



II METAS nel
2022



Immagine di frontespizio:
cavo in fibra ottica notevolmente ingrandito
(cfr. contributo a pag. 16/17)

Colofone

Il rapporto fornisce una panoramica delle attività del METAS nel 2022.



Informazioni
su altri rapporti
annuali

Finanze:

Le pagine 26 e 27 del presente rapporto contengono informazioni sui conti annuali del METAS al 31 dicembre 2022. Il bilancio annuale 2022 è pubblicato insieme al rapporto dell'organo di revisione sul sito www.metas.ch.

Editore/redazione:

Istituto federale di metrologia METAS
Assistenza alla clientela e comunicazione
Lindenweg 50
3003 Berna-Wabern
kommunikation@metas.ch
www.metas.ch

Redazione del testo:

Sabine Graf, Berna
www.sabinegraf.ch

Ideazione e realizzazione:

Casalini Werbeagentur AG, Berna
www.casalini.ch

Lingue:

Tedesco, francese, italiano;
inglese solo online

Crediti per le immagini:

METAS, se non diversamente indicato

Diritti d'autore:

I diritti d'autore sono del METAS.
La riproduzione di articoli è consentita con indicazione della fonte. Si prega di inviare un esemplare della riproduzione all'indirizzo della redazione.

Edizione:

Maggio 2023

Editoriale

Ben posizionato per le sfide di domani

L'Istituto federale di metrologia METAS è attivamente coinvolto nelle organizzazioni internazionali di metrologia per poter continuare a svolgere i suoi compiti di centro di competenza della Confederazione per tutte le questioni relative alla misurazione di alta qualità. Creando una rete di contatti con le colleghe e i colleghi di altri istituti nazionali di metrologia nei comitati tecnici, possiamo affrontare le sfide del cambiamento tecnologico, perché questo non risparmia la metrologia.

L'anno scorso abbiamo potuto continuare a implementare la nostra «visione METAS 2025» in modo coerente: le strutture appena create ci consentono di soddisfare ancora meglio in futuro le esigenze di committenti e clienti. Con il programma di ricerca e sviluppo di nuova concezione siamo in grado di continuare ad essere anche in futuro tra gli istituti di metrologia leader a livello mondiale. Il settore Assistenza alla clientela e comunicazione, creato di recente, lavora per rendere le attività del METAS più tangibili e meglio conosciute dalla clientela e dal grande pubblico. Dopotutto, tutti noi entriamo quotidianamente in contatto con la tematica delle «misurazioni»: sia che si debba fare affidamento sul fatto che il peso della merce pesata corrisponda a quanto scritto sulla confezione, sia che il contatore elettrico di casa indichi anche l'energia effettivamente consumata.

Nell'ambito di questa panoramica annuale sono lieto di fornirvi un'idea di alcuni dei molteplici compiti, servizi e progetti di ricerca del METAS.

Dr. Philippe Richard
Direttore dell'Istituto federale di metrologia METAS



- 3 Editoriale
- 4 Prefazione
- 6 Momenti salienti
- 8 Il METAS in cifre
- 10 Ricerca e sviluppo
- 12 Energia e mobilità
- 14 Salute e scienze della vita
- 16 Nozioni di base e nuove tecnologie
- 18 Industria
- 20 Ambiente, clima e risorse naturali
- 22 Cooperazione internazionale
- 24 Responsabilità sociale ed ecologica
- 26 Stato patrimoniale e conto economico
- 28 Pubblicazioni e conferenze

Prefazione

La ricerca e lo sviluppo sono essenziali

Per un istituto nazionale di metrologia la ricerca e lo sviluppo sono strategicamente fondamentali. Affinché anche in futuro il METAS possa rimanere all'avanguardia con la sua infrastruttura metrologica e con i suoi servizi, è necessario stabilire le giuste priorità nell'orientamento della ricerca e dello sviluppo.



Il Consiglio d'Istituto (da sinistra): Prof. Dr. Sonia Isabelle Seneviratne; Dr. Ursula Widmer, vicepresidente; Dr. René Lenggenhager; Dr. Matthias Kaiserswerth, presidente; Roger Siegenthaler; Prof. Dr. med. Alessandra Curioni-Fontecedro.

Con il lancio del programma di ricerca e sviluppo 2023+ (FP23+) vengono creati i presupposti necessari affinché il METAS possa continuare a mettere a disposizione anche in futuro una moderna infrastruttura metrologica e mantenere la sua posizione di «miglior istituto di metrologia di piccole dimensioni» nella competizione internazionale.

Il programma è suddiviso in cinque aree tematiche: 1) Energia e mobilità; 2) Salute e scienze della vita; 3) Nozioni di base e nuove tecnologie; 4) Industria; 5) Ambiente, clima e risorse naturali. Queste aree tematiche sono concretizzate in 18 campi d'azione. Le ricercatrici e i ricercatori del METAS possono proporre progetti nei rispettivi campi d'azione e quindi richiedere finanziamenti per la ricerca. Ciò che è degno di nota in questi campi d'azione è che, di norma, le sfide possono essere affrontate solo da team interdisciplinari costituiti dai diversi settori del METAS. Per ulteriori informazioni sull'FP23+ consultare le pagine 10 e 11 di questo rapporto.

Nel novembre 2022 il Consiglio federale ha nominato Roger Siegenthaler quale nuovo membro del Consiglio d'Istituto per la restante durata del mandato fino alla fine del 2023. Con Roger Siegenthaler il Consiglio d'Istituto ha potuto reclutare un esperto di provata competenza. Conosce già il METAS per esperienza personale, in quanto molti anni fa vi lavorava come esperto tecnico. Oggi dirige un'azienda nel campo della microtecnologia. Non vediamo l'ora di lavorare con Roger Siegenthaler.

Nel mese di dicembre il Consiglio d'Istituto ha inoltre nominato il Dr. Fabiano Assi quale nuovo responsabile della Divisione Fisica e membro della Direzione a partire dal 1° gennaio 2023. Sono lieto che abbiamo potuto reclutare uno specialista interno per questa posizione. Le mie colleghe, i miei colleghi ed io siamo ansiosi di continuare la gestione strategica del METAS insieme alla Direzione nella sua nuova composizione.

Il Consiglio d'Istituto
Dr. Matthias Kaiserswerth, presidente

Momenti salienti

L'Istituto federale di metrologia METAS ha vissuto nel 2022 alcuni momenti salienti che hanno suscitato entusiasmo non solo dal punto di vista scientifico e metrologico.

Il 26 gennaio 2022



Dopo il successo dello sviluppo della bilancia di Kibble, il METAS ha partecipato al confronto internazionale per la realizzazione della massa. Il METAS si è così assicurato l'accesso al club esclusivo degli istituti di metrologia in grado di realizzare il chilogrammo. Per ulteriori informazioni consultare le pagine 16 e 17.

Il 13 giugno 2022



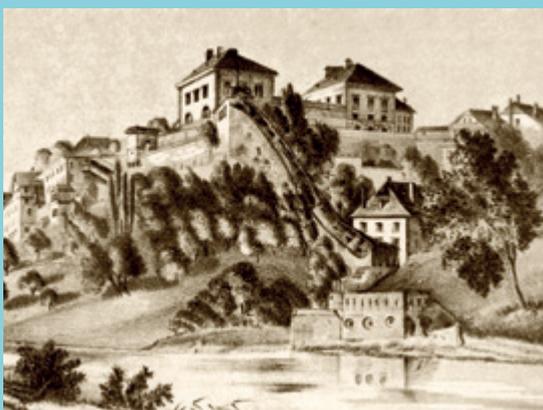
Come segno di apprezzamento e di ringraziamento per il lavoro svolto in circostanze difficili durante la pandemia di COVID-19, il 13 giugno 2022 tutto il personale è stato invitato a un'escursione nell'Oberland bernese.

Il 15 settembre 2022

Il METAS ha organizzato, in collaborazione con l'Università di Friburgo, il 15 settembre 2022, un convegno a Wabern dal titolo «Dinamica nella metrologia per il traffico stradale». Circa 100 esperti ed esperti si sono occupati di questioni relative all'evoluzione del traffico privato. L'attenzione si è concentrata in particolare sulla guida automatizzata e sulle possibili applicazioni dell'intelligenza artificiale, ma anche su argomenti quali la registrazione dei dati e la ricerca digitale di tracce in caso di incidente.



Il 19 settembre 2022



© Zecca federale Swissmint

Originariamente una vecchia zecca con «Münztor» situata al «Gerbergraben» a Berna – oggi l'Istituto federale di metrologia METAS con un totale di 15 laboratori metrologici e 3 settori tecnici a Wabern. Il 19 settembre 1862 il Consiglio federale decise di istituire un sito federale di taratura, ponendo così le basi per l'attuale Istituto. 160 anni dopo è difficile immaginare che fino ad allora la metrologia fosse interamente di competenza dei Cantoni. All'epoca, il Consiglio federale fu sollecitato da un rapporto del fisico e astronomo Heinrich Wild dell'Università di Berna, che nel 1861 raccomandò al Dipartimento federale dell'interno di istituire un sito federale di taratura standard e di riformare completamente i campioni di riferimento per la massa.

Il 1° gennaio 2023



Dal 1° gennaio 2023 i due laboratori nazionali di riferimento per virus di origine alimentare e per gli organismi geneticamente modificati negli alimenti sono stati trasferiti dall'Ufficio federale della sicurezza alimentare e di veterinaria (USAV) all'Istituto federale di metrologia METAS. A seguito di questo cambiamento, sette dipendenti hanno raggiunto il METAS. Il 16 novembre 2022 il Consiglio federale ha ufficializzato il trasferimento e la relativa modifica dell'ordinanza sull'Istituto federale di metrologia (OIFM). La fusione dei laboratori serve a creare un centro nazionale per le competenze analitiche e le referenze nel campo della sicurezza alimentare e della nutrizione. Informazioni più dettagliate sono disponibili alle pagine 14 e 15.

II METAS in cifre

Esecuzione della legge sulla metrologia

Il METAS garantisce la conformità alla legge sulla metrologia in Svizzera.

Un estratto degli strumenti e dei metodi di misurazione testati.

Test effettuati dai Cantoni

- 48 500** verificazioni di bilance
- 21 700** verificazioni di strumenti di misurazione di liquidi diversi dall'acqua
- 14 000** controlli di imballaggi preconfezionati / lotti ispezionati

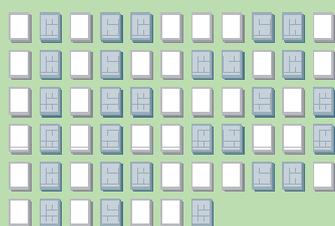
Test effettuati dai laboratori di verifica

- 1 100 000** contatori d'elettricità / trasduttori di misurazione

Prove e verifiche ispettive da parte del METAS

- 3 500** strumenti di misurazione dell'alcol nell'aria espirata
- 180** verifiche ispettive e ispezioni effettuate
- 4 000** strumenti di misurazione della circolazione stradale (sistemi di monitoraggio del mancato rispetto della fase rossa ai semafori e strumenti di misurazione della velocità)

Ricerca e sviluppo

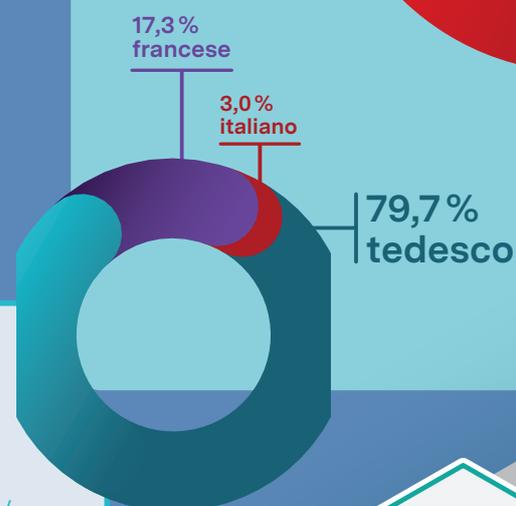


62 pubblicazioni scientifiche

3 brevetti depositati



Lingue



Finanze

53,1 milioni di proventi



Dipendenti

20
in apprendistato

6
in stage
dall'università

♀
19,4 %
donne
Lavoro a
tempo parziale
67,4 %

♂ **80,6 %**
uomini
Lavoro a
tempo parziale
31,4 %

Formazioni



in tecnica informatica
per lo sviluppo
di piattaforme



in tecnica
elettronica



in mediamatica



stage MP (maturità
professionale)
per la formazione
commerciale



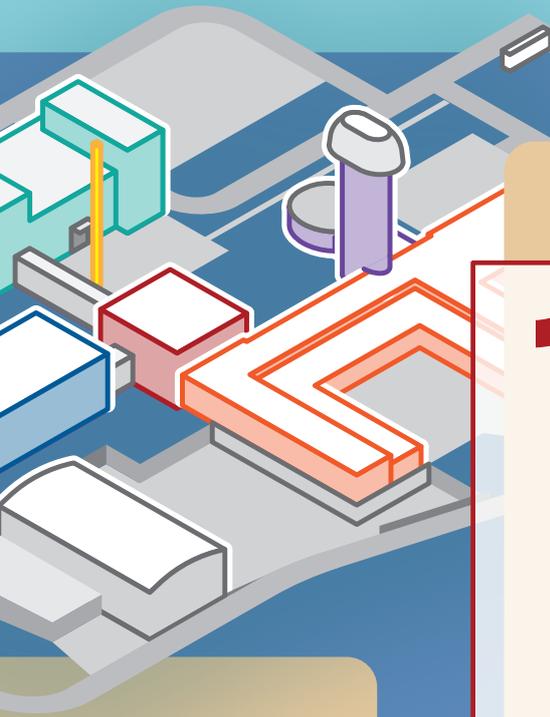
specialista ICT



assistente di
laboratorio di fisica



assistente di
laboratorio chimico



55,0 %
grado di autofinanziamento

1,2 mio.
utile

Servizi

6400

strumenti di misurazione

15

laboratori
metrologici

- 4 laboratori nel settore dell'elettricità**
Corrente continua e bassa frequenza | Energia elettrica e potenza | Alta frequenza | Compatibilità elettromagnetica
- 3 laboratori nel campo della lunghezza, dell'ottica e del tempo**
Lunghezza, nano- e microtecnologia | Ottica | Fotonica, tempo e frequenza
- 3 laboratori nel campo delle grandezze meccaniche e delle radiazioni ionizzanti**
Massa, forza, pressione e vibrazione | Flusso e idrometria | Radiazioni ionizzanti
- 5 laboratori nel campo della metrologia chimica e biologica**
Analisi dei gas | Particelle e aerosol | Analisi inorganica e riferimenti | Analisi organica e riferimenti | Analisi biologica e riferimenti

