

Il METAS nel 2019

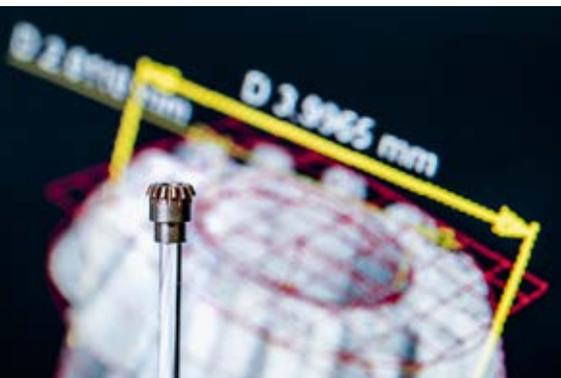


Immagine di frontespizio: Misurare pezzi di precisione di piccole dimensioni con alta precisione (cfr. pag. 16).

Colophon

Il presente rapporto si propone di fornire in forma intelligibile una panoramica delle attività del METAS nell'anno in rassegna 2019. Ulteriori informazioni possono essere desunte dal rapporto di gestione del METAS, dal rapporto annuale sull'esecuzione della legge sulla metrologia (entrambi pubblicati sul sito www.metas.ch), dal rendiconto sul salario dei quadri (pubblicato sul sito www.epa.admin.ch) e dalla breve relazione del Consiglio federale sul conseguimento degli obiettivi strategici delle unità della Confederazione diventate indipendenti (pubblicata sul sito www.efv.admin.ch).

Editore

Istituto federale di metrologia METAS
Lindenweg 50, 3003 Bern-Wabern, Svizzera
Telefono +41 58 387 01 11, www.metas.ch

Copyright

Riproduzione consentita con indicazione della fonte, inviare per cortesia un esemplare della riproduzione.

Finanze

In applicazione dello Standard svizzero di revisione (SSR) 720 "Altre informazioni in documenti contenenti bilanci sottoposti a revisione" le pagine 26 e 27 del presente rapporto sono state portate a conoscenza dell'ufficio di revisione che le ha esaminate.

Lingue

Il presente rapporto viene pubblicato in lingua tedesca, francese, italiana ed inglese.

Edizione

maggio 2020
05.20 150 860464195

Crediti fotografici

METAS

Layout

Casalini Werbeagentur AG, 3007 Bern
www.casalini.ch



Indice

- 4 Prefazioni
- 6 Impostare la direzione:
il Consiglio d'istituto
- 8 Gestire il METAS:
la Direzione
- 9 Misurare oltre i confini:
organizzazioni internazionali della metrologia
- 10 Effettuare misurazioni per l'economia e la società:
i compiti del METAS
- 12 Progetti per la misurazione:
ricerca e sviluppo del METAS
- 14 Misurazioni al servizio dello sviluppo di prodotti:
progetti di collaborazione con l'industria
- 16 Metrologia per l'economia:
misurare strutture nascoste con la tomografia computerizzata a raggi X.
- 18 Mostrare la metrologia:
giornata "Porte aperte" presso il METAS
- 20 Misurare per la mobilità del futuro:
verificare le stazioni di rifornimento di idrogeno
- 22 Regolamentare la misurazione:
la legislazione nel campo della metrologia
- 24 Rendere possibile la misurazione:
i collaboratori sono decisivi
- 26 Finanze
- 28 Informare sulla misurazione:
pubblicazioni e conferenze del METAS

Cambiamenti nel Consiglio d'Istituto



Il Consiglio federale nomina i membri del Consiglio d'Istituto del METAS ogni quattro anni. L'ultimo mandato è durato fino alla fine del 2019. Nel novembre 2019 il Consiglio federale ha nominato i membri del Consiglio d'Istituto per il nuovo mandato dal 2020 al 2023: sono stati nominati quattro dei cinque membri già in carica e tre nuovi membri (cfr. pag. 6).

Il professor Dr. Ulrich W. Suter non era più in lizza per la rielezione. Dal 2012, ossia dall'inizio, è stato membro del Consiglio d'Istituto dell'Istituto federale di metrologia METAS, che ha iniziato la sua attività come Istituto federale il 1° gennaio 2013. Ha ricoperto la carica di vicepresidente. Insieme agli altri membri ha partecipato attivamente ai preparativi per la fondazione dell'Istituto e l'inizio delle attività, e ha pure contribuito all'orientamento strategico e al programma di ricerca e sviluppo del METAS. Vorrei ringraziarlo moltissimo per il suo grande impegno nei confronti del METAS.

I compiti del Consiglio d'Istituto rimangono invariati anche nel nuovo mandato e nella nuova composizione. Essi si situano principalmente a livello strategico. Il Consiglio d'Istituto si occupa in particolare dell'orientamento della ricerca e dello sviluppo presso il METAS, poiché la ricerca e lo sviluppo sono strategicamente centrali per un istituto nazionale di metrologia.

Ci sono stati cambiamenti anche nella Direzione. Dal 1° luglio 2019 è composta da quattro membri. In questa data il Consiglio d'Istituto ha nominato il capo della divisione *Chimica*, appena creata, membro della Direzione del METAS (cfr. pag. 8).

Non vedo l'ora di continuare a lavorare con i miei colleghi del Consiglio d'Istituto e della Direzione per i prossimi quattro anni sull'orientamento strategico e la gestione aziendale del METAS.

Dr. Matthias Kaiserswerth
presidente del Consiglio d'Istituto

« I compiti del Consiglio d'Istituto sono principalmente a livello strategico. »

Mostrare il nostro lavoro

Una gran calca nei corridoi di fronte ai laboratori, una folla di visitatori nell'atrio d'ingresso, molti bambini ovunque – queste sono immagini insolite nel METAS. In un istituto nazionale di metrologia non si tratta normalmente di ricevere grandi gruppi di visitatori e di lasciarli andare da soli di laboratorio in laboratorio. L'attenzione si concentra piuttosto sul lavoro nei laboratori, in particolare sulla fornitura di servizi metrologici. Per questo motivo, come ogni istituto nazionale di metrologia, il METAS è costruito e organizzato in modo che i suoi laboratori possano lavorare nel modo più indisturbato e senza intoppi possibile.

Il 25 maggio 2019, tuttavia, folle di visitatori hanno dominato il quadro. In quel sabato presso il METAS c'è stata la giornata "Porte aperte". Residenti, familiari, amici e conoscenti dei collaboratori, persone interessate provenienti da vicino e da lontano hanno colto l'occasione per dare un'occhiata all'interno degli edifici con la torre a Wabern. In questo modo hanno potuto apprendere in prima persona ciò che le persone del METAS fanno realmente. I visitatori si sono informati sul Sistema Internazionale di unità di misura (SI), hanno esaminato i labo-

ratori e le attrezzature di misurazione o si sono fatti spiegare gli strumenti o i metodi di misurazione dai collaboratori del METAS, tutti riconoscibili da una maglietta bianca con logo SI. Dato che il tempo era bello, di tanto in tanto hanno potuto recuperare un po' sul piazzale situato davanti all'ingresso.

I visitatori sono rimasti affascinati dalla varietà delle discipline e dal patrimonio di conoscenze del METAS. Sono stati particolarmente colpiti dall'impegno dei dipendenti nel loro lavoro e dall'orgoglio per le loro conoscenze e competenze professionali. Il notevole impegno dei dipendenti per la causa è la base del successo delle attività del METAS. L'impegno è evidente anche nella vita di tutti i giorni. Insieme ai miei colleghi della Direzione, rafforzata dal luglio 2019 (cfr. pag. 8), mi impegno a mantenere e promuovere questa cultura dell'impegno professionale in tutti i cambiamenti.

Dr. Philippe Richard
Direttore



Il notevole impegno dei dipendenti per la causa è la base del successo delle attività del METAS.



Impostare la direzione: il Consiglio d'Istituto

*Ai vertici del METAS vi è il Consiglio d'Istituto.
Esso è responsabile della gestione aziendale.*

I compiti del Consiglio d'Istituto sono definiti nella legge sull'Istituto. Il Consiglio d'Istituto chiede al Consiglio federale il risarcimento per i servizi che devono essere forniti dalla Confederazione ed approva il programma di ricerca e sviluppo. Supervisiona la Direzione ed emana il regolamento del personale. I membri del Consiglio d'Istituto hanno una vasta esperienza manageriale, sia accademica che imprenditoriale, e molti anni di esperienza diversificata nella ricerca e sviluppo nel campo della scienza e della tecnologia.

Definire l'orientamento strategico

Definire insieme alla Direzione l'orientamento strategico del METAS fa parte dei compiti principali del Consiglio d'Istituto. A tal fine si ispira alle direttive del Consiglio federale stabilite negli obiettivi strategici per il METAS. Il Consiglio federale si aspetta che il METAS metta a disposizione dell'economia, della scienza e dell'amministrazione un'infrastruttura metrologica efficiente, nonché i principi di misurazione e i servizi metrologici necessari.

Nuovo mandato

Conformemente alle disposizioni di legge, il Consiglio d'Istituto è composto da cinque a sette membri esperti. Nell'anno in rassegna, l'ultimo anno del mandato dal 2016 al 2019, era composto da cinque membri. Alla fine di novembre 2019 il Consiglio federale ha nominato i membri del Consiglio d'Istituto per il nuovo mandato dal 2020 al 2023: quattro membri già in carica e tre nuovi. Il quinto membro in carica nel vecchio mandato, il prof. Dr. Ulrich W. Suter, non era più disponibile per la rielezione.

Dall'inizio del 2020 il Consiglio d'Istituto del METAS è composto da:

Matthias Kaiserswerth (presidente), informatico, amministratore delegato della Fondazione Hasler dal 2015, direttore del laboratorio di ricerca IBM di Zurigo-Rüschlikon dal 2006 al 2015.

Prof. Dr. Thierry Courvoisier, professore emerito di astrofisica all'Università di Ginevra, fino al 2019 presidente dell'European Academies Science Advisory Council (EASAC).

