresbericht über unsere Aktivitäten im Jahr 2019 später als geplant. Ich bin aber überzeugt, dass ein Rückblick auch mit etwas Verzögerung noch wichtig und wertvoll ist. 2019 stand das Labor Spiez etwas weniger im Fokus der nationalen und internationalen Öffentlichkeit, als dies in den Vorjahren der Fall war. Es

war für das Labor Spiez also ein eher ruhiges Jahr – was in unserer Branche rundum positiv zu beurteilen ist: Es bedeutet erstens, dass es letztes Jahr in der Schweiz und weltweit keine schwerwiegenden ABC-Ereignisse gab. Und zweitens, dass wir uns stark auf unsere Facharbeiten konzentrieren konnten, auf die kontinuierliche Weiterentwicklung unserer Expertise und auf die Zusammenarbeit mit unseren langfristigen Partnern. Die Aufrechterhaltung und Weiterentwicklung unserer Fachkompetenz in einem breiten Spektrum des ABC-Schutzes: das ist und bleibt die Basis unseres Erfolgs.

Die folgenden Berichte stehen exemplarisch dafür: nicht unbedingt schlagzeilenträchtige, aber deshalb nicht weniger wichtige Tätigkeiten und Projekte in unseren Fachbereichen.



Bundesrätin Viola Amherd besucht das Biosicherheitslabor in Spiez (Nov. 2019).

- Der Fachbereich Nuklearchemie zieht eine positive Bilanz nach 4 Jahren als designiertes Collaborating Centre der IAEA. Die Arbeiten konzentrierten sich auf Umweltmissionen in Japan und im Südpazifik sowie auf die Etablierung anspruchsvoller radioanalytischer Verfahren (Seite 6).
- Der Fachbereich Biologie berichtet über die Überwachungen von Mücken als Überträger von West-Nil-Viren. Zurzeit ist das Virus noch nicht in der Schweiz verbreitet, es hat sich aber in Italien nahe der Grenze zur Schweiz stabil etabliert (Seite 10).
- Der Fachbereich Chemie zeigt auf, wie unsere Analysetätigkeiten im Ereignisfall durch spezialisierte Armeeangehörige unterstützt wird – ein Mechanismus des schweizerischen Milizsystems, der sich in der COVID-19-Krise auch im Bereich Biologie gut bewährt hat (Seite 14).
- Der Fachbereich ABC-Schutz informiert über seine Beteiligung am bisher grössten Sprengversuch in Europa. Das Experiment in Schweden ermöglichte eine realitätsnahe Untersuchung von Fragen zum baulichen Schutz (Seite 16).
- Der Fachbereich Logistik, Qualität und Sicherheit schliesslich zeigt auf, wie das Containment im Biologischen Sicherheitslabor der höchsten Stufe 4 gewährleistet wird (Seite 20).

Im Hintergrund waren wir natürlich auch 2019 «im Einsatz»: Als Vertrauenslabor von internationalen Organisationen haben wir insbesondere die Abrüstungs- und Rüstungskontrollpolitik der Schweiz intensiv unterstützt und mitgestaltet. Technisch-wissenschaftliche Aspekte der Rüstungskontrolle gehören weiterhin zu den Kernaufgaben unseres Instituts. Durch die Schaffung eines neuen Stabsbereichs für ABC-Rüstungskontrolle – als Teil einer grösseren Reorganisation – haben wir im laufenden Jahr 2020 unsere Strukturen in diesem Bereich gestärkt. Angesichts der Weltlage liegt es auf der Hand, dass uns diese Arbeit nicht so schnell ausgehen wird ...

Mit unseren Tätigkeiten leisten wir einen wesentlichen Beitrag für einen wirksamen ABC-Schutz zugunsten der Schweizer Bevölkerung. Und wir stärken die Glaubwürdigkeit der nationalen und internationalen Bemühungen zur Rüstungskontrolle. Diese Beiträge zur Sicherheit in der Schweiz und weltweit wollen wir auch weiterhin erbringen können – in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern. Ich möchte mich bei allen unseren Partner für die gute, konstruktive Zusammenarbeit herzlich bedanken.

Spiez als Collaborating Centre der IAEA – eine Rückschau

Das Labor Spiez hat 2017 die Designierung als Collaborating Centre der Internationalen Atomenergiebehörde IAEA erhalten. Collaborating Centres sind wissenschaftliche Institutionen, die mit IAEA-Divisionen in Bereichen wie Umweltschutz, Ressourcenmanagement oder Qualitätssicherung zusammenarbeiten. Die Kooperation mit der IAEA konzentriert sich auf Missionen im Bereich Umweltschutz und auf die Etablierung radioanalytischer Verfahren auf höchstem Standard. Auch 2019 haben wir dafür verschiedene Kurse organisiert und uns an diversen internationalen Missionen beteiligt.

Proben aus den Küstengewässern vor Fukushima

Auf Einladung der IAEA und Japans beteiligte sich der Fachbereich Nuklearchemie (NC) an einer IAEA-Mission zur Entnahme von Meerwasserproben, Sedimenten und Fischereiprodukten aus den Küstengewässern vor dem stillgelegten Reaktor-komplex Fukushima Daiichi. Die Mission vom 3. bis

14. Juni ging aus Empfehlungen zur Meeresüberwachung hervor, welche die IAEA bereits 2013 veröffentlichte, und soll die Qualitätssicherung der Sammlung und Analyse von Radioaktivitätsdaten durch die japanischen Laboratorien unterstützen.

Die Proben gingen nach Kanada und Spiez für detaillierte Untersuchungen. In Spiez analysierten wir 20 Meerwasserproben von 5 Standorten (total 310 kg Meerwasser), 6 Fischproben verschiedener Spezies sowie 3 Sedimentproben. Die Analysen deckten alle Radioisotope ab, die nach einem

Auswahl der Fischproben aus den Küstengewässern vor Fukushima für die Analysen in Spiez.





Experten-Workshop für In-situ-Gammaspektrometrie.

KKW-Ereignis relevant sind und die mit der Gammaspektrometrie ohne Aufschlussverfahren gemessen werden können.

Die Erhebung bestätigt frühere Vergleichs- und Probenahme-Missionen: Die japanische Probenahme-Organisation und die Laboratorien, die Probenmaterial analysieren, liefern zuverlässige Daten unter Einhaltung der internationalen Standards.

Die Umweltsituation aus radiologischer Sicht im Meer vor Fukushima Daiichi ist 2019 nicht alarmierend: Anhand der Uran- und Plutoniumisotopenanalysen von Sedimenten lässt sich aufzeigen, dass das eingebrachte Inventar an Radioisotopen zum grössten Teil nicht dem Ereignis Fukushima

Die Proben aus Fukushima gingen nach Kanada und Spiez für detaillierte Untersuchungen.

zugewiesen werden kann. Der Haupteintrag stammt vom radioaktiven Fallout früherer Kernwaffentests. Ein derart deutliches Resultat liegt nun erstmals vor. Der Brand der Abklingbecken während der Katastrophe hat kaum Kernmaterial in die Meereszone vor Fukushima eingebracht. Falls Japan mit der IAEA diesen Umstand genauer untersuchen möchte, ist das Labor

Spiez bereit, ein weiteres Projekt analytisch zu begleiten.

Experten-Workshop für In-situ-Gammaspektrometrie

Zum zweiten Mal nach 2015 organisierten wir einen Workshop zur In-situ-Gammaspektrometrie für das Netzwerk ALMERA (Analytical Laboratories for the Measurement of Environmental Radioactivity). Im Gegensatz zum ersten Kurs, der Grundkenntnisse vermittelte, richtete sich der Workshop vom 21. bis 25. Oktober 2019 an Experten aus der ganzen Welt, die bereits über vertiefte Kenntnisse verfügen.

Die In-situ-Gammaspektrometrie umfasst Methoden, welche direkt vor Ort und ohne Probenahme zuverlässige Aussagen über die Aktivitätsgehalte von Gammastrahlen emittierenden Radionukliden erlauben. Zu den typischen Messobjekten gehören kontaminierte Böden und Oberflächen, radioaktives Material in diversen Behältern sowie unzugängliche radioaktive Quellen.

Da bei dieser Messmethode keine Proben genommen werden und der Mensch mit dem Gammapektrometer ins Strahlenfeld des Messobjekts geht, müssen verschiedene Aspekte des Messablaufs gezielt geübt werden. Nebst der korrekten Bedienung der tragbaren Gammaspektrometer und der Anwendung von Strahlenschutzmassnah-

men haben wir die Arbeit mit der Kalibrierungssoftware ISOCS™ (In Situ Object Counting System) trainiert – denn entscheidend für die Aussagekraft solcher Messungen ist die Erstellung von adäquaten Modellen, in welche unter anderem die korrekte Einschätzung der Lage sowie die Messerfahrung der Analytiker einfließen.

19 Teilnehmer aus 14 Ländern massen sich an neun spannenden Aufgabestellungen, die in Spiez, auf dem Mont-Vully und in der Grimsel Test Site vorbereitet wurden. Zwei Vertreter der IAEA begleiteten den Kurs, stellten die Messergebnisse zusammen und beurteilten die Ergebnisse in Konsultation mit den Organisatoren des Labor Spiez. Dank der Bildung von acht kleinen Teams, die jeweils von einem Instruktor aus der Schweiz betreut wurden, konnten wir eine hohe Lerneffizienz erzielen.

Capacity Building auf den Marshall-Inseln

Um die Entwicklung einer nationalen Kapazität zur Überwachung der Radioaktivität auf den Marshall-Inseln zu unterstützen, beteiligte sich ein Experte des Fachbereichs Nuklearchemie an einer weiteren IAEA-Mission. Ziel der Mission war es, die

Verantwortlichen vor Ort in Probenahme, Vorbehandlungstechniken und Radioaktivitätsanalyse zu schulen. Die Mission sollte die Erstausbildung von 2017 auffrischen und die Kenntnisse der lokalen Behörden auf zusätzliche Techniken ausdehnen.

Zur Mission gehörte eine Strahlungsuntersuchung der Atolle Bikar und Bokak, beides teilweise von den US-amerikanischen Atomwaffenversuchen betroffene Atolle im Norden der Marshall-Inseln. Dazu wurden zahlreiche Wasser- und Landproben erhoben, einschliesslich Meerwasser, Sedimente, Boden, Fische, Muscheln und Algen. Die Proben wurden für die Radioaktivitätszählung vorbereitet und in den Labors auf der Hauptinsel gammaspektrometrisch analysiert. Anschliessend unterliefen die Proben eine detaillierte Radioisotopen-Analyse in Spiez. Ein vollständiger Bericht mit den Ergebnissen wird der IAEA und den lokalen Behörden vorgelegt. Diese Arbeiten sollen zu einer umfassenden Überwachungsstudie beitragen und den Vergleich mit Daten aus früheren Untersuchungen erleichtern.

Probenahme auf Bikar Island.