- 1 settore Verifiche e prove con tre team**
Trasporti su strada | Acustica | Audiometria
- 1 settore Prove chimiche e consulenze con due team**
Analisi / prove | Consulenze
- 1 settore Reti di misurazione con tre team**
Qualità e manutenzione | Software | Interventi e installazione

3

settori tecnici

Il programma di ricerca e sviluppo 2023+

I progressi tecnologici e le nuove sfide sociali rendono necessario un costante sviluppo delle basi metrologiche. La ricerca e lo sviluppo sono quindi indispensabili per il METAS: essi costituiscono la base per un ulteriore sviluppo sostenibile.

Misure affidabili e comparabili sono alla base della nostra società moderna, perché le tecnologie odierne sono impensabili senza una metrologia affidabile. Anche la metrologia deve quindi continuare a svilupparsi di pari passo con lo sviluppo tecnologico.

Le linee guida per la ricerca nei prossimi anni presso il METAS sono fornite dal programma di ricerca e sviluppo 2023+ (FP23+). L'obiettivo è che il METAS possa continuare a mettere a disposizione un'infrastruttura metrologica moderna in Svizzera. L'FP23+ classifica le attività di ricerca in base ai seguenti cinque ambiti tematici:

- 1) *Energia e mobilità,*
- 2) *Salute e scienze della vita,*
- 3) *Nozioni di base e nuove tecnologie,*
- 4) *Industria e*
- 5) *Ambiente, clima e risorse naturali.*

Le esperte e gli esperti del METAS del rispettivo settore specialistico hanno condotto analisi dello stato dell'arte in ciascuna di queste cinque aree tematiche. Tali analisi tengono conto dello stato delle conoscenze scientifiche e tecnologiche, delle direttive strategiche della Confederazione nonché delle tendenze e delle aspettative delle parti interessate. A partire da ciò vengono successivamente identificati i campi d'azione metrologici.

Le cinque aree tematiche e i rispettivi campi d'azione

L'area tematica *Energia e mobilità* elabora soluzioni metrologiche per i problemi della transizione energetica e si occupa delle questioni metrologiche della guida automatizzata.

Nell'area tematica *Salute e scienze della vita* l'attenzione si concentra su misure di laboratorio comparabili con nuovi metodi analitici e digitali e sulle loro incertezze.

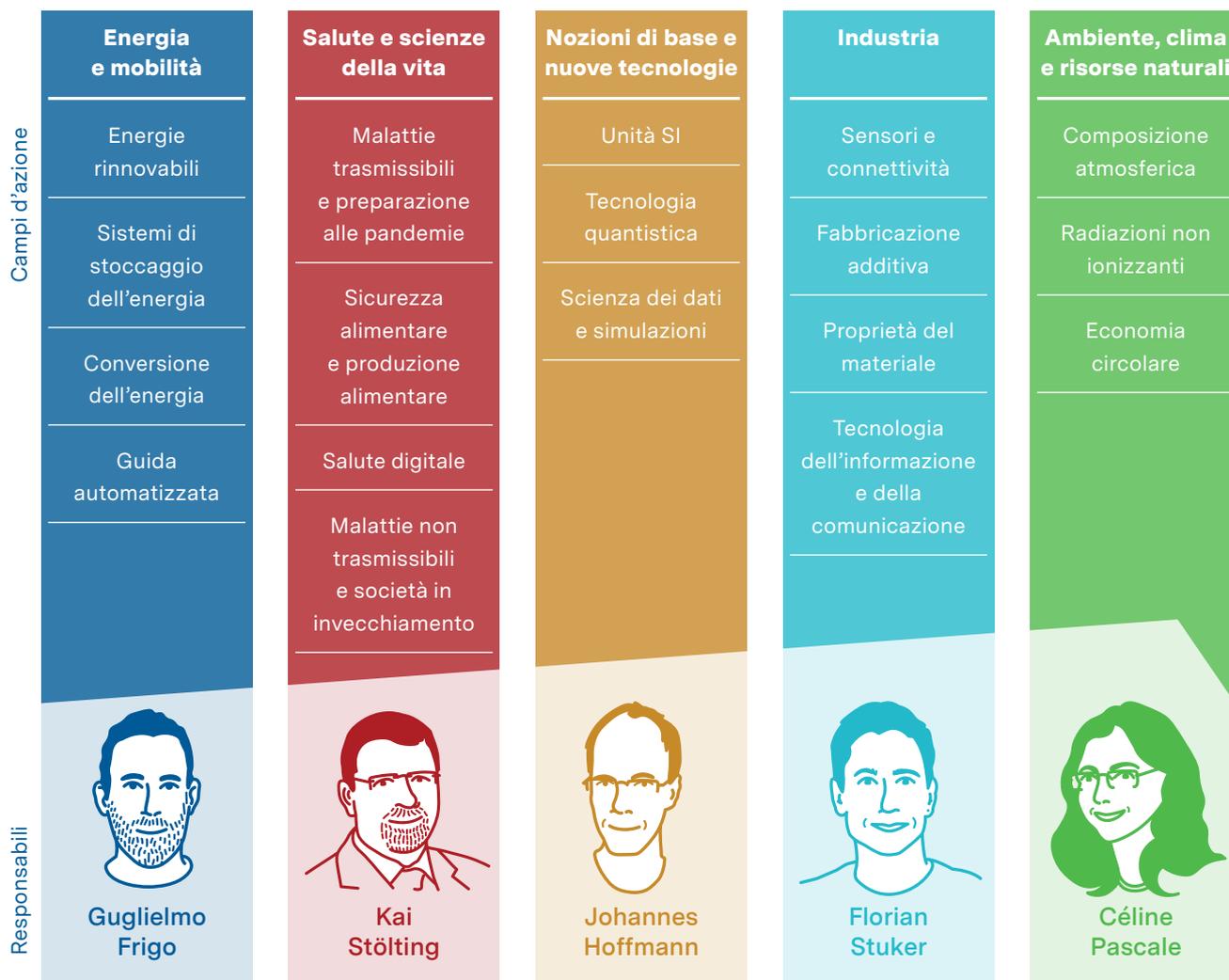
Nell'area tematica *Nozioni di base e nuove tecnologie* il compito è quello di preparare e affrontare nuove realizzazioni primarie delle unità SI. Inoltre, i due nuovi campi della tecnologia quantistica e della scienza dei dati devono essere concretizzati e ulteriormente sviluppati.

Nell'area tematica *Industria* sorgono domande nel campo della taratura delle reti di sensori, dell'analisi di nuovi materiali e dei processi di stampa 3D. Inoltre, quest'area tematica si occupa di questioni relative alla tecnologia di misurazione nel campo delle tecnologie dell'informazione e della comunicazione.

L'area tematica *Ambiente, clima e risorse naturali* mira in ultima analisi a contribuire a una migliore comprensione della composizione dell'atmosfera. È necessario inoltre affrontare le sfide metrologiche nel campo delle radiazioni non ionizzanti e dell'economia circolare.

Panoramica dei temi di ricerca e sviluppo

Cinque temi, per un totale di 18 campi d'azione, orienteranno la ricerca e lo sviluppo del METAS nei prossimi anni.



I complessivi 18 campi d'azione definiscono i contenuti da elaborare nei prossimi tre anni nell'ambito della ricerca e dello sviluppo presso il METAS. In una prima fase i campi d'azione vengono concretizzati mediante corrispondenti proposte di progetto provenienti dai laboratori, in seguito le proposte vengono valutate e approvate dalle esperte e dagli esperti di una determinata area tematica. ●

Partenariato europeo per la metrologia (EPM)

Il Partenariato europeo per la metrologia (EPM) è stato istituito nel 2021 nell'ambito del programma di ricerca Horizon Europe. L'EPM mira a creare le condizioni quadro finanziarie e istituzionali affinché la metrologia possa affrontare con successo le nuove sfide della società e dell'industria. La ricerca si concentra sui temi «green deal», salute, digitalizzazione, metrologia europea integrata, standardizzazione ed esplorazione. A causa della mancata associazione della Svizzera a Horizon Europe il METAS è soltanto un membro del programma EPM senza competenze nella gestione delle e dei progetti; il finanziamento delle e dei partecipanti svizzeri è fornito direttamente dalla Svizzera.



Energia e mobilità

Progetti di ricerca a sostegno della transizione energetica

Il METAS contribuisce in modo significativo alla transizione energetica sviluppando le infrastrutture metrologiche e i metodi di misurazione necessari.

L'EPM è un programma di finanziamento che mira a creare un sistema di misurazione sostenibile ed efficace di livello mondiale entro il 2030 (vedi pagina 11). Nel settore dell'elettricità il programma di finanziamento dovrebbe consentire l'istituzione di una procedura di misurazione di riferimento coordinata a livello europeo per le reti elettriche nel contesto della transizione energetica.

Le sfide legate all'energia elettrica nelle turbine eoliche

Nella pratica una sfida rilevante per il METAS riguarda la taratura dei banchi di prova delle navicelle delle turbine eoliche. La cosiddetta navicella è l'alloggiamento cuboide situato in alto sul pilone della turbina e collegato al rotore rotante. Essa converte l'energia meccanica in energia elettrica.

Dal 2020 il METAS partecipa al progetto «WindEFCY: Traceable mechanical and electrical power measurement for efficiency determination of wind turbines» (Misurazione tracciabile della potenza elettrica e meccanica per la determinazione dell'efficienza delle turbine eoliche). Il progetto è stato lanciato nell'ambito del Programma europeo di ricerca e sviluppo in metrologia (EMPIR). L'obiettivo è quello di migliorare la determinazione dell'efficienza delle turbine eoliche. Per ottimizzare l'efficienza delle turbine eoliche, è assolutamente necessario effettuare misurazioni affidabili ed efficienti. Con una potenza totale di una moderna turbina eolica di 9 megawatt, ad esempio, una deviazione dell'1% fa già una differenza significativa, perché l'1% è sufficiente per alimentare 175 famiglie.



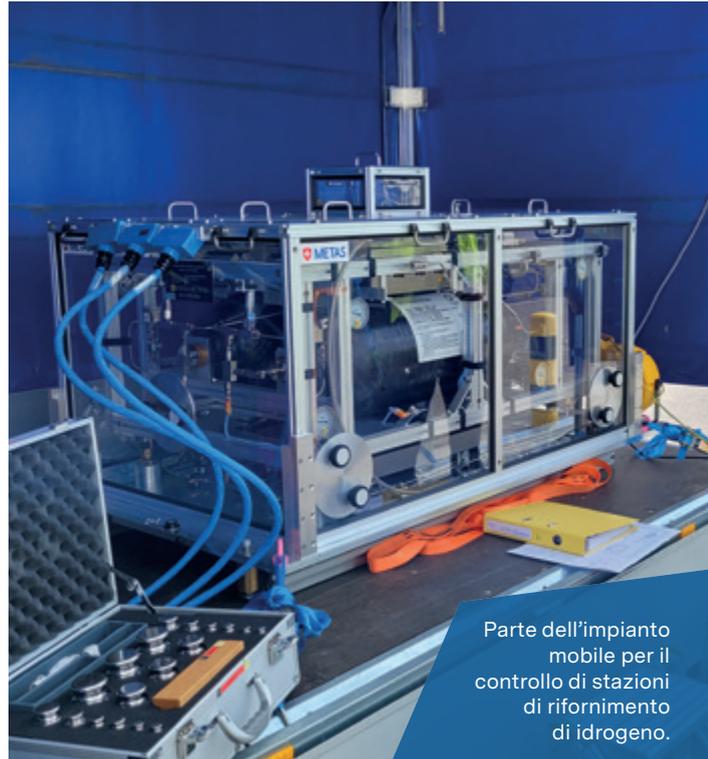
Banco di prova della navicella: turbina eolica in prova sul campo. (© RWTH)

Insieme ad altri istituti di metrologia, il METAS contribuisce alle misurazioni dell'efficienza sui banchi di prova delle navicelle delle turbine eoliche della Fraunhofer-Gesellschaft e della Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen (RWTH).

