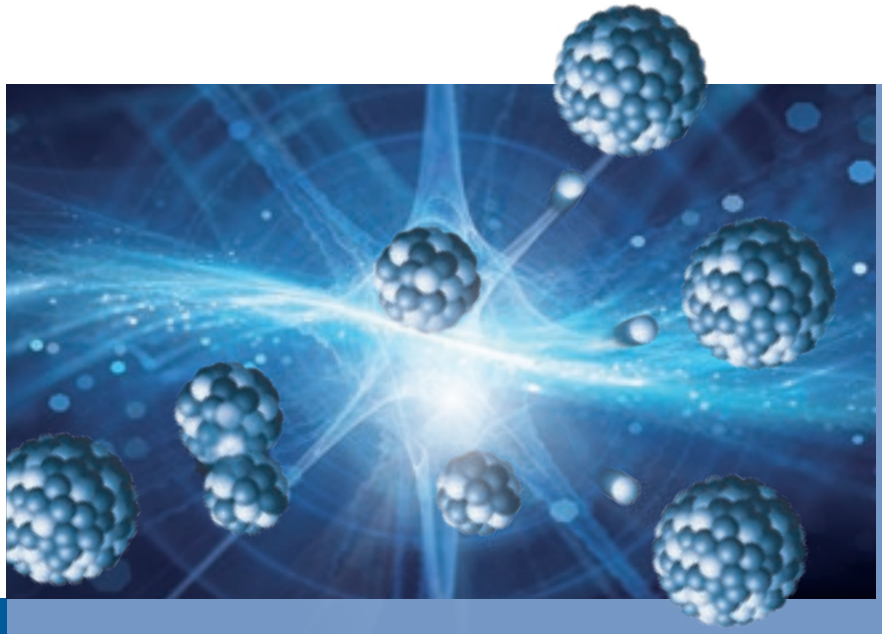
Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS

METinfo

2/2021

Zeitschrift für Metrologie/Journal de métrologie/Rivista di metrologia/Journal of Metrology



Nuklide für medizinische Anwendungen nach Mass

Elektron. Gammastrahlung. Element.
Électron. Rayonnement gamma. Élément.

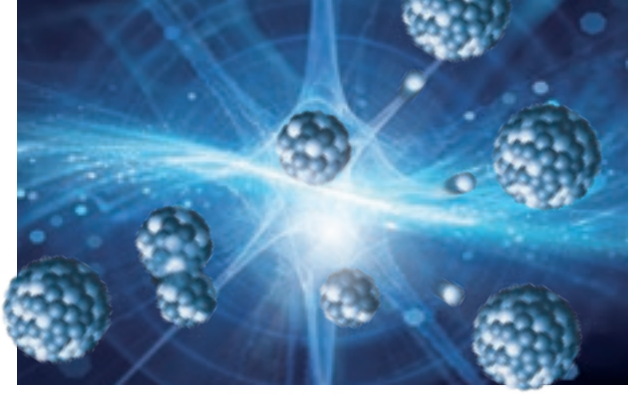
Zuverlässigkeit der chemischen und biologischen Resultate quantifizieren

Dynamische Gasflussmessungen mit Kolbennormalen

Ladesäulen: Anforderungen praxisgerecht und europaweit einheitlich umsetzen

Turmbau zu Wabern

Impressum



Nuklide für medizinische Anwendungen nach Mass.
Des nucléides pour des applications médicales sur mesure.
I nuclidi per applicazioni mediche su misura.
Made-to-measure nuclides for medical applications.

METinfo
Zeitschrift für Metrologie, Vol. 28, 2/2021
Journal de métrologie, Vol. 28, 2/2021
Rivista di metrologia, Vol. 28, 2/2021
Journal of Metrology, Vol. 28, 2/2021
24.10.2021

Herausgeber/Éditeur/Editore/Publisher
Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS
Institut fédéral de métrologie METAS
Istituto federale di metrologia METAS
Federal Institute of Metrology METAS
Lindenweg 50, 3003 Bern-Wabern, Schweiz
Tel. +41 58 387 01 11, Fax +41 58 387 02 10
www.metas.ch

Redaktionsleitung/Rédacteur responsable/ Redattore-capo/Editor-in-Chief
David Lehmann
Tel. +41 58 387 04 89
david.lehmann@metas.ch

Redaktion/Rédaction/Redazione/Editorial Board
Gregor Dudle
Hugo Lehmann
Jürg Niederhauser
Céline Pascale
Ulrich Schneider

Bildnachweis/Photos/Fonte delle immagini/Pictures
Claudio Ratti, Markus Thönen, David Lehmann, Rubi Bill, Ali Eichenberger
METAS, 3003 Bern-Wabern, Inselspital Bern

Hinweis/Remarque/Nota/Note
Die enthaltenen Beiträge müssen nicht notwendigerweise mit der Auffassung des Eidgenössischen Justiz- und Polizeidepartements (EJPD) oder des Eidgenössischen Instituts für Metrologie (METAS) übereinstimmen.

Les contributions publiées ne correspondent pas nécessairement à l'avis du Département fédéral de justice et police (DFJP) ou de l'Institut fédéral de métrologie (METAS).

I contributi pubblicati non corrispondono necessariamente all'opinione del Dipartimento federale di giustizia e polizia (DFGP) o a quella dell'Istituto federale di metrologia (METAS).

The published contributions do not necessarily need to agree in opinion with either the Federal Department of Justice and Police (FDJP) or the Federal Institute of Metrology (METAS).

Copyright
Nachdruck mit Quellenangabe gestattet, Belegexemplar erwünscht.

Reproduction autorisée avec indication de la source, justificatif souhaité.

Riproduzione con indicazione delle fonti ammessa, auspicato un esemplare.

Reproduction allowed under indication of source, copy of reprint desired.

Administration
ISSN 1660-4733
ISSN 1660-6094 *(Online-Edition)*
24/04 3800 860376853/2

FSC
www.fsc.org
MIX
Papier aus verantwortungsvollen Quellen
FSC® C017879

myclimate
neutral
Drucksache
myclimate.org/05-21-792000

Inhalt / Contenu

Elektron. Gammastrahlung. Element.
Électron. Rayonnement gamma. Élément.
Electron. Radiazione gamma. Elemento.
Electron. Gamma radiation. Element.

4 Radionuklidproduktion
Nuklide für medizinische Anwendungen nach Mass

8 Radionuklidproduktion | Production de radionucléides
Elektron. Gammastrahlung. Element.
Électron. Rayonnement gamma. Élément.

10/11 Infografik | Infographie

12 Interview
Zuverlässigkeit der chemischen und biologischen Resultate quantifizieren

14 Gasflussmessungen
Dynamische Gasflussmessungen mit Kolbennormalen

18 LegalEVcharge
Ladesäulen: Anforderungen praxisgerecht und europaweit einheitlich umsetzen

24 Infrastruktur
Turmbau zu Wabern

28 Veranstaltungen | Manifestation
Weiterbildungskurse 2021 | Cours 2021

Dynamische Gasflussmessungen mit Kolbennormalen.
Mesures dynamiques des flux gazeux avec des étalons à piston.
Misurazioni dinamiche dei flussi di gas con campioni cilindrici.
Dynamic gas flow measurements with piston provers.

Ladesäulen: einheitliche metrologische Anforderungen.
Colonnes de recharge: exigences métrologiques uniformes.
Colonnine di ricarica: requisiti metrologici uniformi.
Charging stations: uniform metrological requirements.

Liebe Leserin, lieber Leser

Der Turm ist nicht nur das Wahrzeichen des METAS, weitherum sichtbar und fast allen in Bern bekannt, er ist vermutlich auch Inhalt der meistgestellten Frage am METAS: «Was macht Ihr eigentlich mit dem Turm?» Ich will nicht hier verraten, welche metrologischen Dienstleistungen heute damit (wieder) erbracht werden. Mehr über seine Funktion und die Revisionsarbeiten der Installationen erfahren Sie in diesem Heft.

Parallel zur Modernisierung von bestehenden Messplätzen werden am METAS auch ständig neue Messmöglichkeiten ausgelotet und weiter vorangetrieben. Beispielsweise auf dem Gebiet der Nuklearmedizin, wo Radionuklide für die Krebsdiagnose und die -therapie eingesetzt werden. Welche zentrale Rolle hier die Metrologie spielt, wird im Artikel und der Infografik aufgezeigt. Oder auf dem Gebiet der E-mobility, wo es Lösungen für die Messung der bezogenen elektrischen Energie braucht. Auch hier ist das METAS an vorderster Front mit dabei, pragmatische Antworten zu entwickeln, um sicherzustellen, dass auch morgen Konsumenten und Lieferanten den gemessenen Werte vertrauen können.

Die Metrologie ist eine sehr breitgefächerte Wissenschaft. Das ist eine Binsenwahrheit und sollte Eingeweihte kaum erstaunen. Und doch bin ich selber immer wieder von der Diversität der abgedeckten Arbeiten überrascht. Das vorliegende Heft ist einmal mehr ein Beweis dafür. Ich wünsche Ihnen viel Freude beim Entdecken neuer Anwendungen der Metrologie.

Chère lectrice, cher lecteur,

La tour est non seulement l'emblème de METAS, visible de loin et connue de tout le monde ou presque à Berne, elle est aussi le sujet de la question la plus fréquemment posée à METAS: «Mais que faites-vous réellement dans cette tour?» Je ne vais pas dévoiler ici les prestations de métrologie qui y sont (à nouveau) fournies aujourd'hui. Vous en apprendrez davantage sur sa fonction et les travaux de révision de ses installations en lisant ce journal.

Parallèlement à la modernisation des places de mesure existantes, METAS est le théâtre d'essais continus de nouvelles possibilités de mesure, qui sont développées le cas échéant. Prenons l'exemple de la médecine nucléaire, qui a recours à des radionucléides pour diagnostiquer des cancers et les traiter. L'article et l'infographie qui lui sont dédiés vous permettront de mieux comprendre le rôle central que joue la métrologie à cet égard. Ou l'exemple de la mobilité électrique, qui a besoin de solutions pour mesurer l'énergie électrique consommée. Ici aussi, METAS est en première ligne pour la fourniture de réponses pragmatiques permettant de s'assurer que demain également, les consommatrices et consommateurs ainsi que les fournisseurs disposeront de valeurs mesurées fiables.

La métrologie est une science ayant des ramifications très étendues. Cette tautologie ne surprendra guère les initiées et initiés. Toutefois, je reste moi-même encore et toujours surpris par la diversité des travaux couverts par la métrologie. Le présent journal en est une nouvelle preuve. Je vous souhaite beaucoup de plaisir à découvrir les nouvelles applications de la métrologie.

Cara lettrice, caro lettore

La torre non è solo l'emblema del METAS, bene in vista e nota quasi a tutti a Berna, ma rappresenta anche quella che probabilmente è la domanda più frequente che ci viene posta: «A cosa vi serve esattamente la torre?». Non starò qui a rivelarvi quali prestazioni metrologiciheconsente (di nuovo) di fornire oggi. In questa pubblicazione potrete scoprire di più sulla sua funzione e sui lavori di revisione.

Parallelamente alla modernizzazione delle postazioni di misurazione esistenti, al METAS vengono valutate e portate avanti costantemente anche nuove possibilità di misurazione. Ad esempio nell'ambito della medicina nucleare, nella quale si impiegano i radionuclidi per le diagnosi e terapie oncologiche. Il ruolo centrale svolto dalla metrologia in questo ambito è descritto nell'articolo e nell'infografica. Lo stesso vale per la mobilità elettrica, dove c'è bisogno di soluzioni per misurare il consumo di energia. Anche qui il METAS è in prima linea per sviluppare risposte pragmatiche al fine di assicurare che consumatori e fornitori possano fare affidamento sui valori misurati oggi e domani.

La metrologia è una scienza molto ampia. Si tratta di un'ovvietà che non dovrebbe stupire gli addetti al lavoro. Tuttavia, io stesso mi lascio spesso stupire dalla diversità dei lavori dei quali ci occupiamo, e questo documento non è che un'altra prova in merito. Vi auguro una lettura piacevole, alla scoperta delle nuove applicazioni della metrologia.

Dear Reader,

The tower is more than just the symbol of METAS. Visible from afar and familiar to almost everyone in Bern, it is probably also the source of the most frequently asked question about METAS: «What you actually do with the tower?» I'm not going to reveal which metrological services are now (once again) performed there. You can learn more about the purpose of the tower and how we overhauled the installations there in this issue.

In parallel to keeping our existing test stations up-to-date, new measurement capabilities are also constantly being tried out and further developed at METAS. A good example can be found in the field of nuclear medicine where radionuclides are used to diagnose and treat cancer. The key role that is played here by metrology is portrayed in the corresponding article and infographic. This is also true in the field of electromobility where solutions are needed to measure the electrical energy that is consumed. This is another area in which METAS is working on the front lines to find pragmatic answers – all in the aim of ensuring that consumers and suppliers can trust the measured values well into the future.

Metrology is a very wide-ranging scientific domain. This is obviously a truism that won't surprise any of the insiders. However, I find myself amazed time and time again by the diversity of activities that are involved in metrology. The present issue should provide further evidence to support this claim. I hope you enjoy discovering new applications in the field of metrology.

Dr. Gregor Dudle
Stellvertretender Direktor / directeur suppléant / direttore supplente / Deputy Director

Nuklide für medizinische Anwendungen nach Mass

Werden radioaktive Elemente mit selektiven Molekülen kombiniert, können sie Tumore gezielt «beleuchten» oder zerstören. Alphastrahler wie Actinium-225 erzielen bei der Bekämpfung vielversprechende Erfolge, doch der weltweite Nachschub davon ist gering. Um den ungedeckten medizinischen Bedarf zu decken, forscht das METAS an den metrologischen Grundlagen und verbesserter Produktionsmethoden.

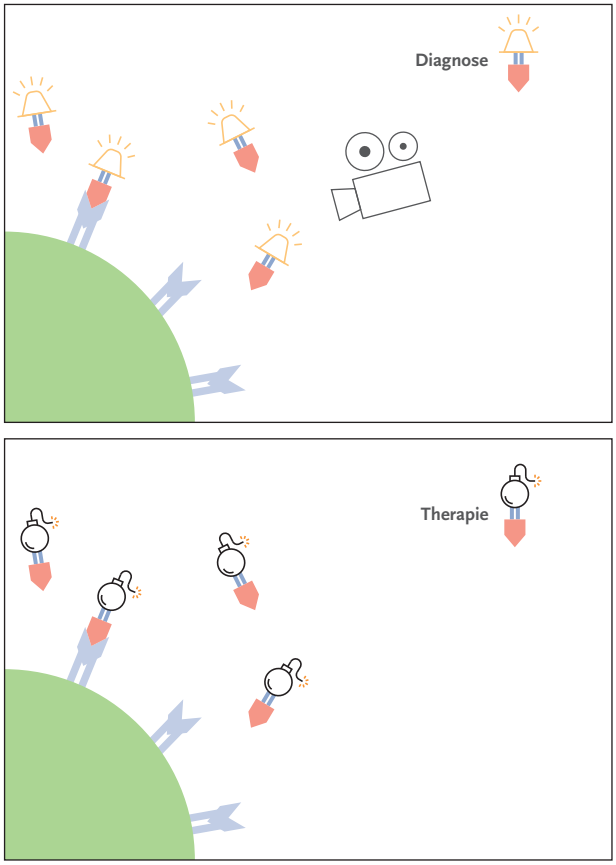
Matthias Lüthi

Die Nuklearmedizin verwendet schon länger radioaktive Elemente zu diagnostischen Zwecken. Mithilfe des Fluorisotops F-18 können beispielsweise im Positronen-Emissions-Tomographen (PET) Stoffwechselvorgänge im Körper dreidimensional dargestellt werden. Für therapeutischen Zwecke stand den Medizinern bislang nur eine begrenzte Auswahl an Radioisotopen zur Verfügung. Neue Moleküle sorgen dafür, dass die strahlenden Substanzen spezifisch an Krebszellen andocken. Teilchenbeschleuniger, Forschungsreaktoren und ausgefeilte radiochemische Techniken ermöglichen die Herstellung neuer medizinisch interessanter Radionuklide. Damit entstehen zusätzliche Möglichkeiten für die mehr als 42 000 Menschen, die allein in der Schweiz jährlich an Krebs erkranken [1].

