



Il METAS nel 2021



Immagine di frontespizio: Nel settembre 2021 il METAS ha messo in servizio un laboratorio di biologia per l'analisi degli acidi nucleici (cfr. p. 16).

Colophon

Il presente rapporto fornisce una panoramica delle attività del METAS nell'anno in rassegna 2021. 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

Le pagine 26 e 27 del presente rapporto annuale contengono informazioni tratte dal bilancio d'esercizio del METAS al 31 dicembre 2021. Il bilancio annuale 2021 del METAS è pubblicato insieme al rapporto dell'ufficio di revisione sul sito www.metas.ch.

Lingue

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

Edizione

maggio 2022
05.22 150 860512635

Crediti fotografici

METAS

Layout

Casalini Werbeagentur AG, 3007 Bern
www.casalini.ch



Indice

- 4 Prefazioni
- 6 Misurare per l'economia e la società:
i compiti del METAS
- 8 Gestire il METAS:
il Consiglio d'Istituto e la Direzione
- 10 Progetti per la misurazione:
ricerca e sviluppo del METAS
- 12 Misurazioni al servizio dello sviluppo di prodotti:
progetti di collaborazione con l'industria
- 14 Metrologia per l'economia:
tarature e materiali di riferimento
- 16 Misurare per la salute:
il nuovo laboratorio di analisi degli acidi nucleici
- 18 Regolamentare le misurazioni:
la legislazione nel campo della metrologia
- 20 Misurare oltre i confini:
organizzazioni internazionali della metrologia
- 22 Il pacchetto clima del METAS
- 24 Orientata alle misurazioni:
l'organizzazione del METAS
- 26 Finanze
- 28 Informare sulla misurazione:
pubblicazioni e conferenze del METAS

Cambiamenti nel Consiglio d'Istituto



Dal 1° gennaio 2013 il METAS è un Istituto federale. Il Consiglio d'Istituto del METAS esiste già dal 2012. In tal modo ha potuto partecipare ai lavori preparatori per la fondazione dell'Istituto e per l'avvio dell'attività. Thierry Courvoisier e Tony Kaiser erano con me fin dall'inizio. Si sono dimessi dal Consiglio d'Istituto alla fine dell'anno in rassegna.

Entrambi hanno già sostenuto attivamente i lavori preparatori per la messa in servizio dell'Istituto. Dopo che il METAS ha iniziato ad operare come istituto, essi hanno contribuito anche a definire l'orientamento strategico e, in particolare, il programma di ricerca e sviluppo del METAS. Il Dr. Tony Kaiser ha apportato la ricca esperienza dalla sua attività in varie posizioni di gestione della ricerca

e dello sviluppo nell'industria. Il Prof. Dr. Thierry Courvoisier ha portato nel Consiglio d'Istituto sia il mondo della scienza che quello delle organizzazioni scientifiche e della gestione della scienza. Desidero ringraziare sinceramente Tony Kaiser e Thierry Courvoisier per il loro grande impegno a favore del METAS e per la piacevole collaborazione che si è instaurata in tutti questi anni.

Il Consiglio d'Istituto continua ad adempiere il suo mandato di definire insieme alla Direzione l'orientamento strategico del METAS e in particolare di occuparsi dell'orientamento della ricerca e dello sviluppo presso il METAS.

Dr. Matthias Kaiserswerth
Presidente del Consiglio d'Istituto

Il Consiglio d'Istituto assume il compito di definire insieme alla Direzione l'orientamento strategico del METAS.

Implementare la “visione METAS 2025”

La pandemia di coronavirus ha avuto ripercussioni sul funzionamento del METAS anche nell'anno di esercizio 2021. Come nell'anno precedente, si trattava di adeguarsi costantemente all'attuale situazione pandemica e di adottare e mettere in atto le misure di volta in volta necessarie per proteggere la salute dei collaboratori e di terzi. Nonostante tutti i cambiamenti e gli adeguamenti, il METAS è stato in grado di mantenere le attività e fornire i servizi. Ciò è stato possibile solo grazie al grande impegno dei collaboratori, che si sono adattati in modo rapido e flessibile e hanno svolto il proprio lavoro anche in condizioni mutate.

Non è stata solo la pandemia di coronavirus a plasmare il lavoro della Direzione nel 2020 e 2021, ma anche la “visione METAS 2025”. Quest'ultima è stata sviluppata nel 2020 e approvata dal Consiglio d'Istituto nel mese di novembre dello stesso anno. La “visione METAS 2025” costituisce il quadro di riferimento per un programma di cambiamento

e definisce la direzione in cui intende svilupparsi il METAS. Come tutti gli istituti nazionali di metrologia, nei prossimi anni il METAS dovrà affrontare grandi sfide: per esempio, la digitalizzazione cambierà i servizi metrologici. Oltre ai classici settori fisici, i riferimenti chimici e biologici stanno diventando sempre più importanti. Occorre pure tener conto delle forme contemporanee di contatto con i clienti e delle nuove forme di organizzazione e di lavoro. Nell'anno in rassegna si è trattato di avviare l'implementazione della “visione METAS 2025”. Tra le altre cose, sono stati creati due nuovi settori: trasformazione digitale, servizi di assistenza alla clientela e comunicazione. La direzione dei settori è stata affidata a esperti qualificati. Essi hanno già iniziato a lavorare nell'anno in rassegna e nei prossimi anni con i loro team porteranno avanti il lavoro in queste aree in stretta collaborazione con le altre unità del METAS.

Dr. Philippe Richard
Direttore



I collaboratori del METAS si sono adattati rapidamente e in modo flessibile e hanno svolto il loro lavoro anche in condizioni mutate.



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

In Svizzera le misure più precise vengono effettuate a Wabern, dove 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 e ai metodi di misurazione. 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 quindi da principi e procedure metrologiche in continuo sviluppo. I metodi di misurazione e di regolazione, utilizzati da importanti settori dell'economia svizzera, come la microtecnica o la tecnologia medica, richiedono ad esempio metodi di misurazione, la cui accuratezza si situa nella gamma dei milionesimi di millimetro.



Per rimanere costantemente aggiornato, il METAS si tiene al passo con gli sviluppi tecnici e scientifici. Svolge attività di ricerca e sviluppo per individuare e anticipare le esigenze del mercato per punti di misurazione e servizi nuovi o più accurati. Per poter adeguare la propria offerta di servizi alle esigenze del mercato, il METAS la rivede regolarmente.



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

Dirigono il METAS: il Consiglio d'Istituto e la Direzione

Ai vertici del METAS vi è il Consiglio d'Istituto. Esso è responsabile della gestione imprenditoriale. La gestione operativa è assicurata dalla Direzione.