Misurare per la mobilità del futuro: sottoporre le stazioni di rifornimento di idrogeno a verifica

Il rifornimento del proprio veicolo è un'attività quasi quotidiana, in cui si effettua una transazione commerciale in cambio di un rifornimento di carburante. Il sistema di misurazione determina la quantità di carburante erogata dalla pompa di benzina, che alla fine dobbiamo pagare. Per garantire che le pompe di benzina misurino in modo affidabile e che la quantità di carburante pagata corrisponda alla quantità erogata, le pompe di benzina vengono regolarmente sottoposte a verifica.

Poiché negli ultimi tempi l'idrogeno viene sempre più utilizzato come carburante per i veicoli, sono necessarie le relative stazioni di servizio e anche queste devono essere sottoposte a verifica. Il METAS ha sviluppato un impianto mobile per poter controllare le stazioni di rifornimento di idrogeno o sottoporle a verifica. Si tratta di uno dei pochi impianti al mondo in grado di consentire tali misurazioni e quindi di garantire la fiducia in una transazione corretta. Nell'estate del 2022 il METAS è stato incaricato da una grande ditta internazionale di sottoporre a verifica una stazione di rifornimento di idrogeno nei Paesi Bassi con il suo impianto mobile di misurazione di riferimento per l'idrogeno. Il team del METAS si è quindi recato a Emmen nei Paesi Bassi e ha eseguito con successo le misurazioni in loco – nel giro di un giorno è stato possibile autorizzare la vendita in questa stazione di servizio. ●



Parte dell'impianto mobile per il controllo di stazioni di rifornimento di idrogeno.

Gara d'appalto EPM 2022

Nel 2022 il contributo dell'Unione europea alla gara d'appalto dell'EPM è ammontato a 45 milioni di euro. Il METAS partecipa a un totale di 6 progetti finanziati che coprono diverse aree tematiche. Tali progetti spaziano dai nuovi metodi di taratura ottica per i nuovi sistemi d'illuminazione alle misurazioni del flusso di idrogeno nelle reti e negli impianti di stoccaggio di gas.



Salute e scienze della vita

Veloci, sensibili, precise: misurazioni migliori per la nostra salute

Oltre ai servizi metrologici e analitici il METAS supporta i consorzi di ricerca europei e i laboratori di esecuzione. All'inizio del 2023 il laboratorio nazionale di riferimento per virus di origine alimentare e il laboratorio nazionale di riferimento per gli organismi geneticamente modificati negli alimenti sono stati integrati nel METAS.

Le misurazioni di alta qualità sono essenziali per la diagnosi delle malattie. Quanto più sensibili sono questi metodi di misurazione, tanto più velocemente si possono determinare anche gli agenti patogeni rari e trattare le malattie critiche in maniera tempestiva. I metodi di rilevamento come la reazione a catena della polimerasi digitale (dPCR) sono fondamentali a tal fine. Essi permettono di duplicare anche campioni di materiale genetico raro, facilitando così la diagnosi. La dPCR di quantificazione è già in uso presso il METAS da alcuni anni.

Più veloce e preciso:

diagnosi della sepsi nel progetto SEPTIMET

La sepsi è una reazione infiammatoria potenzialmente letale. Il successo della sua terapia dipende, tra l'altro, dal tempo necessario per diagnosticarla. Nell'ambito del progetto SEPTIMET le ricercatrici e i ricercatori hanno sviluppato sistemi di riferimento per i test diagnostici e supportano i produttori di diagnostici nello sviluppo di test rapidi per la diagnosi della sepsi. In questo contesto il METAS ha contribuito allo sviluppo e all'applicazione di sistemi di rilevamento biologico molecolare per l'individua-



Prelievo di campioni
per il rilevamento
di vibrioni.

zione di patogeni basati sulla dPCR. Inoltre, l'Istituto ha sviluppato proposte metodologiche e concettuali per l'implementazione delle normative ISO, con particolare attenzione alla riferibilità metrologica.

Estrema precisione e sensibilità: cooperazione per l'individuazione di vibrioni

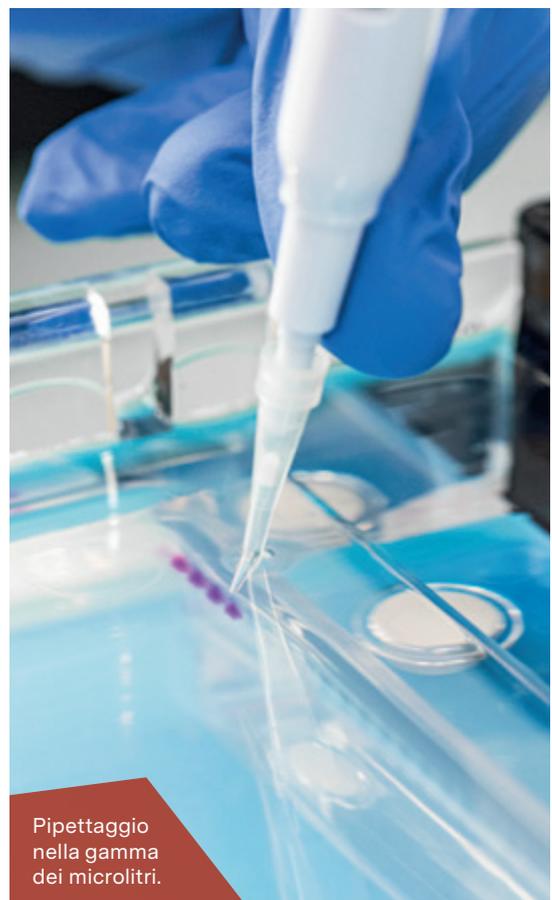
L'acqua marina calda vicino alla costa contiene talvolta batteri patogeni per l'uomo del genere *Vibrio*. Coloro che consumano frutti di mare e pesci contaminati da vibrioni possono contrarre una gastroenterite. È quindi essenziale che i vibrioni presenti nei prodotti ittici possano essere individuati e per questo sono importanti sia il tipo di patogeno che il suo grado di diffusione. In collaborazione con i laboratori biologici dell'Ufficio federale della sicurezza alimentare e di veterinaria (USAV) è stato possibile identificare i vibrioni negli estratti di DNA utilizzando i moderni metodi di sequenziamento ad alto rendimento. A tale scopo il METAS ha progettato una serie di materiali di riferimento, che sono stati caratterizzati mediante dPCR e applicati per l'individuazione dei vibrioni e per la loro quantificazione.

Offerta ampliata: altri due laboratori nazionali di riferimento presso il METAS

I laboratori cantonali e gli uffici per la protezione delle consumatrici e dei consumatori verificano la sicurezza sanitaria e la conformità legale dei prodotti alimentari presenti sul mercato svizzero. Al fine di effettuare le analisi necessarie per tali controlli, occorre disporre di metodi di misurazione

comparabili. A ciò provvedono i laboratori nazionali di riferimento. Essi garantiscono che le analisi siano effettuate secondo metodi standardizzati a livello internazionale e forniscono quindi un importante contributo alla sicurezza alimentare.

Dal 1° gennaio 2023 il laboratorio nazionale di riferimento per virus di origine alimentare e il laboratorio nazionale di riferimento per gli organismi geneticamente modificati negli alimenti sono stati integrati nel METAS. I due laboratori di riferimento sono stati trasferiti nel nuovo laboratorio di analisi biologica e di riferimento e continueranno a svolgere le loro attività attuali. Tra le altre cose, sviluppano e convalidano nuovi metodi di rilevamento e partecipano a campagne di indagine con analisi proprie. ●



Pipettaggio
nella gamma
dei microlitri.



Nozioni di base e nuove tecnologie

Diffusione di frequenze ottiche di alta precisione e la bilancia di Kibble

Il METAS ha messo a punto un sistema prototipo per distribuire frequenze di riferimento (fino a 100 volte più precise) attraverso una convenzionale rete a fibre ottiche. Un secondo successo è rappresentato dal fatto che, in una campagna di misurazione presso il METAS, un campione di massa di 1 kg è stato tarato con successo con la bilancia di Kibble. Entrambi consentono alle ricercatrici e ai ricercatori e, in una fase successiva, anche all'industria, di ottenere un ulteriore miglioramento dei livelli di accuratezza di misurazione.

In collaborazione con gruppi di ricerca dell'Università di Basilea e dell'ETH di Zurigo e con la Fondazione SWITCH, il METAS ha realizzato un sistema prototipo in grado di trasmettere frequenze ottiche ad alta precisione per centinaia di chilometri su una rete convenzionale in fibra ottica. In questo modo è possibile inviare la frequenza di riferimento degli orologi atomici del METAS ai laboratori di ricerca di Basilea e Zurigo attraverso la rete in fibra ottica. Una sofisticata procedura di correzione del rumore corregge qualsiasi interferenza causata da influenze esterne come fluttuazioni di temperatura, vibrazioni o persino eventi sismici. La particolarità di questa rete è che la frequenza ottica di riferimento viene immessa in un canale di frequenza inutilizzato, lontano dal

normale traffico di dati. Ciò consente di trasmettere la frequenza ottica insieme al traffico convenzionale nella stessa fibra senza interferenze. Il progetto è stato finanziato dal Fondo nazionale svizzero per la scienza.

Spettroscopia ad alta precisione: cento volte più accurata

Grazie alla trasmissione le ricercatrici e i ricercatori dell'Università di Basilea e dell'ETH di Zurigo hanno a disposizione una nuova frequenza di riferimento del METAS ad alta precisione, che consente loro di accedere al miglior livello possibile di accuratezza di misurazione, soprattutto nel campo della spettroscopia ad alta precisione. La nuova frequenza è

circa cento volte più precisa della precedente, il che permette alle ricercatrici e ai ricercatori di studiare nuovi fenomeni fisici. Tuttavia, le trasmissioni ottiche di frequenza ad alta precisione sono di importanza centrale anche per la metrologia di base, in particolare per l'introduzione della futura ridefinizione dell'unità SI del secondo. Tale ridefinizione si basa su orologi ottici e, di conseguenza, il confronto delle frequenze attraverso le reti a fibre ottiche sarà cruciale.

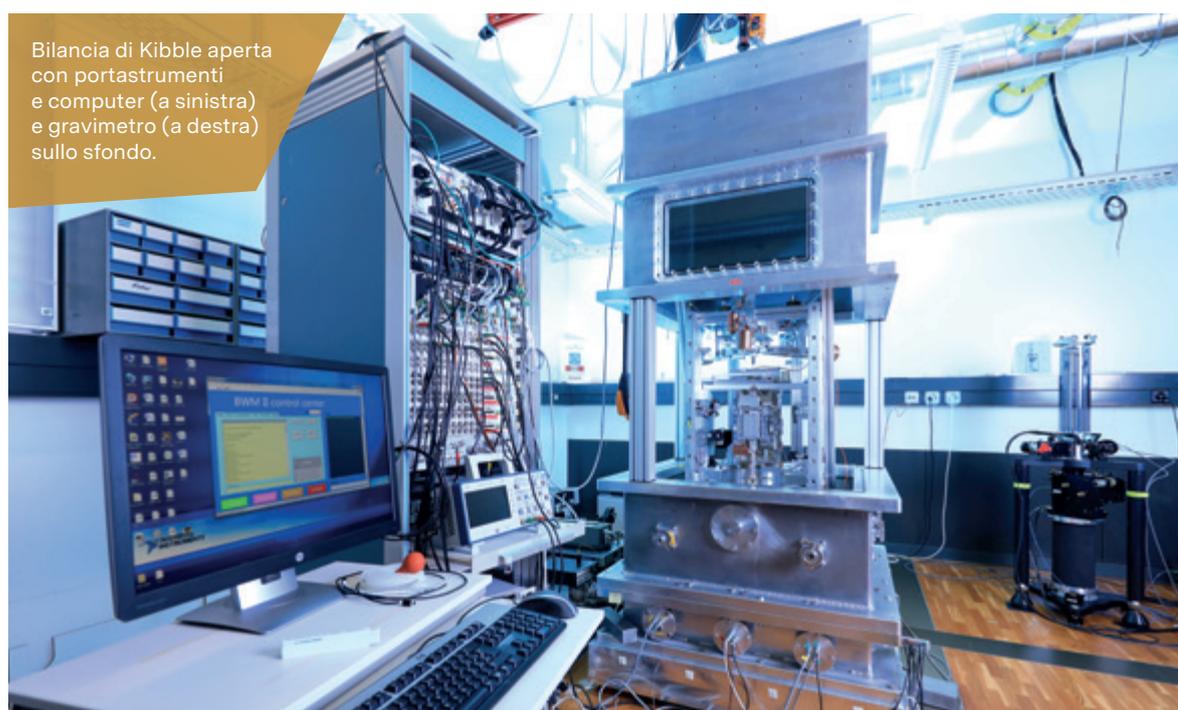
Bilancia di Kibble

Fino a poco tempo fa, l'unità del chilogrammo era definita dal prototipo internazionale del chilogrammo. Si tratta di un cilindro in lega di platino-iridio con diametro e altezza di 39 mm. Questo manufatto è stato accuratamente conservato in una cassaforte dell'Ufficio internazionale dei pesi e delle misure di Parigi. Gli istituti di metrologia del mondo hanno ricevuto copie di questo cilindro, compreso il METAS, che possiede due copie del chilogrammo originale.