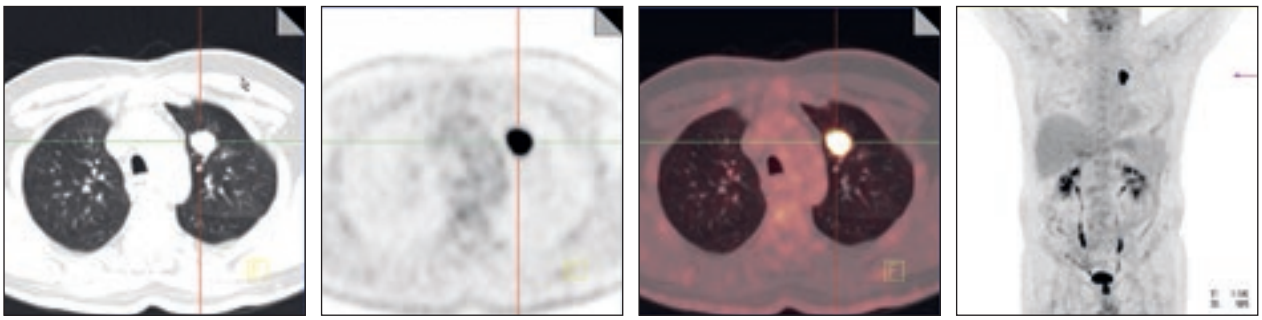
Radionuklide in der Krebsdiagnose und -therapie

Im Falle der Diagnose registrieren spezielle Kameras die abgegebene Strahlung und orten die Krebszellen im Körper. Dafür gibt es verschiedene Verfahren (z.B. PET-Scanner oder Szintigramm), die sich in Genauigkeit und Detaildichte unterscheiden. Das Radionuklid muss die richtige Strahlung aussenden und dem Körper entweichen können.

Anders im Fall der Therapie: Die Strahlung soll in der Nähe der Krebszellen absorbiert werden und diese so zerstören. Deshalb werden für Therapie und Diagnose jeweils unterschiedliche Radionuklide verwendet, welche die gewünschte Strahlung aussenden. Besonders gut geeignet sind Alphastrahler, Radionuklide, die beim Zerfall einen doppelt geladenen Heliumkern aussenden. Innerhalb weniger Zellkerne werden diese absorbiert und richten dabei grossen Schaden an. Der Alphastrahler darf nicht zu kurzlebig sein, ansonsten



1: Radionuklide sind radioaktive Atome, die bei ihrem Zerfall ionisierende Strahlung abgeben. Je nachdem welches Radionuklid an ein Molekül verbunden wird, das sich selektiv an Krebszellen bindet, kann die abgegebene Strahlung entweder zur Diagnose oder zur Therapie benutzt werden.



2: Das Fluorisotops F-18 wird im Positronen-Emissions-Tomographen (PET) eingesetzt.

3: Mit diesem Elektronenbeschleuniger können Elektronen in Gammastrahlung verwandelt werden.

zerfällt er, bevor das Medikament hergestellt werden kann. Ist der Alphastrahler zu langlebig, bleibt die Strahlungsquelle länger im Patienten als nötig und verursacht Schäden an gesunden Zellen.

Vielversprechender Kandidat Actinium-225

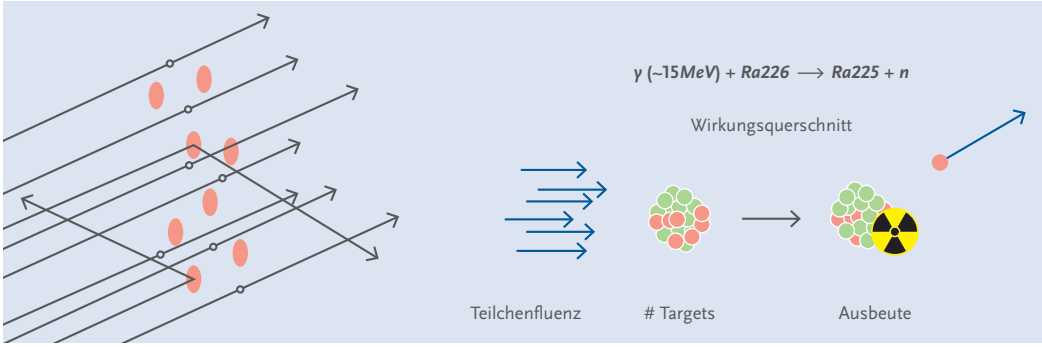
Durch diese Einschränkungen gibt es unter den Alphastrahlern nur wenige geeignete Kandidaten. Einer davon ist Actinium-225. Erstmals im Jahre 2016 wurden zwei Patienten, welche unter fortgeschrittenem Prostatakrebs litten, mit Ac-225 behandelt. Das krebsspezifische Molekül PSMA (Prostata Spezifisches Membran-Antigen) bindet an die Tumorzellen, der angehängte Alphastrahler Ac-225 zerstört sie.

Diese experimentelle Behandlung in frühen Studien mit Prostatakrebspatienten zeigte in beiden Fällen eine vollständige Rückbildung der Karzinome und Metastasen. Seither wurden mehrere grösser angelegte vorklinische Studien mit ähnlichen Resultaten durchgeführt. Diese Studien stossen aber auf ein Problem, nämlich die geringe Verfügbarkeit von Actinium-225.

Photonukleare Produktionsroute

Abgesehen von winzigen Mengen, die in der Natur aus der Zerfallskette (aus Uran) stammen, ist Actinium-225 vollständig synthetisch. Als Tochternuklid von Uran-233 kann es zwar aus Reaktorabfällen isoliert werden, aufgrund der grossen Halbwertszeit von Uran-233 (159 200 Jahre) ist seine Verfügbarkeit weltweit jedoch limitiert und kann die heutige Nachfrage nicht decken.

Eine Alternative stellt die photonukleare Produktion dar. Der Vorteil dieser Methode liegt in der vergleichsweise einfachen Handhabung des Bestrahlungsmaterials (Target) und der Verfügbarkeit eines Elektronenbeschleunigers, der hochenergetische Gammastrahlung erzeugt. Bei diesem Vorgang wird Radium-226 mit hochenergetischen Gammastrahlung bestrahlt und angeregt. Bei der daraus entstehenden Resonanz im Atomkern, verlässt ein Neutron den Atomkern. Dadurch entsteht Radium-225, welches dann innerhalb von 9 Tagen zu dem gewünschten Actinium-225 zerfällt.



4: Der Wirkungsquerschnitt bezeichnet das Mass für die Wahrscheinlichkeit, dass die gewünschte Reaktion stattfindet.

Kern-Kompetenz: Wirkungsquerschnitt bestimmen

Die photonukleare Produktionsroute ist vielversprechend – jedoch kaum erforscht. So wurde zum Beispiel die Ausbeute des resonanten Prozesses (und damit der Wirkungsquerschnitt) bis heute nur abgeschätzt. Der Wirkungsquerschnitt ist wichtig, denn er bezeichnet in diesem Fall das Mass für die Wahrscheinlichkeit, dass die gewünschte Reaktion, zwischen der einfallenden Gammastrahlung und dem Target, stattfindet. Der Elektronenbeschleuniger des METAS spielt dabei eine zentrale Rolle, weil er die benötige Gammastrahlung (indirekt) erzeugen kann.

Elektronen zu Gammastrahlung

Treffen die hochenergetischen Elektronen des Beschleunigers beispielsweise auf Gold, erzeugen sie während des Bremsvorgangs Gammastrahlung. Diese sogenannte Bremsstrahlung erzeugt ein charakteristisches Energiespektrum, abhängig von der Energie der eintreffenden Elektronen.

Um eine Wirkungsquerschnitt-Messung durchzuführen, muss die Anzahl der Elektronen, die Gammastrahlen erzeugen, genau gemessen werden. Deshalb wurde der bestehende Messaufbau am Beschleuniger erweitert. Weiter wurde mit Hilfe von Monte-Carlo Simulationen das Gammastrahlungsfeld exakt bestimmt. Mit dem bestehenden Aufbau, welche für dosimetrische Messungen ausgelegt ist, wuden die Simulationen verifiziert. Weiter wurde zur Validierung der gesamten Messmethode die Wirkungsquerschnitte von Gold und Tantalum vermessen und damit die Grundlage gelegt, die Messung des unbekannten Wirkungsquerschnitts von Radium-226 zu Radium-225 zu bestimmen.

Grundlagen der Radionuklidproduktion

Um Wirkungsquerschnitte zu vermessen und erste kleine Mengen Actinium-225 für Forschungszwecke zu produzieren, eignet sich der Elektronenbeschleuniger des METAS hervorragend. Um aber genügend Actinium-225 für die Krebsbehandlung herzustellen, wird eine deutlich leistungsstärkere Maschine benötigt, die Bremsstrahlung im Bereich von 100 kW erzeugt, anstatt des aktuellen Kilowatts am METAS.

Eine technologische Hürde hierbei ist der Bremsstrahlungskonverter, der einen Grossteil der Leistung als Wärme abführen muss. Dafür wird im weiteren Verlauf des Projekts ein Teststand aufgebaut, mit dem Prototypen des Bremstrahlungskonverters getestet werden. So werden am METAS, zusammen mit den Projektpartnern der Universität Bern im Rahmen des PHOR-Sinergia-Projekts des Schweizer Nationalfonds ebendieser Prozess untersucht und die Grundlagen gelegt, um in Zukunft für Krebspatienten und -patientinnen den ungedeckten medizinischen Bedarf an Actinium-225 zu decken.

Literatur

[1] https://www.krebsliga.ch/ueber-krebs/zahlen-fakten/

Kontakt:
Dr. Matthias Lüthi, Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Labor Ionisierende Strahlung
matthias.luethi@metas.ch
+41 58 387 05 01

Des nucléides pour des applications médicales sur mesure

La médecine nucléaire a depuis longtemps déjà recours à des éléments radioactifs à des fins diagnostiques, par exemple avec l'isotope du fluor ^{18}F pour la tomographie par émission de positons (TEP). Jusqu'à présent, les médecins ne disposaient que d'un choix limité de radioisotopes à usage thérapeutique. Les progrès réalisés en médecine, biologie et physique offrent de nouvelles possibilités aux plus de 42 000 personnes qui, chaque année et en Suisse seulement, se voient diagnostiquer un cancer.

À cet égard, l'émetteur alpha actinium 225 laisse entrevoir un espoir. Sa demi-vie de 10 jours est idéale, mais sa disponibilité, très limitée. Hormis quelques infimes quantités provenant naturellement de la chaîne de désintégration, l'actinium 225 est entièrement synthétique. Le procédé de fabrication par rayonnement gamma est certes prometteur, mais fait l'objet de peu de recherches.

L'accélérateur d'électrons de METAS joue à cet égard un rôle capital, car il est en mesure de générer le rayonnement gamma dur requis et d'analyser les processus de résonance nucléaire (section efficace). La section efficace est importante car elle désigne en l'espèce la valeur de la probabilité de survenance de la réaction souhaitée entre le rayonnement gamma entrant et la cible.

Dans le cadre du projet PHOR-Sinergia du Fonds national suisse, METAS effectue des recherches, en collaboration avec l'Université de Berne, sur les principes métrologiques et sur l'amélioration de la méthode de production. L'objectif est de parvenir à répondre aux besoins médicaux non couverts en actinium 225 pour le traitement des patientes et patients atteints du cancer.

I nuclidi per applicazioni mediche su misura

La medicina nucleare si serve già da tempo di elementi radioattivi a scopi diagnostici, ad esempio con l'aiuto dell'isotopo del fluoro F-18 nella tomografia a emissione di positroni (PET). Tuttavia, finora i medici avevano a disposizione solo una scelta limitata di radioisotopi per le applicazioni terapeutiche. I progressi compiuti in medicina, biologia e fisica consentono alle oltre 42 000 persone che ogni anno sono colpite dal cancro solo in Svizzera di avere più possibilità.

E una delle maggiori fonti di speranza è l'attinio-225, emettitore di particelle alfa. Il suo tempo di decadimento (10 giorni) è ideale, ma la sua disponibilità è minima. Al di là di quantitativi limitatissimi che hanno origine naturale dalla catena di decadimento, l'attinio-225 è totalmente sintetico. Il procedimento produttivo tramite raggi gamma è molto promettente, ma finora è stato analizzato pochissimo.

Da questo punto di vista, l'acceleratore di elettroni del METAS svolge un ruolo importante, perché è in grado di produrre i raggi gamma duri necessari e di analizzare i processi tramite risonanza nel loro nucleo (sezione d'urto). La sezione d'urto è rilevante perché in questo caso è il termine di paragone per determinare le probabilità che si verifichi la reazione desiderata tra la radiazione gamma applicata e il target.

Nell'ambito del progetto PHOR-Sinergia del Fondo nazionale svizzero, il METAS studia insieme ai suoi partner progettuali dell'Università di Berna basi metrologiche e metodi di produzione migliorati, oltre ad aiutare a coprire le carenze di disponibilità di attinio-225 per i pazienti oncologici.

Made-to-measure nuclides for medical applications

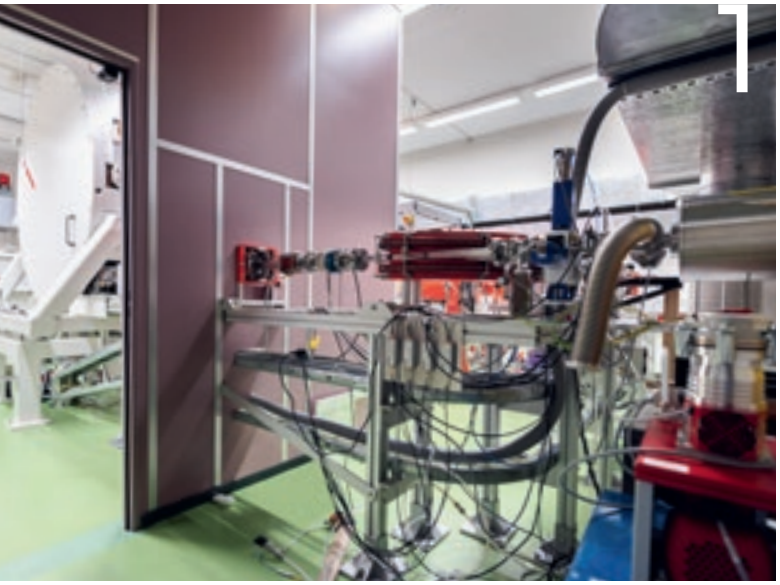
Nuclear medicine has long used radioactive elements for diagnostic purposes. A good example is the fluorine-18 isotope in positron emission tomography (PET). Until now, however, only a limited set of radioisotopes was available to the medical community for therapeutic applications. Due to advances in medicine, biology and physics, new possibilities are being created that can help people who are diagnosed with cancer, including over 42 000 persons every year in Switzerland alone.

One ray of hope is provided by the alpha emitter actinium-225. Its half-life of ten days is ideal, but the availability is very limited. Apart from minute quantities that arise naturally from the decay chain, actinium-225 is entirely synthetic. A production approach using gamma radiation appears highly promising, but it has hardly been researched.

The electron accelerator at METAS is playing a key role because it can produce the necessary hard gamma rays and be used to investigate resonant processes in the nucleus (cross section). The cross section is important because in this case it serves as a measure of the probability that the desired reaction takes place between the incident gamma rays and the target.