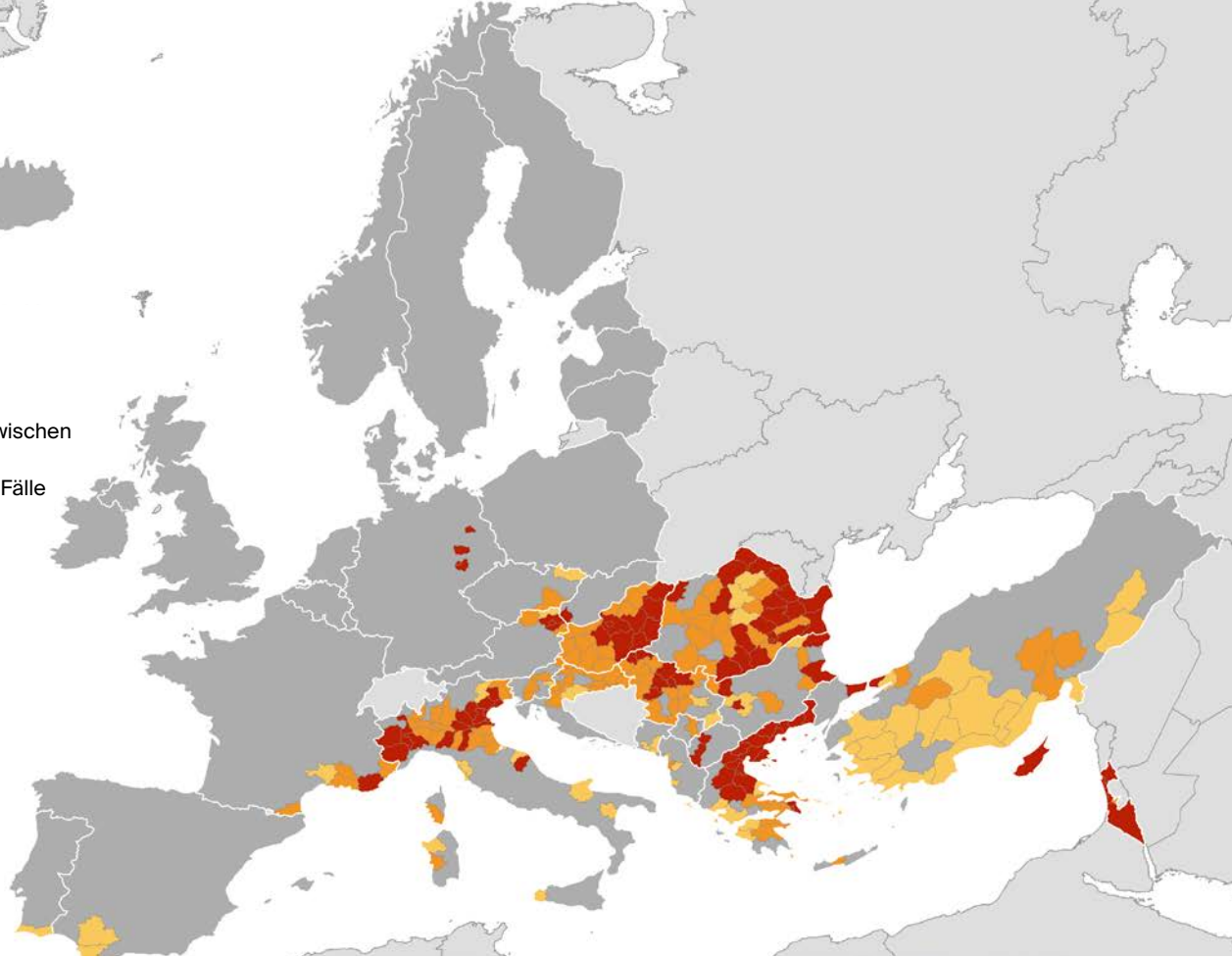
Vorbereitung der Proben im Hauptlabor auf dem Majuro-Atoll.

Zusammenarbeit Isotopenhydrologie

Wir arbeiten mit der Sektion Isotopenhydrologie der IAEA zusammen, um die Anwendung von Nukleartechniken für den Gewässerschutz zu fördern. Die Isotopenhydrologie beruht darauf, dass Wasser sowohl von Natur aus wie auch künstlich durch radioaktive Isotope markiert wird: Einerseits enthält Wasser grundsätzlich stabile und oft auch radioaktive Isotope, andererseits gelangen radioaktive Isotope als Abfallprodukte von Kernreaktoren und Kernwaffenversuchen in die Umwelt und damit in den Wasserkreislauf. Oberflächenwasser und Grundwasser können durch die Zugabe von radioaktiven Substanzen markiert werden (Tracing). Wichtigstes Anwendungsgebiet von Isotopenmessungen sind Untersuchungen des natürlichen Wasserkreislaufs. Wir engagierten uns als Dozenten für nationale und regionale Ausbildungen (z.B. in Jamaika, Costa Rica, Kamerun, Ghana, Thailand und Jordanien).

2019 organisierten wir folgende Kurse:

- Anwendung von Isotopentechniken bei der Grundwasserdatierung für die Region Mexiko-Stadt: Der Kurs schulte die Teilnehmer in der Anwendung von Isotopen- und Tracer-Techniken zur Bestimmung des Alters von Grundwasser – ein wichtiges Instrument für die Bewertung und das Management hydrogeologischer Systeme.
- Grundlehrgang in Radiochemie im Rahmen des IAEO-Projekts RAS7032 «Bewertung der Verschmutzung von Wasserressourcen durch den Einsatz chemischer und ökologischer Isotopentechniken». Die Ausbildung für Teilnehmende aus Jordanien konzentrierte sich auf die Messung von Radionukliden mit Hilfe von Alphaspektroskopie und Gasproportionalzählern.



Das West-Nil-Virus ist in Norditalien endemisch. Es kommt nahe der Grenze zur Schweiz regelmässig zu Übertragungen auf den Menschen.

Überwachung von Mücken als Überträger von West-Nil-Viren

Die Ausbreitung von Viren, die von Mücken übertragen werden, ist ein Problem für die öffentliche Gesundheit. In Europa spielt das West-Nil-Virus zunehmend eine wichtige Rolle. Die Infektionen verlaufen zwar meist harmlos, können aber in ca. 1% der Fälle eine lebensbedrohliche Entzündung des Gehirns verursachen. Das Virus wird von Zugvögeln eingeschleppt und via lokale Mückenpopulation auf Menschen und einige Tierarten übertragen. Zurzeit ist das Virus noch nicht in der Schweiz verbreitet, es hat sich aber in Italien nahe der Grenze stabil etabliert. Um eine Ausbreitung der Viren in der Schweiz frühzeitig zu erkennen, wird ein Überwachungssystem für mückenübertragene Krankheiten etabliert.

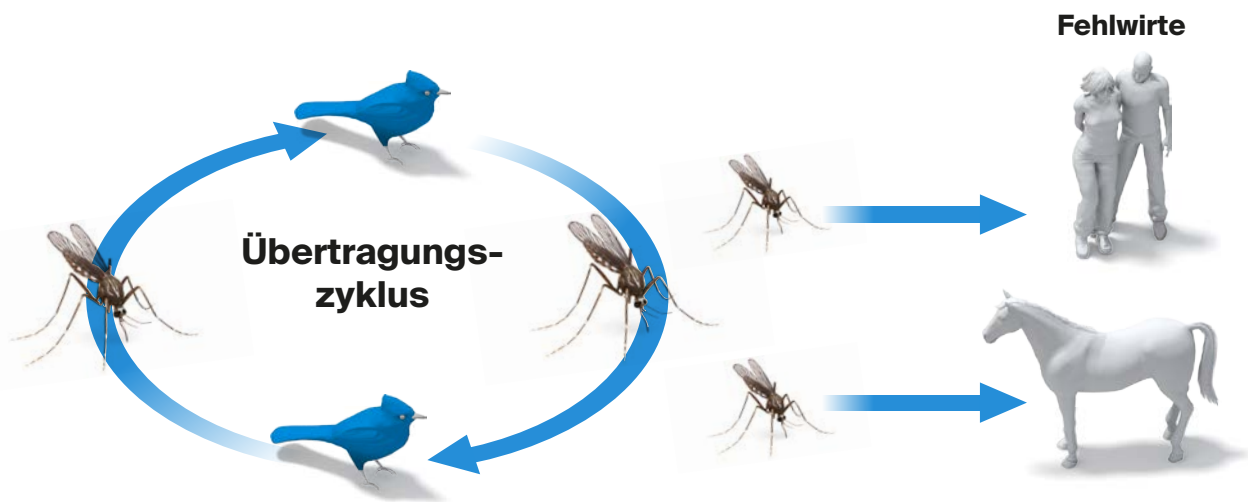
Das West-Nil-Virus (WNV) gehört, wie die ebenfalls von Insekten übertragenen Frühsommer-Meningoenzephalitis- (FSME) und Gelbfieber-Viren, zur Familie der Flaviviren. Sein Name geht auf den West-Nil-Distrikt von Uganda zurück, wo das Virus 1937 erstmals isoliert wurde. Durch Zugvögel gelangt das Virus aus den Endemiegebieten in Afrika und dem Mittleren Osten nach Europa. In Teilen Südeuropas hat es sich seit Jahren etabliert, es wird jeweils im Sommer durch die Mückenpopulation übertragen und kann vor Ort den Winter überdauern.

2018 haben die WNV-Infektionen in Europa im Vergleich zu früheren Jahren zugenommen. Insgesamt wurden 2083 Infektionen beim Menschen gemeldet, vor allem in Italien, Serbien und Grie-

chenland. Seit einigen Jahren ist das Virus in Norditalien endemisch, und es kommt nahe der Grenze zur Schweiz regelmässig zu Übertragungen auf den Menschen. In der Schweiz wurde das WNV bis anhin nur bei Reiserückkehrern nachgewiesen, die sich ausserhalb der Schweiz infiziert hatten.

Arten der Überwachung

Eine Überwachung der WNV-Situation in der Schweiz erfolgt einerseits über die Meldung von Krankheitsfällen an die Gesundheitsbehörden und andererseits über die Kontrolle der Mücken und Vögel als Vektoren und Wirte. Ein weiterer Ansatz besteht darin, sogenannte Sentinel-Tiere, die an strategischen Orten gehalten werden, regelmässig serologisch auf eine durchgemachte WNV-Infektion zu untersuchen. Zu diesem Zweck wird den



West-Nil-Viren (WNV) gelangen durch Zugvögel in neue Regionen und werden in einem Mücken-Vogel-Mücken-Übertragungszyklus aufrechterhalten. In Europa gelten die Mücken der Gattung *Culex* als Hauptvektoren. Sie können das Virus auf lokale Vogelarten übertragen, die als Reservoir für die Viren dienen. Innerhalb der Mückenpopulationen wird das WNV durch vertikale Transmission (Übertragung vom erwachsenen Tier auf die Eier) weitergegeben. Die Übertragung auf Menschen und Pferde erfolgt meist durch die Mückenarten *Cx. pipiens* und *Cx. torrentium*, die auch in der Schweiz vorkommen. Pferde sind, genau wie Menschen, sogenannte Fehlwirte, was bedeutet, dass sie zwar infiziert werden, die Viren aber nicht verbreiten können.

Sentinel-Tieren regelmässig Blut entnommen und auf virusspezifische Antikörper getestet. Beide Methoden haben den Nachteil, dass die Information über eine Ausbreitung der Viren nur verzögert verfügbar ist.

Die Überwachung der Vektoren ist daher eine sinnvolle Ergänzung, da bei optimal etablierter Überwachungsstrategie eine Ausbreitung der Viren frühzeitig erkannt werden kann. Das dabei häufig verwendete Mosquito-Pool-Screening-Verfahren

Eine innovative Strategie für den Nachweis von Viren in infizierten Mücken wurde vor einigen Jahren in Australien entwickelt.

beruht auf der Sammlung und Verarbeitung von Tausenden von Mücken. Diese Methode erfordert eine tägliche Überprüfung von Mückenfallen, eine konstante Kühlkette zur Erhaltung der viralen RNA in den Mücken sowie eine aufwendige Prozessierung und Analyse der Mückenpools mittels molekularbiologischer Methoden. Der Anteil infizierter Mücken in Regionen mit geringer Übertragung ist tief, deshalb ist der Aufwand für diese Art von Mückenüberwachung verhältnismässig gross.

Neue Strategie

Eine innovative Strategie für den Nachweis von Viren in infizierten Mücken wurde vor einigen Jahren

in Australien entwickelt. Die Methode basiert einerseits auf der Eigenschaft von FTA-Karten (Flinders Technology Associates), die Viren auf chemisch behandelten Zellulose-Oberflächen zu binden und zu konservieren; andererseits auf der Tatsache, dass infizierte Mücken während der Zuckeraufnahme Viren abgeben. Werden die FTA-Karten mit einer Zuckerlösung beschichtet und in Mückenfallen integriert, nehmen die gefangenen Mücken Zuckerlösung von der Karte auf, wodurch ihr Speichel mit den Viren auf die Karten gelangt. Die auf den FTA-Karten fixierten Viren können abgelöst und molekularbiologisch nachgewiesen werden.

Studie im Labor Spiez

Ziel unserer Studie war es abzuklären, ob diese australische Strategie auch in der Schweiz eingesetzt werden könnte. Dazu haben wir in einer mehrjährigen Feldstudie die Tauglichkeit der FTA-Karten für den Nachweis von Viren unter natürlichen Bedingungen untersucht. Aus einer Auswahl von drei handelsüblichen Fallenarten sollte derjenige Typ ausgewählt werden, der in Kombination mit FTA-Karten die besten Resultate erzielt. Zudem sollte die Empfindlichkeit des Systems im Vergleich zur traditionellen Mücken-Pool-Strategie beurteilt werden, indem die gefangenen Mücken parallel zu den entsprechenden FTA-Karten auf Viren getestet wurden.