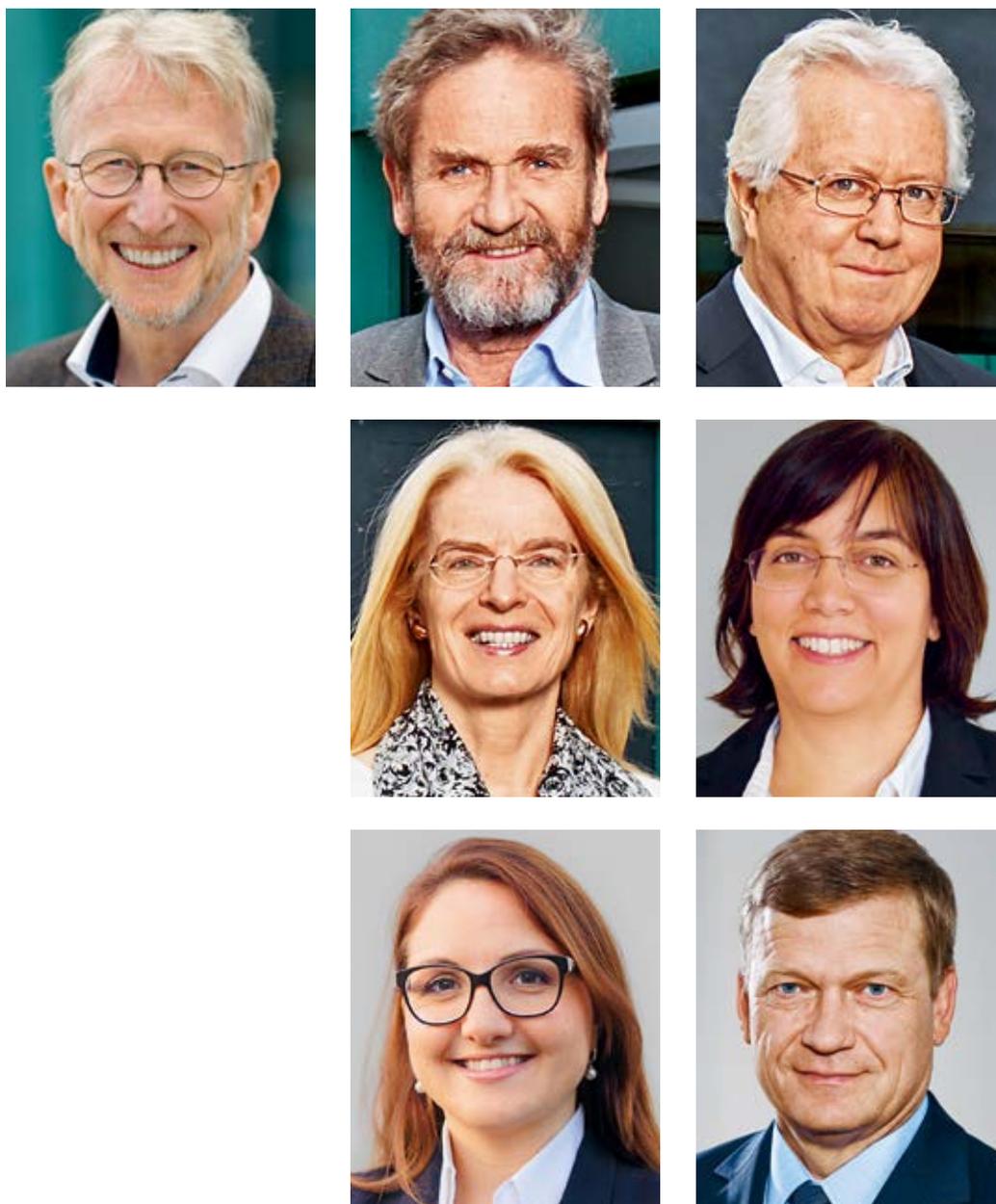
Dr. Tony Kaiser, consulente senior presso Consenec AG a Baden-Dättwil, in precedenza responsabile presso ALSTOM Power dei programmi tecnologici a lungo termine nel settore delle centrali elettriche.

Dr. Ursula Widmer, avvocato, specializzata in diritto dell'informatica, di Internet e delle telecomunicazioni, docente di diritto della sicurezza dell'informazione al Politecnico federale di Zurigo (ETH).

Prof. Dr. Sonia Isabelle Seneviratne (nuovo membro), responsabile del gruppo di dinamiche climatiche terrestri presso l'Istituto per l'atmosfera e il clima del Dipartimento di Scienze dei sistemi ambientali (Institut für Atmosphäre und Klima des Departements Umweltsystemwissenschaften) dell'ETH di Zurigo.

Dr. Alessandra Curioni Fontecedro (nuovo membro), responsabile del gruppo "Tumori polmonari e toracici" presso la Clinica di oncologia ed ematologia medica (Klinik für Medizinische Onkologie und Hämatologie) dell'Ospedale universitario di Zurigo.

Dr. René Lenggenhager (nuovo membro), fisico, Dr. sc. nat. ETH/EMBA HSG, dal 2017 al 2019 è stato CEO del COMET GROUP, Flamatt.



I membri del Consiglio d'Istituto dal 1.1.2020 (dall'alto a sinistra in basso a destra):
Dr. Matthias Kaiserswerth (Presidente), Prof. Dr. Thierry J.-L. Courvoisier,
Dr. Tony Kaiser; Dr. Ursula Widmer, Prof. Dr. Sonia I. Seneviratne,
PD Dr. Alessandra Curioni-Fontecedro, Dr. René Lenggenhager.

Gestire il METAS: la Direzione

La gestione operativa del METAS è assicurata dalla Direzione.

La Direzione è responsabile della gestione operativa del METAS. Essa rappresenta il METAS all'esterno. A metà anno è stata ampliata da tre a quattro membri. Il 1° luglio 2019 il Consiglio d'Istituto ha nominato il dott. Hanspeter Andres, capo della divisione *Chimica* appena creata, quale membro della Direzione. Gli altri membri della Direzione sono il Direttore, il dott. Philippe Richard, il direttore supplente, il dott. Gregor Dudle e il vicedirettore, il dott. Bobjoseph Mathew.

La nuova divisione “Chimica”

Fino al 1° luglio 2019 la “Chimica Analitica” era un settore tecnico della divisione *Fisica e Chimica*. Da allora, accanto alla divisione *Fisica*, c'è una divisione *Chimica* autonoma. Questo sviluppo organizzativo ha a che fare con la dimensione del settore tecnico, ma soprattutto con lo sviluppo dell'importanza della chimica in metrologia. Due anni fa, ad esempio, il METAS ha iniziato a sviluppare attività in due nuovi settori della chimica e della biologia.

Il capo della nuova divisione, il dott. Hanspeter Andres, ha un dottorato in chimica. Dopo un progetto di post-dottorato alla Carnegie Mellon University di Pittsburgh (USA) e all'Università di Berna, ha lavorato presso la Nitrochemie Wimmis AG. Lì ha lavorato, tra le altre cose, allo sviluppo di una nuova polvere propellente per sistemi di sicurezza per il settore automobilistico e di un processo per la disacidificazione e il consolidamento della carta. Nel 2007 è entrato a far parte del METAS come responsabile del settore “Chimica Analitica”. Ha inoltre completato un'ulteriore formazione in economia aziendale. Dal 2015 al 2019 è stato presidente del Comitato Tecnico “Metrologia nella chimica” di EURAMET, l'Associazione europea degli istituti nazionali di metrologia.



La Direzione del METAS (dall'alto a sinistra in basso a destra):
Dr. Philippe Richard (direttore), Dr. Gregor Dudle,
Dr. Bobjoseph Mathew, Dr. Hanspeter Andres.

Misurare oltre i confini: organizzazioni internazionali della metrologia

Il METAS – e quindi la Svizzera – ha una rappresentanza superiore alla media nelle organizzazioni internazionali di metrologia. L'impegno dei collaboratori del METAS a livello internazionale è significativo.

La cooperazione internazionale è essenziale nel campo della metrologia. Solo grazie ad essa è stato possibile sostituire la moltitudine di unità di misura e sistemi di unità coesistenti con validità regionale con il Sistema Internazionale di unità (SI) valido in tutto il mondo. I requisiti armonizzati a livello internazionale per gli strumenti di misurazione facilitano il commercio di tali strumenti e il loro utilizzo.

Forte impegno a livello internazionale

La cooperazione tra gli istituti nazionali di metrologia in Europa si svolge principalmente nell'ambito di EURAMET, l'Associazione europea degli istituti nazionali di metrologia. In EURAMET il METAS svolge un ruolo attivo e creativo. Il responsabile della ricerca del METAS è membro del Consiglio di vigilanza di EURAMET. Il METAS fornisce anche il presidente del Comitato Tecnico *Electricity and Magnetism*, e fino a maggio 2019 anche il Comitato Tecnico *Metrology in Chemistry* era guidato da un collaboratore del METAS.

Il direttore supplente del METAS presiede la WELMEC, l'Associazione europea di metrologia legale. Dall'ottobre 2019 il vicedirettore del METAS è uno dei vicepresidenti del *Comité international de métrologie légale* (CIML). Il direttore del METAS è membro del *Comité international des poids et mesures* (CIPM), l'organismo di vigilanza dell'Organizzazione internazionale della Convenzione del Metro.



Riunione di un Comitato Tecnico al METAS.

Dal giugno 2019 il responsabile del laboratorio Ottica è presidente della *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE), l'organismo internazionale per le norme e la standardizzazione nel settore dell'illuminotecnica e dell'illuminazione.

Questi ed altri impegni nell'ambito di organizzazioni professionali internazionali sono anche un riflesso del fatto che il METAS e i suoi collaboratori sono apprezzati a livello internazionale come partner competenti ed affidabili.

Effettuare misurazioni per l'economia e la società: i compiti del METAS

In Svizzera le misure più precise vengono effettuate a Wabern. Lì è situato l'Istituto federale di metrologia METAS – il centro di riferimento metrologico della Svizzera.

Il METAS è l'istituto nazionale svizzero di metrologia. È il centro di competenza della Confederazione per tutte le questioni inerenti alla metrologia, agli strumenti di misurazione ed ai metodi di misura. Con le sue attività di ricerca e sviluppo e i suoi servizi il METAS crea le premesse, affinché in Svizzera si possa misurare con la precisione richiesta dagli interessi della ricerca, dell'economia, dell'amministrazione e della società.

Unità di riferimento vincolanti

Il METAS realizza le unità di riferimento della Svizzera, provvede al loro riconoscimento internazionale e le trasmette nell'accuratezza richiesta. Fornisce all'economia e alla società l'infrastruttura metrologica di base, che è importante ovunque vengano effettuate misurazioni.