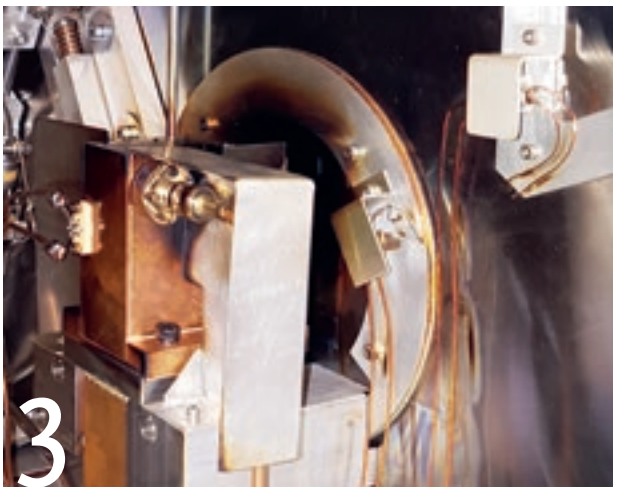
As part of the Swiss National Science Foundation's Sinergia project PHOR, METAS is researching the underlying metrological principles as well as an improved production method in cooperation with its project partners at the University of Bern. This is helping to meet the high medical demand for actinium-225 on behalf of cancer patients.

Elektron. Gammastrahlung. Element.
Électron. Rayonnement gamma. Élément.



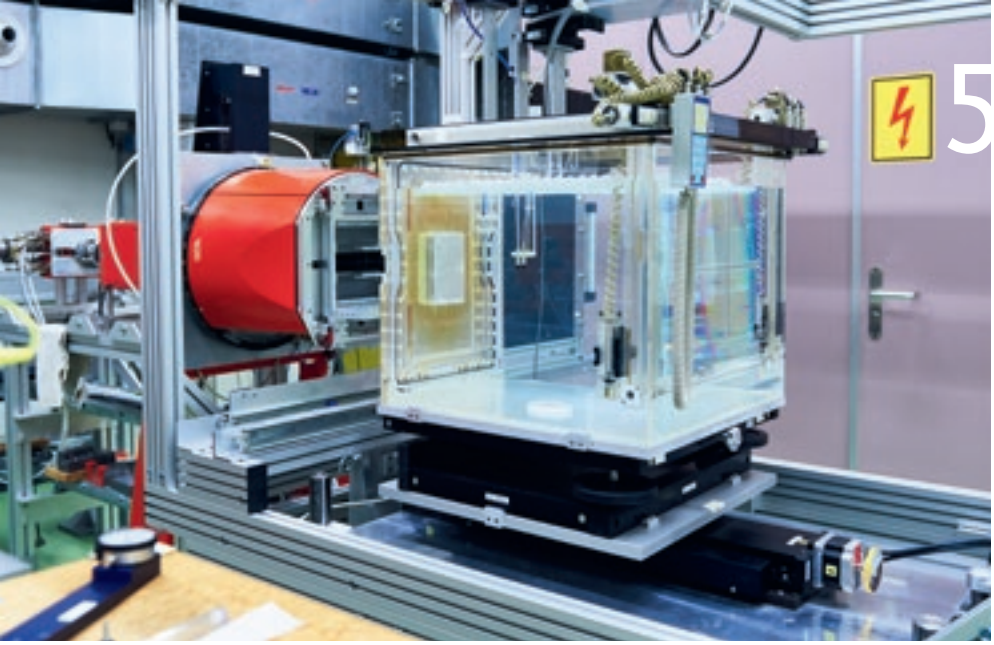
1: Der Mikrotron (links) kann Elektronen auf einen Bruchteil der Lichtgeschwindigkeit beschleunigen. Die hochenergetischen Elektronen können direkt zur Kalibrierung verwendet oder mit Hilfe eines Bremsstrahlungskonverters in Gammastrahlung umgewandelt werden. | *Le microtron (à gauche) peut accélérer des électrons à une fraction de la vitesse de la lumière. Les électrons à haute énergie peuvent être utilisés directement pour l'étalonnage ou être convertis en rayon gamma à l'aide du rayonnement continu de freinage.*

2: Am Ursprung glüht ein Heizdraht im Vakuum und entlässt aufgrund der hohen Temperatur Elektronen. Im Resonator beschleunigt sie ein elektrisches Feld. Innerhalb des Beschleunigers zwingt ein magnetisches Feld die Elektronen auf eine Kreisbahn. | *Au début, un fil chauffant rougeoie sous-vide et émet des électrons en raison de la forte température ambiante. Un résonateur les accélère en les faisant passer par un champ électrique. Dans l'accélérateur, un champ magnétique force les électrons à effectuer un circuit.*

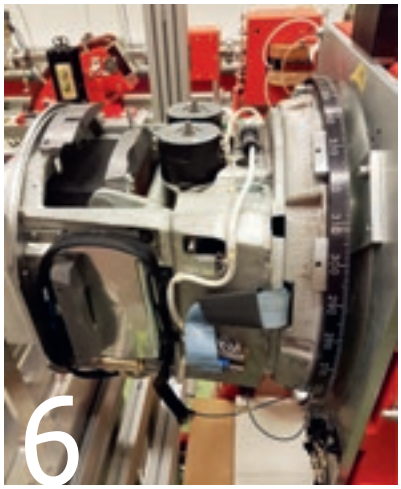


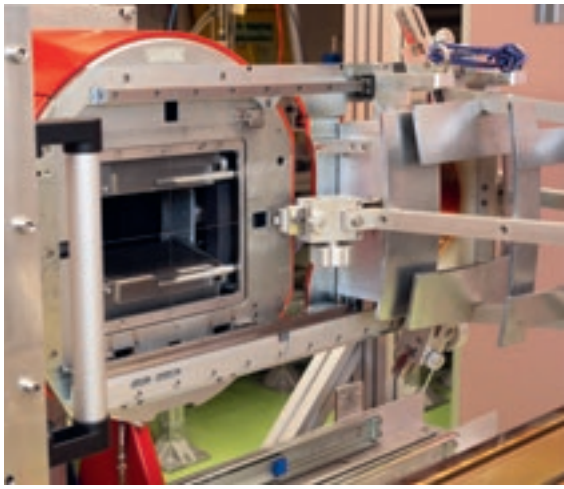
3: Nach einigen Umdrehungen, mit zunehmender Radien und Energien, werden die Elektronen aus dem Beschleuniger geleitet. Ein spezielles Mu-Metall schirmt das Magnetfeld ab, so dass die Elektronen geradeaus und unterhalb des Resonators aus dem Beschleuniger fliegen. | *Après plusieurs tours, effectués en augmentant le rayon et l'énergie, les électrons sont guidés hors de l'accélérateur. Un mu-métal spécial protège le champ magnétique de manière à ce que les électrons sortent de l'accélérateur en ligne droite et au-dessous du résonateur.*

4: Elektromagnete lenken und fokussieren den Elektronenstrahl in die gewünschte Richtung. | *Des aimants dirigent et focalisent le faisceau d'électrons dans la direction souhaitée.*

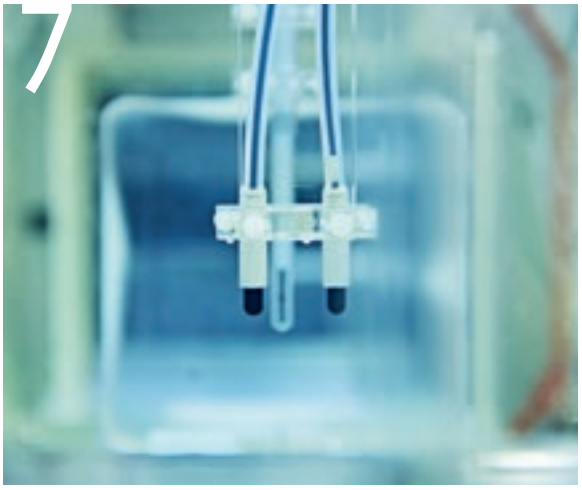


5: Der Elektronenstrahl trifft auf ein ca. 2 mm dickes Goldplättchen. Dieser sogenannte Bremsstrahlungskonverter wandelt Elektronen in hochenergetische Gammastrahlung um, mit der Ionisationskammern im Wasserphantom bestrahlt werden. | *Le faisceau d'électrons atteint une plaquette d'or de 2 mm d'épaisseur environ. Ce convertisseur à rayonnement continu de freinage convertit les électrons en rayons X à haute énergie avec lesquels des chambres d'ionisation sont irradiées dans le fantôme d'eau.*





6: Die Form der Strahlung kann mit Kolimatoren aus Wolfram eingestellt werden. | *La forme du rayonnement peut être paramétrée au moyen de collimateurs en tungstène.*



7: Mit Ionisationskammern wird die Stärke des Strahlungsfelds gemessen, hier sind zwei Monitorkammern hinter einer Testkammer angebracht. Der Messaufbau befindet sich in Wasser um den Körper eines Patienten zu simulieren. | *Des chambres d'ionisation permettent de mesurer l'intensité du champ de rayonnement; ici, deux chambres d'ionisation moniteurs sont montées derrière une chambre-test. La structure de mesure est placée dans l'eau pour simuler le corps d'un patient.*

8: Jedes Jahr werden mit dem Beschleuniger, hier der Steuerungsteil, Dosimeter aus Spitälern aus der ganzen Schweiz geeicht. | *Chaque année, l'accélérateur (ici le module de commande) étalonne des dosimètres d'hôpitaux de toute la Suisse.*

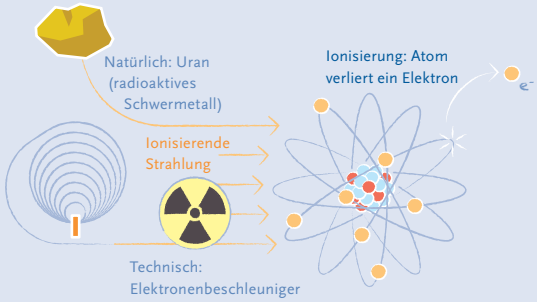
Elektronenbeschleuniger am METAS

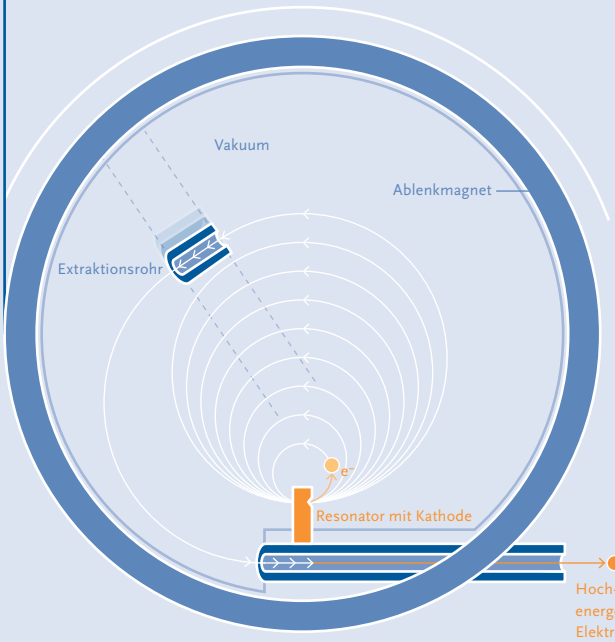
IONISIERENDE STRAHLUNG

Der Elektronenbeschleuniger am METAS beschleunigt Elektronen so stark, dass sie Materie durchdringen und Atome ionisieren können.

Nebst den natürlichen Quellen (wie Uranerz) wird ionisierende Strahlung von Menschen erzeugt und etwa für die Eichung von Therapiedosimetern und zur Synthese von Radionukliden verwendet.

Die Medizin nutzt ionisierende Strahlung für diagnostische sowie therapeutische Zwecke.



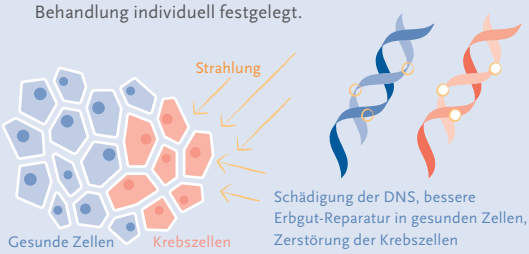


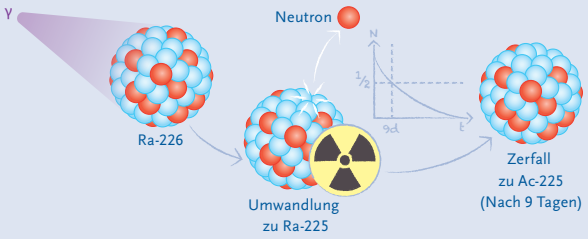
Prinzip Mikrotron M22
Eine Kathode setzt Elektronen frei, die in einem elektromagnetischen Feld beschleunigt werden. Ein Magnet zwingt die Elektronen auf Kreisbahnen. Ihre Energie nimmt bei jedem Durchlaufen der Beschleunigungsstrecke im Resonator um einen gleichen Betrag zu. Die Elektronen mit der gewünschten Energie werden mit dem Extraktionsrohr hinaus gelenkt.

Bremsstrahlungskonverter
Gammastrahlung (γ) entsteht, indem hochenergetische Elektronen auf eine Goldfolie treffen.

STRAHLENTHERAPIE

In der Strahlentherapie werden Krebszellen im Patienten gezielt ionisierender Strahlung ausgesetzt und so abgetötet. Die Art der Strahlung sowie deren Energie und Menge wird für jede einzelne Behandlung individuell festgelegt.



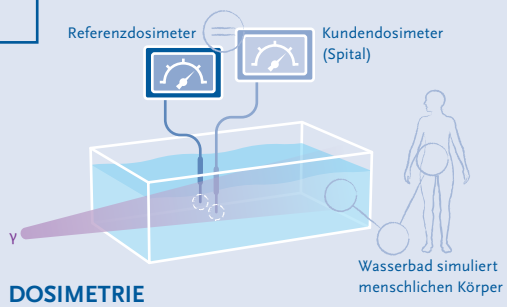


SYNTHESE VON NEUEN ELEMENTEN

Hat Gammastrahlung genügend Energie, kann sie Atomkerne zur Resonanz bringen. Bei diesem Vorgang verlässt ein Neutron den Atomkern und neue (Isotope) und Elemente entstehen.

Auf diese Weise wird Radium-226 mit Hilfe der Gammastrahlung in Radium-225 umgewandelt, diese Zerfällt wiederum zum gewünschten Actinium-225.

Actinium-225 ist ein vielversprechender Alphastrahler für die Krebstherapie. Da Ac-225 nur in winzigen Mengen in der Natur vorkommt, wird mit dem Elektronenbeschleuniger am METAS die bis anhin wenige erforschte Produktionsroute untersucht.



DOSIMETRIE

Damit die Strahlentherapie für die Patienten sicher und effizient durchgeführt werden kann, ist das Messen der Strahlungsmenge (Dosimetrie), zentral. Dosimeter im klinischen Betrieb sind eichpflichtig. Das METAS eicht die Dosimeter der Spitäler alle vier Jahre.

www.metas.ch

Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS

Illustration: Nadja Stadelmann

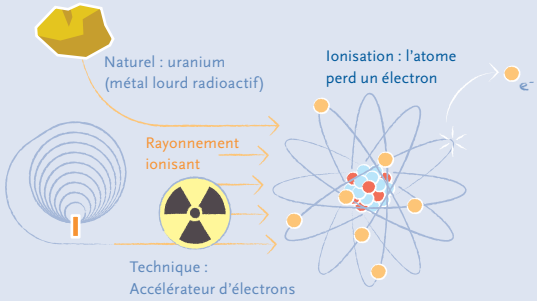
Accélérateur d'électrons à METAS

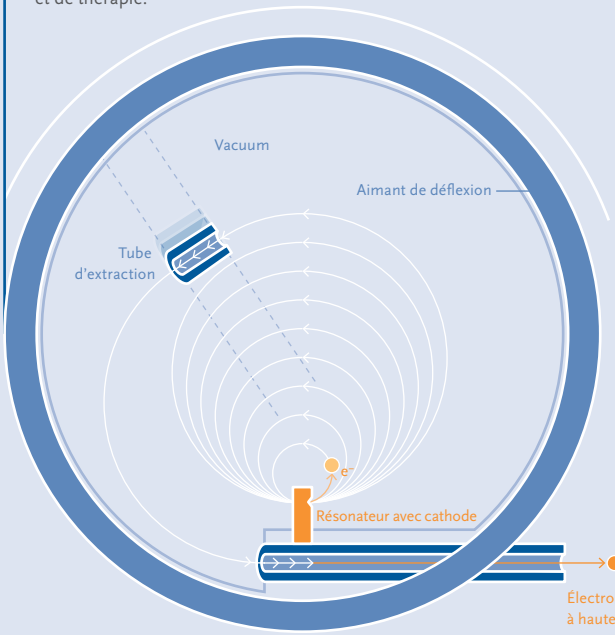
RAYONNEMENT IONISANT

L'accélérateur d'électrons de METAS accélère les électrons suffisamment fort pour qu'ils puissent pénétrer la matière et ioniser des atomes.