Resultate

Die Voruntersuchungen zeigten, dass Flaviviren auf den FTA-Karten bereits nach wenigen Minu-

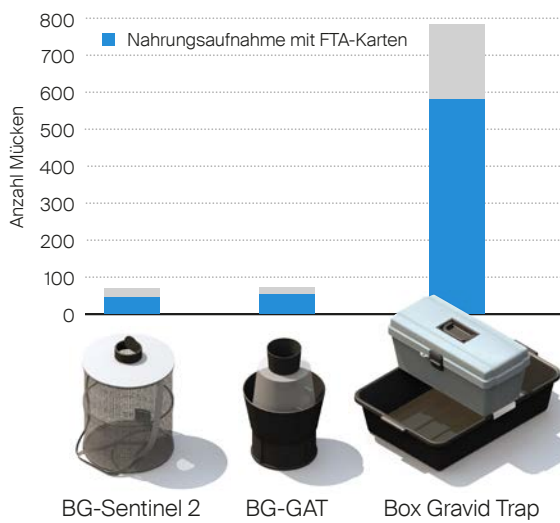
ten vollständig inaktiviert werden und die Proben unbedenklich weiterbearbeitet werden können. Zudem konnten wir feststellen, dass das virale Genom auf den Karten bis zu einer Temperatur von mindesten 37 °C stabil konserviert wird und virale Sequenzen auch nach zwei Wochen praktisch ohne Signalverlust molekularbiologisch nachgewiesen werden können.

Für die Evaluation der FTA-Karten haben wir im Tessin drei Mückenfallen (BG-Sentinel 2, BG-GAT und Box Gravidtrap) mit FTA-Karten ausgestattet, und die FTA-Karten wurden mit einer blau eingefärbten Zuckerlösung beschichtet. Die drei Mückenfallentypen haben wir am gleichen Standort im Abstand von 10 Meter positioniert und täglich überprüft. Die Position der Mückenfallen wurden

jeweils rotiert, sodass jede Falle zweimal an jeder Stelle eingesetzt wurde. Aufgrund der Anzahl gefangener Mücken liess sich die Effizienz der Fallen beurteilen. Bei jenen Mücken, die zudem die eingefärbte Zuckerlösung von den FTA-Karten aufgenommen hatten, kam es im Abdomen zu einer blauen Verfärbung. Damit konnten wir beurteilen, wie viele Mücken von den FTA-Karten Zucker konsumiert und idealerweise Speichel auf die Karten abgegeben hatten.

Die Feldstudie zeigte, dass die Box-Gravidtraps im Durchschnitt mehr als elfmal mehr Mückenfänge erlaubt als die anderen Fallen. Zudem blieben die Mücken physisch intakt, da sie im Gegensatz zu den anderen Modellen nicht von einem Ventilator angesaugt werden. Vielmehr geraten bei den Box-

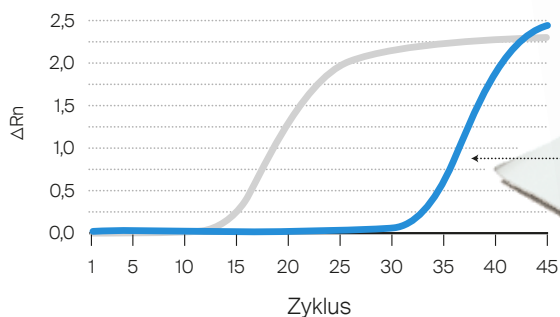
Evaluation von Mückenfallen



Die Viren im Speichel der Mücken werden auf den FTA-Karten fixiert.

Usutu virus

Nachweis durch RT-qPCR



Gravidtraps die Mücken-Weibchen selektiv durch den Geruch des Lockmittels (faulendes Heu) in die Falle. Die Auszählung der Mücken zeigte, dass sich nach 48 Stunden durchschnittlich 76% an den zuckerversetzten FTA-Karten ernährt hatten. Der Aufwand ist dank der FTA-Karten bedeutend kleiner, da die Mückenfallen nicht täglich geleert werden müssen. Die Karten können nach 14 Tagen eingesammelt werden und es ist keine Kühlkette erforderlich. Aufgrund der grossen Anzahl gefangener Mücken und der hohen Fütterungsraten erwies sich die Box-Gravidtrap als optimale Falle für die Mückenüberwachung. Des Weiteren wurden die FTA-Karten und die Mücken in den Fallen molekularbiologisch auf Virusgenom-Sequenzen untersucht. Neben vielen Sequenzen mückenspezifischer Viren, die für den Menschen nicht relevant sind, konnten wir wiederholt das Usutu-Virus nachweisen, und zwar sowohl in den Mücken wie auch auf der FTA-Karte aus derselben Box-Gravidtrap. Das Usutu-Virus ist ein in Europa sporadisch auftretendes Virus, das eng mit anderen Flaviviren verwandt ist, wie etwa dem japanischen Enzephalitis-Virus und WNV. Die Tatsache, dass die Usutu-Viren wiederholt in den Mücken-Pools und auf der FTA-Karte in derselben Box-Gravidtrap detektiert wurden, spricht für die Eignung des FTA-Karten-Ansatzes zur Überwachung in einem Gebiet mit geringer Virus-Prävalenz. Um zu bestimmen, welche Mückenarten das Virus übertragen, kann sinnvollerweise in einer zweiten Phase die Überwachung durch gezieltes Einfangen und Analysieren von Mücken ergänzt werden.

Die Gruppe Organische Analytik und das ABC Abwehr Labor 1 der Schweizer Armee

Bei einem Ereignis mit chemischen Kampfstoffen in der Schweiz würden voraussichtlich über längere Zeit zahlreiche Proben anfallen, welche von der Gruppe Organische Analytik im Labor Spiez analysiert werden müssten. In einem solchen Fall könnte das Labor auf die sogenannten C-Spezialisten des ABC Abwehr Labor 1 zählen. Diese Unterstützung durch die Armee erlaubt eine signifikante Erhöhung der quantitativen Arbeitsleistung und Durchhaltefähigkeit der Spiezer Analytiker.

Beispiele aus der jüngeren Vergangenheit haben gezeigt, dass bereits bei kleineren, lokal begrenzten Ereignissen mit chemischen Kampfstoffen eine grosse Anzahl an Proben analysiert werden muss. In einer ersten Phase muss die chemische Analytik möglichst rasch Fragen zur Identität des chemischen Kampfstoffs, zu dessen Ausbreitung sowie nach Möglichkeit zur Quelle beantworten. Für die Überwachung von Dekontaminations-Massnahmen an vergifteten Materialien und Örtlichkeiten sind in einer zweiten Phase umfangreiche Freigabemessungen notwendig. Beispielhaft hierfür steht der Anschlag auf den ehemaligen russischen Geheimdienstoffizier Sergej Skripal und dessen Tochter Julia im März 2018 in der englischen Stadt Salisbury. Da die Attentäter nur wenige Gramm eines chemischen Kampfstoffs der Nowitschok-Klasse eingesetzt hatten, blieb die Ausbreitung der Kontamination relativ begrenzt. Trotzdem musste das britische Defence Science and Technology Laboratory (DSTL) Porton Down

Spezialisten der Armee werden in Probenaufarbeitung und Instrumental-Analytik geschult.

rund um die Uhr und während mehrerer Monate Tausende von Proben unterschiedlichster Beschaffenheit und Herkunft analysieren. Das britische Institut konnte diese gewaltige Herausforderung nur unter Aufbietung zusätzlicher Infrastruktur und Kräfte bewältigen.

Aufgrund der begrenzten personellen Kapazität des Labor Spiez ist es bei einem grösseren atomaren (A), biologischen (B) oder chemischen (C) Ereignis in der Schweiz nicht möglich, den erforderlichen 24/7-Betrieb ohne Unterstützung über längere Zeit aufrechtzuerhalten. Aus diesem Grund wurde nach der Reaktorkatastrophe in Tschernobyl 1986 das Armeelabor ACSD 86 zur Unterstützung der Spiezer Physiker geschaffen, aus welchem später das ABC Abwehr Labor 1 der Schweizer Armee hervorging. Diese Truppe wird mit Spezialisten alimentiert, welche die ABC Abwehr Rekrutenschule im Kompetenzzentrum ABC-KAMIR in Spiez absolviert haben und in ihrem Zivilleben als Physiker, Biologen oder Chemiker arbeiten. Im Rahmen von dreiwöchigen Wiederholungskursen (WK) werden die A-, B- und C-Spezialisten dahingehend ausgebildet, dass sie bei Grossereignissen die Experten der Fachbereiche des Labor Spiez unterstützen können. Dabei kommt ein qualitativ und quantitativ hervorragendes Instrumentarium zum Einsatz, welches mehrheitlich mittels Finanzen aus dem Ausrüstungs- und Erneuerungsbedarf (AEB) der Schweizer Armee finanziert wird.

Ausbildung der C-Spezialisten

Im Rahmen einer halbtägigen Einführungsveranstaltung zu Beginn der Wiederholungskurse erhalten die C-Spezialisten einen Überblick über die Aufgaben des Labor Spiez und der Gruppe Organische Analytik (OA) sowie über die Chemiewaffenkonvention und die Organisation für das Verbot chemischer Waffen (OPCW). Die Einführung bein-





Im Rahmen der Einsatzübung müssen die C-Spezialisten innerhalb von zweieinhalb Tagen hunderte von Proben analysieren.

hältet auch Präsentationen zur Geschichte der chemischen Kampfstoffe sowie zu den Analysemethoden und Abbaureaktionen.

In der ersten und zweiten WK-Woche folgen Ausbildungsmodulen zur Aufarbeitung und Analytik von chemischen Kampfstoffen und verwandten Verbindungen. Dabei werden die C-Spezialisten in Probenaufarbeitung und Instrumental-Analytik geschult. Diese Ausbildung in Theorie und Praxis zielt darauf hin, dass die C-Spezialisten in Absprache mit den Experten des Labor Spiez Proben aller Art sicher aufarbeiten, die Analysensysteme möglichst selbstständig betreiben und die Resultate zusammen mit den Experten interpretieren können.

Die C-Spezialisten erhalten Instruktionen zur Aufarbeitung von Material- und Umweltproben sowie zur Detektion und Identifikation von kampfstoffrelevanten Verbindungen mittels Gaschromatographie, Flüssigchromatographie-Massenspektrometrie und Kernresonanz-Spektroskopie. Geeignete C-Spezialisten mit entsprechenden Vorkenntnissen erhalten eine zusätzliche Schulung in der Herstellung von Referenzsubstanzen.

Einsatzübung

Falls viele Proben mit unbekannter Zusammensetzung innerhalb kurzer Zeit analysiert werden müssen, erfordert dies Einiges an Improvisation in Bezug auf die Strategie für die Probenaufarbeitung und Analyse sowie für die Arbeitsorganisation in den Labors. Zur Überprüfung und Festigung der Zusammenarbeit zwischen der Gruppe OA und den C-Spezialisten der Armee findet in der dritten WK-Woche jeweils eine Einsatzübung mit unterschiedlichen Szenarien statt. Dabei bearbeiten die C-Spezialisten unter der Leitung der OA Analyseaufträge, bei welchen innerhalb von zweieinhalb Tagen mehrere hundert Proben aufgearbeitet und analysiert werden müssen. Dank der guten Zusammenarbeit der C-Spezialisten mit der Gruppe OA, der hohen Einsatzbereitschaft, der Motivation und dem Durchhaltewillen aller Beteiligten konnten diese Übungen stets zur Zufriedenheit der Übungsleitung absolviert werden. Dies zeigt, dass die Gruppe OA dank der Unterstützung durch das ABC Abwehr Labor 1 auch auf grössere Ereignisse vorbereitet ist.



Illustration des Testgeländes in Älvdalen.

Grosssprengversuch SHIELD 2019

Luftstossbelastung – numerische Simulation und Realität

Im August 2019 fand in Schweden der Grosssprengversuch SHIELD statt. Neben der Schweiz waren Schweden, Norwegen, Deutschland und die USA mit zahlreichen Experimenten involviert. Im Kontext des baulichen Schutzes unternahm das Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS Belastungsversuche mit Stahlbetonstrukturen. Das Labor Spiez begleitete den Aufbau dieser Versuche sowie die Installation der Messtechnik. Die Gruppe Kollektivschutz führte umfangreiche numerische Simulationsrechnungen der Luftstossausbreitung durch.

Unter der Bezeichnung SHIELD¹ wurde im August 2019 in der Nähe des schwedischen Älvdalen ein mit 38 Tonnen ANFO-Sprengstoff² beladener Lastwagen zur Detonation gebracht. Ein derartiger Grossversuch mit einer Fahrzeugbombe ist in Europa bisher einmalig. Für die beteiligten Partnerorganisationen bot SHIELD die Gelegenheit, Fragestellungen des baulichen Schutzes realitätsnah zu untersuchen.