Dalla fine degli anni 1980 i metrologi hanno compiuto notevoli sforzi per collegare l'unità di massa a una costante fisica, analogamente, ad esempio, alla definizione del metro in termini di velocità della luce c . Nel 2017 è stato possibile stabilire in modo coerente il legame tra l'unità di massa e la costante h di Planck, il che ha portato a una ridefinizione dell'unità di massa nel 2019. In tutti questi anni il METAS ha contri-

buito a questi sforzi internazionali sviluppando una bilancia di Kibble. Essa consente di determinare con grande precisione la massa di un oggetto nel campo di gravità locale. Ciò avviene misurando sia la corrente che la tensione necessarie per mantenere il sistema in equilibrio.

Dopo una lunga fase di sviluppo e una valutazione sistematica delle potenziali fonti di errore, è stato finalmente possibile effettuare due campagne di misurazione. In ciascun caso è stata misurata una massa di prova di 1 kg di acciaio inossidabile ed è stata determinata la differenza tra il valore di consenso e la massa misurata con la bilancia di Kibble. Le due campagne sono durate quasi 14 giorni ciascuna, ovvero più di 300 ore di misurazione continua, con il risultato che con la bilancia di Kibble il chilogrammo può essere determinato con precisione fino all'ottava cifra decimale. Questo elaborato esperimento ha potuto essere realizzato grazie alla stretta collaborazione con l'EPFL, altri istituti di ricerca, il Centro europeo per la ricerca nucleare (CERN) e la ditta Mettler Toledo. ●



Bilancia di Kibble aperta con portastrumenti e computer (a sinistra) e gravimetro (a destra) sullo sfondo.



Industria

Le nuove tecnologie sfidano il METAS sul piano metrologico

Poiché nell'industria si sviluppano continuamente nuovi procedimenti di produzione e nuovi materiali, è necessario sviluppare costantemente nuovi metodi di misurazione e standard internazionali. Il METAS sostiene tali sviluppi partecipando a progetti di ricerca internazionali.

L'aspetto dei prodotti e dei marchi è un fattore importante per le consumatrici e i consumatori nella loro decisione di acquisto. L'industria sta quindi sviluppando materiali sempre più complessi per creare effetti visivamente accattivanti come l'iridescenza o lo scintillio o per svolgere una funzione specifica come la retroriflessione. Per rilevare tali proprietà di aspetto, le misurazioni tradizionali del colore non sono adatte. Vengono piuttosto sempre più utilizzate le cosiddette misure di riflessione bidirezionale.

Definizione misurabile dell'aspetto delle superfici

Il progetto «BxDiff», conclusosi nell'ottobre 2022, si è occupato della valutazione quantitativa e misurabile dell'aspetto visivo di un prodotto. Il progetto è stato realizzato nell'ambito del Programma europeo di ricerca e sviluppo in metrologia (EMPIR).

L'aspetto dei prodotti dipende non solo dal materiale, dal colore, dalla forma e dall'illuminazione, ma anche dalla distanza di osservazione e dalle dimensioni dell'oggetto. Pertanto, le proprietà ottiche dei materiali devono essere misurate in diverse scale

dimensionali. Le ricercatrici e i ricercatori del progetto «BxDiff» hanno quindi esaminato anche misurazioni effettuate su piccole superfici con dimensioni inferiori al millimetro.

I risultati sono destinati a tutti i settori in cui l'aspetto visivo è di particolare importanza per i produttori e le consumatrici e i consumatori. Si tratta, ad esempio, di fabbricanti di pigmenti, dell'industria orologiera, automobilistica, cartaria, della stampa 3D e cosmetica, ma anche di fabbricanti di strumenti di misura ottici e di enti di standardizzazione.

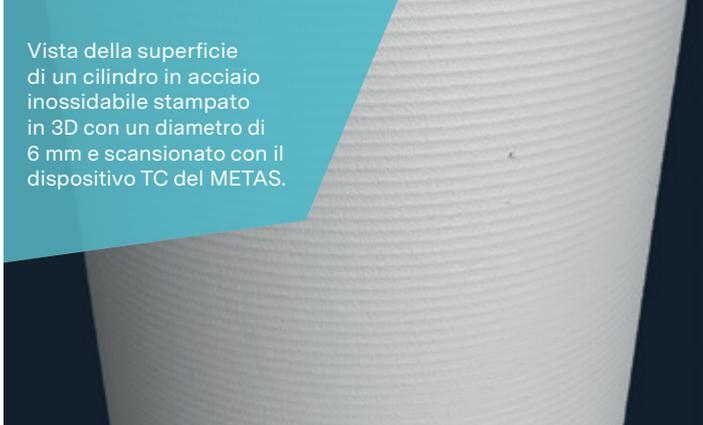
Ottimizzazione della stampa 3D di metalli con l'ausilio della TC a raggi X

I processi di fabbricazione additiva (stampa 3D) aprono nuove possibilità per i processi di produzione industriali rispetto ai metodi convenzionali come la fresatura. Ciò è particolarmente vero quando si producono piccole quantità o per geometrie complesse con strutture interne. Mentre la stampa 3D di materie plastiche è ampiamente consolidata, i processi di stampa con metalli sono un campo di ricerca

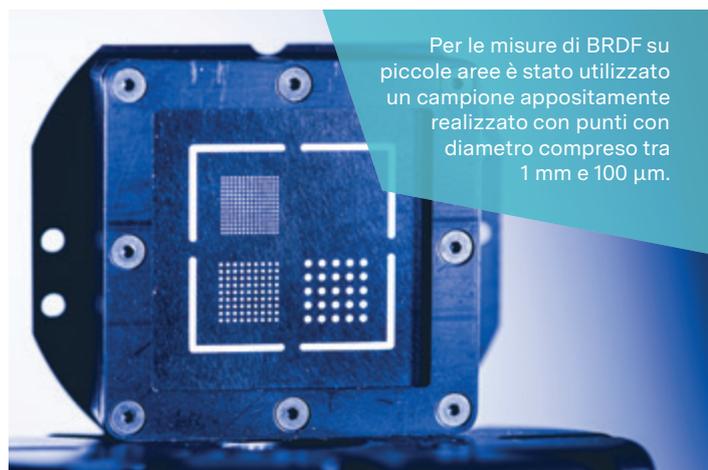
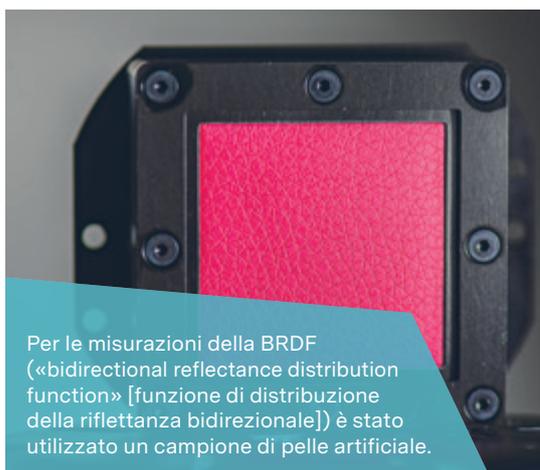
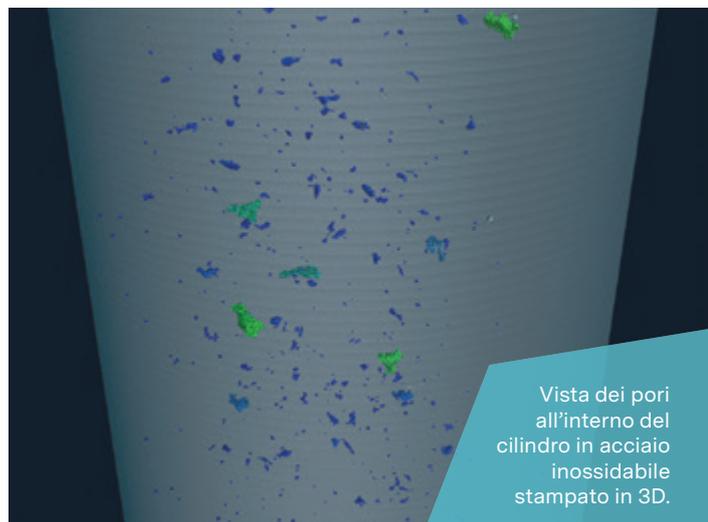
attivo. Un approccio comune è quello di fondere grani di una polvere in strutture mediante riscaldamento locale.

Per valutare la qualità di una parte metallica stampata in questo modo, non è sufficiente misurarne la superficie, poiché i pori o i grani di polvere sfusi all'interno, ad esempio, potrebbero indebolirne la resistenza meccanica. L'oggetto deve invece essere «radiografato» in modo non distruttivo e registrato tridimensionalmente come un tutt'uno. A questo scopo si può utilizzare la tomografia computerizzata (TC) a raggi X.

Il METAS dispone di un dispositivo TC in grado di registrare oggetti tridimensionali con un totale di 64 miliardi di pixel. Tale dispositivo raggiunge una risoluzione spaziale fino a 1 μm , il che lo rende uno dei sistemi TC a raggi X più accurati per le applicazioni industriali del mondo. Il METAS partecipa quindi a un progetto di ricerca sostenuto dal programma di finanziamento dell'UE Horizon 2020 con partneri del mondo accademico e dell'industria in Europa. Il dispositivo TC del METAS viene utilizzato per il controllo della qualità di prototipi stampati e consente quindi di ottimizzare i parametri dei processi di stampa 3D. ●



Vista della superficie di un cilindro in acciaio inossidabile stampato in 3D con un diametro di 6 mm e scansionato con il dispositivo TC del METAS.



Ambiente, clima e risorse naturali

Misurazioni per l'ambiente

Nel campo d'azione della composizione atmosferica vengono presentati tre progetti a titolo di esempio.

Secondo l'Organizzazione mondiale della sanità il 91% della popolazione vive in una regione, in cui i valori limite per l'inquinamento atmosferico non sono rispettati. Un monitoraggio accurato della qualità dell'aria è quindi fondamentale per l'attuazione di misure volte a ridurre le emissioni.