Conformemente alle disposizioni di legge, il Consiglio d'Istituto è composto da cinque a sette membri esperti. Nell'anno in rassegna era composto da sette membri: Dr. Matthias Kaiserswerth (presidente), Dr. Ursula Widmer (vicepresidente), Prof. Dr. Thierry Courvoisier, Dr. Tony Kaiser, Prof. Dr. Sonia Isabelle Seneviratne, Dr. Alessandra Curioni-Fontecedro, Dr. René Lenggenhager.

Due dei membri si sono dimessi alla fine del 2021: il Prof. Dr. Thierry Courvoisier e il Dr. Tony Kaiser.

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 e 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 dirigenziale, sia accademica che imprenditoriale, e molti anni di esperienza diversificata nella ricerca e nello sviluppo nel campo della scienza e della tecnologia.

Visione METAS 2025

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. La linea guida per l'ulteriore sviluppo del METAS nei prossimi anni è rappresentata dalla "visione METAS 2025", approvata dal Consiglio d'Istituto nel novembre 2020. Questo programma di cambiamento rappresenta la risposta del METAS alle sfide poste dagli sviluppi previsti in una vasta gamma di settori importanti: nel campo della metrologia, nelle aspettative delle parti interessate, nella digitalizzazione e in altri ambiti della società.



I membri del Consiglio d'Istituto nel 2021 (da sinistra a destra): Dr. Matthias Kaiserswerth (presidente), Prof. Dr. Thierry J.-L. Courvoisier, Dr. Tony Kaiser, Dr. Ursula Widmer, Prof. Dr. Sonia I. Seneviratne, Dr. Alessandra Curioni-Fontecedro, Dr. René Lenggenhager.

Gestione operativa

La Direzione è responsabile della gestione operativa del METAS. Essa rappresenta il METAS all'esterno. È composta da quattro membri: il direttore, Dr. Philippe Richard, il direttore supplente, Dr. Gregor Dudle, e i vicedirettori, Dr. Bobjoseph Mathew e Dr. Hanspeter Andres.

Un importante punto focale dell'attività della Direzione è stata l'implementazione delle misure per realizzare la "visione METAS 2025". Inoltre, la definizione e l'attuazione delle misure necessarie a causa della pandemia di coronavirus hanno continuato a influenzare le operazioni quotidiane.



La Direzione del METAS (da sinistra a destra):
Dr. Philippe Richard (direttore), Dr. Gregor Dudle,
Dr. Bobjoseph Mathew, Dr. Hanspeter Andres.

Progetti per la misurazione: ricerca e sviluppo del METAS

Il METAS svolge molte delle sue attività di ricerca nell'ambito dei programmi europei di ricerca metrologica.

La cooperazione internazionale è profondamente radicata nella metrologia. L'unificazione della definizione di lunghezza e massa nel XIX secolo e più tardi delle altre quantità rilevanti nel Sistema Internazionale di Unità (SI) ha posto le basi per la standardizzazione a livello mondiale. In Europa, la cooperazione internazionale in metrologia si è svolta negli ultimi anni in larga misura nell'ambito del programma di ricerca EMPIR (*European Metrology Programme for Innovation and Research*). EMPIR è stato sviluppato da EURAMET, l'associazione degli istituti nazionali di metrologia europei e dalla Commissione europea, per coordinare meglio la ricerca degli istituti nazionali di metrologia. Tra il 2014 e il 2020 il programma ha finanziato progetti di ricerca metrologica. Gli ultimi progetti del programma EMPIR sono stati approvati nel 2020. Nell'anno in rassegna il METAS ha partecipato a 30 progetti europei nei più svariati ambiti tematici.

Energia dall'idrogeno

Due di questi progetti riguardano l'idrogeno come vettore energetico, in particolare per l'uso nella mobilità. In questa area tematica ci sono molte sfide per la metrologia. Deve quindi essere possibile garantire la riferibilità metrologica lungo l'intera catena di distribuzione dell'idrogeno. Occorre esaminare e chiarire le questioni aperte relative alla misurazione ad alta pressione, alla simulazione e alla misurazione dell'idrogeno liquido. Ma deve anche essere possibile determinare senza ambiguità la massa di idrogeno che viene assorbita durante il riempimento delle celle a combustibile. Inoltre, occorre sviluppare materiali di riferimento e metodi affidabili per determinare la purezza dell'idrogeno. Ciò è necessario non da ultimo per garantire che il rifornimento di idrogeno soddisfi i requisiti legali.

Nuovo programma di ricerca metrologica

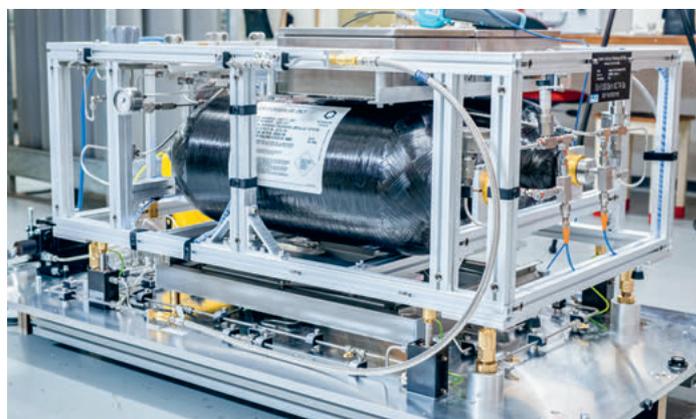
Temi quali i contributi all'economia dell'idrogeno saranno perseguiti anche nel quadro del nuovo programma europeo di ricerca metrologica. Nell'ambito del programma quadro per il finanziamento della ricerca in Europa, *Horizon Europe*, lanciato nel 2021, anche alla metrologia è stato di nuovo assegnato un programma di ricerca dedicato: l'*European Partnership on Metrology (EPM)* (partenariato europeo in metrologia) è stato lanciato ufficialmente il 1° dicembre 2021. Per un periodo di sette anni, l'EPM ha a disposizione un budget di oltre 700 milioni di euro. Il programma di ricerca affronterà anche sfide socio-politiche come il Green Deal,





la salute e la digitalizzazione. Già nella prima fase dell'EPM è stato approvato un altro progetto nel settore dell'idrogeno. Anche in questo caso il METAS apporta la sua competenza nel campo delle misurazioni del flusso.

Tutti questi progetti di ricerca mirano a consentire l'uso dell'idrogeno per contribuire alla mobilità sostenibile.



Dispositivo di misurazione per la verifica di stazioni di rifornimento di idrogeno.

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 di ricerca e sviluppo del METAS per le loro innovazioni e realizzare insieme al METAS progetti di ricerca orientati alle applicazioni.