Die Beteiligung der Schweiz an SHIELD wurde initiiert und koordiniert von der Studiengruppe Schutz Infrastruktur Militär (SG SIM), dem Kompetenzzentrum Schutz gegen Waffenwirkung von armasuisse Immobilien. Im Rahmen des BABS-Projekts mit Stahlbetonstrukturen unterstützte das Labor Spiez das Testcenter von armasuisse W+T und die EMPA

Dübendorf im Bereich Messtechnik. Die Gruppe Kollektivschutz erarbeitete die Grundlagen hinsichtlich der erwarteten Luftstossbelastungen. Die Luftstossausbreitung wurde mit dem CFD-Programm³ «Apollo Blastsimulator» berechnet.

Ausgangslage und Zielsetzung

Die Schutzbauten des Bevölkerungsschutzes und der Verteidigung werden auf die Einwirkungen von konventionellen und atomaren Waffen bemessen. Belastungen durch den Luftstoss aufgrund einer Explosion sind dabei oft massgebend. Revisionen der SIA-Normen hatten zur Folge, dass die Technischen Weisungen für die Konstruktion und Bemessung von Schutzbauten (TWK⁴) angepasst werden mussten.

1 Super Heavy Improvised Explosive Loading Demonstration

2 Ammoniumnitrat Fuel Oil

3 Computational Fluid Dynamics

4 TWK 2017 – Technische Weisungen für die Konstruktion und Bemessung von Schutzbauten, Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

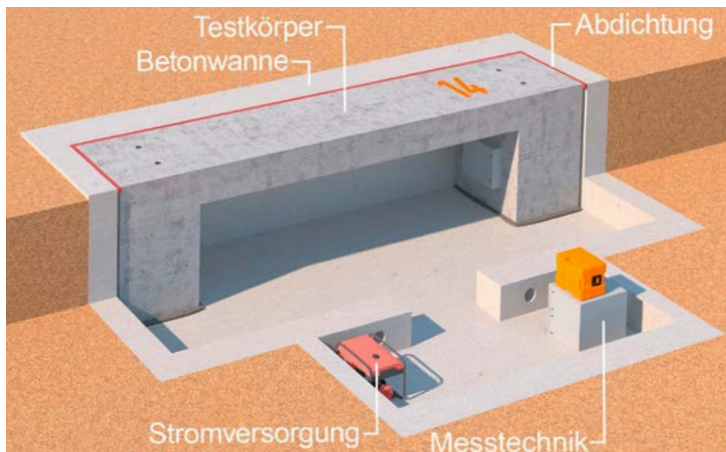


Bild 1: Betonwanne, Testträger und Kammer für Infrastruktur.

Dank des abgelegenen, weitläufigen Testgeländes und der mit einem TNT-Äquivalent von 30 Tonnen ausserordentlich grossen Sprengladung war SHIELD für Tests von Strukturen im Massstab 1:1 besonders geeignet. Um das Tragverhalten von Schutzbaudecken unter Luftstossbelastungen experimentell untersuchen zu können, partizipierte das BABS mit dem Projekt «Civil Protection Shelter» an diesem Versuch.

Bild 2: Einbau der Fugenabdichtungen.



Für das Labor Spiez war auch die Überprüfung der numerischen Simulationen bei solchen terroristischen Szenarien interessant. Damit sollen Voraussagen bei Fahrzeugbomben im urbanen Raum möglich werden.

Testaufbau

Für die Tests mit Stahlbetonstrukturen wurden Betonträger verwendet, die an den Enden in massiven, 1.0m breiten Auflagern eingespannt wurden. Vier von der EMPA Dübendorf hergestellte Träger wurden nach Schweden transportiert und eingesetzt.

Auf dem Testfeld wurden jeweils zwei nebeneinanderliegende Träger in einer Betonwanne eingebaut. Die beiden Wannen befanden sich in 56.5m und 83.5m Entfernung zum Sprengpunkt. In einer geschützten Kammer waren das Aggregat der Stromversorgung und die Messtechnik untergebracht (Bild 1).

Auf dem Testfeld wurden die Träger im Juli 2019 in die Betonwannen eingebaut, koordiniert von einem Mitarbeiter der Gruppe Kollektivschutz, Labor Spiez. Die 12 Tonnen schweren Betonträger muss-

ten präzise eingebaut werden, um eine gleichmässige Fugenbreite zwischen den beiden Trägern und zwischen Trägern und Wanne zu erreichen.

Damit die Luftstossbelastung beim Sprengversuch nur auf die Oberseite der Testträger einwirkt, musste eine Überströmung durch die Fugen verhindert werden. Berechnungen mittels CFD-Simulation im Labor Spiez zeigten, dass sich bei offenen Fugen in der Wanne ein Überdruck aufbauen würde, welcher rund einem Drittel des maximalen Aussendrucks entspräche. Dies hätte sowohl das Testergebnis verfälscht wie auch die Messtechnik beschädigt. Die Fugen mussten deshalb so abgedichtet werden, dass die Dichtung der Druckbelastung standhält, ohne die Durchbiegung der Träger zu behindern. Für die Abdichtung der Fugen kam ein System zum Einsatz, welches bereits bei früheren Druckstossprüfungen im Labor Spiez erfolgreich qualifiziert wurde. Die Abdichtungen wurden durch Fachleute des Herstellers eingebaut (Bild 2).

Messtechnik

Um aussagekräftige Resultate aus dem Versuch gewinnen zu können, wurden Wannen und Testträger mit einer aufwändigen Messtechnik instrumentiert (Bild 3). Zuständig für die Messtechnik waren armasuisse W+T und die EMPA Dübendorf.

Neben dem Druck ausserhalb und innerhalb der Wanne wurden die Deformationen, die Dehnungen der Bewehrung und die Beschleunigungen an den Testträgern gemessen. Im Weiteren waren Kameras für Videoaufzeichnungen installiert. Kein anderer Versuch bei SHIELD war bezüglich der Messtechnik derart aufwändig wie derjenige des BABS. Um die einwandfreie Funktion der Messungen zu gewährleisten, wurde die Stromversorgung mit einem Notstromaggregat sichergestellt.

Simulationen der Luftstossausbreitung

Um verlässliche Prognosen hinsichtlich der erwarteten Luftstossbelastungen und damit Grundlagen

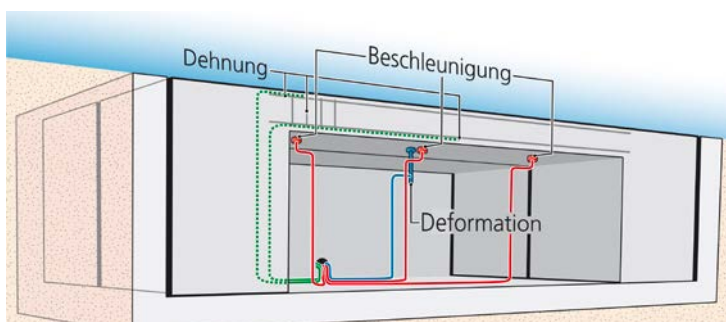


Bild 3: Messungen an den Testträgern (schematische Darstellung).

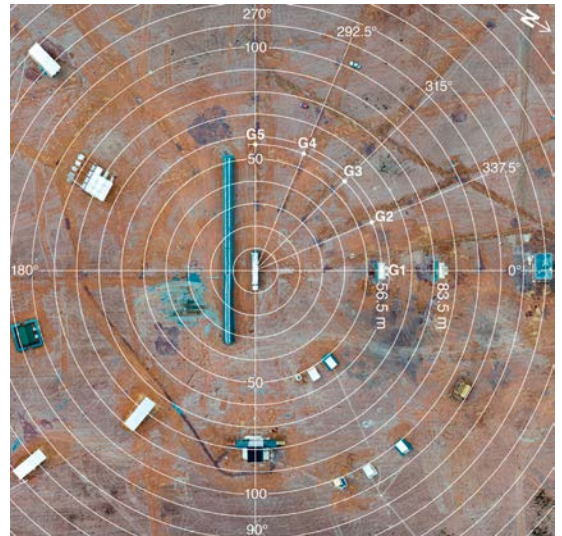


Bild 4: Luftaufnahme des Testfelds.

für die Bemessung der Testträger zu erhalten, unternahm die Gruppe Kollektivschutz mit einem CFD-Programm numerische Simulationen der Luftstossausbreitung. Die Messungen beim Versuch auf dem Testfeld bestätigten die rechnerischen Prognosen mit guter Genauigkeit.

Auf der Luftaufnahme des Testfelds (Bild 4) sind die radial um den Lastwagen mit der Sprengladung angeordneten Testobjekte zu erkennen. Zehn Meter links vom Lastwagen mit der Sprengladung befindet sich der 90 Meter lange Schutzwall eines deutschen Experiments. Bei der Explosion wurden die Drücke im eingezeichneten Quadrant von 270° bis 0° gemessen.

Die Versuchsanordnung bei SHIELD wurde mit «Apollo Blastsimulator» modelliert (Bild 5), wobei die Einflüsse des Schutzwalls und der Ladungsgeometrie untersucht wurden. Die Simulationen zeigen, dass die Luftstossausbreitung und -belastung massgeblich von der Geometrie der ANFO-Ladung auf dem Lastwagen abhängig ist. Die Anordnung von Sprengladung und Schutzwall bewirkt, dass sich der Luftstoss nicht radialsymmetrisch ausbreitet. Frühere Prognosen der Drücke aufgrund erster Abschätzungen mit hemisphärischen Ladungen durch Dritte ergaben deutlich zu kleine respektive falsche Ergebnisse.

Am 15. August 2019 wurde die Sprengladung mit 38 Tonnen Sprengstoff gezündet. Die Bildsequenzen (Bild 6) zeigen die ersten 200 Millisekunden nach der Zündung. Der Feuerball mit einem Durchmesser von rund 120 Metern und die Ausbreitung des Luftstosses sind dabei gut zu erkennen.

Fazit

Der Sprengversuch SHIELD bot die in Europa bislang einzigartige Gelegenheit, unterschiedliche Elemente von Schutzinfrastrukturen einem realitätsnahen Test zu unterziehen. Der Versuch war nicht zuletzt dank der Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Partnern erfolgreich. Die

Erfahrungen der Gruppe Kollektivschutz mit numerischen Simulationen von Explosionswirkungen lieferten wichtige Grundlagen für die Versuchsvorbereitung. Die Simulationen und deren erfolgreiche experimentelle Überprüfung sind zudem ein wichtiger Schritt zur Beschreibung der Auswirkung von Terroranschlägen mit Fahrzeugbomben.

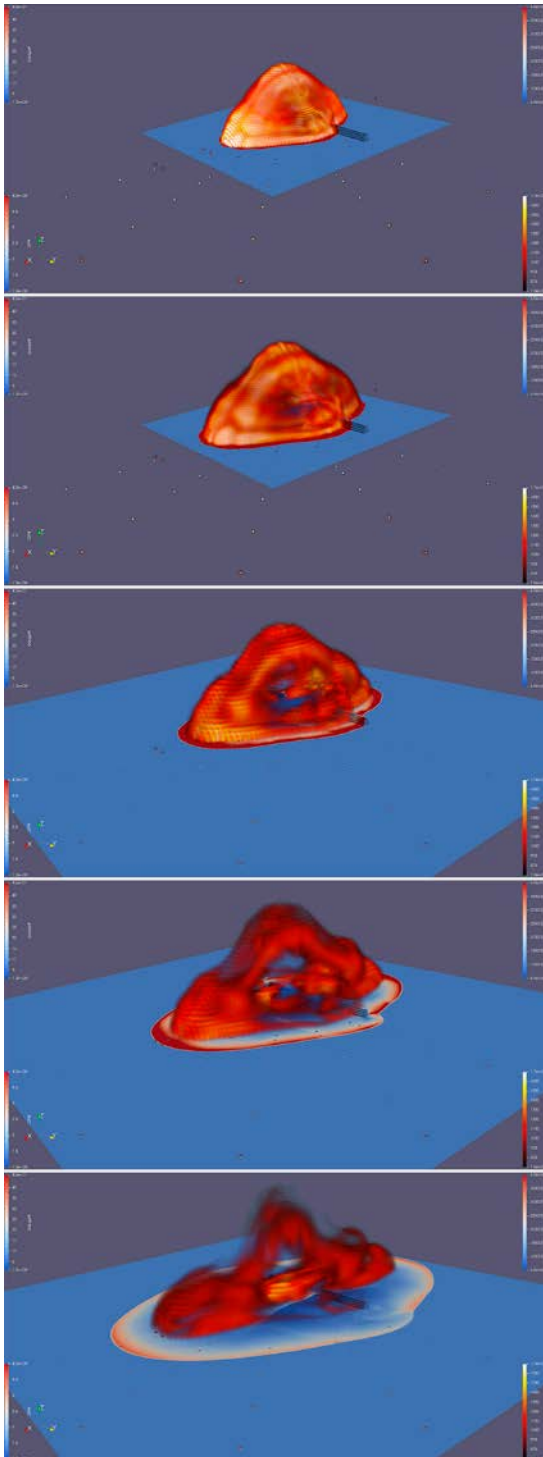


Bild 5: CFD-Simulation der Luftstossausbreitung (Apollo-Blastsimulator).