Misurazioni della purezza dell'aria con sensori a basso costo

Nell'ambito di un progetto Innosuisse il METAS, insieme alla società LNI Swissgas di Versoix e all'organizzazione *Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA)* di Ginevra, ha sviluppato un nuovo sistema di sensori a basso costo per la misurazione della qualità dell'aria. Tale sistema misura i tipi di inquinanti monossido di carbonio (CO), monossido di azoto (NO), biossido di azoto (NO₂), ozono (O₃) e polveri fini. Per migliorare la qualità dei dati, è necessario un processo di taratura adatto, che tenga conto delle possibili

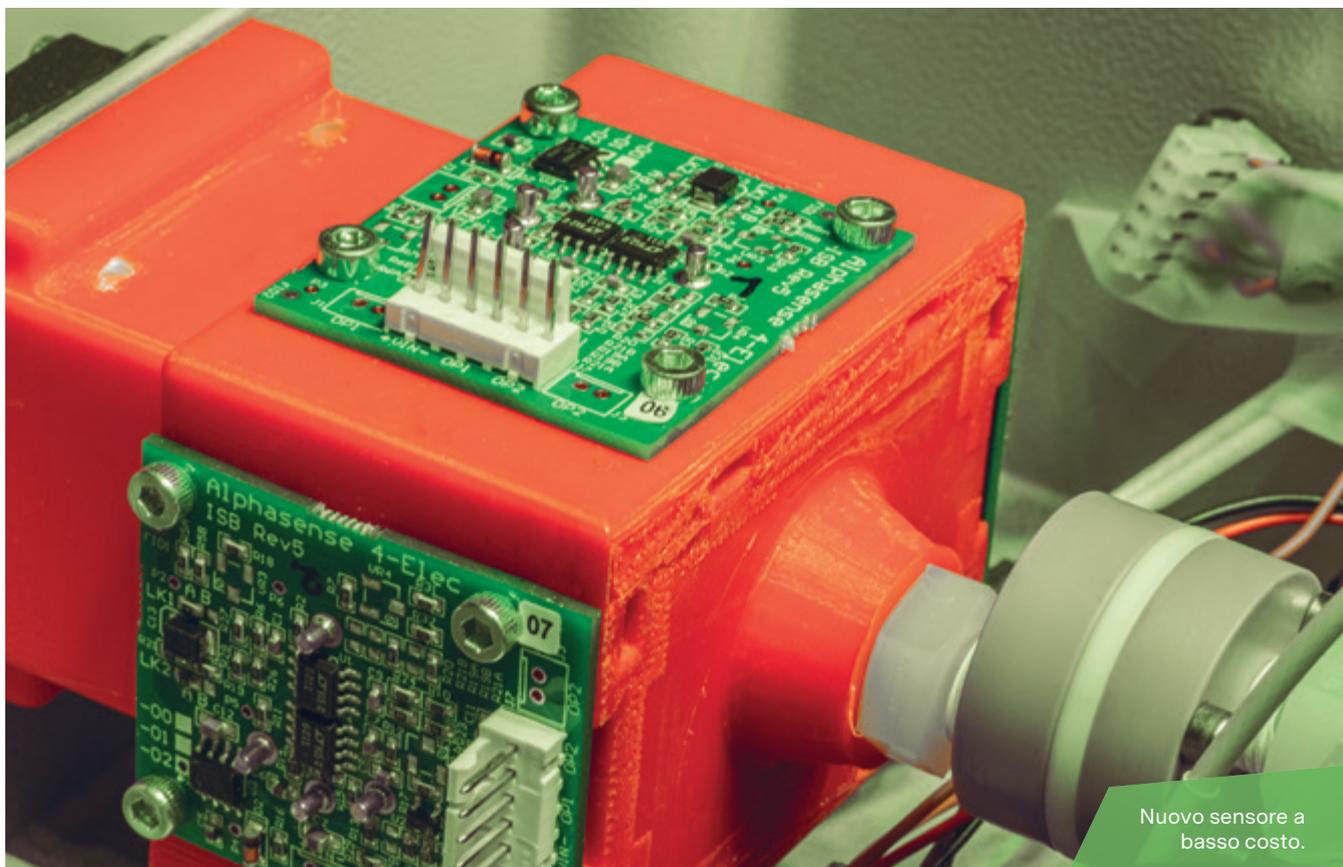
sensibilità incrociate e consenta un'adeguata stima dell'incertezza. A tale scopo il METAS ha sviluppato un sistema automatizzato in grado di tarare fino a 17 dispositivi contemporaneamente per quanto riguarda i componenti di gas. Il sistema automatizzato produce miscele di gas omogenee di CO, NO, NO₂ e O₃ nella gamma di parti per miliardo (nmol/mol). Queste miscele di gas sono riferibili al Sistema internazionale di unità (SI) e quindi comparabili a livello mondiale.

Sostanze di riferimento per composti organici volatili alogenati

Nell'atmosfera si trova una varietà di sostanze organiche volatili alogenate. I clorofluorocarburi (CFC), oggi vietati, e i prodotti che li hanno sostituiti erano utilizzati, tra l'altro, come refrigeranti nei frigoriferi. Queste sostanze contribuiscono in modo significativo al cambiamento climatico, pertanto deve essere possibile misurarle nell'atmosfera a livello globale in



Mortalità prematura dovuta all'inquinamento atmosferico



Nuovo sensore a basso costo.

modo comparabile e accurato. Per la maggior parte di queste sostanze non esistono gas di riferimento riferibili al SI. Le misurazioni di tali sostanze sono quindi difficili da confrontare perché non fanno riferimento a standard riconosciuti a livello internazionale. Il METAS ha prodotto gas di riferimento riferibili al SI per dieci sostanze alogenate. Questi gas di riferimento sviluppati di recente consentono di confrontare le misure indipendentemente dal metodo e dal luogo. Per eseguire le tarature in loco presso le stazioni di misurazione, il gas di riferimento deve essere trasportato alle stazioni di misurazione. Il METAS ha trovato una soluzione anche a questo problema: il gas di riferimento viene immesso in bombole di acciaio inossidabile mediante un sistema di «riempimento criogenico» sviluppato appositamente e può quindi essere trasportato alle stazioni di misurazione.

Migliori misurazioni per la previsione del polline

Le concentrazioni di polline vengono misurate di routine, soprattutto nei Paesi industrializzati. Attualmente le reti di sorveglianza si affidano quasi esclusivamente a strumenti manuali sviluppati negli anni 1950. Negli ultimi anni sono stati commercializzati diversi dispositivi automatici di misurazione del polline, che consentono osservazioni in tempo reale o quasi. Insieme a MeteoSvizzera e ad altri istituti

di ricerca europei il METAS ha tarato tre di questi monitor di pollini in tempo reale rispetto allo standard primario per la concentrazione del numero di particelle. Tali tarature contribuiranno a rendere il monitoraggio dei pollini ancora più affidabile e preciso. ●



Una bombola di acciaio inossidabile immersa in azoto liquido viene riempita con un gas di riferimento mediante un sistema di «riempimento criogenico».

Partecipazione a organizzazioni internazionali

Il METAS è ben interconnesso con le organizzazioni internazionali e partecipa attivamente ai loro importanti comitati. Il METAS e il suo personale sono apprezzati a livello internazionale come partner competenti e affidabili.

La cooperazione internazionale è essenziale nel campo della metrologia. Solo grazie ad essa è stato possibile sostituire la molteplicità delle unità di misura e dei sistemi di unità regionali coesistenti con il Sistema internazionale di unità (SI) valido in tutto il mondo. I requisiti armonizzati a livello internazionale per gli strumenti e i metodi di misurazione rendono innanzitutto possibile il commercio di strumenti di misura. Di conseguenza, la cooperazione internazionale è importante per il METAS, l'Istituto nazionale svizzero di metrologia.

Prefissi delle unità

Nel Sistema internazionale di unità (SI) sono definiti anche i prefissi delle unità come micro, nano, chilo o mega. Poiché, da un lato, i volumi di dati diventano sempre più grandi e, dall'altro, vengono esaminate dimensioni sempre più piccole, nel novembre 2022 ai prefissi delle unità del SI ne sono stati aggiunti altri quattro. La massa della Terra, ad esempio, corrisponde a sei ronnagrammi:

ronna (10^{27})

1 000 000 000 000 000 000 000 000 000

quetta (10^{30})

1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000

ronto (10^{-27})

0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 001

quecto (10^{-30})

0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 001

Una parte sostanziale della cooperazione internazionale si svolge nell'ambito dell'Associazione degli Istituti nazionali di metrologia d'Europa (EURAMET). Anche l'Associazione europea per la metrologia legale (WELMEC) svolge un ruolo importante.

Rappresentato nella Convenzione del metro dal 1875

In termini globali la cooperazione con il *Bureau international des poids et mesures (BIPM)* di Parigi, l'ufficio commerciale e di ricerca dell'organizzazione della Convenzione del metro del 1875, è di particolare importanza. Il più alto organo decisionale dell'organizzazione è la *Conférence générale des poids et mesures (CGPM)*, che si svolge ogni quattro anni e in cui sono rappresentati tutti gli Stati membri della Convenzione del metro. La 27ª CGPM si è svolta dal 15 al 18 novembre 2022 a Versailles. Il METAS ha rappresentato la Svizzera. Oltre all'attività centrale per l'organizzazione della Convenzione del metro, le e i partecipanti e il Dr. Philippe Richard, direttore del METAS, si sono occupati tra l'altro dei nuovi prefissi delle unità per il Sistema internazionale di unità (SI) e del secondo intercalare.

CIML: il prossimo presidente viene dalla Svizzera

Il METAS rappresenta la Svizzera anche nell'*Organisation internationale de métrologie légale (OIML)*. L'OIML mira ad armonizzare la metrologia legale nell'interesse del commercio globale e della protezione delle consumatrici e dei consumatori. L'organizzazione prende le sue decisioni annualmente nell'ambito del *Comité international de métrologie*

Un estratto delle organizzazioni e associazioni internazionali

BIPM

Bureau international
des poids et mesures

CEN/CENELEC

Comité européen
de normalisation
en électrotechnique

EURACHEM

A Focus for Analytical
Chemistry in Europe

ISO

International Organization
for Standardization

CGPM

Conférence générale
des poids et mesures

CIE

Commission internationale
de l'éclairage

EURAMET

European Association
of National Metrology
Institutes

NoBoMet

Notified Bodies
in Metrology

CIPM

Comité international
des poids et mesures

EMETAS

European Metrological
Type Approval Service

IEC

International
Electrotechnical
Commission

WELMEC

European Cooperation
in Legal Metrology

OIML

Organisation internationale
de métrologie légale

légale (CIML). Durante la 57ª riunione tenutasi nell'ottobre 2022 il Dr. Bobjoseph Mathew, vicedirettore del METAS, è stato eletto decimo presidente del CIML per un mandato di sei anni. Entrerà in carica nell'autunno del 2023 in occasione della 58ª sessione del CIML.

Misurazione affidabile dell'energia nelle stazioni di ricarica per veicoli elettrici

Un esempio concreto dell'importanza della cooperazione internazionale è rappresentato dal tema delle stazioni di ricarica per veicoli elettrici. Chi guida un veicolo elettrico si fida del fatto che l'energia misurata al punto di ricarica corrisponda all'energia effettivamente prelevata. In Svizzera la misurazione dell'energia nelle stazioni di ricarica per veicoli elettrici utilizzati da clienti di passaggio non è ancora regolamentata dalla legge sulla metrologia. Per garantire che in Svizzera si possano utilizzare gli stessi punti di ricarica per veicoli elettrici dei Paesi confinanti e che si raggiunga lo stesso livello di protezione delle consumatrici e dei consumatori, il METAS si è interconnesso a livello internazionale. Il METAS guida il progetto EURAMETTC-EM 1539 «LegalEVcharge: Practical legal metrology framework for electric vehicle charging stations» (Quadro pratico di metrologia legale per le stazioni di ricarica di veicoli elettrici) ed è attivo in vari altri comitati. Il METAS si impegna a garantire che gli interventi di manutenzione sulle stazioni di ricarica per veicoli elettrici, come la sostituzione dei cavi o il controllo della sicurezza elettrica, che non hanno alcuna influenza sulla misurazione, non implicino verificazioni successive. ●

Abolizione del secondo intercalare

Dal 1972 sono stati aggiunti al tempo mondiale 27 secondi intercalari per evitare che il nostro tempo mondiale, definito dagli orologi atomici, si discosti dal tempo astronomico. Poiché l'aggiunta dei secondi intercalari è tecnicamente molto complicata, sarà interrotta a partire dal 2035, come deciso nel novembre 2022 dalla *Conférence générale des poids et mesures (CGPM)*.

Reti metrologiche europee

Le reti di metrologia europee implementano la visione di una capacità metrologica leader a livello mondiale di EURAMET e dei suoi membri. Insieme soddisfano le esigenze in rapida evoluzione dell'utenza finale con una ricerca scientifica all'avanguardia e un'infrastruttura efficiente e integrata. Per il METAS e la Svizzera questa cooperazione è fondamentale. Per questo motivo il METAS partecipa attivamente a sette delle attuali undici reti metrologiche. Nel 2022 è entrato a far parte delle nuove reti Monitoraggio ambientale e Alimentazione sicura e sostenibile.



Responsabilità sociale ed ecologica

Il modo in cui il METAS si assume le proprie responsabilità sociali e ambientali è fondamentale per il suo successo a lungo termine. In questo contesto sono essenziali, da un lato, la promozione di un clima lavorativo favorevole e inclusivo e, dall'altro, le misure per ridurre il consumo energetico.

La Direzione attribuisce grande importanza al fatto che l'atmosfera lavorativa nel METAS sia motivante e stimolante, e che il lavoro svolto venga apprezzato.

La diversità è scritta a lettere maiuscole

Il METAS valorizza la diversità, l'interdisciplinarietà e l'interazione costruttiva e trasparente. In questo ambito le e i dirigenti sono particolarmente chiamati a promuovere ed esemplificare la «cultura del METAS» e a rafforzare le risorse personali delle e dei dipendenti, sostenendoli nella partecipazione a seminari interni ed esterni e a corsi di formazione continua.

Il METAS attua il principio costituzionale della parità di retribuzione per un lavoro di pari valore. Nel 2019 ha firmato la Carta sulla parità di retribuzione nel settore pubblico. Così facendo, il METAS si impegna ad attuare la parità di retribuzione nell'ambito delle

proprie possibilità. Nel 2022 la parità salariale è stata verificata mediante un'analisi delle retribuzioni. Ciò ha dimostrato che la parità di retribuzione è garantita in tutta l'azienda.

Nel reclutamento e nell'assunzione di nuovo personale si tiene conto delle diversità, come il genere, la nazionalità, la lingua e la disabilità. È inoltre importante che nel METAS le lingue nazionali siano adeguatamente rappresentate.