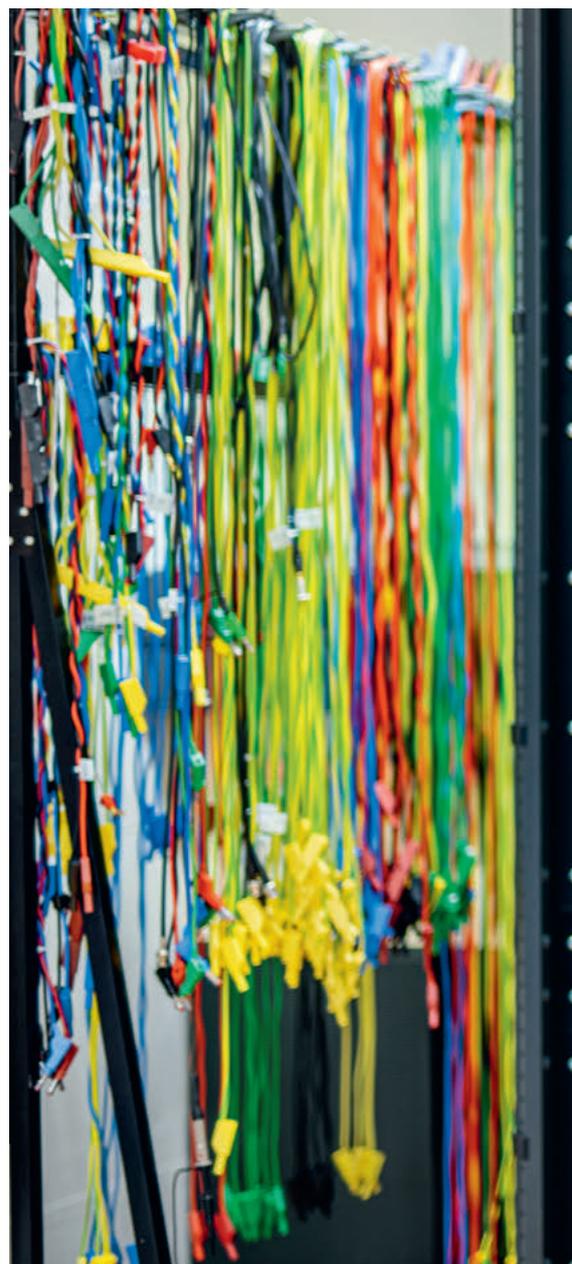
Tutti parlano della transizione energetica. Per garantire l'approvvigionamento elettrico della Svizzera anche dopo l'abbandono dell'energia nucleare e la rinuncia ai combustibili fossili, oltre all'energia idroelettrica occorre puntare maggiormente sul fotovoltaico e sull'energia eolica. In questo modo la produzione di energia elettrica diventa da un lato più volatile nel tempo, ma dall'altro anche più distribuita localmente. Ciò pone la rete elettrica di fronte a sfide.

Informazioni sui parametri di rete

Solo con informazioni affidabili sui parametri relativi alla rete elettrica è possibile superare le sfide poste dalla produzione decentralizzata di energia elettrica. La società Condis, con sede a Rossens, è un produttore innovativo di tali strumenti di misurazione non convenzionali, che vengono utilizzati nell'ambito della costruzione di moderne sottostazioni elettriche. Questi dispositivi, chiamati "Low Power Instrument Transformer" (LPIT) (trasformatori per strumenti a bassa potenza), devono ovviamente essere in grado di fornire valori di misurazione affidabili, devono poter essere tarati e l'incertezza di misura deve poter essere stimata correttamente. È proprio in questo settore che il METAS possiede le conoscenze tecnico-scientifiche e l'esperienza necessaria. Il METAS dispone già di un laboratorio che consente di tarare questi strumenti di misurazione LPIT utilizzando apparecchiature di misura ingombranti e personale competente.

Verifica e taratura nella rete

Lo scopo del progetto "Mobile Instrument Transformer Calibration System", sostenuto da Innosuisse, è quello di sviluppare un sistema portatile che consenta la verifica e la taratura degli strumenti di



misurazione LPIT incorporati nella rete. Un tale dispositivo compatto potrebbe essere utilizzato nei processi di fabbricazione ma anche per il collaudo di componenti, consentendo così sia l'ottimizzazione della qualità che dei processi.

La progettazione del sistema di riferimento viene effettuata in collaborazione con la società Condis, mentre la parte software (estrazione ed elaborazione dati) viene rilevata dal METAS. Negli ultimi anni il METAS ha sviluppato le necessarie conoscenze specialistiche nella gestione dei dati digitalizzati. Il progetto sta procedendo bene a metà



del mandato, anche se ci sono stati ritardi a causa della pandemia di coronavirus. Oltre ai prototipi hardware già esistenti, il software di analisi deve ancora essere integrato con un modulo di stima degli errori.

Grazie a questa collaborazione, le competenze scientifiche e tecniche del METAS vengono trasferite al partner industriale. Quest'ultimo, a sua volta, disporrà di un prodotto con una proposta unica di vendita che non solo può servire allo sviluppo economico dell'azienda, ma anche a contribuire alla riuscita gestione della svolta energetica.



Taratura di strumenti di misurazione per la determinazione dei parametri di rete.

Metrologia per l'economia: tarature e materiali di riferimento

Con i suoi servizi il METAS sostiene numerose imprese di vari settori dell'economia, affinché possano misurare in modo corretto e affidabile. Ciò consente loro di soddisfare i requisiti di qualità posti ai loro prodotti. Questo vale anche per i materiali di riferimento certificati.

Il METAS fornisce all'economia e all'amministrazione numerosi servizi di taratura, di misurazione e di prova. Nel 2021 sono stati rilasciati circa 4800 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.

I servizi classici di un istituto nazionale di metrologia, come le tarature, sono importanti per l'economia e continueranno a essere offerti. Sempre più spesso, però, entrano in gioco anche servizi in altri settori. Ad esempio, i materiali di riferimento certificati sono importanti per le analisi chimiche riferibili. La riferibilità dei risultati analitici al Sistema Internazionale di Unità di Misura SI deve essere garantita mediante metodi di misurazione di riferimento e materiali di riferimento riferibili.

Sicurezza delle derrate alimentari

I materiali di riferimento certificati vengono utilizzati, tra l'altro, nell'analisi delle derrate alimentari. Tali analisi vengono effettuate nell'interesse della sicurezza alimentare. Gli alimenti contaminati da batteri, virus o sostanze chimiche possono causare malattie, dalla diarrea al cancro. Tali sostanze possono penetrare o formarsi negli alimenti durante il processo di produzione, la distribuzione e la vendita. Per tutelare i consumatori il tenore di queste sostanze nelle derrate alimentari è regolamentato per legge e viene di conseguenza controllato. 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.