Bild 6: Sprengversuch auf der Älvdalen Shooting Range, 15. August 2019.

Hochdichte Räume sorgen im Labor Spiez für Sicherheit

Laboratorien der höchsten Sicherheitsstufe stellen hohe Ansprüche an die Konstruktion und an die technischen Systeme. Es braucht eine ausgeklügelte technische Strategie, um selbst bei aussergewöhnlichen Betriebssituationen den Austritt von Organismen aus dem Laborbereich verhindern zu können. Damit das Containment effizient einsetzen kann, müssen die Laborräume nach aussen so dicht wie möglich abschliessen. Die Integrität sämtlicher Schutzmechanismen muss deshalb periodisch überprüft werden. Dazu dienen standardisierte Verfahren zur Bestimmung der Raumdichtheit.

Es ist ein ganz normaler Donnerstagvormittag im Berner Oberland, als sich zwei Virologen des Labor Spiez für einen Routineeintritt ins biologische Sicherheitslabor vorbereiten. Im Anzugsraum überprüfen die beiden ganz genau ihre Schutzanzüge, bevor sie damit das Labor betreten. In ihren mit Atemluft aufgeblasenen Anzügen erinnern die beiden Forscher ein wenig an (Helm)Taucher, die sich auf dem Meeresgrund bewegen. Die Schutzanzüge werden über einen blauen Schlauch konstant mit Luft versorgt und so in einen leichten Über-

druck versetzt, der verhindern soll, dass Luftpartikel durch kleinste Risse ins Anzugsinnere eindringen können.

Die Forscher betrachten eine Zellkulturflasche unter dem Mikroskop: Es sind einzelne Flecken im Zellrasen erkennbar. Diese Löcher, oder Plaques, entstehen durch den cytopathischen Effekt, der von replizierenden Viruspartikeln verursacht wird. Ein einfaches Lichtmikroskop genügt, um zu überprüfen, ob eine Virusanzucht erfolgreich war.

Arbeitsplatz im Biosicherheitslabor.





Lüftungsanlage des Biosicherheitslabors in Spiez.

Handelt es sich um Risikogruppe-4-Viren, also um Hochkonsequenz-Pathogene ohne verfügbare Therapiemöglichkeiten, so muss diese Arbeit zwingend in einem biologischen Sicherheitslabor der höchsten Stufe 4 erfolgen. Man spricht dann von einem biosafety level (BSL)-4 Labor, wie jenes in Spiez, das einzige BSL-4-Labor der Schweiz, wo mit Überdruckanzügen geforscht wird. Ein Beispiel für ein Risikogruppe-4-Virus ist das Ebolavirus, der wohl bekannteste Erreger von hämorrhagischem Fieber.

Containment Strategie

Eine aussergewöhnliche Betriebssituation im Labor kann etwa nach dem Verschütten von biologisch aktivem Material ausserhalb einer Sicherheitswerkbank entstehen. Ein möglicher Austritt von Pathogenen kann in Form von Aerosolen über die Lüftung oder durch Öffnungen in der Raumhülle erfolgen. Derartige Laborzwischenfälle sind zwar selten, können aber unter beachtlicher Aerosolbildung geschehen. Deshalb befinden sich die Labore gegenüber den Nachbarräumen in einem Unterdruck und die Laborluft strömt durch zwei H14-Schwebstofffilter, bevor sie das Gebäude verlässt. Dieses Sicherheitskonzept wird als dynamisches «Containment» bezeichnet (Englisch für «Einkapselung»), welches grundsätzlich genau umgekehrt wie ein Reinraum funktioniert, indem an undichten Stellen in der Raumhülle eine gerichtete Luftströmung in die kontaminierte Zone generiert wird. Sämtliche Schnittstellen zur Aussenwelt wie die Personenschleuse, die Durchreiche für

Festabfälle sowie das Laborabwasser verfügen über chemische oder thermische Dekontaminationssysteme in Form von Chemieduschen, Autoklaven und Abwassersterilisationsanlagen.

Das dynamische Containment bzw. die Unterdruckhaltung der Laborräume ist abhängig von einer funktionierenden Lüftungsanlage. Doch wie kann bei einem Ausfall der Lüftung das Containment-Prinzip aufrechterhalten bleiben? Für dieses Notfallszenario sind viele BSL-4-Labore zusätzlich mit gasdichten Klappen in den Lüftungskanälen ausgerüstet, welche beim Verlust des dynamischen Containments unverzüglich angesteuert werden und so den Raum verschliessen. Hier spricht man von einem statischen Containment. Der Raum wird damit isoliert und durch die Raumhülle gegen aussen dicht abgeschlossen. Das statische Containment bildet also die wichtige Redundanz der Einkapselung potentiell kontaminierter Luft bei einem Ausfall der Lüftungsanlagen und dem Verlust des dynamischen Containments.

Eine ähnliche Situation tritt ebenfalls bei Raum-begasungen auf, welche regelmässig zu Dekontaminationszwecken durchgeführt werden müssen. Allerdings werden hier die Lüftungsanlagen bewusst ausgeschaltet, damit die Gaskonzentration im Raum kontrolliert werden kann.

Hochdichte Räume und ihre Überprüfung

Damit das statische Containment effizient einsetzen kann, müssen die Laborräume nach aussen



Die Aufnahme einer Überwachungskamera zeigt die Überprüfung der Virusanzucht im Biosicherheitslabor.

so dicht wie möglich abschliessen. Sämtliche der zahlreichen Penetrationen in der Raumhülle – zum Beispiel Kabel- und Mediendurchdringungen, Fenster und Türen – müssen folglich abgedichtet sein. Dies vor allem, weil in einem isolierten Laborraum weiterhin Wärmequellen aktiv sind, die aufgrund der Luftexpansion einen Druckanstieg verursachen. Die dichte Raumhülle verhindert demzufolge den Austritt von Luft in die Umgebung. Aus diesem Grund ist es zwingend, dass die Integrität der gesamten Hüllfläche des Containments periodisch überprüft wird. Normalerweise geschieht dies während der jährlichen Instandhaltungsperioden mittels standardisierten Verfahren zur Bestimmung der Raumdichtheit. Die Räume befinden sich zu diesem Zeitpunkt in einem dekontaminierten Zustand.

Der Begriff «Raumdichtheit» ist allerdings etwas irreführend, denn es gibt keine absolut luftdichten Laborräume. Die Raumdichtheit bestimmt man mittels Messung eines Leckluftvolumenstromes bei einem gewissen Differenzdruck – man bestimmt also vielmehr die «Undichtheit» des Raumes. Da das statische Containment einer Fläche im Sinne einer Grenze, einer sogenannten «Dichtheitsebene», entspricht, misst man genauer das

Luftvolumen, welches über den gesamten Flächeninhalt des Containments über eine gewisse Zeit entweicht und leitet daraus eine Raumdichtheitsklasse ab. In Spiez dient der VDI-Standard zur Dichtheit von Containments¹ als Grundlage für die Raumdichtheitsmessungen und liefert Resultate in Einheiten der Luftdurchlässigkeit [$l/(m^2 \cdot s)$] bei einem bestimmten Prüfdruck.

Luftkanäle ausserhalb des Containments werden seit längerem nach den Normen für Kanaldichtheit geprüft. Der hier erwähnte VDI 2083 baut grundsätzlich darauf auf und integriert die Luftkanaldichtheitsklassen A bis D (nach DIN EN 15727²) in die Raumdichtheitsklassen 1 – 4. Zusätzlich in der Richtlinie beschrieben sind die weiteren Raumdichtheitsklassen 5 – 7. Um das Containment in Spiez zu klassieren, wurden weitere drei Klassen (8, 9, 10) hinzugefügt, was allerdings nicht mehr der offiziellen Richtlinie entspricht. Als Orientierung für ein BSL-4-Labor schlägt VDI 2083 die Luftdichtheitsklasse 5 vor.

1 VDI 2083 Blatt 19:2018-08 Reinraumtechnik; Dichtheit von Containments; Klassifizierung, Planung und Prüfung (Cleanroom technology; Tightness of containments; Classification, planning, and testing). Berlin: Beuth Verlag

2 DIN EN 15727:2010-10 Lüftung von Gebäuden; Luftleitungen und Luftleitungsbauteile, Klassifizierung entsprechend der Luftdichtheit und Prüfung; Deutsche Fassung EN 15727:2010 (Ventilation for buildings; Ducts and ductwork components, leakage classification and testing; German version EN 15727: 2010). Berlin: Beuth Verlag

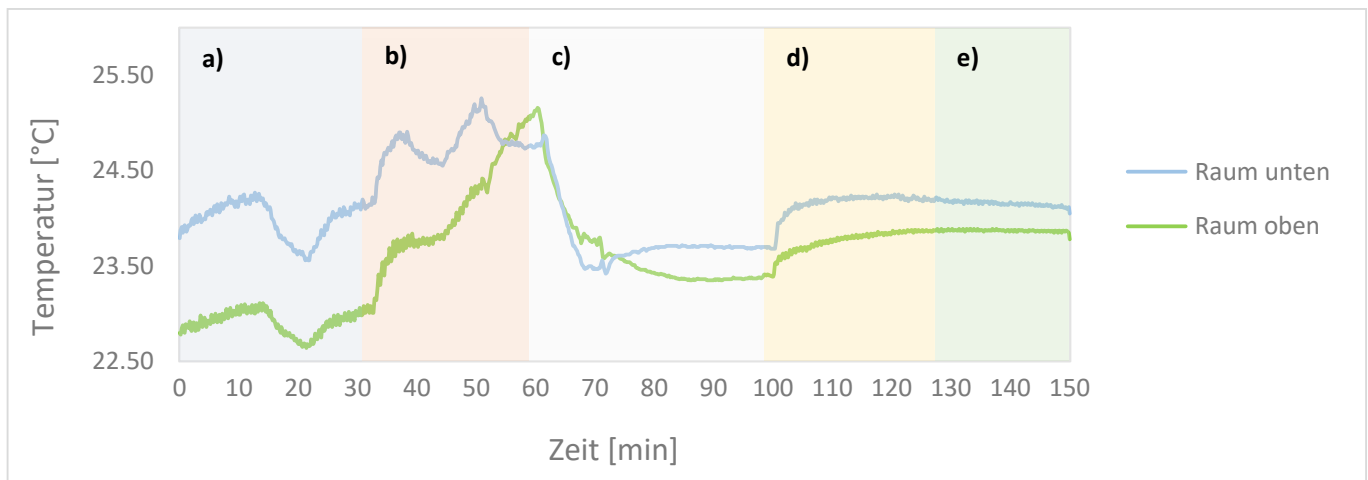


Bild 2: Die Temperaturstabilisierung im Raum braucht eine gewisse Zeit und Wärmequellen müssen für die Messung eliminiert werden. Die aufgeführte Grafik zeigt die schrittweise Vorbereitung von einem klimatisierten BSL-4-Raum mit einem laufenden -80 °C Tiefkühlschrank. a) Normalbetrieb, b) Raumbelüftung ausschalten, c) Wärmequelle ausschalten und Raumluft umwälzen, d) Prüfdruck einstellen, e) Messstart.

Herausforderungen

In hochdichten Räumen kann der Leckluftvolumenstrom derart gering ausfallen, dass dessen Bestimmung nur ungenau durchgeführt werden kann. In Spiez wird aus diesem Grund der Leckluftvolumenstrom nicht direkt bestimmt, sondern indirekt über eine Druckabfallmessung mathematisch berechnet. Bei der Druckabfallmethode in Spiez wird der Raum auf 500 Pa Überdruck eingestellt und dann so lange gewartet, bis sich die Raumtemperatur über sämtliche Oberflächen ausgeglichen hat und stabil ist (Bild 2). Anschliessend wird während 20 Minuten der Druckabfall gemessen. Die Überprüfung des Containments im Überdruck ist nicht nur deshalb sinnvoll, weil sich zum Zeitpunkt der Verifizierung die Räume im begasten (dekontaminierten) Zustand befinden, sondern auch, weil der Überdruck gleichzeitig eine Notsituation simuliert, in welcher das statische Containment einsetzen muss.