Il METAS disapprova qualsiasi forma di molestie sessuali, mobbing e discriminazione nell'ambiente di lavoro. Per il METAS è un dovere fare tutto il possibile per proteggere adeguatamente il proprio personale. Il diritto alla protezione dell'integrità personale sul posto di lavoro e la possibilità di avvalersi di specialiste e specialisti interni ed esterni in qualità di interlocutori per questioni riservate e discrete sono una cosa ovvia.

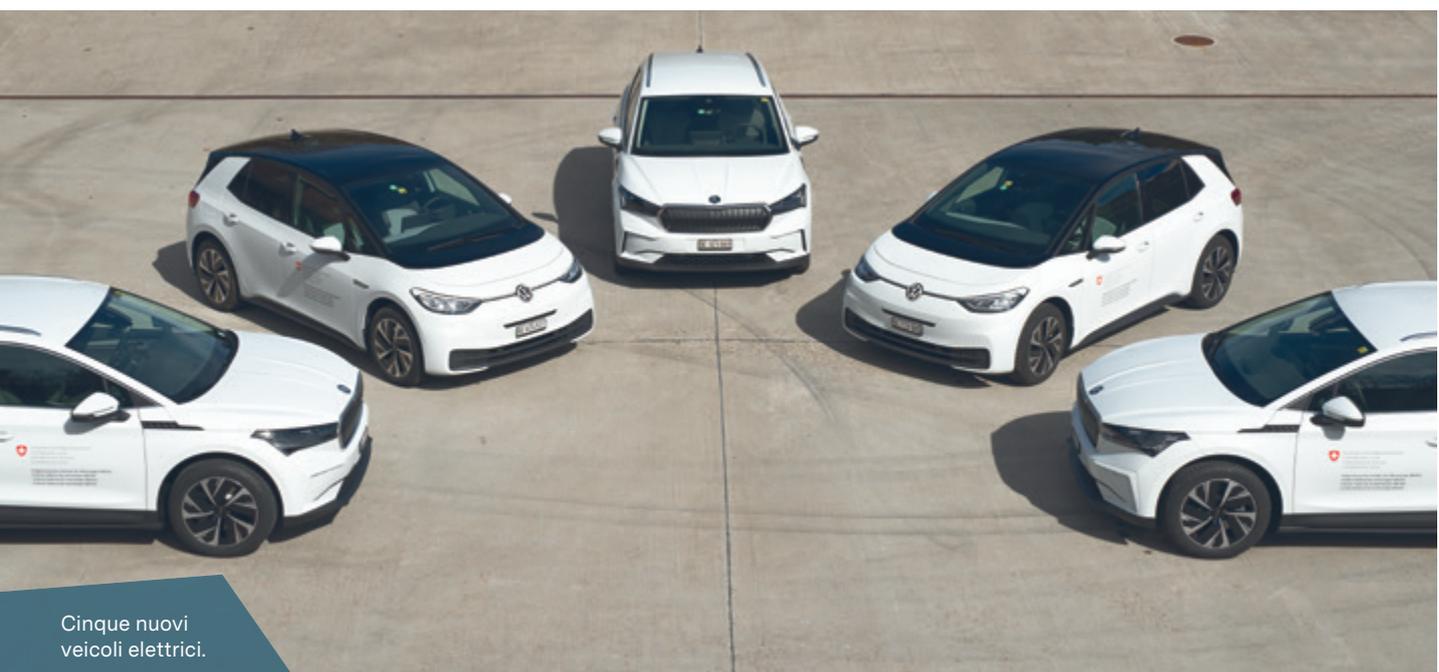
Neutralità climatica nell'approvvigionamento energetico

Per tener conto della protezione ambientale e del clima, il METAS partecipa volontariamente alla gestione delle risorse e dell'ambiente dell'Amministrazione federale (RUMBA), con particolare attenzione al settore degli edifici (elettricità, calore, acqua e rifiuti) nonché al consumo di carta e ai viaggi di lavoro. Abbiamo raggiunto i nostri obiettivi prefissati di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra (GES) per il 2021. Tuttavia, le emissioni di GES sono aumentate del 12%, raggiungendo le 585 tonnellate.

Circa il 63% di queste emissioni di GES è dovuto all'aumento del consumo di calore (in kWh) nel freddo inverno del 2021 e poco meno di un terzo ai viaggi di lavoro. Il METAS si impegna affinché gli eventi internazionali si svolgano alternativamente anche sotto forma di videoconferenze. Se i viaggi di lavoro sono comunque necessari, devono essere effettuati il più possibile a basse emissioni. Ciò ha permesso di ridurre di 8 tonnellate le emissioni di GES prodotte dai viaggi di lavoro in auto e aereo nel 2021 rispetto al 2020. Questo dimostra che le misure introdotte nel 2021 per ridurre le emissioni stanno iniziando a

dare i loro frutti. Dal 2019 le emissioni di gas a effetto serra sono compensate da certificati di riduzione delle emissioni. Di conseguenza, il METAS è già un'azienda climaticamente neutra. L'obiettivo del METAS rimane quello di ridurre le emissioni di gas a effetto serra di un terzo entro il 2030 rispetto al 2019.

L'anno scorso il METAS ha messo in funzione quattro stazioni di ricarica per veicoli di servizio elettrici. In una prima fase esse sono state utilizzate anche come stazioni di ricarica di prova. Con l'acquisto di cinque veicoli di servizio elettrici verso la fine dello scorso anno, sono passate al funzionamento normale. ●



Cinque nuovi veicoli elettrici.

Finanze

L'esercizio contabile 2022 del METAS si è chiuso con un utile di 1,2 milioni di franchi. Le spese sono state pari a 51,9 milioni di franchi e i proventi a 53,1 milioni di franchi (compresi gli indennizzi).

Stato patrimoniale	31.12.2022	31.12.2021
	(in migliaia di CHF)	(in migliaia di CHF)
Disponibilità liquide	28 136	27 928
Crediti da prestazioni	3 897	3 243
Crediti da progetti di ricerca	2 130	2 187
Altri crediti	257	65
Scorte	49	0
Ratei e risconti attivi	1 800	1 289
Capitale circolante	36 269	34 712
Immobilizzi materiali	19 445	20 324
Immobilizzi immateriali	3 259	3 425
Immobilizzi	22 704	23 749
Totale attivi	58 973	58 461
Debiti per forniture e prestazioni	807	654
Debiti per progetti di ricerca	2 197	2 765
Altri debiti	939	633
Ratei e risconti passivi	2 081	2 255
Accantonamenti a breve termine	1 333	1 929 ¹
Capitale di terzi a breve termine	7 357	8 236
Accantonamenti per passività del fondo pensioni	9 293	24 913
Accantonamenti per premi di fedeltà	1 463	1 718
Capitale di terzi a lungo termine	10 756	26 631
Perdita a bilancio	-8 380	-9 330 ¹
Perdite/utili attuariali cumulati	44 656	28 561
Riserve per immobilizzazioni	3 413	3 413
Utile	1 171	950 ¹
Capitale proprio	40 860	23 594
Totale passivi	58 973	58 461

¹ I dati del 2021 sono stati adeguati sulla base di una rideterminazione dei valori, vedi note esplicative sulla rideterminazione dei valori nel bilancio annuale dettagliato.

Conto economico	2022	2021
	1.1.2022–31.12.2022 (in migliaia di CHF)	1.1.2021–31.12.2021 (in migliaia di CHF)
Emolumenti	8 983	8 829 ¹
Indennizzi della Confederazione	24 517	24 399
Indennizzo della Confederazione con controprestazione direttamente imputabile	6 523	6 558
Proventi da fondi di terzi (esclusa la ricerca)	10 502	9 729
Finanziamenti di terzi per la ricerca	1 882	2 153
Altri proventi	135	274
Fatturato lordo	52 542	51 942
Riduzione dei proventi	-30	-5
Prestazioni proprie	527	718
Proventi netti	53 039	52 655
Plusvalenze da cessione di immobilizzi	8	8
Spese per materiale e prestazioni di terzi	-368	-269
Costi del personale	-35 676	-36 188
Costi per l'utilizzo di immobili	-6 780	-6 776
Costi per l'informatica	-1 854	-1 549
Altri costi d'esercizio	-3 029	-3 007
Ammortamenti	-3 905	-3 706
Oneri di gestione	-51 244	-51 226
Proventi finanziari	8	6
Oneri finanziari	-132	-125
Risultato finanziario	-124	-119
Oneri fiscali	-140	-99
Utile	1 171	950¹

Nell'anno in rassegna il METAS ha potuto autofinanziare le proprie attività per il 55,0% (nell'anno precedente per il 54,7%, dopo la rideterminazione dei valori). Gli emolumenti, gli indennizzi per la ripresa di altri compiti e i fondi di terzi hanno contribuito all'autofinanziamento. L'ufficio di revisione ha confermato senza riserve la regolarità della gestione finanziaria.



La contabilità del METAS è redatta in conformità ai principi contabili degli International Public Sector Accounting Standards (IPSAS).

Pubblicazioni e conferenze del METAS

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

Anche nell'anno in rassegna le collaboratrici e i collaboratori del METAS hanno presentato i risultati del loro lavoro di ricerca e sviluppo in occasione di convegni specialistici, conferenze e pubblicazioni scientifiche. Hanno operato in organizzazioni e in gruppi specializzati a livello nazionale ed internazionale, apportandovi il loro know-how e la loro esperienza. Hanno fatto conoscere la metrologia ad un vasto pubblico anche al di fuori della ristretta cerchia specializzata e hanno dato corsi a studenti alle università. La maggior parte delle presentazioni, conferenze e riunioni si è svolta anche quest'anno online.

La seguente compilazione offre una panoramica degli articoli più importanti pubblicati e delle conferenze tenute dalle collaboratrici e dai collaboratori del METAS. Nell'indicazione delle autrici e degli autori i nomi di chi lavora al METAS sono evidenziati in grassetto.

Pubblicazioni

- A Agustoni, M.,** Castello, P., & **Frigo, G.** Phasor Measurement Unit With Digital Inputs: Synchronization and Interoperability Issues. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* 71, 1–10. doi:10.1109/TIM.2022.3175052.
- Agustoni, M., & Frigo, G.** Characterization of Sampled Value Streams in Non Real-Time Calibration Systems. *Energies* 15, 3245. doi:10.3390/en15093245 (2022).
- André, M. O.** Fundamentals and applications in electrical metrology. In M. J. T. Milton, D. S. Wiersma, C. J. Williams, & M. Sega (Eds.), *Proceedings of the International School of Physics „Enrico Fermi“* (Vol. 206, pp. 341–369). IOS Press. doi:10.3254/ENFI210034.
- Binder, F., **Bircher, B. A.,** Laquai, R., **Küng, A.,** Bellon, C., **Meli, F.,** ... & Hausotte, T. (2022). Methodologies for model parameterization of virtual CTs for measurement uncertainty estimation. *Measurement Science and Technology*, 33(10), 104002.
- B Bircher, B. A., Meli, F., Küng, A.,** Sofiienko, A. (2022). Traceable x-ray focal spot reconstruction by circular edge analysis: from sub-microfocus to mesofocus. *Measurement Science and Technology*, 33(7), 074005.
- Batista, E., **Bissig, H.,** & Klein, S. Medical flow and dosing measurement metrology in drug delivery. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*, vol. 68, no. 1, 2023, pp. 1/2.
- Metaxiotou, Z., **Bissig, H.,** Batista, E., do Céu Ferreira, M., & Timmerman, A. (2022). Metrology in health: challenges and solutions in infusion therapy and diagnostics. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*, vol. 68, no. 1, 2023, pp. 3–12.
- Mills, C., Batista, E., **Bissig, H.,** Ogheard, F., Boudaoud, A. W., Büker, O., ... & Lötters, J. (2022). Calibration methods for flow rates down to 5 nL/min and validation methodology. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*, vol. 68, no. 1, 2023, pp. 13–27.
- Bissig, H.,** Büker, O., Stolt, K., Graham, E., Wales, L., Furtado, A., ... & Lötters, J. C. (2022). In-line measurements of the physical and thermodynamic properties of single and multicomponent liquids. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*, vol. 68, no. 1, 2023, pp. 39–50.
- Niemann, A. K., Batista, E., Geršl, J., **Bissig, H.,** Büker, O., Lee, S. H., ... & Knotek, S. (2022). Assessment of drug delivery devices working at microflow rates. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*, vol. 68, no. 1, 2023, pp. 51–65.
- Bissig, H.,** Büker, O., Stolt, K., Batista, E., Afonso, J., Zagnoni, M., ... & Schroeter, J. (2022). Calibration of insulin pumps based on discrete doses at given cycle times. *Biomedical Engineering / Biomedizinische Technik*, vol. 68, no. 1, 2023, pp. 67–77.
- Price, L. L. A., & **Blattner, P.** (2022). Circadian and visual photometry. In *Progress in Brain Research* (pp. 1–11). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2022.02.014>.
- Gaertner, A. A., Côté, É., Campos, J., Obein, G., **Blattner, P.,** **Schafer, R.,** Hui, L., Xiaomei, J., Miller, C., Zong, Y., Atkinson, E., Thorvaldson, E., Kinoshita, K., Sieberhagen, R., Rabe, I., Goodman, T., Scott, B., Sperling, A., Lindner, D., ... & Ivashin, E. (2022). Final report on the CCPR Key Comparison CCPR-K3.2014. Luminous Intensity. In *Metrologia* (Vol. 59, Issue 1A, p. 02002). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/0026-1394/59/1a/02002>.
- Iacomussi, P., Muzet, V., **Blattner, P., Bernasconi, J.,** Lindgren, M. The output of surface project: pavement surface characterisation for smart and efficient road lighting. *LUX Europa 2022*, Sep 2022, Prague, France. hal-03918888.
- C Castagna, N., & Morel, J.** (2022). Fibre-coupled tunable source based on a supercontinuum laser for the spectral characterisation of fibre optics components and systems. *Metrologia*, 59(3), 035005.
- T. Beckmann, W. Siemann, F. Märten, R. Wynands, **E. Chataigny, S. Farron, D. Sprecher, F. Assi, P. Rosenkranz, & B. Sahlen** (2022). Measurement comparison between the national road vehicle speed standards of Germany, Austria and Switzerland. *OIML Bulletin LXIII*, 2, 5–11.
- E Eichenberger, A., Baumann, H., Mortara, A.,** Tommasini, D., Reber, D., Klingelé, E., **Jeanneret, B., Jeckelmann, B.** First realisation of the kilogram with the METAS Kibble balance. *Metrologia* 59. doi:10.1088/1681-7575/ac566f.