Outre les sources naturelles (comme le minerai d'uranium), les rayonnements ionisants sont générés par l'être humain et utilisés, par exemple, pour l'étalonnage de dosimètres de radiothérapie et pour la synthèse des radionucléides.

La médecine utilise les rayonnements ionisants à des fins de diagnostique et de thérapie.

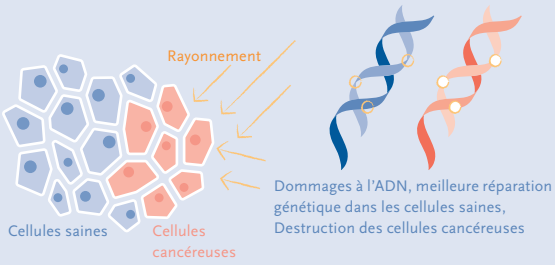




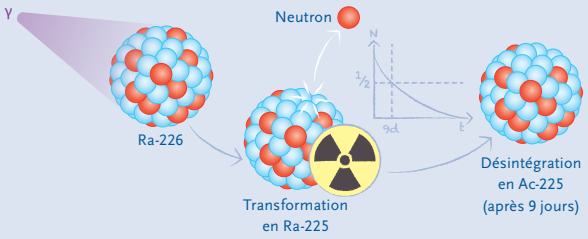
Principe du microtron M22
Une cathode libère des électrons qui sont accélérés dans un champ électromagnétique. Un aimant contraint les électrons à suivre une trajectoire circulaire. Leur énergie augmente d'une quantité égale à chaque fois qu'ils parcourent la distance d'accélération dans le résonateur. Les électrons ayant l'énergie désirée sont dirigés vers l'extérieur par le tube d'extraction.

RADIOTHERAPIE

En radiothérapie, les cellules cancéreuses du patient sont exposées à des rayonnements ionisants et sont ainsi tuées. Le type de rayonnement ainsi que son énergie et sa quantité sont déterminés individuellement pour chaque traitement.



Bremsstrahlungskonverter
Le rayonnement gamma (γ) est produit lorsque des électrons de haute énergie frappent une feuille d'or.

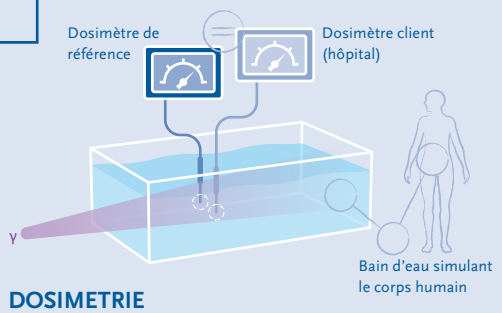


LA SYNTHÈSE DE NOUVEAUX ÉLÉMENTS

Si le rayonnement gamma a suffisamment d'énergie, il peut faire entrer en résonnance les noyaux atomiques. Au cours de ce processus, un neutron quitte le noyau atomique et de nouveaux (isotopes) et éléments sont créés.

Ainsi, grâce à des rayons gamma, le radium-226 est transformé en radium-225, qui se désintègre à son tour en actinium-225.

L'actinium-225 est un émetteur alpha prometteur pour le traitement du cancer. Comme l'Ac-225 n'existe qu'en quantités infimes dans la nature, l'accélérateur d'électrons de METAS est utilisé pour étudier un moyen de production qui a été peu explorée jusqu'à présent.



DOSIMETRIE

Pour que la radiothérapie soit effectuée de manière sûre et efficace pour les patients, la mesure de la quantité de rayonnement (dosimétrie) est essentielle. Les dosimètres utilisés cliniquement sont soumis à un étalonnage. METAS étalonne les dosimètres des hôpitaux tous les quatre ans.

www.metas.ch

Institut fédéral de métrologie METAS

Illustration: Nadja Stadelmann

Zuverlässigkeit der chemischen und biologischen Resultate quantifizieren

Auf den Ergebnissen quantitativer chemischer, vermehrt auch biologischer Analysen, basieren viele relevante Entscheidungen. Deshalb ist es wichtig, die Qualität der Resultate zu kennen, das heisst, deren Zuverlässigkeit zu quantifizieren.

Bernhard Niederhauser, Du und Deine Kollegen und Kolleginnen haben dieses Jahr erstmals einen neuen Kurs zur Messunsicherheit in der analytischen Chemie und Biologie gegeben. Um was geht es da?

Wir präsentieren die zur Verfügung stehenden Werkzeuge der Messunsicherheits-Analyse für die Chemie und Biologie. Wir wollen die Teilnehmenden befähigen, ihren eigenen Messprozess zu untersuchen und damit die Messunsicherheit auszudrücken. Es ist wichtig, am Schluss ein glaubwürdiges Resultat zu vermitteln.

Für wen ist dieser Kurs gedacht?

Der Kurs ist vor allem für Verantwortliche und ihre Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen aus chemischen analytischen, aber auch aus biologischen Labors ausgelegt. Also, für alle jene, die ihre Messprozesse bezüglich Messunsicherheiten einschätzen können wollen. Sei es, weil die Akkreditierung das verlangt, sei es aber auch aus Interesse bezüglich den Verbesserung von Messprozessen.

Was lernen die Teilnehmer im Kurs?

Der Kurs beginnt mit allgemeinen Konzepten und der Terminologie der Messunsicherheit, damit alle auf dem gleichen Detailstand sind. Dann werden vor allem Fallbeispiele diskutiert, und zwar von der Gasanalytik über die Spurenanalytik von Schadstoffen in Lebensmittel bis zur quantitativen digitalen PCR-Methode in der Biologie. Das ist etwa die Bandbreite an Beispielen, der wir bieten können. Das gibt schon eine rechte Varianz von verschiedenen Messgrössen, Herangehensweisen und auch Messunsicherheitsbudgets, die am Schluss herauskommen.

Warum ist die Messunsicherheit wichtig?

Als erstes muss man vielleicht erwähnen, dass die sogenannte Abschätzung der Messunsicherheit keine exakte Wissenschaft ist. Da gibt es immer verschiedene Wege zu einem Budget. Das Budget kann auch unterschiedlich komplex, beziehungsweise auf verschiedenen Niveaus der Detaillierung ausfallen und das hat natürlich einen direkten Einfluss auf den Aufwand, den man zur Ermittlung von Messunsicherheiten betreiben muss. Das Bestimmen der Messunsicherheit trägt zur Glaubwürdigkeit von Messresultaten bei. Das hat die Physik schon lange im Handel und in der Industrie in Erfahrung gebracht. Die Chemie und Biologie ist dabei zu entdecken, dass zuverlässige Messresultate eben auch letztendlich günstige Messresultate sind, weil man sie nicht immer wiederholen muss.

Wie war das Feedback des ersten Kurses?

Das Feedback war positiv. Vor allem was die Breite der verschiedenen Beispiele anbelangt. Wir wollen noch praxisrelevanter und noch anwendbarer werden. Aus diesem Grund planen wir, weniger Fallbeispiele zu präsentieren, dafür noch mehr auf Übungen zu setzen und in Zukunft allenfalls ein konkretes Beispiel von Teilnehmenden im Dialog gemeinsam zu bearbeiten und zu entwickeln.

Der nächste Kurs (Messunsicherheit in der analytischen Chemie und Biologie) findet statt am 30.–31. August 2022.

Weitere Informationen und Hinweise zur Anmeldung finden Sie auf unserer Internetseite (www.metas.ch/kurs).
Für zusätzliche Informationen zum Kursangebot wenden Sie sich an: sekretariat@metas.ch oder Telefon 058 387 01 11

Vous trouverez d'autres renseignements et remarques sur l'inscription sur notre site Internet (www.metas.ch).
Pour tout complément d'information sur l'offre de cours, veuillez vous adresser à: sekretariat@metas.ch ou au 058 387 01 11

« Il faut mentionner que l'estimation de l'incertitude n'est pas une science exacte. »

Quantifier la fiabilité des résultats chimiques et biologiques

De nombreuses décisions importantes sont fondées sur les résultats d'analyses quantitatives chimiques et, de plus en plus, biologiques. Il est donc important de connaître la qualité des résultats, c'est-à-dire de quantifier leur fiabilité.

Céline Pascale, pour la première fois, METAS a donné cette année un nouveau cours sur l'incertitude de mesure en chimie et biologie. De quoi s'agit-il?
Pendant ce cours, il s'agit de présenter les outils disponibles et de partager les connaissances de METAS en termes d'incertitude de mesure et d'amélioration des processus de mesure.

À qui s'adresse ce cours?
Le cours d'incertitude en chimie et biologie est destiné principalement aux responsables des laboratoires de chimie et biologie ainsi qu'aux collaborateurs de ses laboratoires. Il s'agit vraiment de leur donner les outils et de leur montrer les procédures pour estimer l'incertitude de mesure dans les méthodes d'analyse.

Qu'apprennent les participants au cours?
Tout d'abord le cours commence par un rappel général sur la terminologie et les principes de base d'estimation de l'incertitude pour que tout le monde soit au même niveau. Ensuite on prend surtout des exemples pratiques largement utilisés dans ce type de laboratoire. Ces exemples sont variés, de l'analyse de gaz dans l'air ambiant, à la mesure du pH en passant par les méthodes d'analyse PCR. Ainsi on a une palette très large d'applications.

Pourquoi est-ce important?
Il faut mentionner que l'estimation de l'incertitude n'est pas une science exacte. Il y a plusieurs chemins pour y arriver. La complexité d'un bilan d'incertitude peut être très différente et cela a une influence direct sur le temps investi. L'incertitude de mesure permet plusieurs choses: Avant tout cela augmente la crédibilité d'un résultat. C'est-à-dire qu'au lieu de devoir mesurer plusieurs fois le même paramètre, on aura seulement un résultat, mais avec une incertitude bien définie. C'est utile typiquement pour les audits ou pour l'accréditation ou encore pour l'amélioration continue des processus. Grâce à cela, on va pouvoir se focaliser sur certains paramètres signficatifs lorsqu'on aura estimé l'incertitude du processus et donc on pourra améliorer ces paramètres en priorité.

Comment était le premier cours?
Le premier cours s'est bien passé, on a reçu un bon feedback. La critique la plus courante était qu'on avait peut-être presque trop d'exemples. Ce qu'on va faire pour la prochaine fois, c'est qu'on va réduire le nombre d'exemples et pourquoi pas proposer aux participants d'amener des exemples de leur domaine qu'on pourrait travailler ensemble. De plus on va proposer plus d'exercices pratiques et moins de théorie pour avoir quelque chose de plus équilibré. Ce premier cours a été donné en allemand parce qu'une grande partie de notre clientèle est germanophone, mais on va aussi le proposer en français, peut-être pour l'année prochaine.

Dynamische Gasflussmessungen mit Kolbennormalen

Kolbennormale sind bei volumetrischen Flussmessung von Gasen im kleinen und mittleren Durchflussbereich nach wie vor Stand der Technik. Deshalb erweiterte das Labor für Durchfluss- und Hydrometrie seine Kolbenmessanlage auf drei neue Betriebsarten. Damit ermöglicht es die Kalibrierung von kritisch betriebenen Venturidüsen oder von Instrumenten, die bei Drücken von mehreren Bar arbeiten.

Martin Tschannen

Wieviel Methan entsteht in der Biogasanlage, entspricht die Menge Wasserstoff den Vorgaben des chemischen Prozesses und ist der Anteil Sauerstoff in Beatmungsgeräten richtig eingestellt? In der Chemie-, Pharma-, Prozessindustrie und Umweltmetrologie steigt die Nachfrage nach genau messbaren und rückführbaren Durchflüssen. Als Messgeräte der tendenziell immer kleiner werdenden Flüsse dienen oft Massendurchflussregler (Mass flow controller, MFC) und Massendurchflussmesser (Massflow-Meter, MFM) sowie kritisch betriebene Venturi-Düsen.

Damit diese Messgeräte genau stimmen, werden sie mit Kolbennormalen zuverlässig kalibriert. Kolbennormale sind bei der hochgenauen volumetrischen Flussmessung von Gasen nach wie vor Stand der Technik. Denn volumetrisch heisst auch unabhängig von der Gasart und den meisten Einflussfaktoren wie: Viskosität, Dichte, Wärmekapazität oder – bei feuchter Luft – Wasserdampfanteil. Im Gegensatz dazu sind bei anderen Messverfahren (z.B. kalorimetrische, oder Wirkdruckverfahren) die erwähnten Einflussfaktoren von zentraler Bedeutung und deren Auswirkungen oft nur schwer zu erfassen. Aus diesen Gründen setzt das Labor für Durchfluss- und Hydrometrie u.a. auf die Kolbenmessanlage und erweiterte diese mit neuen Betriebsarten. In der Vergangenheit konnte der Messplatz nur bei niedrigen Drücken von einigen zehn Millibar in einem einzigen Modus – dem Auspressen von Luft – arbeiten.

Die beiden METAS-Kolbennormale (6.5 L resp. 180 L) zusammen decken einen Durchflussbereich von zwei Millilitern bis 330 Litern pro Minute ab. Diese beeindruckende Dynamik von 1:165 000 ist nicht zuletzt hochmodernen Servo-Antrieben und spielfreien Getrieben zu verdanken, welche die im Aussendurchmesser kalibrierten Kolben im Zylinderraum auf- und abbewegen. Das dabei freigegebene – oder verdrängte – Volumen, welches auch den Prüfling durchströmt, wird mittels Wegmessung bestimmt und kann bei der Kalibrierung anschliessend mit der Prüflingsanzeige verglichen und damit die Messabweichung bestimmt werden.

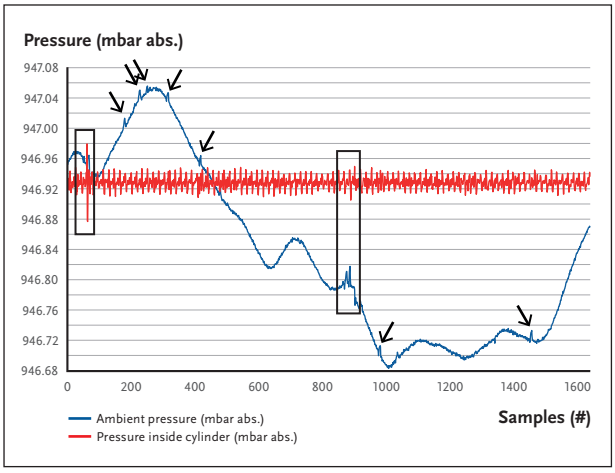
1: Ein Massendurchflussregler (Mass flow controller, MFC) regelt einen Massenstrom auf einen Sollwert und kann mit Kolbennormalen kalibriert werden.

Kolben regelt dynamisch

Seit Kurzem kann der Messplatz in drei weiteren Betriebsarten arbeiten, von denen zwei druckgeregelt sind. Die Messmöglichkeiten wurden dadurch massiv erweitert und erlauben nun auch die Kalibrierung von Venturidüsen im kritischen Betrieb

Übersicht über die METAS-Kolbennormale

Nutzbares Messvolumen	6.5 L	180 L
Durchflussbereich L/min	0.002 bis 6	0.1 bis 330
Messunsicherheit (k = 2)	0.15 % im Durchflussbereich von (0.002 bis 0.100) L/min 0.068 % im Durchflussbereich von (0.002 bis 0.100) L/min	0.068 % über den ganzen Bereich
Einsetzbare Gase	Ausser Helium alle inerten, nicht explosiven Gase	



2: Die Grafik zeigt den vom Umgebungsdruck entkoppelten Innendruck im Zylinderraum. Die Bandbreite beträgt maximal 4 Pa (0.04 mbar).