Il METAS sorveglia l'immissione sul mercato, l'utilizzazione e il controllo degli strumenti di misurazione nell'ambito del commercio, del traffico, della pubblica sicurezza, della sanità e della protezione dell'ambiente. Il METAS provvede affinché le misurazioni necessarie alla tutela e alla sicurezza delle persone e dell'ambiente possano essere eseguite in modo corretto e conforme alle prescrizioni.

Metrologia

La *metrologia* è la scienza e la tecnica della misurazione (dal greco *metron* = misura). La *metrologia* viene spesso confusa con la *meteorologia*. Per quanto riguarda il contenuto i due concetti non hanno tuttavia nulla in comune. Per *meteorologia* s'intende lo studio dei fenomeni atmosferici (dal greco *meteos* = che si libra nell'aria).



Per progredire occorre precisione

Si può fabbricare e controllare in maniera affidabile solo ciò che può essere misurato in modo preciso. La scienza e la tecnica dipendono perciò dal continuo perfezionamento di basi e metodi metrologici. I metodi di misurazione e di regolazione utilizzati da importanti settori dell'economia svizzera, quali ad esempio la microtecnica o la tecnica medica, richiedono metodi di misura, la cui accuratezza si situa per esempio nella gamma dei milionesimi di millimetro.



Per rimanere costantemente aggiornato, il METAS segue gli sviluppi tecnici e scientifici. Svolge attività di ricerca e sviluppo per migliorare le proprie stazioni di misura e i propri servizi di misurazione. Verifica regolarmente la propria offerta di servizi adeguandola alle esigenze del mercato.



Il luogo in Svizzera dove vengono effettuate le misure più precise: presso il METAS a Wabern.

Progetti per la misurazione: ricerca e sviluppo del METAS

Il METAS svolge la propria attività di ricerca e sviluppo in larga misura nell'ambito del Programma europeo di ricerca e sviluppo in metrologia (EMPIR).

Il programma di ricerca EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research) è stato sviluppato da EURAMET, l'Associazione degli Istituti nazionali di metrologia d'Europa, e dalla Commissione dell'UE. L'obiettivo del programma è quello di migliorare il coordinamento della ricerca da parte degli istituti nazionali di metrologia e di rafforzare la cooperazione metrologica. Nell'anno in rassegna il METAS ha partecipato a 33 progetti EMPIR. Parallelamente, nel 2019 è stato lanciato il sesto invito a presentare progetti del programma EMPIR. Il METAS ha partecipato al bando di concorso con proposte di progetti sulle tematiche principali "Environment", "Energy" e "Pre-normative" e ha raggiunto un tasso di successo superiore alla media.

Monitoraggio delle radiazioni radioattive naturali

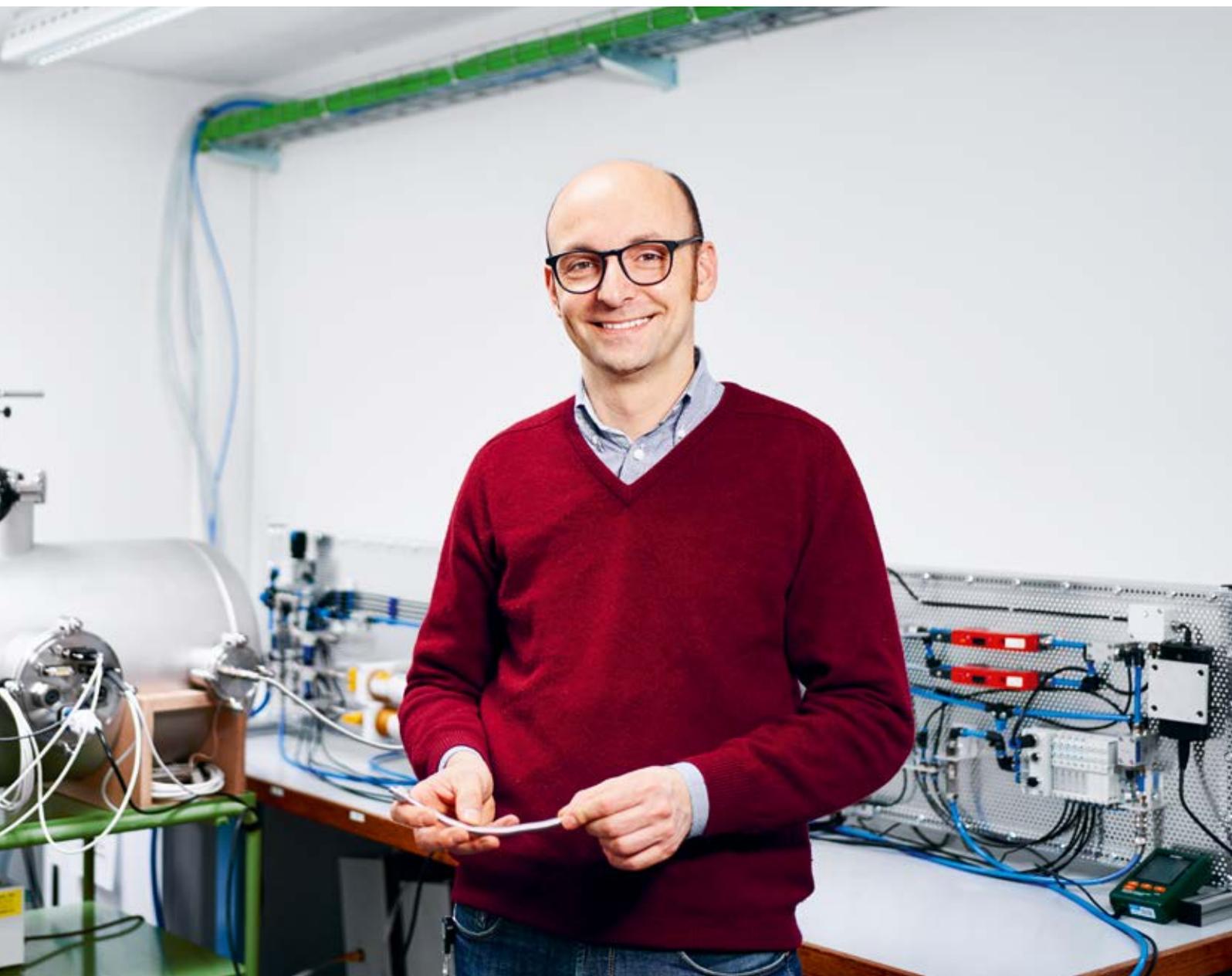
Il radon è un gas nobile radioattivo, incolore, inodore e insapore. Si tratta di un prodotto di decadimento di metalli pesanti radioattivi originari che si trovano nel sottosuolo. Attraverso processi geologici il gas radon può penetrare negli edifici dal sottosuolo. Nonostante il suo breve tempo di dimezzamento di soli 3,8 giorni, vi si può accumulare, soprattutto in ambienti chiusi o poco ventilati. Si stima che il radon causi tra il 3 e il 14 per cento di tutti i casi di cancro ai polmoni, a seconda della concentrazione media di radon in un Paese. Per l'Europa, ciò equivale a circa 15000-20000 persone all'anno che muoiono di cancro ai polmoni a causa dell'esposizione al radon.

In Svizzera, all'inizio del 2018, il valore limite per l'esposizione al radon di 1000 Becquerel per metro cubo (Bq/m^3) è stato sostituito da un valore di riferimento di $300 Bq/m^3$ per la concentrazione radioattiva media su un anno del radon in locali, in cui le persone soggiornano regolarmente per diverse ore al giorno. Gli strumenti di misurazione utilizzati in Svizzera per le misure ufficiali del radon negli ambienti abitativi e ricreativi sono disciplinati dalla legge e devono essere sottoposti periodicamente alla verifica successiva o a una misurazione comparativa.

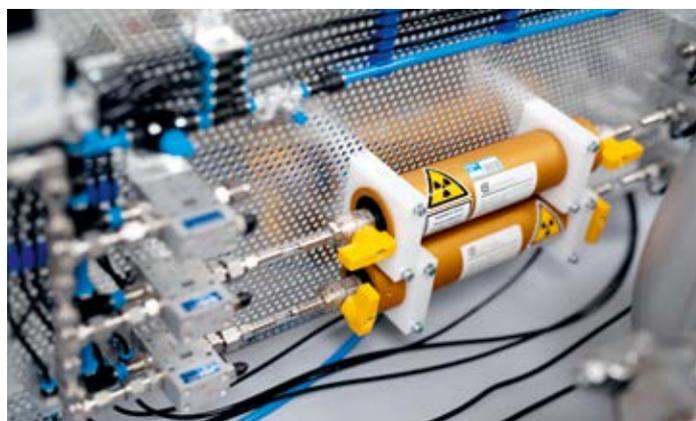
Nuovo metodo di taratura per gli strumenti di misurazione del radon

Al fine di valutare in modo affidabile l'esposizione al radon anche con il nuovo valore di riferimento ridotto, nell'ambito del progetto EMPIR MetroRADON il METAS ha sviluppato un metodo di taratura migliorato per gli strumenti di misurazione del radon. Tale metodo utilizza come fonti di radon dei campioni di riferimento, che lasciano fuoriuscire aria contenente radon, i cosiddetti standard di emanazione. Con questo metodo è possibile impostare una concentrazione radioattiva di radon metrologicamente riferibile nell'aria vettrice, variando la





quantità d'aria che fluisce attraverso la fonte per volta e viene immessa nel volume di misurazione. Gli apparecchi di misurazione del radon situati nel volume di misurazione possono essere tarati in questo modo a diversi valori della concentrazione radioattiva di radon. La nuova postazione di misura del radon è già in funzione per la verifica e la taratura di strumenti di misurazione del radon e per la misurazione comparativa di dosimetri passivi per il radon.



Taratura di strumenti di misurazione del radon.

Misurazioni al servizio dello sviluppo di prodotti: progetti di collaborazione con l'industria

Il METAS è sostenuto come partner di ricerca da Innosuisse. Le imprese possono così utilizzare le competenze del METAS in materia di ricerca e sviluppo per le loro innovazioni ed i loro sviluppi, e realizzare insieme al METAS progetti di ricerca e sviluppo orientati all'applicazione.

Le conoscenze scientifiche e tecniche acquisite presso il METAS possono essere utilizzate dall'industria non solo sotto forma di servizi di taratura e di misurazione, ma anche direttamente per lo sviluppo di prodotti e processi. Il METAS è un interessante partner di cooperazione in svariati settori. Dal 2013 Innosuisse (in precedenza CTI) ha approvato quattordici progetti di cooperazione.