In Svizzera l'Ufficio federale della sicurezza alimentare e di veterinaria (USAV) è responsabile della sicurezza delle derrate alimentari. Esso designa, tra l'altro, i laboratori nazionali di riferimento. Grazie

alle sue competenze, il METAS è stato nominato dall'USAV laboratorio di riferimento per i contaminanti di processo nelle derrate alimentari e laboratorio di riferimento per i metalli e i composti azotati negli alimenti.

Materiali di riferimento certificati

Affinché nelle loro analisi i fabbricanti di derrate alimentari possano ricondurre i loro risultati di misurazione a grandezze di riferimento riconosciute e garantire così la correttezza e l'affidabilità dei loro risultati di misurazione, sono indispensabili materiali di riferimento certificati. Il METAS





sostiene la necessità di metodi di misurazione di riferimento e di materiali di riferimento riferibili. Come primo materiale di riferimento certificato, offrirà impurità chimiche nelle proteine del siero di latte. Le proteine del siero di latte sono ampiamente utilizzate nell'industria alimentare, anche per la produzione di alimenti per l'infanzia. Esse sono anche un ingrediente importante nei cosiddetti prodotti per la nutrizione sportiva.



Materiali di riferimento per la sicurezza alimentare: esame delle proteine del siero di latte.

Misurare per la salute: il nuovo laboratorio di analisi degli acidi nucleici

Per poter ampliare le proprie capacità di misurazione nel campo dell'analisi degli acidi nucleici, il METAS ha creato un laboratorio di biologia, che è stato reso operativo nell'autunno del 2021.

Le misurazioni contribuiscono alla tutela della salute in un'ampia gamma di aree: dalla determinazione delle concentrazioni di radon negli scantinati, alle misurazioni del carico di inquinanti nell'aria fino alle misurazioni del rumore. Per sottolineare l'importanza delle misurazioni per la salute, la Giornata mondiale della metrologia 2021 è stata dedicata al tema "Misurare per la salute".

Misurazioni in medicina di laboratorio

Le misurazioni svolgono un ruolo essenziale anche nel contesto dei trattamenti medici. Questo inizia con semplici misurazioni della temperatura corporea o della pressione sanguigna e va dalle analisi di laboratorio del sangue alle complesse analisi genetiche. Per circa il 70 per cento di tutti i trattamenti negli studi medici si ricorre anche a risultati di misurazioni o analisi, sia come base per una decisione sia per la verifica del successo del trattamento. Ogni anno in Svizzera nei laboratori medici vengono effettuate 132 milioni di analisi. La complessità delle oltre 1200 diverse analisi di laboratorio dipende fortemente dall'analita. Mentre i parametri chimici, come la concentrazione di ioni nel sangue, sono relativamente facili da misurare e confrontare, la standardizzazione delle misurazioni degli esami genetici o delle proteine è più complessa e rende difficile la comparabilità dei risultati delle misurazioni.

Misurazioni riferibili in medicina

Le misurazioni riferibili, come quelle comuni in fisica e in parte della chimica, stanno diventando sempre più importanti anche nella medicina di laboratorio. Il METAS dispone di conoscenze specialistiche e di una vasta esperienza in materia di comparabilità, precisione e riferibilità delle misurazioni. Nell'ambito del suo mandato legale e nell'interesse di un sistema sanitario svizzero di alto livello, il METAS è disponibile come punto di contatto anche per coloro che si occupano di medicina di laboratorio.

Nel campo della medicina di laboratorio, il METAS è specializzato nella metrologia degli acidi nucleici. Le analisi degli acidi nucleici rappresentano circa l'8 % (con una tendenza all'aumento) di tutte le analisi effettuate, ma sono ancora poco standardizzate. Il METAS lavora a stretto contatto con altri istituti nazionali di metrologia e con gli utilizzatori e i fabbricanti di dispositivi medico-diagnostici in vitro, con l'obiettivo di migliorare ulteriormente la qualità e la comparabilità degli esami medici di laboratorio e di ridurre i costi. Al fine di creare le basi per misurazioni metrologiche riferibili nel settore dell'analisi degli acidi nucleici e poter offrire





servizi a tale scopo, il METAS ha creato un laboratorio di biologia, che ha potuto essere messo in servizio nel settembre 2021.

Con le sue attività nel campo della metrologia degli acidi nucleici, il METAS non agisce né come controllore né come fornitore di servizi diagnostici. Il METAS intende contribuire a lungo termine agli sviluppi in questo settore e si sta posizionando come interlocutore e fornitore di servizi affidabile per le questioni relative alla riferibilità metrologica degli acidi nucleici.



Il nuovo laboratorio di biologia per l'esame degli acidi nucleici.

Regolamentare la misurazione: la legislazione nel campo della metrologia

Gli atti normativi in materia di metrologia disciplinano i requisiti di numerose categorie di strumenti di misurazione. Lo sviluppo tecnico di tali strumenti e le mutate circostanze del loro impiego richiedono costanti adeguamenti delle basi giuridiche.

La partecipazione alla preparazione degli atti normativi in materia di metrologia è uno dei compiti statutari del METAS. Nel 2021 sono stati approvati due emendamenti alle ordinanze specifiche sugli strumenti di misurazione e sono stati preparati diversi emendamenti, uno dei quali riguarda le stazioni di ricarica per veicoli elettrici. Gli emendamenti sono di competenza del Dipartimento federale di giustizia e polizia (DFGP), che emana le ordinanze specifiche sugli strumenti di misurazione.

Nanoparticelle e misurazione del suono

Da un lato è stata modificata l'ordinanza del DFGP sugli strumenti di misurazione dei gas di scarico dei motori a combustione. Dal 15 aprile 2021 questi strumenti di misurazione devono essere immessi sul mercato con un'apposita approvazione e una verifica iniziale; in precedenza, era prevista una procedura nazionale di conformità. L'emendamento all'ordinanza garantisce che tutti gli strumenti di misurazione delle nanoparticelle provenienti dai motori a combustione immessi sul mercato svizzero siano controllati per verificarne la conformità ai requisiti svizzeri. In questo modo si può evitare che vengano immessi sul mercato strumenti di misurazione che soddisfano i requisiti esteri, ma che non rispettano le disposizioni svizzere e che poi non superano la prima verifica dopo un anno.

Dall'altro, l'ordinanza del DFGP sugli strumenti di misurazione del suono è stata aggiornata atualizzando i riferimenti (norme e ordinanze).

Preparativi per la regolamentazione delle stazioni di ricarica elettronica

Attualmente i contatori di energia elettrica nelle stazioni di ricarica per veicoli elettrici non sottostanno alla legge sulla metrologia e all'ordinanza sugli strumenti di misurazione. In occasione della revisione totale dell'ordinanza del DFGP sugli strumenti di misurazione dell'energia e della potenza elettrica effettuata nel 2015, questi contatori dell'elettricità non erano ancora stati deliberatamente regolamentati. All'epoca, le questioni tecniche relative alle stazioni di ricarica elettronica erano ancora aperte e la fatturazione in base all'energia prelevata dai veicoli elettrici non era ancora molto diffusa.