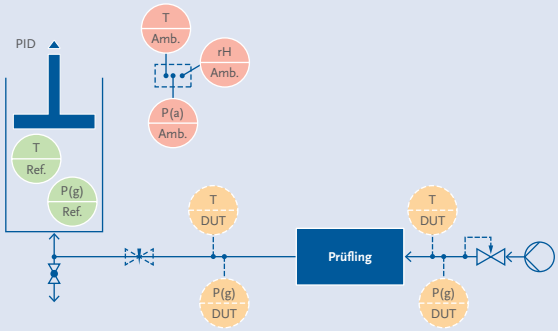
oder von Instrumenten, die bei Drücken von mehreren Bar arbeiten. Bei der Verwendung von kritisch betriebenen Venturidüsen nutzt man den physikalischen Effekt, dass bei Erreichen eines kritischen Druckverhältnisses zwischen Ein- und Ausgang der Düsen im Düsenhals Schallgeschwindigkeit herrscht. Die Schallgeschwindigkeit kann im Düsenhals auch bei Drücken oberhalb des kritischen Druckverhältnisses nicht überschritten werden. Somit kann mit diesen Düsen ein sehr stabiler Volumenstrom eingestellt werden. Aufgrund ihrer Stabilität, Robustheit und Wiederholbarkeit werden solche Düsen von akkreditierten Kalibrierlabors und Eichstellen häufig als Referenzstandards verwendet. Umfangreiche Anpassungen der Software lassen neu, nebst dem herkömmlichen Ausblasen bzw. Einsaugen von feuchter Luft, auch die Kalibrierung von Prüflingen zu, die selbst eine Flussquelle- oder Senke darstellen. Zu den Quellen zählen MFC, Venturidüsen (im bedruckten Betrieb) sowie Geräte, welche eine Pumpe eingebaut haben z.B. Gasverdünner. Senken sind kritisch betriebene Venturidüsen, (im Saugbetrieb) sowie Geräte, die eine Pumpe eingebaut haben, wie Luftkeimsammler. Für eine Kalibrierung wird die Fahrgeschwindigkeit der Kolben dynamisch während der Messzeit mit einem PID-Regelkreis geregelt. Beim Start der eigentlichen Messung wird der Gasdruck im Zylinderraum auf dem zu Beginn des Messvolumens aktuell herrschenden Umgebungsdrucks konstant gehalten. Damit werden – nebst weiteren positiven Auswirkungen – störende Effekte von wetterbedingten Luftdruckschwankungen eliminiert und damit längere Messzeiten ermöglicht.

Erfolgreiche Vergleichsmessungen

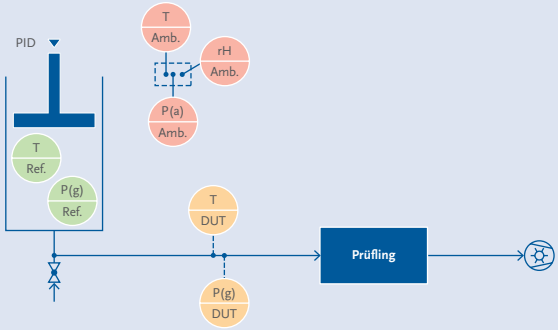
Das neue Verfahren mit motorisch angetriebenen und druckgeregelten Kolbennormale musste METAS-intern gegen etablierte Messverfahren antreten. Vergleichsmessungen mit quecksilbergedichteten, kalibrierten und mit einem interferometrischen Positionsmesssystem ausgestattete Glaskolben bestätigen die Effizienz und die Genauigkeitsanalyse der neuen Messmöglichkeiten. Als Transfernormale wurden sog. Molblocs (Messung des Druckabfalls über ein laminares Strömungselement) mit Stickstoff und einem Eingangsdruck von 3.0 bar verwendet. Ausserdem beweisen zahlreiche Validierungsmessungen – mit diversen anderen Gaszähler-Bauarten als Transfernormale – im Überlappungsbereich der beiden Kolbennormale sowie des grossen 10 m^3-Kubizierapparates des METAS die hohe Reproduzierbarkeit und Übereinstimmung der Messwerte in allen Betriebsmodi.

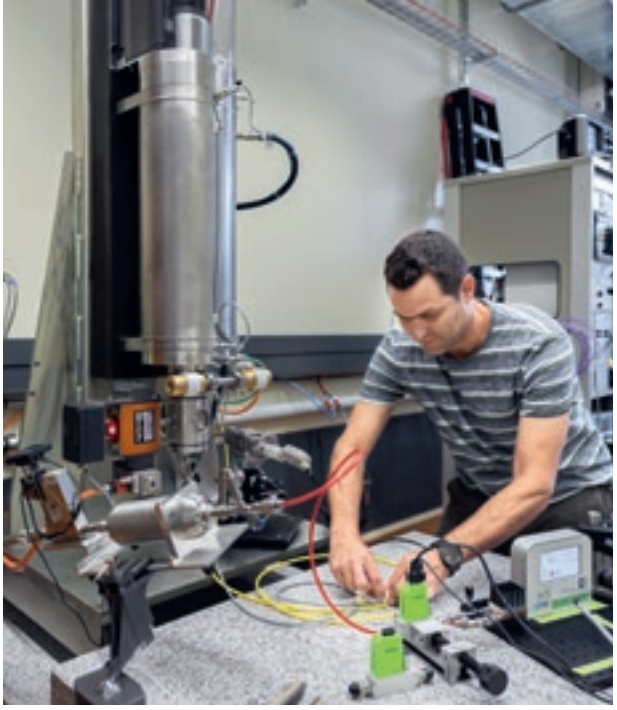
Die Anwendung im Detail

a) Prüflinge, welche selbst eine **positive Quelle** darstellen. Typisch: MFCs (Massflow-Controller) oder Prüfling welche einen grossen Druckabfall (> 15 mbar bei Q_{max}) erzeugen.
Aber auch kritisch betriebene Venturi-Düsen können auf diese Art kalibriert werden. Man spricht in diesem Fall von einer Mehrpunktkalibrierung im bedruckten Betrieb, d.h. die Bestimmung der druckabhängigen Düsenkennlinie.
Diese Art von Prüflingen werden mit dem vom Kunden gewünschten Test-Gas (alle inerten, nicht explosiven Gase und kein Helium) bedruckt. Das Test-Gas passiert den Prüfling und strömt anschliessend in das Kolbennormal ein.



b) Prüflinge, welche selbst eine **negative Quelle (Senke)** darstellen. Typisch: Kritisch betriebene Venturi-Düsen (betrieben mit feuchter Luft). Dazu wird eine Vakuumquelle an den Prüfling angelegt. Der vom Prüfling generierte und konstante Volumenfluss – (Öffnungsquerschnitt der Düse x Schallgeschwindigkeit) wird vom Kolbennormal entnommen und passiert anschliessend den Prüfling.





3: Das präzise Einstellen von Feinregulierventilen ist zurzeit noch arbeitszeitintensiv, wird aber demnächst mit entsprechender Hard- und Software automatisiert.

Erster Kundenauftrag mit kritisch betriebenen Venturi-Düsen

Die Kalibrierung von zwei sogenannten Düsengalerien konnte erfolgreich durchgeführt werden. Düsengalerien sind parallel verbaute Einzeldüsen, welche im Durchfluss in der Regel eine binäre Abstufung aufweisen. Im gemeinsamen Düsenvorhof wird mit den Stoffparametern Druck, Temperatur und relative Feuchte die Luftdichte am Düseneingang bestimmt. Ein akkreditiertes Labor hat unsere neuen Messmöglichkeiten genutzt: Die Ergebnisse der Kalibrierungen stimmen hervorragend mit den zuvor ermittelten Ergebnissen überein, mit dem zusätzlichen Vorteil einer noch geringeren Messunsicherheit. Dies ist insofern von Bedeutung, weil kritisch betriebene Venturi-Düsen bei korrekter Behandlung keiner mechanischer Abnutzung oder geometrischer Änderung unterliegen und daher auch über Jahre beinahe keine Drift zu erwarten ist. In diesem Fall mit insgesamt 12 zu kalibrierenden Düsen im nominellen Durchflussbereich von (0.17 bis 48) L/min. Die Düsen wurden im Saugbetrieb mit feuchter Luft (Labor-Raumluft) bei atmosphärischen Bedingungen (Umgebungsdruck am Düseneingang) sowie mit einer Druckabsenkung (Umgebungsdruck MINUS (50 bis 100) mbar am Düseneingang) kalibriert. Mit dieser 2-Punkt Kalibrierung lassen sich sowohl die Düsenkennzahl Qv,20,tr,1000 *(Lufttemperatur = 20 °C, Luftfeuchte = 0 %, Luftdruck = 1000 bar)* als auch der Korrekturfaktor CpE (Eingangsdruckabhängigkeit) bestimmen. Eine konservative Messunsicherheit von 0.10 % (mit k = 2) konnte für alle Messwerte ausgewiesen werden.

Verbesserte Messplatzsoftware und automatisierte Ansteuerung

Zurzeit sind Messungen in den druckgeregelten Modi immer noch arbeitszeitintensiv. Etwa das Setzen neuer Set-points an den Kundengeräten oder das präzise Einstellen von Feinregulierventilen für die Durchflussgenerierung verlangen das Beisein von Personal. Dieser manuelle Aufwand wird schrittweise durch die Implementierung der gängigsten Gerätetreiber für Kundengeräte in die Messplatzsoftware sowie durch automatisierte Ansteuerung vom MFCs für die Durchflussgenerierung verringert.

Weitere Vergleichsmessungen mit anderen NMIs, gerade in den kleinsten Durchflussbereichen, sind zeitnah geplant. Die grösste Schwierigkeit dabei ist – wie wohl sehr oft – die Findung und Charakterisierung von geeigneten und genügend stabilen Vergleichsnormalen.

4: Die 12-Venturi-Düsen wurden vor rund 5 Jahren bei der PTB in Braunschweig mit nahezu deckungsgleichen Ergebnissen gegenüber den Messwerten des METAS kalibriert.

Kontakt:
Martin Tschannen, Ing. FH
Technischer Experte, Labor Durchfluss- und Hydrometrie
martin.tschannen@metas.ch
+41 58 387 08 91

Mesures dynamiques des flux gazeux avec des étalons à piston

Quelle est la quantité de méthane générée dans une installation de biogaz? Le volume d'hydrogène correspond-il aux prescriptions liées au processus chimique? La part d'oxygène dans les respirateurs artificiels est-elle correctement réglée? La demande en flux gazeux pouvant être mesurés et tracés avec précision augmente dans les domaines de l'industrie et de la médecine. Des régulateurs de débit massique (mass flow controller MFC) et des débitmètres massiques (mass flow meter MFM), de même que des tubes de Venturi à écoulement critique sont souvent utilisés comme dispositifs de mesure.

Si ces appareils de mesure concordent précisément, ils peuvent être étalonnés de manière fiable grâce à des étalons à piston. Ceux-ci restent les instruments à la pointe de la technologie pour la mesure volumétrique hautement précise des flux gazeux. En effet, la qualification de volumétrique signifie également être indépendant du type de gaz et de la plupart des facteurs d'influence comme la viscosité, la densité, la capacité thermique ou la part de vapeur d'eau en cas d'air humide.

Les deux étalons à piston de METAS ont un volume de mesure utile de 6,5 l et 180 l et couvrent ensemble une plage de débit allant de 2 millilitres à 330 litres par minute. Depuis peu, la station de mesure peut travailler selon trois autres modes d'exploitation, dont deux sont régulés en pression. Les possibilités de mesure ont ainsi été considérablement étendues et permettent désormais également l'étalonnage de tubes de Venturi à écoulement critique ou d'instruments utilisés à des pressions de plusieurs bars.

La charge de travail manuel sera réduite à l'avenir, grâce notamment à l'implémentation de logiciels de places de mesure améliorés ou au pilotage automatisé des régulateurs de débit massique pour la génération de débit. De plus, il est également prévu de réaliser des mesures comparatives complémentaires avec d'autres instituts nationaux de métrologie.

Misurazioni dinamiche dei flussi di gas con campioni cilindrici

Quanto metano viene prodotto negli impianti a biogas? Il quantitativo di idrogeno corrisponde ai requisiti del processo chimico? La dose di ossigeno di un ventilatore polmonare è impostata correttamente? Nell'industria e nella medicina cresce l'esigenza di misurare esattamente e tracciare i flussi di gas. Come strumenti di misurazione si impiegano spesso regolatori e misuratori di portata massica (MFC e MFM), oltre a venturimetri.

Se è necessario che questi strumenti di misurazione corrispondano esattamente, è possibile tararli in maniera affidabile per mezzo di campioni cilindrici, che rappresentano oggi come ieri lo stadio tecnologico più avanzato per quanto riguarda la misurazione volumetrica ad alta precisione dei flussi di gas. Volumetrico significa infatti anche indipendente dal tipo di gas e dalla maggior parte dei fattori d'influenza, come viscosità, densità, capacità termica oppure, in presenza di aria umida, livello di vapore acqueo.

I due campioni cilindrici del METAS hanno un volume utile di misurazione di 6,5 l e 180 l e insieme coprono una gamma di flusso che va da 2 millilitri a 330 litri al minuto. Recentemente la stazione di misurazione è stata resa in grado di operare in tre nuove modalità operative, due delle quali sono regolate a pressione. Le possibilità di misurazione sono state così enormemente estese e consentono ora anche di calibrare venturimetri in attività critiche oppure strumenti che operano in presenza di pressioni di diversi bar.

In futuro gli sforzi manuali verranno ridotti, ad esempio con l'implementazione di un software migliorato per la stazione di misurazione, oltre che tramite la guida automatizzata di MFC per la generazione del flusso. Inoltre sono in programma ulteriori misurazioni comparative con altri istituti nazionali di metrologia.

Dynamic gas flow measurements with piston provers.

How much methane is produced in a biogas facility? Does a given quantity of hydrogen meet the requirements for a chemical process? Is the level of oxygen properly set in a ventilator? In both industry and medicine, there is growing demand for precisely measurable and traceable gas flows. Typical measuring devices include mass flow controllers (MFC), mass flow meters (MFM) and critically operated Venturi nozzles.

To ensure that these devices produce accurate results, they can be reliably calibrated using piston measurement standards. In the area of high-precision volumetric flow measurement for gases, piston measurement standards remain the state of the art. We should recall that the term «volumetric» also implies a measurement that is independent of the gas type as well as most influencing factors like the viscosity, density, thermal capacity and – in case of damp air – the share of water vapour.

The two METAS piston measurement standards have a usable measuring volume of 6.5 L and 180 L, respectively. Together, they cover a flow rate range from 2 mL to 330 L per minute. As of recently, the measuring station can be used in three further operating modes, two of which are pressure-controlled. Our measurement capabilities were thus greatly extended such that we can now also calibrate Venturi nozzles in critical operation as well as instruments operating at pressures of several bar.

The necessary manual effort will be reduced in future, e.g. by implementing improved test station software as well as through automated control of MFCs for flow generation. Further comparison measurements with other national metrological institutes are also in the planning stage.

Ladesäulen: Anforderungen praxisgerecht und europaweit einheitlich umsetzen

Die Nachfrage nach Elektroautos hat in den letzten Jahren stark zugenommen. Aus metrologischer Sicht bleiben noch einige Fragen offen, etwa wie Elektrizitätszähler in den Ladesäulen europaweit praxisgerecht harmonisiert werden sollen. Das Projektkonsortium LegalEVcharge setzt sich für harmonisierte Regelungen ein, um Handelshemmnisse und Mehraufwand für die Betreiber zu vermeiden.