Eine weitere Herausforderung bei der Dichtheitsprüfung sind Temperaturschwankungen, die das Messresultat stark verfälschen können. Ein Temperaturanstieg im Raum von lediglich 0.1°C resultiert bereits in einem Druckanstieg von 35 Pa. Aus diesem Grund sollte während der Messung die

Temperaturänderung im Raum genau erfasst und daraus ein thermischer Druck-Korrekturwert errechnet werden. Entsprechend der Änderung der Raumtemperatur kompensiert dieser Wert alle thermischen Einflüsse auf die gemessenen Druckwerte. Änderungen des atmosphärischen Luftdrucks, schwankende Raumdrücke der Nachbarräume sowie generell zu gering gewählte Differenzmessdrücke führen ebenfalls zu Messungenauigkeiten.

Schlussfolgerungen

Im Gegensatz zu anderen häufig angewandten Regelwerken, die einen Schwellenwert für die Raumdichtheit definieren und einen Raum dann als «genügend» oder «ungenügend» einstufen, verleiht das Spektrum an Dichtheitsklassen im VDI-Standard jedem geprüften Raum eine Art «Fingerabdruck». Damit liefert die regelmässige Verifikation der Raumdichtheit wichtige, zusätzliche Informationen: verändert sich der Fingerabdruck eines Raumes von Jahr zu Jahr in Form einer Reduktion der Dichtheitsklasse, deutet dies auf ein neues Leck hin. So hat ein Experiment in Spiez gezeigt, dass ein BSL-4-Raum, der normalerweise die Dichtheitsklasse 9 aufweist (adaptiert aus dem VDI 2083), durch ein simuliertes Leck von 4 mm Durch-

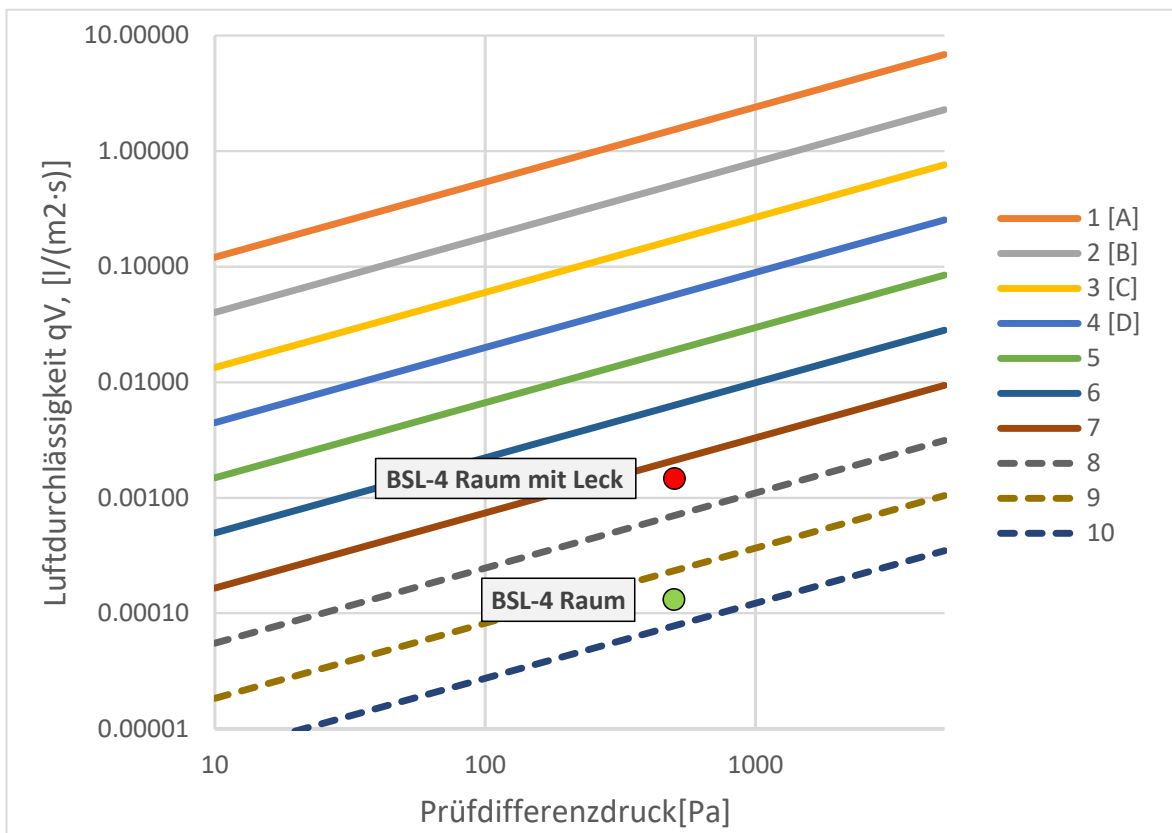


Bild 3: Luftdichtheitsklassen, wie sie in Spiez Verwendung finden, adaptiert aus dem VDI 2083. Die Grafik zeigt die Messwerte eines BSL-4-Raumes vor und nach Auftreten eines simulierten Lecks von 4 mm Durchmesser.

messer bei 500 Pa Prüfdruck nun eine um zwei Klassen reduzierte Dichtheitsklasse von 7 aufweist (Bild 3).

Die Mindestanforderung an die Raumdichtheit von BSL-4-Räumen ist je nach Tätigkeit und behördlichen Auflagen unterschiedlich. Die Festlegung einer Mindestdichtheitsklasse muss deshalb aufgrund einer Risikobetrachtung erfolgen und auf die Institution zugeschnitten sein. Das Labor Spiez

kann mit dem VDI 2083 als Grundlage für ein adaptiertes Messverfahren sowie der erweiterten Klassifizierung für BSL-4-Räume jährliche Verifizierungen der Raumdichtheit durchführen und so neu auftretende Leckagen schnell identifizieren und beseitigen. Damit wird sichergestellt, dass das statische Containment während der Begasungen und als Redundanz in Notfallsituationen jederzeit funktionsfähig ist.

Publikationen

*Zusammenfassung als deutsche Übersetzung, Publikation jedoch nur in englischer Fassung



Fachbereich Nuklearchemie

José Corcho, Meyzonnat, G., Barbecot, F., Corcho Alvarado, J.A., Lauzon, J., McCormack, R., Tognelli, A., Zeyen, H. and Alazard, M.

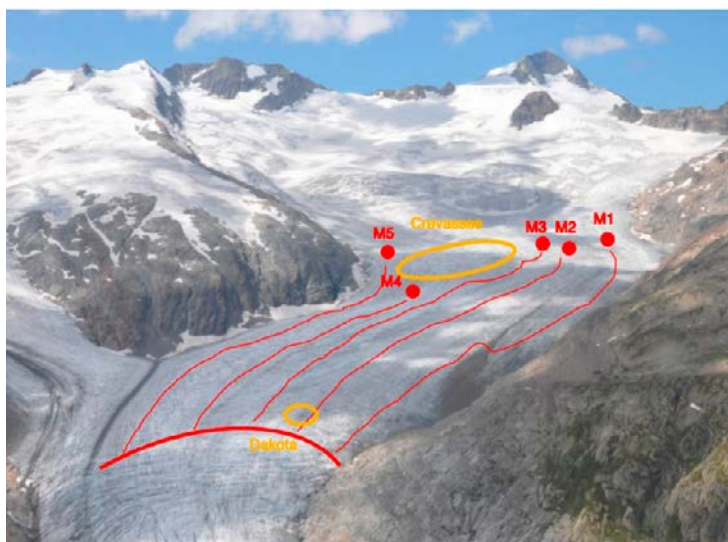
Borehole Heat Budget Calculator: A new tool for the quick exploitation of high-resolution temperature profiles by hydrogeologists
Journal of Water Resource and Protection, 11, 122-147. doi: 10.4236/jwarp.2019.112008

José Corcho, Hans Sahli, Stefan Röllin

Bestimmung von Plutoniumisotopen in Wasserproben
LN 2019-01 CORJ

Plutoniumkonzentrationen in Wasserproben sind sehr klein. Die ^{239}Pu Aktivitätskonzentration in Flusswasser liegt in der Grössenordnung von $3 \mu\text{Bq/kg}$ und in Regenwasser ca. $0.1 \mu\text{Bq/kg}$. In dieser Labornotiz werden die Messungen von drei verschiedenen Probenvorbereitungen von Wasser

Bild 1: Standorte der Eisprobenahme im Gauligletscher (Parallellinien M1 bis M5). Der Standort des Unfallflugzeugs Dakota wird angezeigt.



miteinander verglichen. Die Proben wurden mit dem Element XR ICP-MS und dem Neptune ICP-MS gemessen. Mit allen drei Methoden wurden Pu-Ausbeuten von nahezu 100% erreicht. Für tiefste Nachweisgrenzen ist ein grosses Probenvolumen notwendig und in solchen Fällen ebenfalls Pu-Vorkonzentrations- (Eisen-Hydroxid-Fällung) und Abtrennungsschritte. Die Probenaufarbeitungsmethoden wurden in drei Arten von Wasserproben getestet (geschmolzenes Gletschereis, Flusswasser und Meerwasser). Von besonderem Interesse waren die Eisproben vom Gletscher, bei denen die Pu-Messungen zu Altersdatierungszwecken verwendet wurden. Die Gletschereisproben wurden im Wiederholungskurs der Schweizer Armee vom Abw Lab 1 auf dem Gauligletscher entnommen (Bild 1). Spuren von Plutonium konnten in einem zusammenhängenden Bereich des Gletschers gefunden werden, was auf Eis aus den 1960er-Jahren schliessen lässt. Die Ergebnisse werden verwendet, um Modelrechnungen des Gletschereisflusses zu beschränken.

Cédric von Gunten

Gadolinium-markierte Munition: Abschätzung der Umweltgefährdung
LN 2019-01 VGCE

Gadolinium, ein Metall der Gruppe der Lanthanoide (seltene Erden), wird unter anderem zum Markieren von Munition verwendet. Diese markierte Munition steht in der Schweiz ausschliesslich gewissen Behörden zur Verfügung. Sie wird für Übungszwecke verwendet, wodurch Gadolinium auf Schiessplätzen freigesetzt wird.

Die Lanthanoide folgen der Oddo-Harkins-Regel und bilden daher in der Erdkruste eine charakteristische Verteilung (Bild 2). Wird anthropogenes Gadolinium (z. B. über den Schiessbetrieb) in die Umwelt eingetragen, so kann dies anhand einer Anomalie in dieser charakteristischen Verteilung festgestellt werden (Bild 2 und Bild 3).

Zur Abschätzung der Umweltbelastung wurde ein Schiessplatz auf anthropogenes Gadolinium hin

untersucht. Nicht natürliches Gadolinium konnte dabei nur im Spurenbereich gemessen werden ($\omega(\text{Gd}_{\text{anthropogen}}) = 0.3 \mu\text{g/g}$). Gemessen an der Grösse der untersuchten Schiessanlage und aufgrund der geringen Verwendung markierter Munition im Schiessbetrieb sollte Gadolinium daher auch in den nächsten Jahren zu keiner signifikanten Umweltbelastung auf Schiessplätzen führen.