Segnali di riferimento per sistemi radar meteorologici

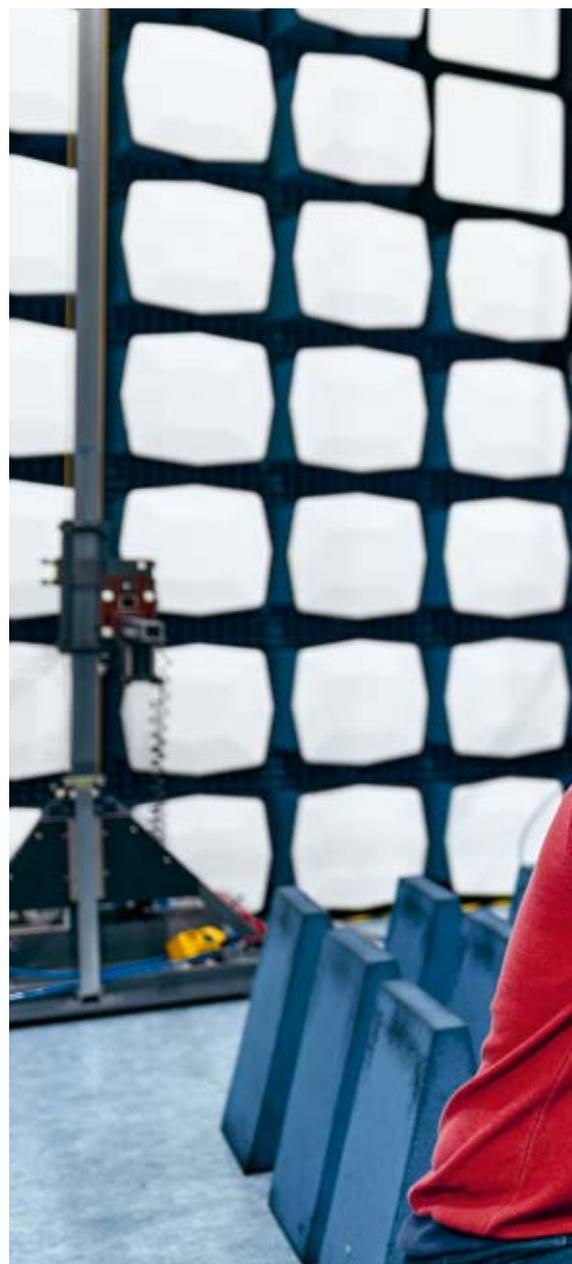
I radar meteorologici sono utilizzati in tutto il mondo per prevedere le precipitazioni e avvisare la popolazione di gravi eventi meteorologici. Tali avvertimenti sono affidabili solo se le misurazioni radar su cui si basano sono precise. Purtroppo, la taratura degli apparecchi radar è difficile e fino ad ora non esisteva un metodo consolidato. Inoltre, per il controllo e la regolazione dei loro sistemi i servizi meteorologici dipendono spesso dal fabbricante degli apparecchi. Gli standard di qualità per i radar meteorologici sono in gran parte assenti, sebbene l'Organizzazione Meteorologica Mondiale (OMM) sia fortemente impegnata a stabilirli. Per consentire una migliore taratura dei radar meteorologici, è stato sviluppato un simulatore di target radar (RTS). Questo strumento genera un target artificiale e ben definito in base al segnale radar in entrata, che può essere utilizzato come campione di riferimento per la taratura.

Con l'obiettivo di sviluppare ulteriormente la tecnologia RTS, di commercializzarla e offrire un servizio di taratura altamente professionale per i radar meteorologici, nel 2017 a Landquart è stata fondata la Palindrome Remote Sensing GmbH. Un progetto sponsorizzato da Innosuisse in collaborazione con la Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs (NTB) (Università Interstatale di Scienze Applicate

di Buchs) e il METAS dovrebbe contribuire a realizzare l'idea imprenditoriale della giovane ditta. L'obiettivo del progetto era quello di costruire un generatore di target radar ad alta precisione e acquisire tutte le necessarie conoscenze di hardware e software per poter offrire in futuro servizi di taratura di radar da un'unica fonte.

Assicurare la riferibilità dei risultati di misurazione

Il compito del METAS era quello di sviluppare un metodo di taratura per questo nuovo simulatore di target radar e garantire la riferibilità dei risultati di misurazione alle unità SI. A tal fine sono state effet-





tuare misurazioni approfondite sull'intero sistema e sui singoli componenti. Una delle maggiori sfide è stata la breve durata degli impulsi del segnale di alcuni microsecondi. Una durata così breve lascia poco tempo per poter determinare in modo affidabile l'ampiezza del segnale e, in particolare, la fase. Il problema è stato risolto realizzando un dispositivo di misura che consente la misurazione simultanea degli impulsi incidenti e di quelli riflessi. Una caratteristica importante del sistema è anche la sua sensibilità alle influenze ambientali. In una camera climatica sono state determinate la dipendenza dalla temperatura e dall'umidità dei misurandi rilevanti.



Misurazioni eseguite nel laboratorio per la Compatibilità Elettromagnetica.

Metrologia per l'economia: misurare strutture nascoste con la tomografia computerizzata a raggi X.

Con i suoi servizi il METAS sostiene le imprese di diversi settori dell'economia, affinché possano misurare in modo corretto e affidabile. Questo permette loro di soddisfare i requisiti di qualità che vengono posti ai loro prodotti. Questo vale, ad esempio, per la misurazione di pezzi di precisione di piccole dimensioni.

Il METAS fornisce all'economia e all'amministrazione numerosi servizi di taratura, di misurazione e di prova. Nel 2019, ad esempio, sono stati rilasciati ben 4500 certificati di taratura. I principali segmenti di clientela sono l'industria meccanica, elettrica, l'industria dei metalli e l'orologeria come pure la medicina e la tecnologia della comunicazione.

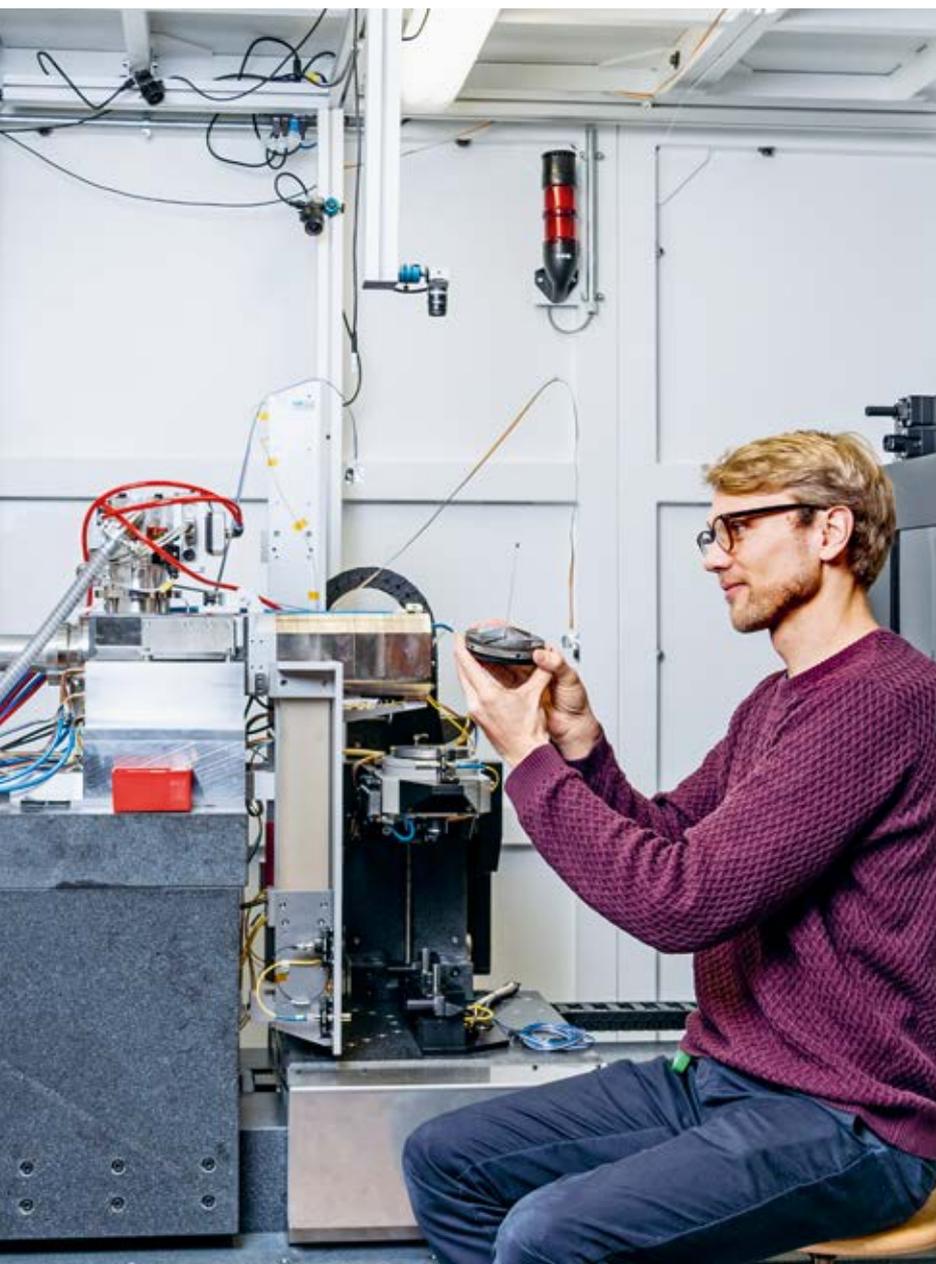
Tomografia computerizzata

La tomografia computerizzata a raggi X è un metodo non distruttivo, che consente di riprodurre la struttura tridimensionale completa dei campioni esaminati. Inizialmente questo metodo era impiegato per lo più per le prove sui materiali, ma negli ultimi anni è stato sempre più utilizzato per compiti di misurazione. Il metodo può essere impiegato, tra l'altro, per misurare pezzi di precisione di piccole dimensioni, le cui caratteristiche sono troppo piccole o per nulla accessibili per misurazioni tattili. Si tratta tipicamente di componenti di orologi, pezzi fabbricati con la punzonatura di precisione, connettori o oggetti di riferimento per la convalida di dispositivi di tomografia computerizzata.