Christian Mester

Der Marktanteil der Elektroautos wächst in ganz Europa zunehmend schneller. Um ihre Batterien zu laden, beziehen Elektroautos ihre elektrische Energie oft an öffentlichen Ladestationen. Deren Verfügbarkeit ist einer der wichtigsten Erfolgsfaktoren für die Verbreitung von Elektroautos. Trotzdem sind in vielen Ländern Europas, so auch in der Schweiz, Elektrizitätszähler, an Ladestationen für Elektrofahrzeuge, nicht dem Metrologierecht unterstellt [1]. Hintergrund ist, dass seinerzeit nur wenige Ladestationen in Betrieb waren und noch unklar war, welche technischen Lösungen sich als besonders zweckmässig durchsetzen würden.

Das öffentliche Interesse, dem Markt viel Freiheit zu lassen, um verschiedene Lösungen zu erproben, hat daher das öffentliche Interesse an einer metrologierechtlichen Regelung überwogen. Dank dieses Ansatzes konnten sich Lösungen auf dem Markt durchsetzen, die nun in grossem Massstab eingesetzt werden. Traditionell werden neue Bestimmungen möglichst rasch in Kraft gesetzt, um Herstellern zu erlauben, entsprechende Produkte zu entwickeln. Gleichzeitig erlaubt eine entsprechende Übergangsbestimmung während einer angemessenen Frist weiterhin auch die Inbetriebnahme nicht konformer Geräte. Auch können bereits installierte Messmittel traditionell noch übergangsweise weiterhin rechtmässig verwendet werden. Das Verhältnismässigkeitsprinzip ist beim Erlass von Verordnungen einschliesslich der Übergangsvorschriften ein wesentlicher Grundsatz staatlichen Handelns beispielsweise in der Schweiz.

In der Europäischen Union liegt Metrologierecht in der Zuständigkeit der einzelnen Mitgliedsstaaten. Für bestimmte Messmittel sind die Vorschriften in der Messmittelrichtlinie (Measuring Instruments Directive – MID) harmonisiert [2]. Diese Richtlinie baut Handelshemmnisse ab und gilt für Messgeräte, die erstmalig in den Verkehr gebracht oder in Betrieb genommen werden. Hersteller haben die Wahl zwischen verschiedenen Konformitätsbewertungsstellen (z.B. METAS-Cert). Diese führen für Messmittelhersteller die

1: In der Daten-Infrastruktur Elektromobilität (DIEMO) sind Ladestationen in der Schweiz harmonisiert und aggregiert. Wie die darin enthaltenen E-Zähler metrologierechtlich geregelt werden sollen, ist noch nicht klar.

für das Inverkehrbringen vorgeschriebenen Konformitätsbewertungen durch. Die Regelungen für das Inverkehrbringen von elektrischen Wirkenergiezählern sind durch die MID harmonisiert. Staaten, die entsprechende Regelungen erlassen möchten, müssen also die Vorgaben der MID übernehmen, davon abweichende Vorschriften sind nicht zulässig.

Seit langem hat die Metrologie Erfahrungen mit der Zulassung von Haushaltszählern, deren Markt nur für fabrikneue Elektrizitätszähler paneuropäisch geprägt ist; nach der Installation ist eine Harmonisierung weniger zentral. Anders sieht es im Bereich der Ladesäulen für Elektrofahrzeuge aus. Die Betreiber sind in grossem Masse grenzüberschreitend aktiv. Dasselbe gilt für Konsumenten, die in ihren Elektrofahrzeugen ganz Europa bereisen. Ausserdem werden Elektrizitätszähler häufig von Ladesäulenherstellern extern eingekauft und dann verbaut. Die komplette Ladesäule wird anschliessend grenzüberschreitend an einen Betreiber verkauft. Es gibt somit sowohl einen paneuropäischen Markt für einzelne Elektrizitätszähler als auch für bereits eingebaute, in Verkehr gebrachte Elektrizitätszähler.

Diese Situation birgt die Gefahr, dass nichtharmonisierte Regelungen, die erst nach dem Inverkehrbringen wirken, neue Handelshemmnisse darstellen und Mehraufwand für Ladesäulenhersteller und -betreiber verursachen. Um solche Handelshemmnisse zu verhindern und Synergien besser zu nutzen, wurde das EURAMET-TC EM-Projekt Nr. 1539 *LegalEVcharge – Practical legal metrology framework for electric vehicle charging stations* ins Leben gerufen.

Neben nationalen Metrologieinstituten sind hier auch Aufsichtsbehörden aktiv. Koordiniert wird das Projekt vom METAS. Das Projektkonsortium bereitet einen praxisgerechten Rahmen für das gesetzliche Messwesen für Zähler in Ladesäulen vor. Grundlage für MID-Konformitätsbewertungen sind in der Regel harmonisierte Normen. Solche Normen für Gleichstrom-Wirkenergiezähler und den Verwendungszweck Ladesäule wurden bislang trotz eines entsprechenden Mandats der EU-Kommission noch nicht erarbeitet. Daher hat das Projektkonsortium eine Behelfslösung veröffentlicht. Im Bereich des gesetzlichen Messwesens reichen die Anforderungen der MID an den Wirkenergiezähler an sich aus, müssen jedoch anders umgesetzt werden als bei Haushaltszählern. Die Ladesäule als Ganzes wird nicht metrologisch geregelt werden. Ferner ist das Projekt auch eine Plattform zum Erfahrungsaustauch beispielsweise hinsichtlich der Festlegung sinnvoller Übergangsfristen. Zur Umsetzung erarbeitet das Projektkonsortium Verfahren und Ausrüstung für die Erhaltung der Messbeständigkeit und die Nachschau. Siehe Kasten.

Überblick über die durch die MID harmonisierten Aspekte des Inverkehrbringens und die nichtharmonisierten Aspekte der Verwendung:

MID-harmonisiert	nicht harmonisiert
Inverkehrbringen	
Marktüberwachung	
Definition der Genauigkeitsklassen	zu verwendende Genauigkeitsklassen
	Pflichten der Verwenderin
	Nachschau
	Nacheichung
	statistische Prüfverfahren

Norm für Gleichstrom-Wirkenergiezähler

Ziel der MID ist die Festlegung wesentlicher Anforderungen, vorzugsweise Leistungsanforderungen (Erwägungsgrund 25 MID). Diese sollen einerseits so formuliert sein, dass die Schutzziele – Sicherstellung der Lauterkeit des Handelns und des Verbraucherschutzes – erreicht werden, damit die Betroffenen den Messergebnissen vertrauen können (Ingress Anhang I MID). Andererseits dürfen technische Spezifikationen den technologischen Fortschritt nicht einschränken. Diese Vorgabe zwingt der MID ein Abstraktionsniveau auf, das eine direkte Umsetzung in technische Produkte stark erschwert. Um die Bewertung der Konformität mit den Anforderungen der MID zu erleichtern, gibt es die Möglichkeit, die Konformität mit einer harmonisierten Norm nachzuweisen und daraus die Konformität mit der MID selbst abzuleiten (Artikel 14 MID).

Für Wechselstrom-Wirkenergiezähler existieren entsprechende harmonisierte Normen seit Inkrafttreten der MID. Die Vorbereitung entsprechender Normen für Gleichstrom-Wirkenergiezähler bis zum 31. Dezember 2017 hat die EU-Kommission 2015 bei den europäischen Normungsorganisationen wie CENELEC in Auftrag gegeben [3]. Weil die Arbeiten an dieser Norm noch nicht begonnen haben, sind Hersteller, Konformitätsbewertungsstellen und Marktüberwachungsbehörden gezwungen, die Konformität von Gleichstrom-Wirkenergiezählern mit der MID ohne harmonisierte Norm nachzuweisen.

Um diese Arbeit zu erleichtern, hat das Projektkonsortium als Behelfslösung eine eigene Norm auf der Projekt-Webseite www.metas.ch/legalevcharge veröffentlicht. Sobald CENELEC die entsprechende Norm verabschiedet hat, wird die Behelfslösung bedeutungslos werden. CENELEC TC 13 hat im April 2021 beschlossen, die Arbeiten zu beginnen und für die Norm die Bezeichnung EN 50470-4 reserviert [4].

Norm für Zähler zur Verwendung in Ladesäulen

Die aufgrund der wesentlichen Anforderungen der MID gewählten Lösungen müssen der beabsichtigten Verwendung des Geräts Rechnung tragen (Ingress Anhang I MID). Beim Übertragen der mehr als hundertjährigen Erfahrung [5] auf die Elektrizitätszähler in Ladesäulen ist daher Vorsicht geboten. Beispielsweise ist vorgeschrieben, dass beide Parteien der Transaktion diskriminierungsfreien Zugang zum nachvollziehbaren und vertrauenswürdigen Messergebnis haben müssen.

2: Der Elektrizitätszähler «Chasseral» war 1917 der erste zugelassene E-Zähler in der Schweiz. Seitdem haben sich Anforderungen und Märkte stark verändert.

Verschiedene Ladesäulen verfügen über ein vandalismusgeschütztes Fenster, hinter dem sich der Zähler befindet. Wenn sichergestellt ist, dass dieses Fenster nicht verdeckt ist – beispielsweise durch Vandalismus – und es auch von älteren oder behinderten Menschen jederzeit auch unabhängig vom Sonnenstand leicht abgelesen werden kann, ist dies eine geeignete technische Umsetzung. Der technische Fortschritt hat jedoch die Tür zu anderen geeigneten technischen Umsetzungen geöffnet. Andere ladesäulenspezifische Abweichungen von der bisherigen Praxis, die MID-kompatibel ausgestaltet werden können und müssen, betreffen den dauerhaften Nachweis über das Messergebnis. Ausserdem muss die Berücksichtigung von Verlusten zwischen dem Elektrizitätszähler und dem Stecker, der Eigentumsgrenze zwischen Ladesäulenbetreiber und -kunden, berücksichtigt werden. Auch diese Aspekte sind durch den Auftrag zur Vorbereitung entsprechender Normen der EU-Kommission an die europäischen Normungsorganisationen wie CENELEC erfasst [3]. Auch in diesem Fall haben Arbeiten nicht begonnen, so dass das Projektkonsortium selbst eine Behelfslösung erarbeitet und auf www.metas.ch/legalevcharge veröffentlichen wird.

Ausrüstung für Verfahren für die Erhaltung der Messbeständigkeit, Nachschau

Die einzelnen Staaten sind frei, Verfahren für die Erhaltung der Messbeständigkeit, beispielsweise Nacheichungen und statistische Prüfverfahren, vorzuschrieben und die zugehörigen Fristen festzulegen. Da dies in Verwendung stehende Zähler betrifft und die Durchführung dieser Verfahren in der Regel als hoheitliche Tätigkeit betrachtet wird, verursachen diese Vorschriften keine Handelshemmnisse; eine Koordination ist weniger relevant. Allerdings müssen diese Verfahren praktisch durchgeführt werden. Hierfür sind messtechnische Prüfungen nötig. Im Rahmen des Projektes werden verschiedene Methoden für diese messtechnischen Prüfungen erprobt. Abhängig von der Organisation des gesetzlichen Messwesens in den einzelnen Staaten werden die Prüfungen grundsätzlich an den kompletten Ladesäulen entweder vor Ort oder in einer Eichstelle durchgeführt. Andere Staaten sehen grundsätzlich nur die Prüfung des Zählers in einer Eichstelle vor, wobei die ganze Ladesäule geprüft wird, wenn der eigentliche Zähler nicht einzeln geprüft werden kann. Möglicherweise werden stichprobenweise installierte Ladesäulen kontrolliert.

Übergangsbestimmungen

Auch bei der Festlegung von Übergangsbestimmungen sind die einzelnen Staaten frei. Für Hersteller ist es wichtig, Anforderungen möglichst früh zu kennen. Damit können sie diese bei der Entwicklung neuer Produkte berücksichtigen und abschätzen, ob und in welchem Zeitrahmen es sinnvoll ist, bestehende Produkte anzupassen.

Das Verhältnismässigkeitsprinzip gebietet es, staatlicherseits noch eine angemessene Weile die Installation neuer, aber bereits vor Inkrafttreten der neuen Vorschriften entwickelter Zähler zu gestatten. In der Praxis dürfte der Druck des Marktes dazu führen, dass konforme Zähler nichtkonforme und damit nicht zukunftssichere Zähler auf dem Markt relativ rasch verdrängen werden.

Analog scheint es geboten, die Verwendung rechtmässig installierter Zähler während einer angemessenen Dauer zu erlauben, beispielsweise bis zum Ende der tatsächlichen oder wirtschaftlichen Lebensdauer der Ladesäule. Dies kann an Bedingungen geknüpft sein. Es könnte auf die Einhaltung formaler Aspekte verzichtet werden – ein vor Inkrafttreten der Regelungen installierter Zähler kann beispielsweise aus Prinzip kein Konformitätskennzeichen tragen –, während Fehlergrenzen einzuhalten sind. Diese können aber übergangsweise so grosszügig erweitert sein, dass nur offensichtliche Problemfälle auszutauschen sind. Im speziellen Fall der Zähler in Ladesäulen ist häufig zu bedenken, dass der Gesetzgeber während einiger Jahre bewusst keine Regelungen erlassen hat, um dem Markt Freiheiten zu lassen, und ausserdem die Ins-

tallation von Ladesäulen aus Klimaschutzgründen von verschiedenen, auch von staatlichen Stellen gefordert und gefördert wurde. Aus der Umsetzung nun Nachteile abzuleiten, scheint auch unter dem Aspekt des Vertrauensschutzes nicht angemessen und nicht im öffentlichen Interesse.

Abgrenzung: Fragestellungen ausserhalb des gesetzlichen Messwesens

Über diese Aspekte hinaus gibt es zahlreiche Fragen im Bereich der Elektromobilität, die durchaus nachvollziehbar und interessant sind, ohne für die Lauterkeit des Handels und den Konsumentenschutz in Zusammenhang mit der einzelnen Energiemessung an einer Ladesäule relevant zu sein. Das Projektkonsortium erarbeitet hier eine nicht abschliessende Liste zur Abgrenzung. Viele Projektpartner sind in ihren jeweiligen Staaten verwaltungsintern vernetzt. Die Liste kann anderen Stellen helfen, die Fragen, die in ihren Zuständigkeitsbereich fallen, zu identifizieren, und hilft den nicht zuständigen Stellen, entsprechende, abgestimmte Antworten vorzubereiten. Beispiele für solche Fragen sind nicht-metrologische Anforderungen an Ladesäulen – Sicherheit, Funktion, Verfügbarkeit, Benutzerfreundlichkeit, Wirkungsgrad, Abrechnungsmodalitäten, Zahlungsmittel – und die Preisangabe.

Literatur

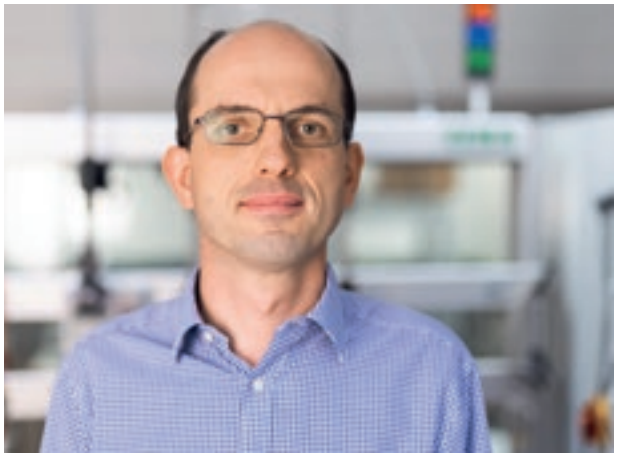
[1] Art. 2 Abs. 2 Bst. a Verordnung des EJPD vom 26. August 2015 über Messmittel für elektrische Energie und Leistung (EMmV; SR 941.251).