Bild 2:

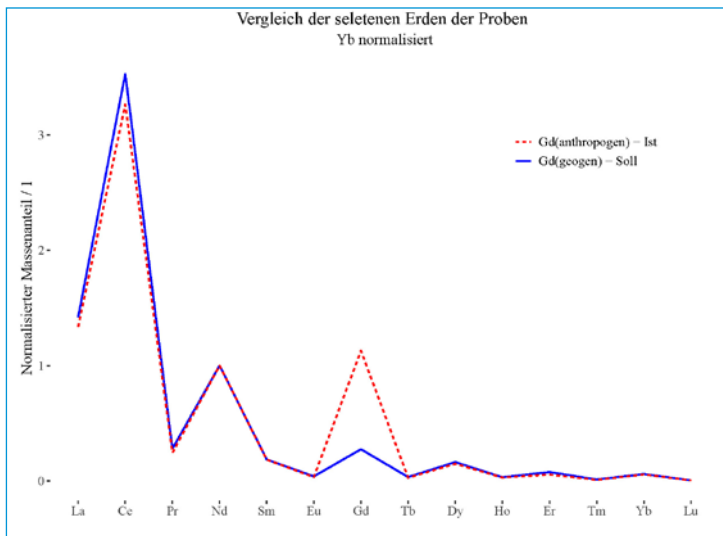
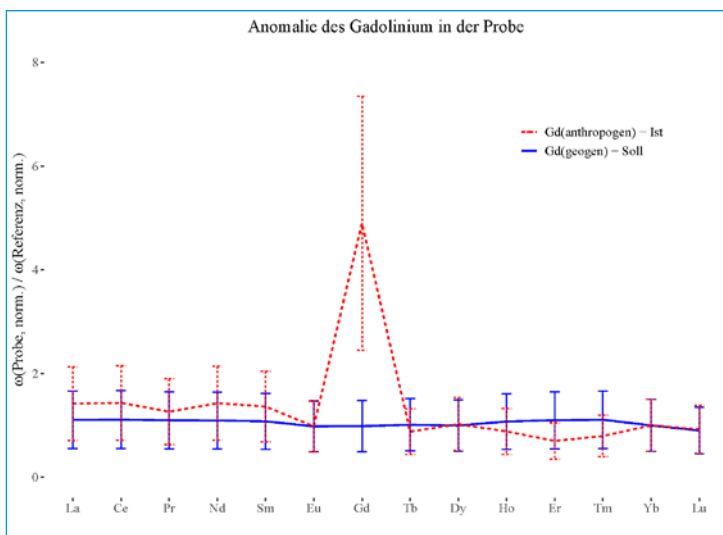


Bild 3:



Cédric von Gunten

Bestimmung der Haupt- und Spurenelemente verschiedener Stahlproben mittels ICP-Massenspektroskopie und saurem Aufschluss
LN 2019-02 VGCE

Cédric von Gunten

Validierung neuer Spritzenfilter zur Probenvorbereitung
LN 2019-03 VGCE

Cédric von Gunten

Kurzvalidierung des neuen Autosamplers und des neuen FAST Systems
LN 2019-04 VGCE

Cédric von Gunten

Bestimmung der in-house Probenaufarbeitungsunsicherheit
LN 2019-05 VGCE

Cédric von Gunten

Testing of Lishtot Testdrop Pro for the expert group «Water, Sanitation and Hygiene» WASH of the Swiss Humanitarian Aid Unit SHA
LS 2019-07

Jasmin Ossola

Validierung des QuickTrace® M-8000 Mercury Analyzers
LN 2019-01 OSJA

André Pignolet

Laborabwasser-Neutralisationsanlage Jahresbericht 2018
LN 2019-01 PAN

Stefan Röllin

Isotopenverdünnungsanalyse von Plutonium
LN 2019-01 ROF

Stefan Röllin

**Altersbestimmungen von Plutonium
LN 2019-02 ROF**

Hans Sahli

**Low level Bestimmungen von radioaktiven
Cäsium-Isotopen in Wasserproben. Methoden-
entwicklung an Meerwasserproben aus
Fukushima
LN 2019-01 SAHH**

Marc Stauffer

**Ringversuchsergebnisse 2018 der Prüfstelle
STS 0028
LN 2019-01 STM**

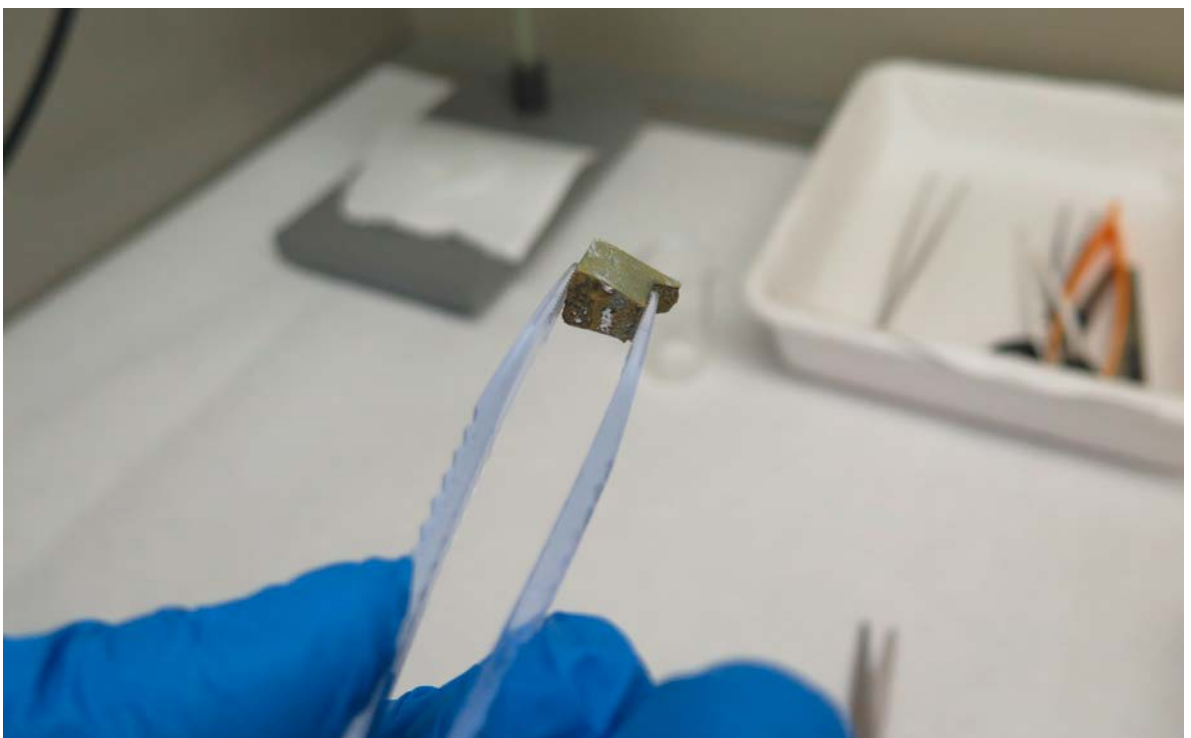
Dr. Christoph Wirz, Marc Stauffer, Dr. Nina Mosimann, Christian Saxer, Forensisches Institut Zürich (FOR)

**Collaborative Material Exercise 6 (CMX-6)
Anwendungsübung der analytischen Prozesse
für die Nukleare Forensik
LN 2019-04 WIC, STM, SNIN**

Unter Nuklearer Forensik versteht man die Untersuchung von radioaktiven Material mit Hilfe von Analysetechniken zur Bestimmung des Ursprungs und der Geschichte dieses Materials im Rahmen von Ermittlungen der Strafverfolgungsbehörden. Die Internationale Technische Arbeitsgruppe für Nukleare Forensik (ITWG) erarbeitet Guidelines und organisiert Übungen mit dem Ziel, die wissenschaftliche Disziplin der nuklearen Forensik voranzutreiben und den zuständigen nationalen oder internationalen Behörden einen gemeinsamen Ansatz und wirksame technische Lösungen anzubieten. Das Labor Spiez hat Ende 2018 zusammen mit dem Forensischen Institut Zürich (FOR) erstmals an einem «Collaborative Material Exercise» (CMX) der ITWG teilgenommen. Die LN dokumentiert das Vorgehen bei der Bearbeitung der komplexen Fragestellungen. Sie beschreibt die Zusammenarbeit mit dem FOR, die Messresultate und Interpretationen das Reporting sowie Erkenntnisse von Schwachstellen und Optimierungsmöglichkeiten.

Eine der zu untersuchenden Proben bestand aus dem chemischen Element Cer, das mit Plutonium kontaminiert war. Es wurde die Isotopenzusammensetzung des Plutoniums und dessen Alter bestimmt und es wurden juristisch verwertbare Aussagen gemacht, zu welchen anderen Proben diese spezifische Plutoniumkontamination passt (Graded Decision Framework).

Eine der Proben bestand aus dem Element Cer, das mit Plutonium kontaminiert war.





Fachbereich Biologie

Ackermann-Gäumann R, Siegrist D, Züst R,
Signer J, Lenz N, Engler O.

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

**J Virol Methods. 2019 Feb; 264:51-54. doi:
10.1016/j.jviromet.2018.12.002. Epub 2018 Dec
1. PubMed PMID: 30513365.**

Ackermann-Gäumann R, Eyer C, Leib SL,
Niederhauser C.

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

**Vector Borne Zoonotic Dis. 2019 May;
19(5):358-364. doi: 10.1089/vbz.2018.2359.
Epub 2018 Dec 4. PubMed PMID: 30523740.**

Stefanie Gobeli Brawand, Sonja Kittl, Martina
Dettwiler, Andreas Thomann, Simon Feyer, José
Cachim, Grégoire Theubet, Nicole Liechti, Mat-
thias Wittwer, Nadia Schürch, Simone Oberhänsl,
Andreas Heinimann and Jörg Jores

**An unusual case of bovine anthrax in the can-
ton of Jura, Switzerland in 2017 ***

BMC Veterinary Research, 2019, 15:265.
[https://bmcvetres.biomedcentral.com/artic-
les/10.1186/s12917-019-1996-4](https://bmcvetres.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12917-019-1996-4)

Anfang Mai 2017 gab es einen Milzbrandausbruch auf einem Hof in Villars-sur-Fontenais im Kanton Jura, der zum Tod von zwei Kühen führte. Der letzte bekannte Fall im Jura stammt aus dem Jahr 1993. Eine kleine Senke auf dem Areal des Weidegebietes, die durch ein weitverzweigtes Höhlen-Karstsystem mit einer ehemaligen Kadaverstelle verbunden war, wurde als Kontaminationsquelle vermutet. Sie wurde einige Tage vor dem Ausbruch durch einen Höhlenforscher temporär eröffnet, wobei mutmasslich mit Milzbrandsporen kontaminiertes Wasser austrat und in der Weide versickerte. Obwohl die Untersuchung von zahlreichen Gras- und Bodenproben negativ verlief, bleibt dies die plausibelste Hypothese. Die phylogenetische Analyse des Isolats ergab einen Genotyp endemischer Herkunft. Dies zeigt, dass Milzbrandsporen tatsächlich Jahrzehnte in der Umwelt persistieren und unter Umständen zu einem Ausbruch führen können.

Maximilian Brackmann, Stephen L. Leib, Mauro
Tonolla, Nadia Schürch, Matthias Wittwer

**Antimicrobial resistance classification using
MALDI-TOF-MS is not that easy: lessons from
vancomycin-resistant Enterococcus faecium**

**Clinical Microbiology and Infection. doi:
<https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.10.027>**

Ausbruch von Milzbrand im Jura.



Cédric Invernizzi, Filippa Lentzos

Laboratories in the cloud

Bulletin of the Atomic Scientist, July 2, 2019.

<https://thebulletin.org/2019/07/laboratories-in-the-cloud/#>

Junier T, Huber M, Schmutz S, Kufner V, Zagordi O, Neuenschwander S, Ramette A, Kubacki J, Bachofen C, Qi W, Laubscher F, Cordey S, Kaiser L, Beuret C, Barbié V, Fellay J, Lebrand A.

Viral Metagenomics in the Clinical Realm: Lessons Learned from a Swiss-Wide Ring Trial

Genes (Basel). 2019 Aug 28; 10(9). pii: E655.

doi: 10.3390/genes10090655. PubMed PMID: 31466373. PubMed Central PMCID: PMC6770386.

Nicole Liechti, Nadia Schürch, Rémy Bruggmann, Matthias Wittwer.

Nanopore sequencing improves the draft genome of the human pathogenic amoeba Naegleria fowleri

Scientific Reports, 2019, 9:16040.

<https://www.nature.com/articles/s41598-019-52572-0>

Samuel M. Luedin, Francesco Danza, Samuele Roman, Matthias Wittwer, Joël F. Pothier and Mauro Tonolla

Mixotrophic Growth Under Micro-Oxic Conditions in the Purple Sulfur Bacterium «Thiodictyon syntrophicum»

Front. Microbiol., 05 March 2019.

<https://doi.org/10.3389/fmicb.2019.00384>.

Samuel M. Luedin, Nicole Liechti, Raymond P. Cox, Francesco Danza, Niels-Ulrik Frigaard, Nicole R. Posth, Joël F. Pothier, Samuele Roman, Nicola Storelli, Matthias Wittwer, Mauro Tonolla

Draft Genome Sequence of Chromatium okenii isolated from the stratified alpine lake Cadagno

Scientific Reports, 2019, 9:1936.