Cinque anni fa il METAS ha iniziato a sviluppare competenze nella tomografia computerizzata dimensionale. In particolare ha sviluppato e messo in funzione un sistema di tomografia computerizzata ad alta precisione, il METAS-CT. Al fine di migliorare tale sistema e sviluppare procedure adeguate per la valutazione dell'incertezza di misura, il

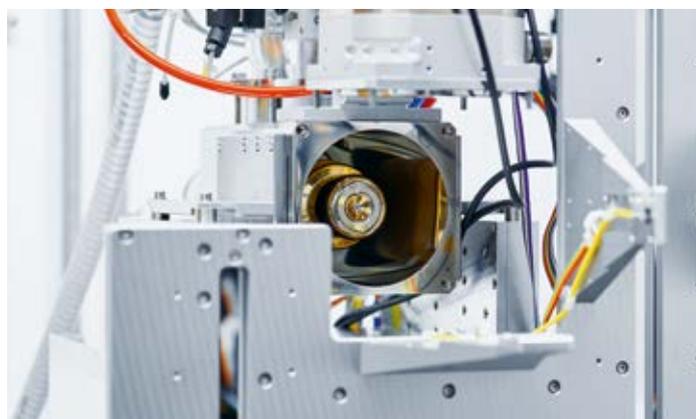
METAS svolge ricerche anche nel campo della tomografia computerizzata dimensionale. La ricerca si svolge nell'ambito della cooperazione europea. Non da ultimo, serve a definire con maggiore precisione le possibilità e i limiti di questa potente tecnologia, a promuovere la standardizzazione e quindi a rafforzare la fiducia in essa. Si sta inoltre valutando come si possano stabilire le possibilità di misurazione per pezzi metallici provenienti dalla produzione additiva, nota anche come stampa 3D.





Parti filigranate dell'industria orologiera

Un esempio di applicazione di questo metodo di misurazione è l'introduzione di nuovi processi di produzione per pezzi di precisione di piccole dimensioni in vetro nell'industria orologiera. L'*Association Suisse pour la Recherche Horlogère (ASRH)* ha consultato il METAS e messo a disposizione dei campioni di prova per valutare le possibilità di misurazione su strutture così fini. Con il METAS-CT è stato possibile misurare completamente tutte le caratteristiche del pezzo filigranato in vetro. E ciò con incertezze di misura vicine al millesimo di millimetro, cosa che sarebbe stata impensabile con i metodi convenzionali.



Misurare micropezzi molto accuratamente.

Mostrare la metrologia: giornata “Porte aperte” presso il METAS

L'ultimo sabato di maggio il METAS ha aperto le sue porte a tutti. I visitatori hanno potuto farsi un'idea dei compiti e delle attività del METAS, nonché degli strumenti e dei metodi di misurazione. Infine, hanno potuto informarsi sulla revisione del Sistema Internazionale di unità (SI). La giornata “Porte aperte” è stata ben frequentata e ha avuto successo.

Sabato 25 maggio 2019, ben 1600 visitatori hanno approfittato dell'occasione per visitare il METAS e farsi un'idea dei compiti, delle attività e delle attrezzature del METAS. Il venerdì precedente i clienti hanno avuto la possibilità di visitare il METAS nell'ambito di una giornata speciale dedicata ai clienti.

Farsi un'idea di laboratori, esperimenti, conferenze...

La ragione della giornata “Porte aperte” è stata la revisione del Sistema Internazionale di unità (SI), che ha portato nuove definizioni per alcune unità di misura, come il chilogrammo o l'ampere. La revisione del SI è entrata in vigore il 20 maggio 2019. Di conseguenza, nella giornata “Porte aperte” sono state proposte conferenze e opportunità di informazione sul SI e sulle unità di misura. Ma soprattutto i visitatori hanno avuto la opportunità di conoscere meglio i compiti e le attività del METAS e di visitare attrezzature speciali, come la camera anecoica o l'impressionante dispositivo generatore di forza.

Un tour a piedi ha portato i visitatori attraverso gli edifici del METAS consentendo loro di farsi un'idea di molti laboratori e attrezzature. In numerosi posti di dimostrazione, i visitatori hanno potuto informarsi sulle attività di un laboratorio, conoscere uno speciale dispositivo di misurazione o farsi spiegare un metodo di misurazione o una tecnologia. In alcuni posti i bambini e i giovani nel cuore hanno potuto fare qualche esperimento da soli. In un posto di dimostrazione, ad esempio, il compito era quello di coprire una distanza con un monopattino a una velocità il più costante possibile. Per verificare il livello di padronanza di questa attività si è utilizzato una misurazione della velocità.



Non tutti i laboratori e i dispositivi di misurazione del METAS possono essere resi accessibili. Alcuni di questi laboratori potevano essere visitati in piccoli gruppi guidati. I posti a disposizione per queste visite sono stati presi d'assalto e rapidamente esauriti, cosicché nel limite delle possibilità sono state proposte visite aggiuntive. Il materiale informativo era disponibile in tedesco e francese, le visite guidate e le conferenze sono state pure organizzate in entrambe le lingue.

Impegno tangibile per la causa

La giornata “Porte aperte” è stata ben frequentata fin dall'inizio. I visitatori hanno potuto scegliere a



loro discrezione tra le numerose informazioni offerte e le possibilità di visite. Indipendentemente dal fatto di essere rimasti nel METAS per un periodo più o meno lungo, i visitatori sono stati soddisfatti di ciò che avevano visto, spesso erano addirittura entusiasti. Non solo delle tematiche, delle attività, dei laboratori e delle attrezzature, ma anche in particolare dell'impegno percepibile ovunque dei collaboratori del METAS nel loro lavoro. Impressionanti sono state anche le competenze scientifiche e tecniche disponibili presso il METAS. Mentre usciva una visitatrice ha esclamato spontaneamente: "È incredibile quanto know how ci sia qui."



Visitatori presso il METAS.

Misurare per la mobilità del futuro: verificare le stazioni di rifornimento di idrogeno

Per poter utilizzare l'idrogeno come carburante per i veicoli, oltre a veicoli idonei sono necessarie stazioni di rifornimento adeguate. Il METAS ha sviluppato un impianto per testare o verificare le stazioni di rifornimento di idrogeno.

L'idrogeno potrebbe svolgere un ruolo importante per alimentare veicoli elettrici senza emissioni. Tranne vapore acqueo una pila a combustibile non produce emissioni dirette. I veicoli alimentati a idrogeno hanno un grande raggio d'azione e possono essere riforniti in breve tempo. L'idrogeno offre anche un altro vantaggio. Un impianto a idrogeno è adatto anche per immagazzinare energia elettrica in eccesso. Mediante l'energia elettrica l'acqua può essere scomposta nei suoi componenti di base idrogeno e ossigeno (elettrolisi). Un impianto di elettrolisi può essere parte integrante di una stazione di rifornimento di idrogeno, in modo che il gas combustibile possa essere prodotto direttamente sul posto.

Numerosi fattori d'influenza

Per poter utilizzare sempre più l'idrogeno come carburante per i veicoli, sono necessarie stazioni di rifornimento adeguate. Occorre inoltre garantire che tali stazioni di rifornimento misurino in modo affidabile. Per poter testare e verificare in modo riferibile le stazioni di rifornimento di idrogeno, il METAS ha sviluppato un impianto mobile di misurazione di riferimento. Funziona con una pesatura.

L'impianto è dotato di due serbatoi pressurizzati in fibra di carbonio che possono essere riforniti. Il peso dell'idrogeno immagazzinato viene determinato prima e dopo il rifornimento con una bilancia ad alta precisione e confrontato con l'indicazione del contatore della stazione di rifornimento. Un principio semplice. Tuttavia, la costruzione di un impianto di questo tipo è tutt'altro che semplice, perché tutta una serie di fattori d'influenza devono essere esclusi o presi in considerazione e determinati. Ciò include, ad esempio, la formazione di ghiaccio sulle condotte durante il rifornimento. L'idrogeno deve essere preraffreddato a -40 gradi Celsius per consentire il rifornimento in breve tempo. Durante il rifornimento, la pressione e la temperatura nei serbatoi cambiano, il che può por-

tare a variazioni di volume e quindi a cambiamenti della spinta idrodinamica. Anche altre influenze come il vento o le correnti d'aria dovute alle variazioni di temperatura superficiale su parti dell'impianto possono avere un effetto.

Protezione contro le esplosioni

L'idrogeno può facilmente esplodere in determinati rapporti di miscelazione con l'ossigeno. In ogni caso, si deve evitare un'esplosione. Per questo motivo, con la SUVA è stata effettuata una valutazione approfondita dei rischi e una pianificazione delle zone di esplosione e la sicurezza dell'impianto di misurazione è stata completamente certificata da un organismo riconosciuto (certificazione ATEX).





Le prove effettuate su una stazione di rifornimento di idrogeno dell'EMPA hanno dimostrato che l'impianto funziona senza intoppi. Le misurazioni con questo sistema di misura in loco richiedono tuttavia molto tempo e il trasporto è dispendioso. Una soluzione per una procedura più semplice potrebbe essere quella di sviluppare una "valigetta di misurazione" contenente una massa di riferimento per il trasferimento (un flussometro). La "valigetta di misurazione" verrebbe tarata presso il METAS sull'impianto di misurazione e potrebbe essere inserita durante il rifornimento in una stazione di rifornimento tra la pompa del carburante e il veicolo.



L'impianto di misurazione per la verifica di stazioni di rifornimento di idrogeno.

Regolamentare la misurazione: la legislazione nel campo della metrologia

Le disposizioni legali che rientrano nell'ambito di competenza del METAS non riguardano solo gli strumenti di misurazione, ma anche le indicazioni di quantità nella vendita di merce sfusa e sugli imballaggi preconfezionati (merci preconfezionate). Nel 2019 il Consiglio federale e il DFGP hanno deciso di rivedere le relative ordinanze preparate dal METAS.

La partecipazione alla preparazione di decreti nel campo della metrologia è uno dei compiti statutari del METAS. Nel 2019 sono state decise modifiche per la misurazione di gas di scarico di impianti a combustione alimentati con legna e modifiche delle ordinanze sulle indicazioni di quantità del Consiglio federale e del Dipartimento federale di giustizia e polizia (DFGP).

Gas di scarico di impianti a combustione alimentati con legna

Una delle ordinanze modificate nel corso dell'anno in rassegna è l'ordinanza del DFGP sugli strumenti di misurazione di gas di scarico degli impianti a combustione. Essa è stata integrata con nuove disposizioni relative alla misurazione di gas di scarico di impianti a combustione di piccole dimensioni alimentati con legna. Questo include impianti di combustione come caldaie, caminetti o stufe. La revisione è stata motivata da una modifica dell'ordinanza contro l'inquinamento atmosferico, che mira in particolare a ridurre le emissioni di polveri fini derivanti da impianti a combustione di piccole dimensioni alimentati con legna.