- F Frigo, G.** (2022). Measurement of Conducted Supraharmonic Emissions: Quasi-Peak Detection and Filter Bandwidth. *Metrology*, 2(2), 161–179.
- Frigo, G., & Braun, J.** (2022). Supraharmonic Dynamic Phasors: Estimation of Time-Varying Emissions. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 71, 1–11.
- Frigo, G., Pegoraro, P. A., & Toscani, S.** (2022, May). Tracking Power Systems Events: PMU, Reporting Rate, Interpolation. In 2022 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics (SGSMA) (pp. 1–6). IEEE.
- Castello, P., Sulis, S., **Frigo, G., & Agustoni, M.** (2022, May). Power quality meters based on digital inputs: A feasibility study. In 2022 20th International Conference on Harmonics & Quality of Power (ICHQP) (pp. 1–6). IEEE.
- Karpilow, A., Derviskadic A., **Frigo G.,** Paolone M. (2022, June). Step detection in power system waveforms for improved RoCoF and frequency estimation. *Electric Power Systems Research*, 212 (9), 1–7.
- Costa F., Mingotti A., Peretto L., Tinarelli R., **Frigo G.** Revision of target uncertainty for PMU-based distributed measurement systems in MV networks. In 2022 IEEE 12th International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS) (pp. 1–6). IEEE.
- Frigo, G., Agustoni M.** Development of a Transfer Standard for DC Power Quality Reference Systems. In 2022 IEEE 12th International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS) (pp. 1–6). IEEE.
- Frigo, G., Grasso-Toro, F.** Metrological Significance and Reliability of On-Line Performance Metrics in PMU-based WLS State Estimation, In 2022 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics (SGSMA) (pp. 1–6). IEEE.
- Karpilow, A., Derviskadic, A., **Frigo, G.,** Paolone M. Step Change Detection for Improved ROCOF Evaluation of Power System Waveforms. In 2022 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics (SGSMA) (pp. 1–6). IEEE.
- Frigo, G., Agustoni M.** Characterization of a Low Power Instrument Transformer with Digital Output in Low-Inertia Power Systems. In 2022 International Conference on Smart Grid Synchronized Measurements and Analytics (SGSMA) (pp. 1–6). IEEE.
- Frigo, G., Costa, F., Grasso-Toro, F.** PMU-based metrics for Power Quality Assessment in Distributed Sensor Networks. In 25th IMEKO TC4 International Symposium (pp. 1–6). IMEKO.
- Frigo, G., Agustoni, M., Grasso-Toro, F.** Data Quality And Aggregation In Power System Distributed Sensor Networks. In IMEKO TC6 International Conference on Metrology and Digital Transformation (pp. 1–6). IMEKO.
- D. Signorino, **Frigo, G.,** et al. Novel Method for Accurate Measurement of Ripple for Power Quality Applications in DC Grids. In 2022 IEEE Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM) (pp. 1/2). IEEE.
- Agustoni, M., Frigo, G.** A Transfer Standard for DC Power Inter-Laboratory Comparison. In 2022 IEEE Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM) (pp. 1/2). IEEE.
- van den Brom, H., **Frigo, G.,** et al. Traceable Power Quality Measurements in DC Electricity Grids. In 2022 IEEE Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM) (pp. 1/2). IEEE.
- H Hammer, T., Irwin, M., Swanson, J., Berger, V., Sonkamble, U., Boies, A., ... & Vasilatou, K.** (2022). Characterising the silver particle generator; a pathway towards standardising silver aerosol generation. *Journal of Aerosol Science*, 163, 105978.
- Hoffmann, J., de Preville, S., Eckmann, B., Herzog, B., Haddadi K., Gramse, G., Richert, D., Piquemal, F.** Comparison of Impedance Matching Networks for Scanning Microwave Microscopy, In 2022 IEEE Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM) (pp. 1/2). IEEE.
- Hoffmann, J., Wollensack, M., Stalder, D., Huerlimann, P., Ruefenacht, J., Zeier, M.** Measuring the Linearity of Receivers in a Vector Network Analyzer, In 2022 IEEE Conference on Precision Electromagnetic Measurements (CPEM) (pp. 1–2). IEEE.
- Horender, S., Giordano, A., Auderset, K., & Vasilatou, K.** (2022). A portable flow tube homogenizer for aerosol mixing in the sub-micrometre and lower micrometre particle size range. *Measurement Science and Technology*, 33(11), 114006.
- Wu, T. Y., **Horender, S., Tancev, G., & Vasilatou, K.** (2022). Evaluation of aerosol-spectrometer based PM2.5 and PM10 mass concentration measurement using ambient-like model aerosols in the laboratory. *Measurement*, 201, 111761.
- I Macé, T., Iturrate-Garcia, M., Pascale, C., Niederhauser, B., Vaslin-Reimann, S., & Sutour, C.** (2022). Air pollution monitoring: development of ammonia (NH₃) dynamic reference gas mixtures at nanomoles per mole levels to improve the lack of traceability of measurements. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15(9), 2703–2718.
- K Kalbermatter, D. M., Močnik, G., Drinovec, L., Visser, B., Röhrbein, J., Oscity, M., ... & Vasilatou, K.** (2022). Comparing black-carbon-and aerosol-absorption-measuring instruments – a new system using lab-generated soot coated with controlled amounts of secondary organic matter. *Atmospheric measurement techniques*, 15(2), 561–572.
- Keller, A., **Kalbermatter, D. M.,** Wolfer, K., Specht, P., Steigmeier, P., Resch, J., ... & **Vasilatou, K.** (2022). The Organic Coating Unit, an all-in-one system for reproducible generation of secondary organic matter aerosol. *Aerosol Science and Technology*, 56(10), 947–958.
- Küng, A., & Meli, F.** (2022). Iodine frequency-stabilized HeNe laser amplified by injection locking of a semiconductor laser diode. *Metrologia*, 59(2), 024003.
- L Lobsiger, S., Wollensack, M., Zeier, M.** (2022). METAS Unclib-A Measurement Uncertainty Calculator in Chemical Analysis: Highlights of Analytical Sciences in Switzerland. *Chimia*, 76(6), 596.
- Ogrinc, N., Rossi, A. M., Durbiano, F., Becker, R., Milavec, M., Košir, A. B., ... & **Mallia, S., Umbricht, G.** (2021). Support for a European metrology network on food safety Food-MetNet. *Measurement: Sensors*, 18, 100285.
- M Mester, C., & M. H. D. van der Wiel** (2022). E-vehicle charging. *OIML Bulletin LXIII*, 2, 29–34.
- Mester, C.** (2022). Legal metrology requirements for smart utility meters. *OIML Bulletin vol. LXIII*, 3, 38–43.
- Mester, C.** (2022). DC active electrical energy meters: Accuracy tests. In 12th International Workshop on Applied Measurements for Power Systems (AMPS) (pp. 1–6). IEEE.
- N Twigg, M., Berkhout, A., Cowan, N., Crunaire, S., Dammers, E., Ebert, V., ... & Niederhauser, B., Pascale C.** (2022). In-Situ Measurements of NH₃: Instrument Performance and Applicability. *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*
- Davis, R.S, **Niederhauser, B.,** Hodges, J.T., Vaillon, J., ielsgosz, R.I. Units and values for the ozone absorption cross section at 253.65 nm (air) with appropriate significant digits and rounding for use in documentary standards. *Rapport BIPM*, 16.01.2023.
- O Mašláň, S., Hinds, G., Ouameur, M. & Overney, F.** Project LiBforSecUse: Quality Assessment of Electric Vehicle Lithium Ion Batteries for Second Use, Cal Lab, The International Journal of Metrology Apr-May-Ju, 22–31
- P Drinovec, L., Jagodič, U., Pirker, L., Škarabot, M., Kurtjak, M., Vidović, K., ... & Pascale, C., Vasilatou, K., Bühlmann, T., Kalbermatter D. M.** (2022). A dual wavelength photothermal aerosol absorption monitor: design, calibration and performance. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15(12), 3805–3825.
- Cecelski, C. E., Rhoderick, G. C., Possolo, A. M., Carney, J., Vokoun, M., Privoznikova, J., ... & **Pascale, C.** (2022). International comparison CCQM-K10. 2018: BTEX in nitrogen at 5 nmol mol⁻¹. *Metrologia*, 59(1A), 08003.
- Pythoud, F.** Measurement of 5G new radio-base stations. In T. H. Loh (Ed.), *Measurement of 5G new radio-base stations* (pp. 647–674). IET. doi: 10.1049/PBTE099E_ch20.
- Pythoud, F.** (2022). Die Konformitätsbewertung komplexer Systeme am Beispiel der Strahlung einer 5G-Basisstation – Conformity assessment of complex systems on the example of radiation from a 5G base station, *Journal TM – Technisches Messen*, 89 (10), 2022.
- S Sprecher D., Chatagny E., Farron S., & Assi F.** (2022). Validation of the METAS reference speed meter using a GPS-based speed sensor. *OIML Bulletin LXIII*, 2, 12–15.

- T Tancev, G., & Toro, F. G. (2022).** Stochastic online calibration of low-cost gas sensor networks with mobile references. *IEEE Access*, 10, 13901–13910.
- Tancev, G., Ackermann, A., Schaller, G., & Pascale, C. (2022).** Efficient and Automated Generation of Orthogonal Atmospheres for the Characterization of Low-Cost Gas Sensor Systems in Air Quality Monitoring. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 71, 1–10.
- U Umbricht, G., Utters, M., Märki, L., Andres, H. (2022)** Circular economy and metrology, *OIML Bulletin Volume LXIII, Number 3*, 5–10.
- V Tummon, F., Bruffaerts, N., Celenk, S., Choël, M., Clot, B., Crouzy, B., ... & Vasilatou, K. (2022).** Towards standardisation of automatic pollen and fungal spore monitoring: best practices and guidelines. *Aerobiologia*, 1–17.
- Leni, Z., **Ess, M. N.**, Keller, A., Allan, J. D., Hellén, H., Saarnio, K., ... & **Vasilatou, K. (2022).** Role of Secondary Organic Matter on Soot Particle Toxicity in Reconstituted Human Bronchial Epithelia Exposed at the Air–Liquid Interface. *Environmental science & technology*, 56(23), 17007–17017.
- Vasilatou, K., Wälchli, C.**, Iida, K., **Horender, S.**, Tritscher, T., **Hammer, T.**, ... & **Auderset, K. (2022).** Extending traceability in airborne particle size distribution measurements beyond 10 µm: Counting efficiency and unit-to-unit variability of four aerodynamic particle size spectrometers. *Aerosol Science and Technology*, 57(1), 24–34.
- Romshoo, B., Pöhlker, M., Wiedensohler, A., Pfeifer, S., Saturno, J., Nowak, A., ... & **Vasilatou, K. (2022).** Importance of size representation and morphology in modelling optical properties of black carbon: comparison between laboratory measurements and model simulations. *Atmospheric Measurement Techniques*, 15(23), 6965–6989. Im Artikel wird auch Michaela E. N. Ess vom METAS aufgeführt.
- Vasilatou, K., Wälchli, C.**, Iida, K., **Horender, S.**, Tritscher, T., **Hammer, T.**, ... & **Auderset, K. (2022).** Extending traceability in airborne particle size distribution measurements beyond 10 µm: Counting efficiency and unit-to-unit variability of four aerodynamic particle size spectrometers. *Aerosol Science and Technology*, 57(1), 24–34.