<https://www.nature.com/articles/s41598-018-38202-1>.

Casati Pagani S, Frigerio Malossa S, Klaus C, Hoffmann D, Beretta O, Bomio-Pacciorini N, Lazzaro M, Merlani G, Ackermann R, Beuret C.

First detection of TBE virus in ticks and seroreactivity in goats in a non-endemic region in the Southern part of Switzerland (Canton of Ticino)

Ticks Tick Borne Dis. 2019 Jun; 10(4):868–874.

doi: 10.1016/j.ttbdis.2019.04.006. Epub 2019 Apr 18. PubMed PMID: 31047827.

Pilloux L, Baumgartner A, Jatton K, Lienhard R, Ackermann-Gäumann R, Beuret C, Greub G.

Prevalence of Anaplasma phagocytophilum and Coxiella burnetii in Ixodes ricinus ticks in Switzerland: an underestimated epidemiologic risk

New Microbes New Infect. 2018 Sep 6; 27:22–26. doi: 10.1016/j.nmni.2018.08.017. eCollection 2019 Jan. PubMed PMID: 30534383. PubMed Central PMCID: PMC6278774.

Remy MM, Alfter M, Chiem MN, Barbani MT, Engler OB, Suter-Riniker F.

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

Clin Microbiol Infect. 2019 Jul;25(7): 907.e7–907.e12. doi: 10.1016/j.cmi.2018.10.016. Epub 2018 Oct 28. PubMed PMID: 30391583.

Roman Schönenberger

Etablierung eines massenspektrometrischen Verfahrens für den Nachweis von Viren mittels rapifleX MALDI-TOF/TOF MS System am Beispiel von Flavivirenkulturen aus Zellkulturlinie Vero C1008 CRL-1586™

<https://www.medi.ch/arbeiten/poster-schoenenberger-roman.pdf>

Denise Siegrist, Dr. Roland Züst, Dr. Olivier Engler

Validierungsbericht der End-point RT-PCR für den Nachweis und Identifikation von Lassa-Viren

LS 2019-06

Denise Siegrist, Dr. Roland Züst, Dr. Olivier Engler

Validierung der End-Point RT-PCR für den Nachweis und Identifikation von Filoviren
LN 2019-13 SIDE, ZUET, ENO

Torriani G, Trofimenko E, Mayor J, Moreno H, Michel S, Heulot M, Chevalier N, Zimmer G, Shrestha N, Platte P, Engler O, Rothenberger S, Widmann C, Kunz S.

Identification of Clotrimazole Derivatives as Specific Inhibitors of Arenavirus Fusion
Journal of Virology Mar 2019, 93 (6) e01744-18; doi: 10.1128/JVI.01744-18.

Wipf NC, Guidi V, Tonolla M, Ruinelli M, Müller P, Engler O.

Evaluation of honey-baited FTA cards in combination with different mosquito traps in an area of low arbovirus prevalence
Parasit Vectors. 2019 Nov 21;12(1): 554. doi: 10.1186/s13071-019-3798-8. PubMed PMID: 31753035. PubMed Central PMCID: PMC6873520.



Fachbereich Chemie

Thomas Clare

Validierung des GC-MSD/dFPD Systems Agilent 7890B/5977A (MSD6): Performancevergleich mit baugleichem GC-MSD/dFPD System Agilent 7890B/5977A (MSD5)
LN 2019-01 CLA

Urs Meier

Chemische Forensik im Bereich der Chemiewaffen
LN 2019-02 MRU

Thomas Clare, Peter Siegenthaler

Maskierung von CWC-relevanten Verbindungen durch Matrixkomponenten bei der Detektion mit GC-dFPD, GC- μ ECD, GC-NPD und GC-AED
LN 2019-03 CLA, SIG

Fritz Wüthrich

Mikrobiologische Trinkwasseranalytik
LS 2019-03

Dr. Roland Züst, Denise Siegrist, Dr. Oliver Engler

Validierung der End-Point RT-PCR für den Nachweis und Identifikation von SARS Viren
LN 2019-14 ZUET, SIDE, ENO

Schneeberger PHH, Fuhrmann S, Becker SL, Pothier JF, Duffy B, Beuret C, Frey JE, Utzinger J.

Qualitative microbiome profiling along a wastewater system in Kampala, Uganda
Sci Rep. 2019 Nov 22;9(1):17334. doi: 10.1038/s41598-019-53569-5. PubMed PMID: 31757984. PubMed Central PMCID: PMC6874685.

Für die spezifische Detektion von flüchtigen organischen Verbindungen werden in der Gruppe Organische Analytik Gaschromatographen mit Stickstoff-Phosphor-Detektoren (NPD), Dual-Flammenphotometer-Detektoren (dFPD), Mikro Elektroneneinfangdetektoren (μ ECD) und Atomemissions-Detektoren (AED) eingesetzt. Im Rahmen eines Analytik-Projekts wurde untersucht, inwiefern die spezifische Detektion von CWC-relevanten Verbindungen durch Matrix-Komponenten erschwert wird.

Andreas Schorer, Jean-Claude Dutoit

Vergleich von Extrelut und Chem Elut «Supported Liquid Extraction» (SLE)
LN 2019-04 ANDRS, DUT

Thomas Clare

Validierung des Gerstel TD 3.5+ / Agilent 7890B/5977B TD-GC-MSD/dFPD Systems (TD3-MSD7) im Modus für Flüssig-Injektion: Performancevergleich mit dem Agilent 7890B/5977B GC-MSD/dFPD System (MSD6)
LN 2019-05 CLA

Andreas Schorer, Martin Schär, Marco Elmiger, Peter Siegenthaler

Nachweis von Fentanyl, Carfentanil und Remifentanyl in Wasser- und Wischproben mittels GC-MS und LC-MS
LN 2019-06 ANDRS, SCM, ELM, SIG

Urs Meier

Forensische Analyse der Deuterium/Wasserstoff ($^2\text{H}/^1\text{H}$) Isotopenverhältnisse in CWÜ-relevanten Verbindungen unter Anwendung der NMR-basierten SNIF-Technik (Site-Specific Natural Isotope Fractionation)
LN 2019-07 MRU

Andreas Zaugg, Martz Severin

Synthese und Charakterisation von racemischem Bornylchlorid sowie den jeweiligen (+)/(-)-Stereoisomeren
LN 2019-01 ZAA, MSEV

Fausto Guidetti, Michael Arnold

Messkampagne mit dem X-am 8000 der Firma Dräger
LN 2019-01 GIF, ARND

Fausto Guidetti

Prüfung von Nachweisplättchen des Kampfstoffnachweisgerätes KANAG
LN 2019-02 GIF

Benjamin Menzi

Sichtbarkeit von verschiedenen chemischen Kampfstoffen mit ultraviolettem Licht (UV365 und UV254)
LN 2019-01 MEN

Luca Moschen, Benjamin Menzi

Herstellung von Alkylphosphonsäurechlorfluoride
LN 2019-01 LMO, MEN

Roland Kurzo, Jan Klopfenstein

Herstellung von Chlorpikrin (PS)
LN 2019-01 KURO

Dennison, G. H.; Curty, C.; Metherell, A. J.; Micich, E.; Zaugg, A.; Ward, M. D.

Qualitative colorimetric analysis of a Ir(iii)/Eu(iii) dyad in the presence of chemical warfare agents and simulants on a paper matrix
RSC Advances 2019 9(14): 7615-7619



Fachbereich ABC-Schutz

Dr. Christian Gloor

Dichtheitsprüfung von Schutzmasken mittels Helium
LS 2019-05

Regula Gosteli

Validierung der Kampfstoffbeständigkeitsprüfung statisch mittels Indikatorpapiermethode auf dem Kamerasystem KS-2/6
LN 2019-01 GOSR

Regula Gosteli

Vergleichsmessungen der Kampfstoffbeständigkeitsprüfung mittels Indikatorpapiermethode, Durchführung auf dem Kamerasystem KS-2/6 und YPAP21
LN 2019-02 GOSR

Regula Gosteli

Referenzmaterial für die Kampfstoffbeständigkeitsprüfung, Prüfung der Retentionszeit diverser potentiell geeigneter Polymerfolien gegenüber Yperit (HD) und HD:Chlorbenzol 80:20
LN 2019-03 GOSR

Marco Hofer

Sorptionsmittelprüfung mit Toluol nach SI4570 Erarbeiten eines neuen Prüfverfahrens
LN 2019-01 HOM

Dr. Gilles Richner

Integrale Prüfung der persönlichen C-Schutzausrüstung gegenüber Gas (ICPg) Weiterentwicklung der Methodik
LS 2019-08

Johann Stalder

Validierung der Messkette zu «3 t-Schockprüfmaschine SPM»
LN 2019-003 SJ

André Zahnd

Numerische Simulation der Luftstossausbreitung und Druckeinwirkung auf die Teststruktur mit dem CFD-Programm «Apollo Blastsimulator»
LS 2019-04



Fachbereich Logistik, Qualität und Sicherheit

Breitenbaumer S., Lörtscher B., Weber B.

Höchste Ansprüche. Hochdichte Räume sorgen im Labor Spiez für Sicherheit
ReinRaumTechnik, 5/2019.

Beat Lörtscher

HIGH FLOW BIO-X Filter Messreihe
Differenzdruck
LN 2019-02 LOB

Stefan Breitenbaumer, Beat Lörtscher

Sterilisationsprozess Abwassersterilisationsanlage BL
LN 2019-01 BRS, LOB

Beat Lörtscher

Optimierung Sterilisationsprozess nach beobachtetem Druckanstieg nach der Wartung
LN 2019-03 LOB



Stabsbereich ABC-Koordination

Dr. Natalie Kummer, Dr. César Metzger

Investigations forensiques lors d'incidents atomiques, biologiques et chimiques en Suisse
Revue internationale de criminologie et de police technique et scientifique. 2019/4.
P.484-504.

Akkreditierte Bereiche

Teilnahme an Ringversuchen Oktober 2018 – September 2019

Akkreditierte Stelle	Anzahl	Art und Partner
STS 0019		Aufgrund von mehreren erfolgreich abgeschlossenen OPCW Off-Site Analysenaufträgen wurde das LS durch die OPCW für 2019 von der Teilnahme an den Ringversuchen befreit und hat die OPCW Designierung für ein weiteres Jahr sicherstellen können.
STS 0022	1	Vergleichende Sorptionsmittelprüfungen (CS, CK, HCN, SO ₂ , NH ₃), WIS Munster, Deutschland
STS 0028	7	<ul style="list-style-type: none"> - International Soil Exchange ISE – University of Wageningen - Potable water - Ielab - PT ALMERA – IAEA - PT Seawater RML – IAEA - PT IRA/BAG - Invivo Ringversuch – Bundesamt für Strahlenschutz D - PT TRIC – IAEA
STS 0036	7	<ul style="list-style-type: none"> - Internationale Ringversuchserie organisiert durch das Deutsche Referenzbüro für Ringversuche und Referenzmaterialien (DRRR), Kempten - Bestimmung der Dichte, zwei Materialien - Brennverhalten horizontal, zwei Materialien - Brennverhalten vertikal, zwei Materialien - Messung Farbabstände ΔE^*, sowie Farbkoordinaten ΔL^*, Δa^* und Δb^* an Gold- gegen Maisgelb sowie an Feuer- gegen Signalrot - Druckverformungsrest, zwei Materialien - Zugverformungsrest, zwei Materialien - Stauchhärte Schaumstoff, zwei Materialien
STS 0054	3	Bakteriologie: Ringversuch Wassermikrobiologie
	2	Bakteriologie: Bakteriengenomnachweis für Bacillus anthracis, Coxiella burnetii, Francisella tularensis, Brucella spp und Borrelia burgdorferi (Anbieter: Instand e.V.)
	11	Virologie: Orthopox (EVD) Arbo-, Gelbfieber und Zikaviren (QCMD) Westnile PCR (QCMD) Dengue PCR (QCMD) Chikungunya PCR (QCMD) FSME Serologie (Instand) Juni 2019 Hanta Serologie (Instand) Westnile PCR (Instand) FSME Serologie (Instand) Nov. 2019 MERS PCR (QCMD)
STS 0055	0	Keine Ringversuche

Herausgeber

Eidgenössisches Departement für Verteidigung,
Bevölkerungsschutz und Sport VBS
Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
LABOR SPIEZ
CH-3700 Spiez
Tel. +41 58 468 14 00
Fax +41 58 468 14 02
laborspiez@babs.admin.ch
www.labor-spiez.ch
Twitter: @SpiezLab



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
LABOR SPIEZ