Indicazioni di quantità

Il contenuto e la forma dell'indicazione della quantità per le merci misurabili offerte in vendita ai consumatori sono disciplinati dal Consiglio federale ai sensi della legge sulla metrologia. Il METAS prepara tali prescrizioni. Esse sono incluse nelle ordinanze sulle indicazioni di quantità del Consiglio federale e del DFGP. Entrambe le ordinanze sono entrate in vigore nel 2013. Da allora si sono dimostrate efficaci e non sono necessarie modifiche fondamentali. Dopo diversi anni, tuttavia, alcuni miglioramenti e aggiornamenti selettivi di queste ordinanze si sono rivelati opportuni. La modifica più importante è la regolamentazione di una nuova procedura di controllo del contenuto effettivo di imballaggi precon-

fezionati. Inoltre, la revisione delle due ordinanze comprende chiarimenti e aggiornamenti su varie questioni dettagliate.

Nuova procedura di controllo statistico

Gran parte dei prodotti offerti nel commercio al dettaglio sono preconfezionati; essi vengono offerti come cosiddetti imballaggi preconfezionati. Quanto il contenuto effettivo di un imballaggio preconfezionato possa differire dalla quantità nominale indicata sull'imballaggio (scarto per difetto) è disciplinato nell'ordinanza sulle indicazioni di quantità del Consiglio federale. Tali disposizioni sono di notevole importanza pratica a causa della quantità di imballaggi preconfezionati. Il loro rispetto viene controllato mediante campionatura





dagli uffici cantonali di verifica. A tal fine è necessaria una procedura di controllo che specifichi in dettaglio le modalità di esecuzione della verifica. In precedenza, a tale scopo, era stata utilizzata una procedura che era stata ripresa da vecchie normative svizzere menzionate nell'ordinanza sulle indicazioni di quantità. Le disposizioni sono state ora rivedute. Per la categoria più importante degli imballaggi preconfezionati viene adottata la prassi diffusa nell'Unione europea. Le nuove disposizioni sono entrate in vigore il 1° gennaio 2020.

Per implementare le innovazioni, il METAS ha adattato le sue direttive concernenti le ordinanze sulle indicazioni di quantità. Ha inoltre svolto attività di formazione per gli uffici cantonali di verifica.



Misurazione di gas di scarico di impianti a combustione alimentati con legna.

Rendere possibile la misurazione: i colla- boratori sono decisivi

Il METAS è un luogo di lavoro interessante. Ciò è indicato dal basso tasso di fluttuazione del personale e dai risultati del sondaggio sui dipendenti. Oltre ai suoi collaboratori, il METAS ha effettuato anche un sondaggio presso i suoi clienti, che nel complesso sono molto soddisfatti delle prestazioni del METAS.

Per poter fornire i propri servizi in modo soddisfacente per i suoi clienti, il METAS dipende da collaboratori tecnicamente competenti e dediti. Pertanto, attribuisce grande importanza al fatto di essere un datore di lavoro e un luogo di formazione attraente. Collaboratori impegnati, soddisfatti e motivati sono la chiave del successo di un'impresa, come ha dimostrato anche il sondaggio tra i clienti del METAS.

Stimate collaboratrici, stimati collaboratori

In estate il METAS ha fatto effettuare un sondaggio tra i propri clienti svizzeri. L'inchiesta sulla soddisfazione per le prestazioni fornite dal METAS si è basata su precedenti sondaggi del 2012 e del 2015, al fine di garantire la comparabilità. Tuttavia, le domande sono state riviste e semplificate per consentire una consultazione più breve. Il sondaggio è stato condotto e valutato da una ditta esterna indipendente. Il tasso di risposta è stato del 15 %, un tasso di risposta statisticamente significativo. La soddisfazione complessiva dei clienti per i servizi del METAS è molto elevata e, rispetto all'ultimo sondaggio, è addirittura leggermente aumentata. Il fatto di essere disposti a raccomandare ad altri il METAS, rilevato per la prima volta, raggiunge un buon valore, che va di pari passo con la soddisfazione generale. I collaboratori sono stati valutati molto positivamente dai clienti: come negli anni precedenti, i collaboratori sono l'aspetto qualitativo più apprezzato del METAS.

Elevata soddisfazione sul lavoro

Anche il sondaggio dei collaboratori è stato condotto da una impresa esterna e indipendente. Tale sondaggio è stato effettuato nel maggio 2019 e si basava strettamente sull'inchiesta condotta dall'Amministrazione federale. Il sondaggio ha otte-



nuto un tasso di risposta soddisfacente dell'84 per cento. Il risultato indica che il personale del METAS è molto soddisfatto. Alcuni valori sono leggermente diminuiti rispetto alla consultazione del 2015, ma sono tutti superiori a quelli dell'Amministrazione federale o di un parametro di riferimento esterno. Cambiamenti positivi si possono osservare nei settori dell'informazione del personale e dello scambio di conoscenze ed esperienze, settori in cui sono state adottate misure in seguito al sondaggio del 2015.



Il lavoro di squadra è molto apprezzato.

I maggiori punti di forza del METAS sono il margine d'azione e le misure di sviluppo. Anche il lavoro di squadra e la conciliazione tra attività professionale e vita privata, sono molto apprezzati. Sulla base dei risultati, non è necessaria alcuna azione urgente. Tuttavia, sono state esaminate alcune aree tematiche per potenziali miglioramenti. La grande sfida è riuscire a mantenere un risultato così positivo anche in futuro.

Luogo di formazione METAS

Il METAS promuove una buona formazione di professionisti in erba. Propone diversi tirocini in settori tecnico-scientifici (laboratorista in fisica, laboratorista in chimica, polimeccanico, tecnico elettronico, specialista informatico, mediamatico), uno stage commerciale BMS nonché un certo numero di periodi di pratica per studenti universitari.

Finanze

L'esercizio contabile 2019 del METAS si è chiuso con un utile di 1,6 milioni di franchi. Le spese sono ammontate a 51,1 milioni di franchi e sono stati realizzati proventi per 52,7 milioni di franchi (compresi gli indennizzi).

La presentazione dei conti del METAS viene effettuata in conformità al principio contabile degli International Public Sector Accounting Standards (IPSAS).

Stato patrimoniale

(in migliaia di CHF)	31.12.2019	31.12.2018
Attivi		
Disponibilità liquide	22 373	20 202
Crediti da prestazioni	4 196	3 000
Crediti da progetti di ricerca	2 702	2 778
Altri crediti	268	110
Ratei e risconti attivi	1 115	811
Capitale circolante	30 654	26 901
Immobilizzi materiali	19 964	20 923
Immobilizzi immateriali	2 002	2 336
Immobilizzi	21 966	23 259
Totale Attivi	52 620	50 160
Passivi		
Debiti per forniture e prestazioni	911	1 322
Debiti per progetti di ricerca	4 009	3 930
Altri debiti	1 381	1 466
Ratei e risconti passivi	304	155
Accantonamenti a breve termine	1 230	1 098
Capitale estraneo a breve termine	7 835	7 971
Accantonamenti per passività della cassa pensioni	57 002	49 580
Accantonamenti per premi di fedeltà	1 637	1 467
Capitale estraneo a lungo termine	58 639	51 047
Perdita a bilancio	-12 934	-17 235
Perdite / utili attuariali cumulati	-5 974	663
Riserve per immobilizzazioni	3 413	3 413
Utile	1 621	4 301
Capitale proprio	-13 874	-8 858
Totale Passivi	52 620	50 160

Conto economico

(in migliaia di CHF)	2019 1.1.2019–31.12.2019	2018 1.1.2018–31.12.2018
Proventi netti	52 722	51 295
Plusvalenze da cessione di immobilizzi	14	13
Spese per materiale e prestazioni di terzi	-587	-685
Costi del personale	-34 694	-31 699
Altri costi d'esercizio	-11 632	-10 993
Ammortamenti	-3 958	-3 575
Oneri di gestione	-50 284	-46 267
Proventi finanziari	6	61
Oneri finanziari	-76	-106
Risultato finanziario	-70	-45
Oneri fiscali	-174	-10
Utile	1 621	4 301

Nell'anno in rassegna il METAS ha potuto autofinanziare le proprie attività per il 55,7 per cento (anno precedente 58,1 per cento). Emolumenti, indennizzi per la ripresa di altri compiti e fondi di terzi hanno contribuito all'autofinanziamento.

L'ufficio di revisione ha confermato senza riserve la regolarità della gestione finanziaria.

Il conto annuale dettagliato e conforme alle norme dell'IPSAS può essere scaricato dal sito internet del METAS oppure ordinato presso il METAS.

Informare sulle misurazioni: pubblicazioni e conferenze del METAS

Le attività di ricerca e sviluppo si riflettono anche nelle pubblicazioni e nelle conferenze che i ricercatori del METAS hanno pubblicato o tenuto.

Anche nell'anno in rassegna i collaboratori del METAS hanno presentato i risultati del loro lavoro di ricerca e sviluppo in occasione di riunioni di specialisti, conferenze e pubblicazioni scientifiche. Essi sono stati attivi in organizzazioni specializzate e in gruppi di esperti a livello nazionale ed internazionale, apportandovi il loro know how e la loro esperienza. Hanno fatto conoscere la metrologia ad un vasto pubblico al di fuori della ristretta cerchia specializzata e si sono impegnati a impartire lezioni agli studenti universitari.

Una panoramica delle pubblicazioni dei collaboratori del METAS e delle conferenze da essi tenute è riportata alla fine di questo capitolo. Una serie di conferenze specialistiche si è tenuta inoltre nell'ambito di eventi, che si sono svolti nella sede stessa del METAS.

Inoltre, presso il METAS sono stati offerti e condotti diversi corsi specializzati, che vanno da un'introduzione ai fondamenti dell'incertezza di misura fino a un corso sulla tecnica di misurazione della lunghezza.

Opuscolo sul Sistema Internazionale di unità SI

Nel 2019 sono stati pubblicati due numeri della rivista specialistica di metrologia "METinfo", edita dal METAS e i cui articoli vengono normalmente scritti da collaboratori del METAS. Parecchi articoli di "METinfo" sono stati ripresi da diverse riviste specializzate.