[2] Richtlinie 2014/32/EU des europäischen Parlaments und des Rates vom 26. Februar 2014 zur Harmonisierung der Rechtsvorschriften der Mitgliedsstaaten über die Bereitstellung von Messgeräten auf dem Markt (Neufassung)

[3] M/541: Commission implementing decision of 15.12.2015 on a standardisation request to the European Committee for Standardisation, to the European Committee for Electrotechnical Standardisation and to the European Telecommunications Standards Institute pursuant to Regulation (EU) No 1025/2012 of the European Parliament and of the Council as regards certain measuring instruments

[4] CENELEC document TC13/Sec0135/RM: Unconfirmed Minutes of the Plenary meeting of CENELEC TC 13 held on April 14th 2021

[5] Vollziehungsverordnung betreffend die amtliche Prüfung und Stempelung von Elektrizitätsverbrauchsmessern vom 9. Dezember 1916



Kontakt:
Dr. Christian Mester
Koordinator EURAMET-TC EM-Projekt LegalEVcharge
legalevcharge@metas.ch

Das Projekt LegalEVcharge arbeitet an folgenden Schwerpunkten und veröffentlicht seine Ergebnisse auf www.metas.ch/legalevcharge

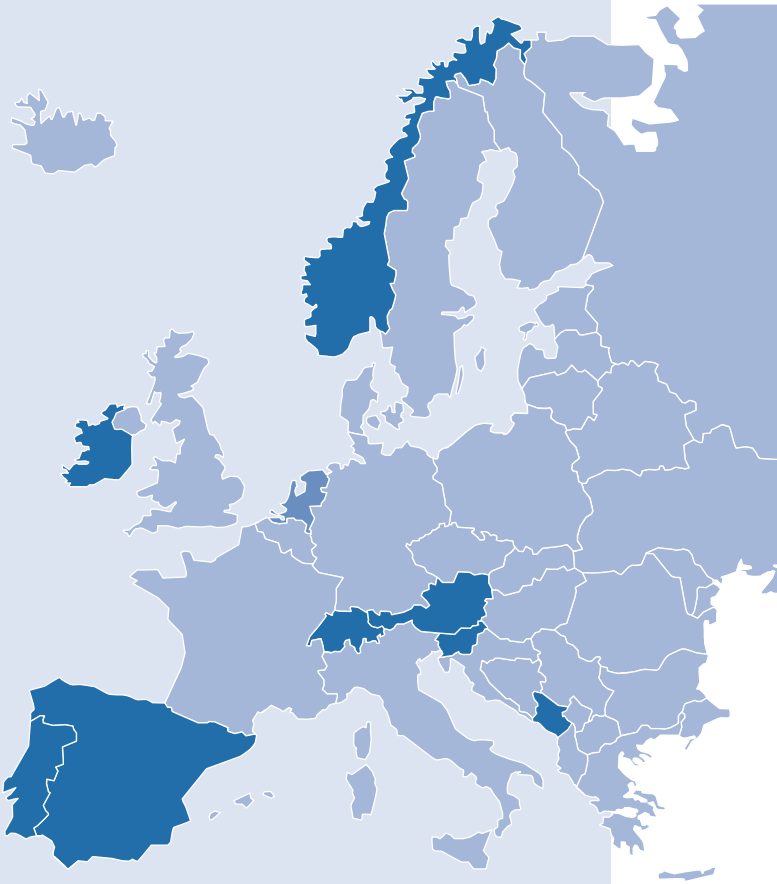
Norm für Gleichstrom-Wirkenergiezähler
- Damit Hersteller, Konformitätsbewertungsstellen und Marktüberwachungsbehörden die Anforderungen der MID gut, leicht und einheitlich umsetzen können.
- Damit die Betroffenen den Messergebnissen vertrauen können. Sicherstellung der Lauterkeit des Handels und des Verbraucherschutzes.
- Technische Spezifikationen dürfen den technologischen Fortschritt nicht einschränken.

Norm für Zähler zur Verwendung in Ladesäulen
- Beide Parteien der Transaktion müssen diskriminierungsfreien Zugang zum nachvollziehbaren und vertrauenswürdigen Messergebnis haben.
- Dauerhafter Nachweis über das Messergebnis
- Berücksichtigung von Verlusten zwischen dem Elektrizitätszähler und dem Stecker als Eigentumsgrenze zwischen Ladesäulenbetreiber und -kunden

Nacheichung, Nachschau
- Ausrüstung für Verfahren für die Erhaltung der Messbeständigkeit, Nachschau
- Erproben verschiedener Methoden für messtechnische Prüfungen. Abhängig von der Organisation des gesetzlichen Messwesens in den einzelnen Staaten werden die Prüfungen in der Regel am ausgebauten Zähler oder an den kompletten Ladesäulen entweder vor Ort oder in einer Eichstelle durchgeführt.

Übergangsbestimmungen
- Bei der Festlegung von Übergangsbestimmungen sind die einzelnen Staaten frei. Für Hersteller ist es wichtig, Anforderungen möglichst früh zu kennen.
- Das Verhältnismässigkeitsprinzip gebietet es, staatlicherseits noch eine angemessene Weile die Installation neuer, aber bereits vor Inkrafttreten der neuen Vorschriften entwickelter Zähler zu gestatten. Analog scheint es geboten, die Verwendung vorher rechtmässig installierter Zähler während einer angemessenen Dauer zu erlauben.

Abgrenzung: Fragestellungen ausserhalb des gesetzlichen Messwesens
- Das Projektkonsortium erarbeitet eine nicht abschliessende Liste zur Abgrenzung. Beispiele für solche Fragen sind nicht-metrologische Anforderungen an Ladesäulen – Sicherheit, Funktion, Verfügbarkeit, Benutzerfreundlichkeit, Wirkungsgrad, Abrechnungsmodalitäten, Zahlungsmittel – und die Preisangabe.



Länder, die als Partner (blau) oder Beobachter (hellblau) am Projekt LegalEVcharge teilnehmen.

Borne de recharge: appliquer des exigences conformes à la pratique et uniformes dans toute l'Europe

La part de marché des voitures électriques croît à une vitesse folle dans toute l'Europe. La disponibilité des stations de recharge est l'un des principaux facteurs de réussite de l'expansion des voitures électriques. Cependant, dans de nombreux pays d'Europe, la Suisse ne faisant pas exception, les compteurs électriques utilisés par les clients dans les stations de recharge pour alimenter les véhicules ne sont pas soumis à la loi sur la métrologie. Au sein de l'Union européenne, la loi sur la métrologie relève de la compétence des divers États membres. Pour certains appareils de mesure, les prescriptions sont harmonisées par le biais de la directive 2014/32/UE sur les instruments de mesure.

Il s'agit d'éviter de voir des réglementations non harmonisées, qui déploient leurs effets seulement après la mise sur le marché, représenter de nouveaux obstacles commerciaux et une charge de travail supplémentaire pour les fabricants et exploitants de borne de recharge. Le projet EURAMET-TC EM no 1539, LegalEVcharge, a été lancé dans le but de garantir la protection du consommateur, d'éviter de tels obstacles commerciaux et de tirer davantage parti des synergies. Outre des instituts nationaux de métrologie, des autorités de surveillance y participent également. Les priorités du projet sont: une norme pour les compteurs d'énergie électrique active pour courant continu, unenorme pour les compteurs utilisés dans les colonnes de recharge, de l'équipement pour la procédure de maintien de la stabilité de mesure, l'inspection générale, les dispositions transitoires et, à des fins de délimitation, les questions ne relevant pas de la métrologie légale. Les résultats sont publiés sur www.metas.ch/legalevcharge.

Colonnine di ricarica: implementare requisiti pratici e unitari in tutta Europa

La quota delle automobili elettriche sul mercato aumenta sempre più rapidamente in tutta Europa. La disponibilità delle colonnine di ricarica è uno dei fattori più importanti per il successo della diffusione di questa tecnologia. Ciononostante, in molti paesi del continente, tra i quali figura anche la Svizzera, i contatori elettrici utilizzati dagli automobilisti presso le stazioni di ricarica non sono soggetti alla legge sulla metrologia. Nell'Unione europea, questo genere di legislazione è di competenza dei stati membri, anche se per determinati strumenti di misurazione le prescrizioni sono armonizzate con la direttiva MID (Measuring Instruments Directive).

È importante prevenire il rischio che regolamentazioni non armonizzate, valide solo dopo la messa in circolazione, costituiscano ostacoli commerciali e complichino il lavoro dei produttori e dei gestori delle colonnine di ricarica. Al fine di eliminare questi ostacoli e di sfruttare meglio le sinergie, si è scelto di dar vita al progetto LegalEVcharge di EURAMET-TC EM no. 1539. Oltre agli istituti nazionali di metrologia, anche le autorità di vigilanza si sono attivate e si lavora a tematiche come una norma per i contatori di energia attiva per corrente continua e una per i contatori da utilizzare sulle colonnine, l'equipaggiamento per processi per la preservazione della stabilità delle misurazioni, verifiche, disposizioni transitorie nonché, a fini di delimitazioni, questioni esterne agli aspetti legali della misurazione. I risultati sono pubblicati su www.metas.ch/legalevcharge.

Electric vehicle charging stations: implementing requirements through a practical approach that is consistent throughout Europe

The market share of electric cars is growing at an ever increasing pace all across Europe. Availability of charging stations is one of the key success factors in the proliferation of electric cars. Nevertheless, the electricity meters used by customers of charging stations when recharging their electric vehicles are not subject to legal metrology in many European countries, including Switzerland. In the European Union, legal metrology lies under the jurisdiction of the individual member states. For certain measuring instruments, the requirements have been harmonised as part of the Measuring Instruments Directive (MID).

The risk of non-harmonised regulations that do not apply until after market introduction – resulting in new trade barriers as well as additional costs for charging station manufacturers and operators – should ideally be avoided. In order to prevent such trade barriers and better exploit the available synergies, the EURAMET-TC EM project no. 1539 known as LegalEVcharge was founded. Along with national metrology institutes, various supervisory authorities are also involved. Focal areas of the project include standards for DC active electrical energy meters and for meters used in charging stations, equipment for procedures intended to maintain measurement stability, inspections, transitional provisions as well as (for demarcation purposes), issues outside the area of legal metrology. The results are published at www.metas.ch/legalevcharge.

Turmbau zu Wabern

Der Backsteinturm des METAS ist von weitem sichtbar und gilt als regionales Wahrzeichen. Er ist aber weder Tower noch Aussichtsturm, sondern eine Qualitätsinfrastruktur, die seit Jahrzehnten der Metrologie dient. Dabei wurde diese Infrastruktur stets an die metrologischen Bedürfnisse angepasst, wie sich an der Kalibrierung von Wasser- und Partikelzählern zeigt.

David Lehmann

Die erste Idee des Turmes nahm mit Graphit auf Zellulose Gestalt an: Auf der Rückseite einer Speisekarte entstand beim Essen zwischen Auftraggeber und Architekt eine Bleistiftskizze. Den Entwurf setzten Maurer mit Backsteinen und Zimmermänner mit Holz um. Die in Burgdorf vorgefertigte Rippen-Konstruktion für die Kuppel schaukelte an einem sowjetischen Transporthelikopter Richtung Wabern, wo sie präzis auf den Backsteinsockel gestellt wurde.

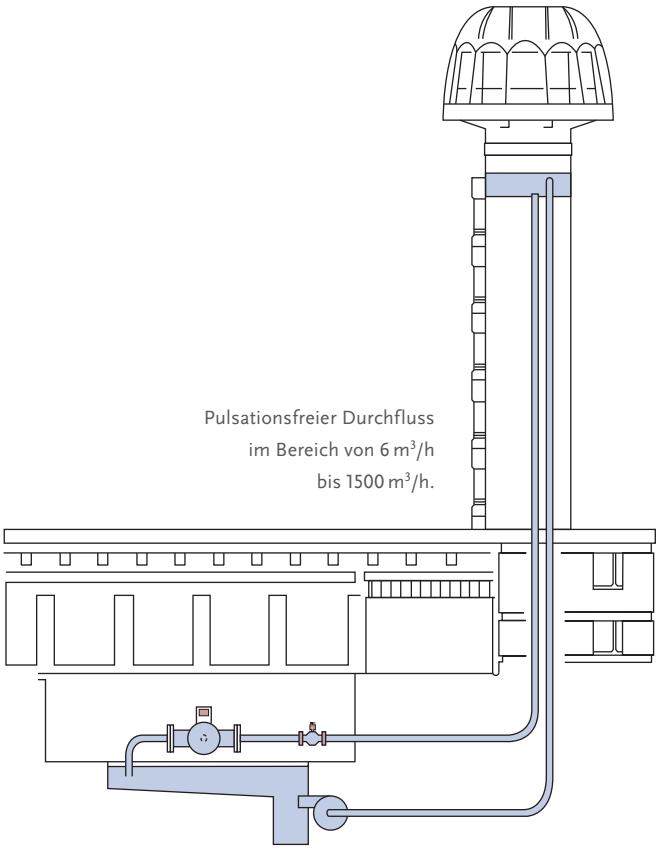
So kam der Turm im April 1966 unter die Haube. Fortan thronte das Wahrzeichen des Amtes für Mass und Gewicht über den neuen Einfamilienhäusern am Rande von Wabern und blickte über Felder und Wälder und den Flugplatz Belpmoos bis zu den Alpen. Einige vermuten deshalb, der Turm diene als Tower zur Flugsicherheit, andere deuten die Panoramafenster aus Plexiglas als Aussichtsturm. Aber er ist weder noch.

Eine Konstante des achtstöckigen Backsteinturms ist seine flexible Nutzung. Während den über sechzig Jahren hat sich die Technologie rasant verändert und damit die metrologischen Bedürfnisse. So konnten zu Beginn im Aufzugsschacht Messbänder für Flüssigkeitstands-Anzeiger in Öltanks geeicht werden. Die metallfreie Holz-Konstruktion ermöglichte erste Untersuchungen zur elektromagnetischen Verträglichkeit. Für die PTT (heute Swisscom) führten die Mitarbeiter Kurzwellen- und Richtstrahl-Experimenten durch. Neue Methoden und technologische Entwicklungen haben diese Dienstleistungen, wie der Wandel vom Bakelit-Telefon zum Smartphone, obsolet gemacht. Heute prüft das METAS elektromagnetische Verträglichkeit in einem speziell abgeschirmten Raum. Einige Dienstleistungen sind nicht verschwunden, sondern wurden modernisiert, wie das Kalibrieren der Wasserzähler.

Trombe im Reservoir

Ende der sechziger Jahre nahm das damalige Amt für Mass und Gewicht die Messanlage für Wasserzähler in Betrieb. Die Anlage nutzt Wasser, Röhren und die Schwerkraft und funktioniert noch heute nach dem selben Prinzip, allein die Infrastruktur wurde immer wieder erneuert, zuletzt 2020 komplett revidiert. Die 26 Höhenmeter des Turms ergeben einen Druckunterschied von 2.6 bar. Auf der obersten Etage des Turms warten 15 000 Liter Wasser, um per Mausklick in die Tiefe zu rauschen und die Wasserzähler in einem Labor im Untergeschoss des METAS zu kalibrieren. In diesem Labor sind zwischen Leuchtstoffröhren dicke Wasserrohre (Durchmesser DN 300) flexibel an Schienen montiert. Man löst fingerdicke Schrauben am radgrossen Flansch, schiebt die Rohstücke auseinander und montiert mit dem Kran den Prüfling: Wasserzähler wie aus dem Haushalt, nur viel grösser. Wird auf Start geklickt, setzen sich Kubikmeter statt Liter pro Stunde in Bewegung. Es vergehen ein paar Sekunden, dann schiesst das Wasser durch die Rohre. Es dröhnt, rauscht, schrillt. Plötzlich, nach weniger als einer Minute, herrscht Ruhe. Die Messung erfolgt im «Flying-Start-Stop-Verfahren», wobei zwischen dem Start und dem Stopp ein genau definiertes Wasservolumen aus dem Turmreservoir zum Prüfling fliesst. Anfang und Ende der eigentlichen Messung werden dabei jeweils durch 12 Wasserpegelmessungen ausgelöst.