Quando è stata emanata l'ordinanza, era già previsto che prima o poi i contatori di elettricità delle stazioni di ricarica elettronica sarebbero stati soggetti ad essa. Nel 2021 il METAS ha svolto diversi lavori per preparare una futura regolamentazione. La prevista modifica dell'ordinanza del DFGP sugli strumenti di misurazione dell'energia e della potenza elettriche deve comprendere anche una disposizione transitoria che consenta di continuare a utilizzare, per quanto possibile, le stazioni di ricarica elettronica già installate. Una consultazione delle cerchie interessate è prevista per il 2022.



Stazioni di ricarica elettrica: sono in preparazione le disposizioni relative ai requisiti metrologici.

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 e i metodi di misurazione rendono innanzitutto possibile il commercio.

Cooperazione in Europa...

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. Questa associazione si occupa di metrologia scientifica e industriale. Essa ha sviluppato in modo determinante il programma di ricerca e sviluppo metrologico EMPIR e il suo successore, l'*European Partnership on Metrology* (EPM) (Partenariato europeo in metrologia) (vedi pagina 10). In EURAMET il METAS svolge un ruolo attivo e formativo. Il direttore supplente del METAS è membro del Consiglio di amministrazione (*Board of Directors*) e il METAS mette a disposizione il presidente del Comitato Tecnico *Electricity and Magnetism*.

... e nel mondo

Il METAS è rappresentato anche in modo prominente nelle associazioni mondiali. Uno dei vicedirettori del METAS è uno dei vicepresidenti del *Comité international de métrologie légale* (CIML), dell'organo di gestione dell'*Organisation internationale de métrologie légale* (OIML).

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.

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 e 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.



La maggior parte delle riunioni o delle sessioni del Comitato Tecnico non si sono potute svolgere in loco, ma in videoconferenza.

Il pacchetto clima del METAS

Il METAS si adopera affinché i suoi impianti siano gestiti nel modo più efficiente possibile sotto il profilo delle risorse, in modo da poter contribuire alla protezione dell'ambiente e del clima. Partecipa inoltre al sistema di gestione delle risorse e dell'ambiente della Confederazione.

Parte del mandato del METAS consiste nel garantire che le misurazioni necessarie per proteggere l'ambiente siano sempre eseguite correttamente e in conformità con le disposizioni di legge. Ciò è affermato anche negli obiettivi strategici del Consiglio federale per il METAS.

Basi di misurazione per la qualità dell'aria

Il METAS mette a disposizione basi di misurazione affidabili anche nei più svariati settori rilevanti per la protezione dell'ambiente. Ad esempio, per le misurazioni volte a verificare e garantire la purezza dell'aria, gli inquinanti atmosferici gassosi o i gas con incidenza sul clima devono poter essere misurati in modo affidabile e preciso su lunghe serie temporali. Per determinare l'inquinamento da polveri sottili nell'aria, è importante disporre di potenti e affidabili strumenti di misurazione del particolato. Con i suoi strumenti e metodi di misurazione estremamente precisi, il METAS garantisce la riferibilità dei risultati delle misurazioni nell'analisi dei gas o nella misurazione del particolato rispetto a valori di riferimento concordati a livello internazionale e contribuisce a creare scale di misura riconosciute a livello internazionale.

Percepire la protezione del clima

Tuttavia, il METAS non può accontentarsi di fornire le basi metrologiche e i metodi di misurazione necessari per garantire misurazioni affidabili e accurate per la protezione ambientale e climatica. Deve anche – e vuole – assicurarsi di poter gestire i suoi impianti nel modo più efficiente possibile in termini di risorse e rispetto del clima.

Il funzionamento degli impianti di condizionamento dell'aria rappresenta una sfida particolare. Una climatizzazione ben funzionante e monitorata è essenziale per i laboratori del METAS. Nei punti di misurazione deve essere mantenuta una temperatura di riferimento definita. Per la maggior parte delle discipline metrologiche, si tratta di 20 gradi Celsius. Per questo è necessaria un'efficiente tecnologia di condizionamento dell'aria, il cui funzionamento consuma molta energia. In questo caso, è importante ridurre il consumo energetico attraverso misure di ottimizzazione e fornire comunque le prestazioni richieste.



Per tener conto in modo sistematico e coerente delle problematiche legate alla tutela dell'ambiente e del clima, il METAS ha elaborato un sistema di gestione ambientale e lo ha integrato nel proprio sistema di gestione. Il METAS, in quanto unità decentralizzata della Confederazione, partecipa volontariamente al sistema di gestione delle risorse e dell'ambiente dell'Amministrazione federale (RUMBA). La gestione sistematica delle risorse RUMBA si concentra da un lato sul settore edilizio (consumo di elettricità, calore, acqua e produzione di rifiuti), dall'altro sul consumo di carta e sui viaggi di lavoro.

Per quanto sia importante la cooperazione internazionale in metrologia, è importante fare in modo



che i viaggi siano meno frequenti. Il METAS si impegna attivamente affinché gli incontri dei gruppi di lavoro internazionali non si svolgano necessariamente sul posto. L'obiettivo è che in futuro gli incontri si svolgano alternativamente come evento di presenza e online come videoconferenza.

Il METAS si è impegnato a ridurre le emissioni di gas a effetto serra del 32 % entro il 2030. La riduzione si riferisce al livello delle emissioni nel 2019. Le misure operative del METAS sono attuate nell'ambito della gestione delle risorse RUMBA. Dal 2019, le emissioni di gas a effetto serra sono compensate da certificati di riduzione delle emissioni. Grazie a questa compensazione, il METAS è un'azienda climaticamente neutra.



I laboratori del METAS dipendono da un'efficiente tecnologia di condizionamento dell'aria.

Orientata alle misurazioni: l'organizzazione del METAS

Il METAS è suddiviso in tre dipartimenti che svolgono i compiti metrologici. Per consentire loro di svolgere le proprie attività in modo adeguato ed efficiente, sono supportate da settori trasversali.

La maggior parte dei dipendenti del METAS lavora in laboratori. Forniscono servizi metrologici, effettuano verificazioni, analisi, manutenzione di dispositivi di misurazione o si occupano della ricerca e dello sviluppo di nuove possibilità di misurazione.

Tre dipartimenti

I collaboratori incaricati dell'adempimento dei compiti metrologici sono organizzati nei dipartimenti di Fisica, Chimica e Metrologia legale. Questi tre dipartimenti svolgono le attività metrologiche fondamentali. Per consentire loro di svolgere le proprie attività in modo adeguato ed efficiente, sono supportati da settori trasversali.