In occasione dell'entrata in vigore della revisione del Sistema Internazionale di unità (SI), il METAS ha pubblicato un opuscolo: "Le nostre unità di misura. Il Sistema Internazionale di unità SI". L'opuscolo si rivolge ad un pubblico più ampio e non tecnico che desidera

saperne di più sul Sistema Internazionale di unità e sull'importanza della metrologia.

Diamo un'occhiata ai laboratori

Come già negli anni scorsi il METAS ha partecipato al programma "Mädchen – Technik – Los!" (Ragazze – Tecnica – Via!) durante la giornata nazionale "Nuovo futuro", che ha avuto luogo il 9 novembre 2019. Ciò ha consentito ad un gruppo di ragazze di dare un'occhiata ai compiti e alle attività dei laboratori del METAS.

A causa della giornata "Porte aperte" nel corso dell'anno in rassegna si è potuto effettuare un numero di visite per gruppi leggermente inferiore al solito. 20 gruppi con un totale di oltre 500 partecipanti hanno avuto l'opportunità di conoscere direttamente i laboratori e lo sviluppo di dispositivi di misurazione. Le visite consentono ai visitatori di avvicinarsi ai compiti e alle attività del METAS e di comprenderli meglio.

Pubblicazioni e presentazioni

La seguente compilazione offre una panoramica degli articoli più importanti pubblicati e delle conferenze tenute dai collaboratori del METAS. Nell'indicazione degli autori i nomi dei collaboratori del METAS sono evidenziati in grassetto.

Pubblicazioni

A. Schavkan, (...), **G. Baur**, **K. Vasilatou** et al.: *Number Concentration of Gold Nanoparticles in Suspension: SAXS and spICPMS as Traceable Methods Compared to Laboratory Methods*. *Nanomaterials* 2019, 9, 502, 20 pp.

B. Bircher, **F. Meli**, **A. Küng**, **R. Thalmann**: *CT geometry determination using individual radiographs of calibrated multi-sphere standards*. 9th Conference on Industrial Computed Tomography, Padova, Italy (ICT 2019) 7 pp.

B. Bircher, **F. Meli**, **A. Küng**, **R. Thalmann**: *CT machine geometry changes under thermal load*. 9th Conference on Industrial Computed Tomography, Padova, Italy (ICT 2019) 5 pp.

A. Bossen, **M. Trösch**, **A. Küng**, **F. Meli**: *Long range wire based yaw and straightness measuring system for a 50 m bench*. euspen's 19th International Conference & Exhibition, Bilbao, ES, June 2019. p. 300.

D. Amaripadath, (...), **J.-P. Braun** et al.: *Design of versatile waveform platform for supraharmic testing and calibration*. 25th International Conference on Electricity Distribution, Paper n° 647.

D. Amaripadath, (...), **J.-P. Braun** et al.: 2019 54th Int. Universities Power Engineering Conference, UPEC 2019 – Proceedings 8893632.

S.M. Blair, (...), **J.-P. Braun**: *IEEE Access* 7,8665864, pp. 48689-48698.

G. Frigo, (...), **J.-P. Braun** et al.: *Characterization of uncertainty contributions in a high-accuracy PMU validation system*. *Measurement Journal of International Measurement Confederation* 146, pp. 72-86.

D. Corminboeuf: *Calibration of the absolute linearity of lock-in amplifiers*. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 68, 2060-2065.

J. Hoffmann, **P. Huerlimann**, **M. Wollensack**, **J. Rufenacht**, **M. Zeier**: *S-Parameter Definition for Adapters with a Dielectrically Loaded Connector*. 93rd ARFTG Microwave Measurement Symposium, Conference Digest, 2019.

S. Horender, **K. Auderset**, **K. Vasilatou**: *Facility for calibration of optical and condensation particle counters based on a turbulent aerosol mixing tube and a reference optical particle counter*. *Review of Scientific Instruments*. 90/ 075111 (2019) 11 pp.

A. Jallageas (...) **J. Morel** and **U. Keller**: *Calibration of high-accuracy spectrometers using stabilized 11-GHz femtosecond semiconductor laser*. *Optics Express* 27 (2019) 37552, 7 pp.

B. Jeckelmann, **F. Piquemal**: *The Elementary Charge for the Definition and Realization of the Ampere*. *Annalen der Physik* 531/5 (2019) 10 pp.

C. Kessler, **D.T. Burns**, **P. Roger**, **C. Kottler**, **S. Vörös**, **P. Peier**: *Comparison of the standards for absorbed dose to water of the METAS, Switzerland and the BIPM in accelerator photon beams*. *Metrologia* 56/1A, 15 pp.

A. Kazemipour, **M. Wollensack**, **J. Hoffmann**, **J. Rufenacht**, **M. Zeier**: *THz Detector Calibration Based on Microwave Power Standards*, UCMMT 2019, Conference Digest.

A. Kazemipour, **M. Wollensack**, **J. Hoffmann**, **J. Rufenacht**, **G. Gaeumann**, **M. Zeier**, **S.-K. Yee**, **M. Hudlicka**: *Material Parameter Extraction in THz Domain, Simplifications and Sensitivity Analysis*. 2019 Asia-Pacific Microwave Conference, Conference Digest, 2019.

T. Le Quang, **D. Vasyukov**, **J. Hoffmann**, **A. Buchter**, **M. Zeier**: *Fabrication and Measurements of Inductive Devices for Scanning Microwave Microscopes*. *IEEE-Nano, Conference Digest*, 2019.

O. Aseev, (...), **B. Niederhauser**, L. Emmenegger: *High-precision ethanol measurement by mid-IR laser absorption spectroscopy for metrological applications*. Optics Express 27/4 (2019), 12pp.

P. Gournay, (...), **F. Overney** et al.: *Comparison CCEM-K4.2017 of 10 pF and 100 pF capacitance standards*. Metrologia 56, 01001-01001.

M. Delaval, D. Egli, **P. Schüpfer** et al.: *Novel instrument to generate representative e-cigarette vapors for physicochemical particle characterization and in-vitro toxicity*. Journal of Aerosol Science 129 (2019), pp. 40-52.

E. Tas, **F. Pythoud**, D. Zhao: *The Consequences of Missing Specification for Coupling-Decoupling Networks*. Proc. of the 2019 International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC EUROPE 2019, Barcelona Spain, September 2-6 2019.

K. Vasilatou et al.: Chapter 3.1.3 *Electrospray-differential mobility analysis (ES-DMA)*. In: Characterization of Nanoparticles: Measurement Processes for Nanoparticles. Amsterdam, p. 97–116.

Contributi a convegni e conferenze

M. Agostoni: *The METAS IEC 61850-9-2 Test Bench*. (Poster) AMPS Applied Measurements for Power Systems, Aachen, 27.9.2019.

M.-O. André: *Electrical standards based on quantum effects*. Summer School of Metrology, BIPM-SIF, Varenna, 4.7.2019.

M.-O. André: *Applying electrical standards in real-life applications*. Summer School of Metrology, BIPM-SIF, Varenna, 5.7.2019.

H. Andres: *Support for EURAMET DIs – Practical aspects*. 2019 Workshop for incoming TC-chairs. Braunschweig, 29.8.2019.

H. Andres: *Messunsicherheit & Konformitätsbewertung Atemalkoholmessmittel*. ZHAW, Wädenswil, 26.11.2019.

F. Assi/U. Schneider: *Die Rolle des METAS in der Audiometrieverordnung*. SG-ORL, Herbstversammlung 2019, Interlaken, 15.11.2019.

B. Bircher: *CT geometry determination using radio-graphs of multi-sphere standards*. iCT Conference 2019, Padova, 13.2.2019.

B. Bircher: *X-ray computed tomography for dimensional metrology*. *New frontiers for metrology: from biology and chemistry to quantum and data science*, Varenna, 5.7.2019.

B. Bircher: *Industrial high-resolution computed. Micro and Nanotomography* Symposium: 3D Imaging for Industry, PSI, Villigen, 7.11.2019.

H. Bissig: *Liquid properties effects on Coriolis and thermal mass flow meters at very low flow rates*. Flomeko 2019, Lissabon, 26.6.2019.

H. Bissig: *Traceability of pulsed flow rates consisting of constant delivered volumes at given time interval*. Flomeko 2019, Lissabon, 28.6.2019.

H. Bissig: *Traceable response time characterization of flow devices with process-oriented liquids*. Microfluidics & Flow Chemistry 2019, San Diego, USA, 9.10.2019.



H. Bissig: *Traceable response time characterization of flow devices with process-oriented liquids*. Workshop on dynamic measurements methods for water metering, Villeurbanne, France, 14.11.2019.

C. Blaser: *Die Revision des Internationalen Einheitensystems*. Informationstagung 2019 Eichstellen Elektrizität, METAS, 25.6.2019.

P. Blattner: *Measurement Methods, Set-ups and Devices*. CIE Tutorial on S 026 – Use and Application of the New Metrology for ipRGC-Influenced Responses to Light, Eindhoven, 14.3.2019.

P. Blattner: *Aktuelle Aktivitäten der Internationalen Beleuchtungskommission CIE*. LTG – Kongress 2019, Spielberg, Österreich, 21.5.2019.

P. Blattner: *Measurement uncertainty in the context of CIE TC2-67*. (Photometry of Lighting and Light-Signalling Devices for Road Vehicles). CIE TC2-67 Meeting, Webex 5.8.2019.

P. Blattner: *Metrics and quantities for horticulture lighting*. International Scientific and Technical Greenhouses Lighting Conference, Moscow, 9.9.2019.

P. Blattner: *Current activities of the International Commission on Illumination (CIE)*. XVII. Lux et Color, Veszprémiensis, Veszprém, Ungarn, 10.10.2019.

P. Blattner: *Danger of la lumière bleue des LEDs – prise de position de la CIE*. SLG Vorabendseminar, Lausanne, 27.11.2019.

T. Bühlmann: *SI-traceable F-Gas Standards*. AGAGE Meeting 59, Weggis, 1.5.2019.

T. Bühlmann: *SI-traceable Reference Gas Mixtures*. GAW-CH Landesausschuss, Dübendorf, 6.11.2019.

D. Corminboeuf: *Calibration of lock-in amplifiers in μ V ranges*. DMS, Dresden, 15.5.2019.

D. Corminboeuf: *Calibration and applications using inductive voltage dividers*. Messunsicherheit 2019, VDI-Fachtagung, Erfurt, 13.11.2019.