Marc de Huu, Laborleiter Durchfluss und Hydrometrie, ist verantwortlich für diese Dienstleistung. Er und seine Ingenieure haben bei der Revision an jedes Detail gedacht. Luftdruck, Wassertemperatur, sogar die Kompressibilität des Wassers, die im betrachteten Temperaturbereich 46 ppm/bar beträgt, werden berücksichtigt. Die Anlage unterschreitet die geforderte Messunsicherheit und werde geschätzt, weil sie einen pulsationsfreien Durchfluss produziere, erklärt Marc de Huu.



Auch eine technisch-wissenschaftliche Qualitätsinfrastruktur braucht ab und zu eine Erneuerung.

Der Durchflussbereich von 5 m^3/h bis 1500 m^3/h sei in etwa unverändert geblieben. «Allerdings wurden in der Vergangenheit noch grössere Durchflüsse produziert. Dabei verkürzten sich die Messzeiten jedoch so stark, dass die Messunsicherheit zu gross wurde.»

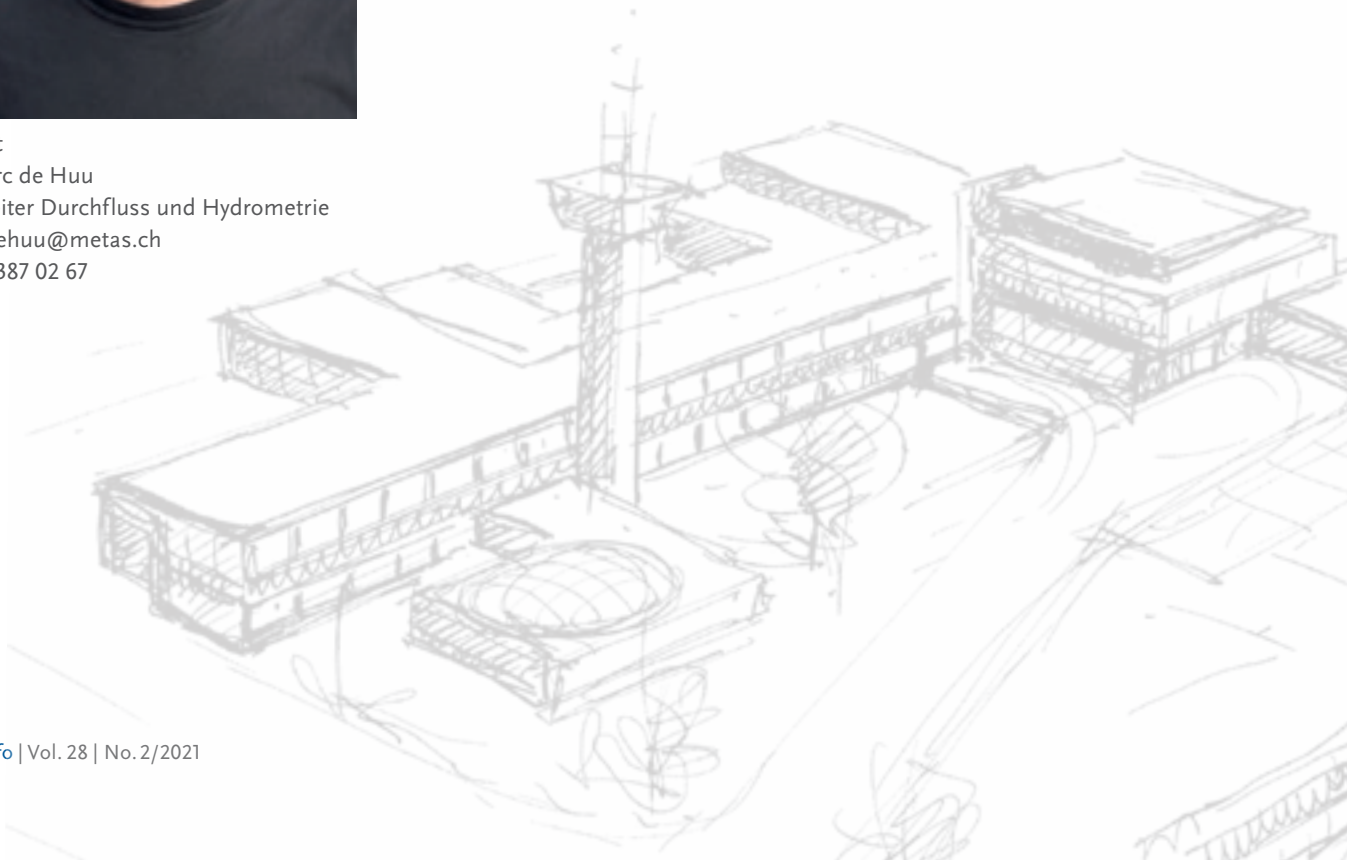
Leise und langsam geblitzt

Im fünften und sechsten Stock spielen Schwerkraft und ein Rohr ebenfalls eine Hauptrolle. Still schweben dort winzige Partikel aus Polystyrol oder Gold in einem drei Meter langen Rohr der Erde entgegen. Der so genannte Homogenisator des LAPAZ (Laser Partikel Zähler) geht mit seinen drei Metern durch die Decke. Am unteren Ende des Rohrs ist der Strom aus Nanopartikeln gleichmässig verteilt und erreicht einen Detektor. Dieser zählt das Aufleuchten der Partikel, wenn sie auf einen Laserstrahl treffen. Vergleichbar mit Hausstaub, der in einem Sonnenstrahl sichtbar wird. Damit lassen sich Staubmessgeräte kalibrieren, wie sie die Pharma- oder Chipindustrie in Reinräumen einsetzt. Eine sehr gefragte Dienstleistung, die ebenfalls kontinuierlich verbessert wird.

Schätzt den Turm als Nistplatz: Turmfalke (Falco tinnunculus).

Ein paar Stockwerke tiefer haben die 17 Lernenden des METAS ihren Pausenraum. Töggelikasten und ein paar alte Sofas stehen zur Verfügung. Apropos Nestwärme: Zuoberst im denkmalgeschützten Turm brüten jedes Jahr Turmfalken. Auch sie schätzen diese Qualitätsinfrastruktur als Nistplatz immer wieder aufs Neue.

Kontakt
Dr. Marc de Huu
Laborleiter Durchfluss und Hydrometrie
marc.dehuu@metas.ch
+41 58 387 02 67



La tour de Wabern

La tour en brique de METAS est visible de loin et constitue un emblème régional. Il ne s'agit cependant ni d'un gratte-ciel ni d'une tour panoramique, mais d'une infrastructure de qualité servant depuis des décennies les intérêts de la métrologie.

À la fin des années 1960, l'ancien Office féderal des poids et mesures a mis en service l'installation de mesure pour les compteurs d'eau. L'installation utilise de l'eau, des tuyaux et la gravité et fonctionne aujourd'hui encore selon le même principe. L'infrastructure a fait l'objet de rénovations continues, avec une dernière révision complète en 2020. Avec ses 26 mètres de hauteur, la tour permet d'obtenir une différence de pression de 2,6 bars. À l'étage supérieur, 12 000 litres d'eau peuvent être libérés d'un clic de souris dans un sous-sol de METAS afin d'étalonner de grands compteurs d'eau (diamètre DN 300). Le flux continu couvre une plage allant de 5 m^3/h à 1500 m^3/h.

Aux cinquième et sixième étages, la gravité et un tuyau jouent eux aussi un rôle déterminant. Plus bas dans la tour, de minuscules particules de polystyrène et d'or flottent dans un tube de trois mètres de long en direction de la terre. L'homogénéisateur du compteur de particules laser répartit de manière homogène les nanoparticules avant que celles-ci parviennent à un détecteur à l'extrémité inférieure du tuyau. Des appareils de mesure des poussières, comme ceux utilisés par l'industrie pharmaceutique ou des puces dans les salles blanches, peuvent ainsi être étalonnés. Cette prestation est très demandée, et également optimisée en continu.

Quelques étages plus bas, une salle de pause abritant des canapés et un baby-foot est à la disposition des 17 apprenties et apprentis se formant dans cinq métiers différents. Les oiseaux apprécient également le confort des lieux: chaque année, des faucons crécerelles construisent leur nid tout en haut de cette tour inscrite au patrimoine.

La Torre di Wabern

La torre di mattoni del METAS è visibile da lontano e rappresenta un monumento distintivo a livello regionale. Tuttavia, non è né una torre, né un punto di vedetta, ma un'infrastruttura qualitativa impiegata già da decenni a scopi metrologici.

Alla fine degli anni Sessanta, quello che al tempo si chiamava Ufficio federale di pesi e misure mise in funzione un impianto di misurazione per i contatori idrici. Questo impianto, che sfrutta acqua, tubature e gravità, funziona ancora oggi secondo lo stesso principio. L'infrastruttura è stata rinnovata periodicamente, compresa una revisione completa nel 2020. I 26 metri di altezza della torre creano una differenza di pressione di 2,6 bar. Sul piano superiore della torre, 12 000 litri d'acqua sono in attesa di essere liberati con un clic del mouse per tarare dei grandi contatori idrici (diametro DN 300) situati in un piano interrato del METAS. Il flusso privo di pulsazioni copre un'area che va da 5 m^3/h a 1500 m^3/h.

Anche al quinto e al sesto piano la gravità e il tubo svolgono un ruolo importante. Più in basso, minuscole particelle di polistirene o oro fluttuano contro il suolo in una tubazione lunga tre metri. Il cosiddetto omogenizzatore del LAPAZ (contatore laser di particelle) distribuisce in maniera regolare le nanoparticelle, prima che raggiungano un rilevatore sul lato inferiore del tubo. In questo modo è possibile calibrare misuratori di polveri come quelli utilizzati dall'industria farmaceutica o elettronica nelle camere bianche. Si tratta di una prestazione molto richiesta, che viene anch'essa migliorata costantemente.

Un paio di piani più in basso si trovano i divani e il tavolo da calcetto di una sala ricreativa a disposizione dei 17 tirocinanti in cinque professioni diverse. Anche gli uccelli apprezzano il calore di questa torre protetta come monumento, e ogni anno nella parte superiore nidificano dei gheppi.

Tower construction in Wabern

Visible from afar, the brick tower at METAS is a regional landmark. However, it is not an actual tower or viewing platform, but instead represents quality infrastructure that has served the field of metrology for decades.

At the end of the 1960s, the former Federal Office of Weights and Measures began operation of its measuring station for water meters. This system is based on water, pipes and gravity and is still functioning according to the same principle today. The infrastructure has been repeatedly refurbished, including a complete rebuild in 2020. The tower's height of 26 m produces a pressure difference of 2.6 bar. On the tower's top floor, 12 000 L of water is stored for use in calibrating large water meters (diameter DN 300) on a lower floor of METAS at the click of a mouse. The pulsation-free flow covers the range from 5 m^3/h to 1500 m^3/h.

On the fifth and sixth floors, the force of gravity and a pipe also play a key role. Further down in the tower, tiny particles of polystyrene or gold drift towards the ground in a 3 m long pipe. The so-called homogeniser in the laser particle counter (LAPAZ) uniformly distributes nanoparticles before they reach a detector at the lower end of the pipe. Dust measuring instruments that are used in clean rooms in the pharmaceutical and chip industries can be calibrated in this manner. This service is highly in demand and continues to be improved.

A few floors below, there is a break room with sofas and a table football game for our 17 trainees representing 5 different professions. Birds are also known to find a home here: Kestrels make their nest every year at the top of this landmarked tower.

Weiterbildungkurse Metrologie 2022
Cours de formation continue en métrologie 2022

Grundlagen der Metrologie
Der Kurs gibt eine Einführung in die Metrologie und vermittelt Grundlagenwissen zur Umsetzung der wichtigsten technischen Normenforderungen der ISO 17025. Er bildet die Grundlage für die fachspezifischen Metrologiekurse am METAS.

Datum: 14. März 2022

Principes de base en métrologie
Le cours propose une introduction à la métrologie et dispense les connaissances de base pour la mise en oeuvre des exigences techniques les plus importantes de la norme ISO 17025. Il fournit aussi les connaissances de base nécessaires aux cours spécifiques de METAS.

Date: 15 mars 2022

Weg-Zeit-Analyse von Videoaufnahmen
Im Kurs wird anhand von Praxis-Beispielen die Weg-Zeit-Analyse zur Bestimmung der gefahrenen Geschwindigkeit von in Videoaufnahmen sichtbaren Fahrzeugen behandelt. Es werden verschiedene mögliche Fehlerquellen diskutiert und die Berücksichtigung der Messunsicherheit wird behandelt. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erhalten die von der Kursleitung verwendeten Software-Tools und haben die Gelegenheit diese im Selbststudium zwischen den Sessionen auf Übungsbeispiele anzuwenden.

Daten: 24. März 2022 (online)
31. März 2022 (online)
7. April 2022 (am METAS)

Grundlagen der Messunsicherheit
Der Kurs ermöglicht den Teilnehmerinnen und Teilnehmern, ihren Messprozess selbstständig zu analysieren und eine fundierte und normenkonforme Messunsicherheitsbilanz zu erstellen. Die Theorie wird anhand eines physikalischen Experiments in die Praxis umgesetzt.

Daten: 4.–5. April 2022
5.–6. September 2022

Messunsicherheit und Konformitätsbewertung
Der Kurs ermöglicht den Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die Konformität eines Produktes oder eines Messresultates zuverlässig zu beurteilen, unter anderem mittels Abschätzung der Konformitätswahrscheinlichkeit, Festlegung von Annahmeintervallen und Durchführung von Risikoanalysen.

Datum: 13.–14. Juni 2022

Messunsicherheit in der analytischen Chemie und Biologie
Der Kurs ermöglicht den Teilnehmerinnen und Teilnehmern, Messungen nach metrologischen Grundsätzen zu beurteilen und hilft den eigenen Messprozess zu modellieren, sowie eine undierte und normenkonforme Messunsicherheitsbilanz aufzustellen.

Daten: 30.–31. August 2022

Principes de base en incertitude de mesure
Les participants sont capables d'analyser de manière indépendante leur processus de mesure et de réaliser un bilan d'incertitude de mesure correct et conforme aux normes. La théorie est mise en pratique au travers d'une expérience physique.

Date: 7 – 8 septembre 2022

VNA Tools training course
VNA Tools is a free software developed by METAS for measurements with the Vector Network Analyzer (VNA). The software facilitates the tasks of evaluating measurement uncertainty in compliance with the ISO-GUM and vindicating metrological traceability. The software is available for download at www.metas.ch/vnatools. The three day course provides a practical and hands-on lesson with this superior and versatile software.

Date: May 3 to May 5, 2022
(VNA expert day on May 6, 2022)
November 1 to 3, 2022
(VNA expert day on November 4, 2022)
March 15 to 17, 2022
(Location: Beaverton OR, USA)

METAS-Seminare
Im METAS finden in regelmässigen Abständen Seminare mit Vorträgen zu Themen aus dem Umfeld der Metrologie statt. Diese Seminare finden in der Regel um 10.00 Uhr an einem Mittwoch im Konferenzraum des METAS (HB 30, 1. Stock) statt. Die Vorträge werden auf Deutsch, Französisch oder Englisch gehalten (jeweils in der Sprache des Vortragstitels). Interessenten sind herzlich zu diesen Seminaren eingeladen. Für den Besuch ist eine Anmeldung nicht nötig. Informationen zu den METAS-Seminaren finden sich ebenfalls auf unserer Internetseite (www.metas.ch/seminar).

Séminaires METAS
Des séminaires consistant en exposés sur des thèmes relatifs à la métrologie se déroulent régulièrement à METAS, généralement un mercredi, à 10 h 00 dans la salle de conférence (HB 30, 1er étage). Les exposés sont présentés en allemand, français ou anglais (respectivement dans la langue du titre de l'exposé). Toute personne intéressée est bienvenue à ces séminaires, et il n'est pas nécessaire de s'inscrire. Pour toute information utile, veuillez consulter notre site internet (www.metas.ch/seminar).

Eidgenössisches Institut für Metrologie METAS
Lindenweg 50, 3003 Bern-Wabern, Schweiz, Telefon +41 58 387 01 11, www.metas.ch