Settori trasversali di supporto

Il supporto è necessario in molti campi, dai vari settori tecnici alla ricerca e allo sviluppo, dalle operazioni alla logistica, dalle attività amministrative all'assistenza clienti e alla comunicazione.

Luogo di formazione METAS

Il METAS è fortemente impegnato nella formazione professionale, il che si riflette nella proporzione relativamente alta di apprendisti rispetto all'organico (6,1 %). Offre sei diversi apprendistati professionali in ambito tecnico-scientifico (laboratorista in chimica, tecnico elettronico, informatico/a, specialista TIC, laboratorista in fisica, mediamatico/a). Viene inoltre offerto uno stage MP (maturità professionale) di un anno nel settore commerciale. Nel 2021 il METAS ha continuato a impiegare per parecchi mesi diversi apprendisti diplomati come giovani professionisti. Tutti gli apprendisti dell'ultimo anno di apprendistato hanno potuto completare con successo la loro formazione nel 2021. Inoltre, il METAS offre una gamma di periodi di pratica per studenti universitari.

Organigramma al

Consiglio d'Istituto

Matthias Kaiserswerth

Direzione

Philippe Richard*

Ricerca e sviluppo

Condotta e Operazioni della direzione

- Operazioni della direzione
- Finanze e controlling
- Servizio clienti e comunicazione
- Risorse umane e sviluppo organizzativo
- Segretariato centrale

Tecnologia e operazioni

- Trasformazione digitale
- Informatica
- Infrastrutture e Logistica
- Tecnologia

* Membro della direzione

I punti di misurazione e i laboratori metrologici dipendono da condizioni operative regolate con precisione e costantemente monitorate. In particolare, è importante mantenere la temperatura e l'umidità il più possibile costanti e misurarle continuamente. I dispositivi di misurazione dovrebbero anche essere protetti al meglio da vibrazioni e altri disturbi. Il funzionamento corretto e senza intoppi dell'impiantistica edile è di fondamentale importanza per il lavoro nei laboratori del METAS (vedi anche pagina 22).

1° aprile 2022



Istituto federale di metrologia METAS

Fisica

Gregor Dudle*

- Elettricità
- Lunghezza, ottica e tempo
- Grandezze meccaniche e radiazioni ionizzanti

Chimica

Hanspeter Andres*

- Metrologia chimica e biologica
- Prove chimiche e consiglio

Metrologia legale

Bobjoseph Mathew*

- Sorveglianza e controllo successivo
- Verifiche e prove
- Diritto
- Reti di rilevamento
- Organismo di valutazione della conformità METAS-Cert

Le attività principali si concentrano su: l'organizzazione del METAS.

Fondamentale è anche il supporto tecnico. Da un lato, tale supporto è fornito dal settore della tecnologia in molti ambiti: dalla progettazione alla produzione meccanica ed elettronica, fino alla programmazione dei processi metrologici e delle valutazioni per determinati punti di misurazione. Dall'altro, i settori dell'informatica e della trasformazione digitale garantiscono la disponibilità delle infrastrutture e delle attrezzature digitali necessarie.

Affinché gli ordini dei clienti possano essere evasi in modo efficiente e i progetti di sviluppo possano essere portati a termine con successo, è necessario anche un supporto amministrativo del tipo più diverso e ai livelli più disparati: dalla ricezione tangibile delle consegne e dalla spedizione degli strumenti di misurazione tarati agli acquisti, alle finanze, al segretariato e alla Direzione, fino all'assistenza clienti e alla comunicazione.

Finanze

L'esercizio contabile 2021 del METAS si è chiuso con un utile di 1,1 milioni di franchi. Le spese sono state pari a 51,6 milioni di franchi e i proventi a 52,8 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)	31.12.2021	31.12.2020
Attivi		
Disponibilità liquide	27 928	26 941
Crediti da prestazioni	3 243	2 466
Crediti da progetti di ricerca	2 187	2 889
Altri crediti	65	172
Ratei e risconti attivi	1 289	1 056
Capitale circolante	34 712	33 524
Immobilizzi materiali	20 324	19 778
Immobilizzi immateriali	3 425	2 131
Immobilizzi	23 749	21 909
Totale Attivi	58 461	55 433
Passivi		
Debiti per forniture e prestazioni	654	524
Debiti per progetti di ricerca	2 765	3 825
Altri debiti	633	1 123
Ratei e risconti passivi	2 255	296
Accantonamenti a breve termine	1 294	1 227
Capitale estraneo a breve termine	7 601	6 995
Accantonamenti per passività della cassa pensioni	24 913	42 839
Accantonamenti per premi di fedeltà	1 718	1 603
Capitale estraneo a lungo termine	26 631	44 442
Perdita a bilancio	-8 825	-11 313
Perdite/utili attuariali cumulati	28 561	9 408
Riserve per immobilizzazioni	3 413	3 413
Utile	1 080	2 488
Capitale proprio	24 229	3 996
Totale Passivi	58 461	55 433

Conto economico

(in migliaia di CHF)	2021 1.1.2021–31.12.2021	2020 1.1.2020–31.12.2020
Proventi netti	52 785	52 608
Plusvalenze da cessione di immobilizzi	8	0
Spese per materiale e prestazioni di terzi	-269	-331
Costi del personale	-36 188	-34 853
Spese per lo spazio	-6 776	-6 821
Spese informatiche	-1 549	-1 482
Altri oneri di gestione	-3 007	-2 891
Ammortamenti	-3 706	-3 641
Oneri di gestione	-51 226	-49 688
Proventi finanziari	6	57
Oneri finanziari	125	-12
Risultato finanziario	-119	-45
Oneri fiscali	-99	-146
Utile	1 080	2 488

Nell'anno in rassegna il METAS ha potuto autofinanziare le proprie attività per il 54,9 % (nell'anno precedente per il 56,7 % 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 bilancio 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, apportando 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 dare corsi a studenti universitari. La maggior parte delle presentazioni, conferenze e riunioni quest'anno si è svolta online.

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.

Rivista specialistica "METinfo"

Nel 2021 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.

Diamo un'occhiata ai laboratori

Era previsto che il METAS partecipasse ancora una volta al programma "Ragazze – Tecnica – Via!" della "Giornata nazionale del futuro". Nell'ambito di questo programma, a un gruppo di ragazze viene offerta una panoramica dei compiti e delle attività di alcuni laboratori del METAS. Ciò avrebbe dovuto avvenire all'inizio di novembre. Come l'anno scorso, gli eventi della "Giornata del futuro" hanno dovuto essere annullati a causa della pandemia di coronavirus.

Nell'anno in rassegna è stato anche particolarmente difficile organizzare visite per gruppi. Le visite consentono ai visitatori di avvicinarsi ai compiti e alle attività del METAS e di comprenderli meglio. Non appena la situazione pandemica lo consentirà, presso il METAS si terranno nuovamente visite ed eventi.