G. Couvreur, **D. Lussi**: *Datensicherheitsprüfungen*. VSE Fachtagung, Olten, 13.3.2019.

M. N. Ess (...) and **K. Vasilatou**: *Optical and morphological properties of soot aerosols generated with the novel „miniCAST 5201 BC“ burner*. EAC 2019, Göteborg, 25.8.2019.

M. de Huu: *Design of gravimetric primary standards for field testing of hydrogen refuelling stations*. Flomeko 2019, Lissabon, 26.6.2019.

M. de Huu: *Introduction to hydrogen flow metering, laboratory calibrations using liquids*. Workshop on hydrogen quality and flow metering for hydrogen fuel cell vehicles, VSL, The Netherlands, 11.9.2019.

C. Hof: *Characterization of new LS2P-microphones*. Dresden metrologists summit, 14.5.2019.

C. Hof: *Metrologie im Bereich Vibration am METAS*. SPEKTRA-Kalibrierseminar, Dresden, 9.10.2019.

C. Hof: *Implementierung der Druckkalibrierung von Laborstandard-Mikrofonen durch die Reziprozitätsmethode am METAS*. SPEKTRA-Kalibrierseminar, Dresden, 10.10.2019.

C. Hof: *METAS and its national standards in AUV*. CCAUV, Paris, 26.9.2019.

J. Hoffmann: *S-Parameter Measurements in Coaxial Systems*. CCEM RF&MW Workshop, BIPM, Paris, 27.3.2019.

J. Hoffmann: *S-Parameter Definition for Adapters with Dielectrically Loaded Connectors*. 93rd ARFTG Microwave Measurement Symposium, Boston, MA, USA, 7.6.2019.

J. Hoffmann: *Tips and Calibration of Tips and Calibration of Nearfield Scanning Microscope*. European Microwave Week, MMAMA Workshop, 30.9.2019.

J. Hoffmann: *Measurement Uncertainty Training at METAS*. MathMet International Workshop 2019, LNEC, Lisbon, Portugal, 21.11.2019.

J. Hoffmann: *Standards and Coaxial Tips for Scanning Microwave Microscopy*. High Frequency Scanning Probe Microscopy Workshop, NIST, Colorado, 13.12.2019.

S. Horender, **M. N. Ess** and **K. Vasilatou**: *EMPIR-AEROMET: Towards the generation of synthetic ambient aerosols*. EAC 2019, Göteborg, 25.8.2019.

S. Horender, **M. N. Ess** and **K. Vasilatou**: *Towards the generation of synthetic ambient aerosols for calibration of PM monitors and low cost sensors*. Air Quality: Responding to new challenges, London, 11.12.2019.

- M. Iturrate-Garcaia:** *Characterisation of impurities in NO₂ reference gas mixtures using FTIR spectroscopy.* European Geosciences Union (EGU), Wien, 10.4.2019.
- M. Iturrate-Garcaia:** *Improving dynamically prepared nitrogen dioxide (NO₂) reference gas mixtures.* GAS Analysis 2019, Den Haag, 18.6.2019.
- M. Iturrate-Garcaia:** *“EMN Climate and Ocean Observation”: a coordinated metrology network supporting ECVs and EOVs measurements.* Swiss Geoscience Meeting 2019, Freiburg, 27.11.2019.
- B. Jeanneret:** *Josephson Voltage Standards: the early days and the DC standard.* Metrological Summer School 2019, Kloster Drübeck, Deutschland, 5.8.2019.
- B. Jeanneret:** *Josephson Voltage Standards: state of the art quantum AC sources.* Metrological Summer School 2019, Kloster Drübeck, Deutschland, 6.8.2019.
- B. Jeckelmann:** *A milestone in the evolution of the International System of Units.* PSI Colloquium, Villigen, 14.3.2019.
- B. Jeckelmann:** *Une étape cruciale dans le développement du système international d'unités (SI).* Conférence publique de la Société Valaisanne de Physique, Sion, 12.4.2019.
- B. Jeckelmann:** *Zeitdefinition und moderne Zeitmessung.* 3. Internationales Jost-Bürgi-Symposium, Lichtensteig, 4.5.2019.
- B. Jeckelmann:** *Das revidierte SI: Hintergründe und wichtigste Änderungen.* Weiterbildungsveranstaltung der Deutschschweizerischen Physikkommission, METAS, Wabern, 3.9.2019.
- A. Kazemipour:** *Feasibility of Accurate Power Measurement in Submillimeter / mm-Wave Domain Based on Free-Space Techniques.* 12th UK/Europe-China Workshop on Millimetre-Waves and Terahertz Technologies (UCMMT), 10.9.2019.
- A. Kazemipour:** *Quasi Free-Space (TEM) Material Measurements.* European Microwave Week, MMAMA Workshop, 30.9.2019.
- A. Kazemipour:** *Material Parameter Extraction in THz Domain, Simplifications and Sensitivity Analysis.* (Poster) 2019 Asia-Pacific Microwave Conference (APMC), Singapore, 12.12.2019.
- A. Küng:** *Long range wire based yaw and straightness measuring system for a 50 m bench.* euspen's 19th International Conference & Exhibition, Bilbao, 4.6.2019.
- T. Le Quang:** *Impedance Standards for Scanning Microwave Microscope.* CMI/EPFL Annual Meeting, CMI, Lausanne, 7.5.2019.
- T. Le Quang:** *Impedance Standards for Scanning Micro-wave Microscopy.* Nanometrology 2019, Paris, 26.6.2019.
- T. Le Quang:** *Impedance Standards for Scanning Microwave Microscopy.* European Microwave Week, ADVENT Workshop, 29.9.2019.
- K. Marti:** *Dissemination of the kilogram after redefinition: a focus on sorption effects, contamination and cleaning of mass standards.*, RADWAG, Radom, 6.3.2019.
- K. Marti:** *Redefinition of the kilogram,* Berner Fachhochschule, Burgdorf, 8.11.2019
- B. Mathew:** *Datensicherheitsprüfung – erste Erfahrungen.* Swissmig Fachtagung, 8.11.2019.
- F. Meli:** *CT machine geometry changes under thermal load.* iCT Conference 2019, Padova, 14.2.2019.
- F. Meli:** *Polystyrene nanoparticle deformation – range extended.* Nanoscale Conference 2019, Braunschweig, 15.10.2019.
- C. Mester:** *Technologiegerechtes Kalibrierprogramm für moderne Messgeräte.* Messunsicherheit 2019, VDI-Fachtagung, Erfurt, 13.11.2019.
- B. Niederhauser:** *Aktiv bei reaktiven Analyten.* ERFA 2019 des Cercl'air, Freiburg, 10.9.2019.
- F. Overney:** *Progress report: Dual Josephson Impedance Bridge (DJIB).* EURAMET TC-EM DCQM meeting, 20.5.2019.
- C. Pascale:** *Dynamic generation of VOCs reference gas mixtures with a mobile generator and comparison to static preparations.* CCQM-Workshop, Paris, 9.4.2019.
- C. Pascale:** *The European Metrology Network for Climate and Ocean Observation.* Actris Technical meeting for trace gases, Dübendorf, 9.5.2019.
- C. Pascale:** *The European Metrology Network for Climate and Ocean Observation: Stakeholders and plans.* CIM 2019, Paris, 10.9.2019.
- P. Peier:** *Photonics an Beschleunigern.* University of Applied Sciences HTW, Chur, 22.3.2019.
- P. Peier:** *Calibration and verification of dosimeters for high energy electron and photon radiation at METAS 22 MeV accelerator.* SGSMP Annual Meeting, PSI, Villigen, 22.11.2019.
- F. Pythoud:** *Introduction to EMC.* SwissT.net, Fachtagung EMV und Funk, Zürich, 16.1.2019.
- D. Stalder:** *Traceable Noise Temperature Calibration Based on RF-Power.* European Microwave Week, ADVENT Workshop, 29.9.2019.
- E. Tas, F. Pythoud, D. Zhao:** *The Consequences of Missing Specification for Coupling-Decoupling Networks.* Proc. of the 2019 International Symposium on Electromagnetic Compatibility – EMC EUROPE 2019, Barcelona, 4.9.2019.
- E. Tas:** *Proficiency Testing in EMC.* EUROLAB-CH Seminar, Sicherung der Qualität von Laborergebnissen, Olten, 3.12.2019.
- R. Thalmann:** *Traceability of nano-scale measurements to the international system of units SI.* Swiss Nano Convention, EPFL, Lausanne, 7.6.2019.
- R. Thalmann:** *Überprüfung und Kalibrierung von optischen Mikro-Koordinatenmessgeräten.* Fachtagung Produktionsmesstechnik, NTB, Buchs, 5.9.2019.
- R. Thalmann:** *Auswertung und Bewertung von Vergleichsmessungen.* EUROLAB-CH Seminar, Sicherung der Qualität von Laborergebnissen, Olten, 3.12.2019.
- M. Trachsel:** *Chemical radiation dosimetry in magnetic fields: Characterization of a Fricke-type chemical detector in 6 MV photon beams and magnetic fields up to 1.42 T.* SGSMP Annual Meeting, PSI, Villigen, 22.11.2019.
- K. Vasilatou:** *Generation and characterisation of model soot aerosols for instrument calibration and health studies.* Métrologie des suies, Paris, 4.7.2019.
- M. Geiser, Z. Leni, K. Vasilatou, M. Ess, A. Keller:** *A novel facility to generate stable and reproducible aerosol mixtures that simulate the physicochemical properties of ambient air.* EGU 2019, 8.4.2019.
- D. Vasyukov:** *Introduction to Scanning Microwave Microscopy.* SPM Workshop, Lednice, CZ, 27.3.2019.
- D. Vasyukov:** *Impedance Standards for Scanning Microwave Microscopy.* IEEE-Nano, Macau, 22.7.2019.
- C. Wüthrich:** *New definition of the unit system: from man defined system to nature constants, consequences on daily life and vacuum measurement.*, Inficon, Balzers, 20.05.2020
- M. Zeier:** *Introductory talk to workshop.* CCEM RF&MW Workshop, BIPM, Paris, 27.3.2019.
- M. Zeier:** *Scanning Microwave Microscopy: Impedance measurements at nanoscale.* EURAMET TC-EM SC RF&MW meeting, INTA, Madrid, 9.4.2019.
- M. Zeier:** *S-parameter measurement comparison in Type-N.* EURAMET TC-EM SC RF&MW meeting, INTA, Madrid, 10.4.2019.