Conferenze

- Agustoni, M., Frigo, G.** A Transfer Standard for DC Power Inter-Laboratory Comparison, *CPEM*; 15.12.2022
- Agustoni, M., Overney, F., de Prévile, S.** Simulation of Resistor Standards in LF-RF Range, *CPEM*; 15.12.2022
- André, M.-O.** Quantum Electrical Metrology, *NanoInnovation 2022*, Rome; 23.09.2022
- Assi, F.** From the primary standard to the patient, *NWFH Muttenz, Regel-Seminare für die Medizinaltechnik*; 14.12.2022
- Baumann, H., Eichenberger, A.** Realizing the Definition of Mass Unit with the Kibble Balance, *Mettler Metrology Day*; 20.05.2022
- Bircher, B.** Traceable determination of non-static XCT machine geometry: New developments and case studies, *11th Conference on Industrial Computed Tomography iCT (virtuell)*; 08.02.2022
- Bircher, B.** Thermal challenges in dimensional metrology using X-ray computed tomography, *Euspen Thermal Issues*, ETH Zürich; 22.03.2022
- Bircher, B., Meli, F.** EMPIR-Projekt NanoXSpot: Neue Normentwürfe für die Brennfleckmessung an Röntgenröhren im Makro-, Mikro- und Nanometerbereich für Hersteller und Anwender, *DGZfP-Jahrestagung 2022*, Kassel; 23.05.2022
- Bircher, B., Küng, A.** In-line microfocus X-ray focal spot condition monitoring for computed tomography, *Euspen*, Geneva; 30.05.2022
- Bissig H.** Dynamic vs constant liquid flow calibrations down to 20 nL/min, *Flomeko 2022*; 03.11.2022
- Bissig, H.** Complex fluids, *METAS Seminar 05.10.2022*
- Bissig, H.** First comparison of inline measurements of dynamic viscosity, *Flomeko 2022*; 02.11.2022
- Bissig, H.** Presentation of the METAS pipe viscometer, *Flomeko 2022*; 02.11.2022
- Blattner, P.** Highlights of Current Activities of the International Commission on Illumination (CIE), *13th Asia Lighting Conference (online)*; 18.08.2022
- Blattner, P.** *Metrologie – Photometrie Interdisciplinary Summer School „Measuring Light and Illumination“*, Chexbres; 18.08.2022
- Blattner, P.** Highlights of Current Activities of the International Commission on Illumination (CIE), *16th IESSA Conference (online)*; 19.08.2022
- Blattner, P.** sensLAB: Motion and presence detectors put to the test, *FUTURE of Light*, Basel; 15.08.2022
- Blattner, P.** Some highlights of current activities of the International Commission on Illumination CIE, *14th European Lighting Conference, LUX EUROPA 2022*, Prague; 20.09.2022
- Blattner, P.** The role of measurement uncertainty in conformity assessment, *CIE Expert Tutorial on the Measurement of Temporal Light Modulation*, Athen; 10.10.2022
- Blattner, P.** Digitalisierung in der Beleuchtungsindustrie, *OVE Innovation DAY 2022*, Wien; 17.11.2022
- Bühlmann, T.** ALBATROSS – Balloon-borne laser spectrometer for UTLS water research, *METAS Seminar*; 02.03.2022
- Bühlmann, T.** METAS-2021: new primary scale for HFC-32, HFC-365Meli Fc, CH₂Cl₂, CCl₄, 1,2-dichloroethane, HFO-1336mzzZ AGAGE65; 05.05.2022
- Bühlmann, T.** Improved cryo-filling system for filling SI-traceable reference gas mixtures into cylinders, *Gas Analysis Symposium (11th)*; 19.05.2022
- Bühlmann, T.** SI – traceable reference gas mixtures for halogenated VOCs at atmospheric amount of substance fractions, *BIPM-WMO Workshop: Metrology for Climate Action 2022*; 27.09.2022
- Bühlmann, T.** SI-traceable water vapour reference gas mixtures at µmol/mol used for the validation of hygrometers, *WMO TECO-2022*; 11.10.2022
- Bühlmann, T., Niederhauser, B.** SI-traceable ammonia measurements Kick-off Meeting Pilotprojekt VERA/ISO 14034; 21.09.2022
- Bühlmann, T., Pascale, C.** METAS CCL for halogenated compounds: A proposal to the WMO, *GAW-CH-Landesausschuss*; 09.11.2022
- Burkhard, S.**, et al. X-ray computed tomography condition monitoring: Towards predictive maintenance, *dXCT conference*, Manchester; 15.06.2022
- Castagna, N., Morel, J.** Characterization of the Spectral Properties of Fibre Optics Components and Devices by Use of a Filtered Supercontinuum Laser Source, *ECOC 2022*, Basel; 20.09.2022
- de Huu, M.** Design and calibration of critical flow Venturi nozzles for high-pressure hydrogen applications, *Flomeko 2022*; 03.11.2022
- de Huu, M.** Key comparison of gravimetric standards for hydrogen refuelling stations, *Flomeko 2022*; 03.11.2022
- de Huu, M.** Extending the functionality of the METAS primary standard in gas flow, *Flomeko 2022*; 02.11.2022
- de Huu, M.** La métrologie, c'est quoi? *Rotary club*; 11.11.2022
- Eichenberger, A., Baumann, H., Mortara, A., Tommasini, D., Reber, D., Klingelé, E., Jeanneret, B., Jeckelmann, B.** Results of the METAS Kibble balance, *CPEM*, 13.12.2022
- Frigo, G.** Metrological Significance and Reliability of On-Line Performance Metrics in PMU-based WLS State Estimation Synchronized Measurements for Smart Grid Applications (SGSMA); 24.05.2022

- Frigo, G.** Development of a Transfer Standard for DC Power Quality Reference Systems Applied Measurements for Power Systems, AMPS; 28.09.2022
- Frigo, G.** Measurement Setup for a DC Power Reference for Electricity Meter Calibration, International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP); 31.05.2022
- Frigo, G.** Power Quality Meters Based on Digital Inputs: A Feasibility Study, International Conference on Harmonics and Quality of Power (ICHQP); 30.05.2022
- Frigo, G.** Reference systems for DC energy meters and DCPQ, Workshop DC Grids (20NRM03); 27.10.2022
- Frigo, G., Agustoni, M.** Characterization of a Low Power Instrument Transformer with Digital Output in Low Inertia Power Systems Synchronized Measurements for Smart Grid Applications (SGSMA); 25.05.2022
- Hoffmann, J.** Material Measurement and Parameter Extraction, Error Analysis and Uncertainties, Workshop, European Microwave Week, Milan, Italy; 25.09.2022
- Hoffmann, J.** Scanning Microwave Microscopy, Invited talk at LNE, France; 16.11.2022
- Hoffmann, J.** Scanning Microwave Microscopy, Invited talk at the University of Otago, Dunedin, NZ; 06.12.2022
- Hoffmann, J.** Comparison of Impedance Matching Networks for Scanning Microwave Microscopy, CPEM 2022, Wellington, NZ; 13.12.2022
- Hoffmann, J.** Measuring the Linearity of Receivers in a Vector Network Analyzer, CPEM 2022, Wellington, NZ 16.12.2022
- Husmann, D., Morel J.** Dissemination of an SI-traceable optical frequency at 1572 nm using the Swiss academic fiber network, METAS Seminar; 10.01.2022
- Husmann, D., Morel, J.** Establishing a metrology network to disseminate high accuracy optical frequencies through the Swiss academic fibre network, ETHZ Conference, Search for New Physics at the Quantum Technology Frontier; 20.01.2022
- Husmann, D., Morel, J.** Progress on the Swiss frequency metrology fiber network, Swiss Physical Society Meeting (Fribourg); 30.06.22
- Husmann, D., Morel, J.** Swiss Fiber Network for Dissemination of Optical Frequencies in the L-band of a Telecommunication Network, ECOC 2022, Basel; 20.09.22
- Husmann, D., Morel, J.** Dissemination of high accuracy optical frequencies in stabilized fibre optic networks, Workshop Quantum Technology for high energy physics (QT4HEP) (CERN); 02.11.2022
- Iturrate, M.** Efficient, scalable, SI-traceable and automated characterization of low-cost gas sensor systems, Gas Analysis Symposium (11th); 19.05.2022
- Iturrate, M.** Caractérisation métrologique de systèmes de capteurs low-cost, Cercl'Air 2022; 08.09.2022
- Iturrate, M.** Accurate, stable and SI-traceable reference gas mixtures of VOCs relevant for climate at atmospheric levels, MedGu2022; 28.11.2022
- Jallageas, A.** How Optical Fiber Networks Contribute to the Realization and to the Dissemination of Improved Time Scales and Reference Frequencies? ECOC 2022, Basel; 19.09.2022
- Lobsiger, S.** Eignungsprüfung PE5008-30G: PAK in Molkenproteinpulver – Diskussion der Endergebnisse, Workshop des deutschen NRL für Prozesskontaminanten (BVL), online; 30.11.2022
- Lüthi, M.** Vorstellung Tesla-Konverter, KIT Karlsruhe, INR; 17.11.2022
- Mallia, S.** Improved analytical methods for PAHs and Hg in selected food matrices CHAnalysis 2022, Beatenberg (CH); 19.05.2022
- Mallia, S.** European Metrology Network for Safe and Sustainable Food, EURL-MN Workshop 2022, Lingby (Dänemark) (online); 17.11.2022
- Mallia, S.** Chemical and biological metrology at Metas, EMN Food & 20NET02 M18 Project meeting, Gebze (Türkei) (online); 23.11.2022
- Mallia, S.** Informationen von EURL-MN und Antimon in Molkenprotein, NRL-MN-Fachtagung, METAS; 01.12.2022
- Märki, L.** Vorstudie zur Methode für den Torfnachweis, BAFU-Erfahrungsaustausch Torfnachweismethode (online) 21.03.2022
- Märki, L.** EURL-PC PT: Baby biscuit and powdered infant formula, Fachtagung NRL für Prozesskontaminanten, METAS 08.11.2022
- Mester, C.** DC active electrical energy meters: Accuracy Tests Applied Measurements for Power Systems, AMPS; 28.09.2022
- Mester, C.** A phase reference for ADC delay characterisation, CPEM; 13.12.2022
- Mester, C.** LegalEVcharge – Practical legal metrology framework for electric vehicle charging stations, CPEM; 15.12.2022
- Niederhauser, B.** Metrologie, METAS, Terminologie, Messunsicherheit, Konformität und Atemalkoholmessung, Master: Forensik, ZHAW; 12.12.2022
- Overney, F.** Impedance simulator for the calibration of LCR-meter in its low impedance range, LiBforSecUse: final Workshop; 16.09.2022
- Overney, F., Jeanneret, B.** AC Characterization of graphene-based Quantum-Hall Devices, CPEM; 15.12.2022
- Overney, F., Jeanneret, B., Eichenberger, A.** Performances of Two Dual Josephson Impedance Bridges, CPEM; 15.12.2022
- Overney, F., Jeanneret, B., Eichenberger, A.** A New Bridge for Measuring the Longitudinal Impedance of the Quantum Hall Effect Device, CPEM; 15.12.2022
- Overney, F., Jeanneret, B., Eichenberger, A.** Towards a fully automated, four-terminal pair, graphene impedance standard, IMEKO; 12.09.2022
- Pascale, C.** Improved high-quality data for volatile organic compounds thanks to metrological development, ACTRIS Science conference; 12.05.2022
- Pascale, C.** European Metrology Network for climate and ocean observations, Gas Analysis Symposium (11th); 17.05.2022
- Peier, P.** Laborpräsentation & Fricke Total Absorption, PSI – Zentrum für Protonentherapie; 17.08.2022
- Peier, P.** Kurzzeiteexposition, Radon Expertengruppe Dosimetrie; 25.11.2022
- Sprecher, D.** Videoauswertung im Strassenverkehr, EVU-CH-Frühlingstagung (EVU = Europäische Vereinigung für Unfallforschung und Unfallanalyse); 06.05.2022
- Tancev, G.** An Automaton for the Characterization of Low-Cost Gas Sensor Systems in Air Quality Monitoring, IEEE I2MTC 2022; 16.05.2022
- Tancev, G.** Metrological advances in the characterization of low-cost sensor systems, WMO Workshop: Metrology for Climate Action; 27.09.2022
- Tas, E.** Lessons learned from Proficiency testing, Internationale Fachmesse und Kongress für Elektromagnetische Verträglichkeit, Köln; 13.07.2022
- Tas, E.** An Interlaboratory Comparison on Radiated Immunity IEC 61000-4-3, EMC Europe 2022, Gothenburg Sweden; 05.09.2022
- Vasilatou, K.** Air quality monitoring: How well can we measure the particle size distribution of micrometre-sized particles? Swiss Aerosol Group; 02.11.2022
- Vasilatou, K.** Traceable calibration of real-time bioaerosol particle counters, IAC 2022; 05.09.2022