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

- Iida, K., Sakurai, H., Auderset, K., Vasilatou, K.: *Using an inkjet aerosol generator to study particle bounce in optical particle counters*. *Aerosol Science and Technology* 55 (2021), 1165-1182.
- Ferrero, A., Perales, E., **Basic, N.** (...), **Blattner, P.**: *Preliminary measurement scales for sparkle and graininess*. *Optics Express* 29 (2021), Issue 5, 7589-7600.
- Bircher, B.**: *Computed tomography for dimensional metrology: Design considerations for high-resolution CT systems*. *Proceedings of the International School of Physics "Enrico Fermi" 206* (2021), 373-378.
- Bircher, B. A.**; **Meli, F.**; **Küng, A.**, **Thalmann, R.**: *METAS-CT: Metrological X-ray computed tomography at sub-micrometre precision*. *euspen's 20th International Conference & Exhibition, Geneva, Switzerland*. 2021, 4pp.
- Bircher, B.**, **Wyss, S.**, **Gage, D.**, **Küng, A.**, **Meli, F.**, **Körner, C.**: *High-resolution X-ray computed tomography for additive manufacturing: Towards traceable porosity defect measurements using digital twins*. *euspen SIG Advancing Precision in Additive Manufacturing, St. Gallen*, 2021, 4pp.
- Bircher, B.**, **Neuhaus, S.**, **Küng, A.**, **Meli, F.**: *Measurement of temperature induced X-ray tube transmission target displacements for dimensional computed tomography*. *Precision Engineering* 72 (2021), 406-416.
- Ess, M.** (...), **Vasilatou, K.**: *Optical and morphological properties of soot particles generated by the mini-CAST 5201 BC generator*. *Aerosol Science and Technology* (2021), 21 pp.
- Ess, M.** (...), **Vasilatou, K.**: *Coated soot particles with tunable, well-controlled properties generated in the laboratory with a miniCAST BC and a micro smog chamber*. *Journal of Aerosol Science* 157 (2021), 105820, 15pp.
- Horender, S.**, **Tancev, G.**, **Auderset, K.**, **Vasilatou, K.**: *Traceable PM_{2.5} and PM₁₀ Calibration of Low-Cost Sensors with Ambient-like Aerosols Generated in the Laboratory*. *Applied Sciences* 11 (2021), 9014.
- Horender, S.**, **Auderset, K.** (...), **Vasilatou, K.**: *Facility for production of ambient-like model aerosols (PALMA) in the laboratory: application in the inter-comparison of automated PM monitors with the reference gravimetric method*. *Atmospheric Measurement Techniques* 14 (2021), 1225-1238.
- Husmann, D.**; **Bernier, L.** (...), **Morel, J.**: *SI-traceable frequency dissemination at 1572.06 nm in a stabilized fiber network with ring topology*. *Optics Express*, 29 (2021), Issue 16, 24592-24605.
- Sobanski, N. (...), **Iturrate, M.**, **Pascale, C.** et al.: *Advances in High-Precision NO₂ Measurement by Quantum Cascade Laser Absorption Spectroscopy*. *Applied Science* 11 (2021), no. 1222, 2076-3417.
- Ogrinc, N. (...), **Mallia, S.**, **Umbrecht, G.**, et al.: *Support for a European metrology network on food safety Food-MetNet*. *Measurement: Sensors*, 18 (2021), 100285.
- Seferi, Y.; Blair, S.M.; **Mester, C.**; Stewart, B.G.: *A Novel Arc Detection Method for DC Railway Systems*. *Energies* 14 (2021), 444, 21 p.

Mester, C.: Optimised calibration programmes for comparators for instrument transformers. In: Technisches Messen, 88 (2021), 122-131.

Mester, C.: Technologiegerechtes Kalibrierprogramm für moderne Messgeräte – Neue Möglichkeiten durch Kalibrierung tatsächlich nutzbar machen. In: Messunsicherheit 2019. Messunsicherheit praxisgerecht bestimmen. Düsseldorf 2021, VDI-Verlag, 75-86.

Weidinger, P. (...), **Mester, C.**, Zhang, H.: Need for a traceable efficiency determination method of nacelles performed on test benches. Measurement: Sensors 18 (2021), 100159.

Viallon, J. (...), **Niederhauser, B.:** Final report, ongoing key comparison BIPM.QM-K1, ozone at ambient level, comparison with METAS, July 2020. Metrologia 58 (2021), 08012, 11pp.

Tancev, G.: Relevance of Drift Components and Unit-to-Unit Variability in the Predictive Maintenance of Low-Cost Electrochemical Sensor Systems in Air Quality Monitoring. Sensors (2021), 21, 3298, 18pp.

Tancev, G., Grasso Toro, F.: Sequential recalibration of wireless sensor networks with (stochastic) gradient descent and mobile references. Measurement Sensors 18 (2021), 100115.

Vasilatou, K., Wälchli, C., Koust, S., Horender, S. (...), Auderset, K.: Calibration of optical particle size spectrometers against a primary standard: Counting efficiency profile of the TSI Model 3330 OPS and Grimm 11-D monitor in the particle size range from 300 nm to 10 μm . Journal of Aerosol Science 157 (2021), 105818, 12pp.

Vasilatou, K., Lieberherr, G., Auderset, K. et al.: Assessment of real-time bioaerosol particle counters using reference chamber experiments. Atmospheric Measurement Techniques 14 (2021), 7693-7706.

Contributi a convegni e conferenze

Assi, F.: Strassenverkehr aus der Perspektive der Metrologie. Strassenverkehrsrechtstagung Universität Fribourg, 21.6.2021.

Auderset, K.: Vorstellung LAPAZ. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft. (online), 14.1.2021.

Basic, N.: Physics of sparkle and graininess. Workshop BxDIFF "High precision BRDF Measurements" (online), 9.12.2021.

Bernasconi, J.: Unsicherheitsbestimmung der Reflexionsmessungen von Fahrbahnoberflächen. Licht 2021 (online), 22.3.2021.

Bircher, B.: Methods for traceable compensation of machine geometry deviations in industrial computed tomography. dXCT Conference, NPL (online), 18.5.2021.

Bircher, B.: X-ray CT for AM: Towards traceable porosity defect measurements using digital twins. euspen SIG, Advancing Precision in AM (online), 22.9.2021.

Bissig, H.: Lowest traceable flow rates in microfluidics with process-oriented liquids and response time characterization. Precision Liquid Handling Workshop, CSEM, 24.11.2021.

Blattner, P.: Recent activities of the CIE. Australian Lighting Research Conference (online), 9.2.2021.

Blattner, P.: The International Commission on Illumination (CIE) and Aspects of Measurement Uncertainty in Photometry. SID DisplayWeek (online), 17.5.2021.

Blattner, P.: Overview of Activities of the International Commission on Illumination (CIE). 2021 International Conference on Display Technology – Beijing (online), 30.5.2021.

Braun, J.: Design and characterization of the programmable and time variant impedance. Final Workshop Z-NET (online), 15.10.2021.

Bühlmann, T.: Traceable reference gas mixtures for halogenated VOCs developed within the framework of the EMPIR project MetClimVOC. GAW Symposium (online) 28.6.2021.

De Huu, M.: Revision of the large water meter test rig. Euramet TC Flow meeting (online), 31.8.2021.

De Huu, M.: CCM.FF-K1.2019 first technical discussion. Euramet TC Flow meeting (online), 31.8.2021.

De Huu, M.: Introduction to hydrogen flow metering. Welmec 33rd WG10 meeting (online), 22.9.2021.

Frei, F.: Fricke Dosimetry as a Primary Standard and Reference for Absorbed Dose to Water in Ultra High Pulse Dose Rate Electron Beams. FRPT Conference 2021 (online), 1.12.2021.

Frigo, G.: Analysis and representation of non-stationary signals in inertia-reduced power grids. RTE Seminar, 26.3.2021.

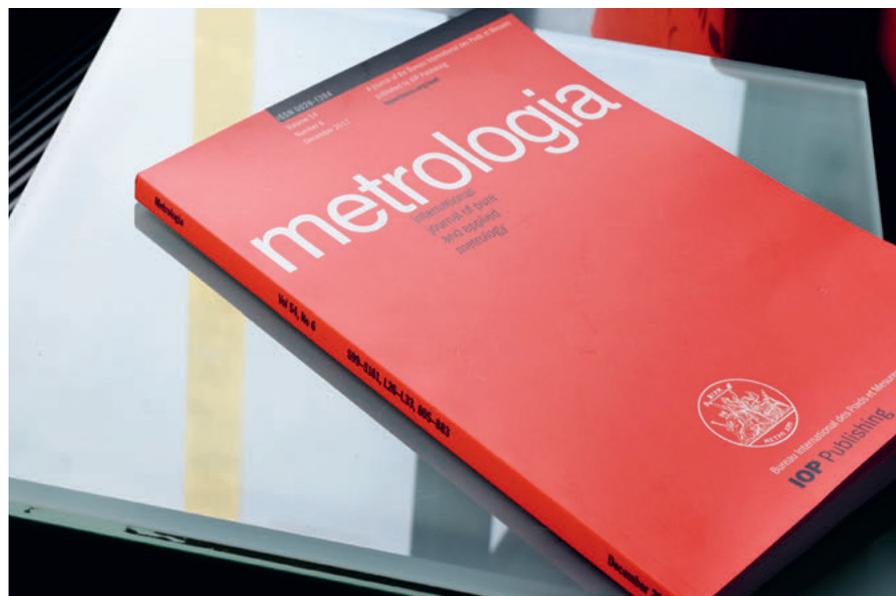
Frigo, G.: Design of a High-Accuracy and Traceable Reference Instrument for Flickermeter Certification. IEEE I2MTC 2021 (online), 18.5.2021.

Frigo, G.: Traceability of Synchrophasor Measurements in Power Systems: Definitions and Methods. IEEE SGSMA 2021 (online), 24.5.2021.

Frigo, G.: Taylor-Fourier Multifrequency Model for Supra-Harmonic Identification and Estimation. IEEE AMPS 2021 (online), 1.10.2021.

Frigo, G./Agustoni, M.: Digital PMU. Applied Measurements for Power Systems. AMPS (online), 30.9.2021.

Horender, S.: Vorstellung PALMA. VDI/DIN-Kommission Reinhaltung der Luft (online), 14.1.2021.



- Husmann, D.:** *Dissemination of SI-traceable optical frequencies at 1572 nm.* EMPiRTiFOON Stakeholder Workshop (online), 10.2.2021.
- Husmann, D.:** *Using the Swiss academic fibre network.* Joint ÖPG/SPS Annual Meeting SPS 2021, Innsbruck, 1.9.2021.
- Husmann, D.:** *Establishing a metrology optical fibre network to disseminate high accuracy optical frequencies through the Swiss academic fibre network.* NCCR-QSIT Seminar, 20.10.2021.
- Iturrate, M.:** *Traceable reference gas mixtures to calibrate analyzers used to measure atmospheric VOCs.* EURACHEM (online), 18.5.2021.
- Iturrate, M.:** *Metrology for Climate relevant Volatile Organic Compounds – MetClimVOC.* CIM 2021 (online), 8.9.2021.
- Jeanneret, B.:** *Load Compensation Bridge for Pulse-Driven Josephson Junction Arrays.* CIM 2021 (online), 7.9.2021.
- Lauterbach, K.:** *IEC 61000-4-3: Update über "Electromagnetic field immunity test".* 59. Sitzung PEGESS (online), 17.3.2021.
- Meli, F.:** *Controlling microfluidic device quality: measurement challenges.* Microfluidics Association Workshop (online), 28.1.2021.
- Meli, F.:** *Traceable sub-microfocus X-ray focal spot reconstruction by circular edge analysis.* dXCT Conference, NPL (online), 19.5.2021.
- Mester, C. / Braun J.:** *Eignungsprüfung – wurde wirklich so kalibriert oder geprüft wie spezifiziert? Beispiel: Prüfung von Elektrizitätszählern.* 10. VDI-Fachtagung Messunsicherheit, Erfurt, 15.11.2021.
- Niederhauser, B.:** *Metrologie, METAS, Terminologie, Messunsicherheit, Konformität und Atemalkoholmessung.* Master Forensik, ZHAW Winterthur, 13.12.2021.
- Overney, F.:** *Impedance simulator for the calibration of LCR-meter in its low impedance range.* CIM 2021 (online), 7.9.2021.
- Overney, F. / Jeanneret, B.:** *AC measurements on QHE devices.* GIQS stakeholder workshop. (online) 15.12.2021.
- Pascale, C.:** *Improved high-quality data of volatile organic compounds thanks to metrological development.* IGAC (online), 12.9.2021.
- Pascale, C.:** *Measurement uncertainty for VOC analysis.* Master: Analytical Strategies, ETH Zürich, 15.10.2021.
- Pythoud, F.:** *Messmethode für 5G-Basisstationen.* Meeting Cercle Air, Bern, 9.11.2021.
- Pythoud, F.:** *Konformitätsbeurteilung von 5G Basisstationen.* 10. VDI-Fachtagung Messunsicherheit, Erfurt, 15.11.2021.
- Pythoud, F.:** *Messmethode für 5G-Basisstationen.* 60. PEGESS Sitzung, Biel, 17.11.2021.
- Stölting, K.:** *Nucleic Acid Metrology: Ensuring reliable and Comparable nucleic acid measurements.* SGKC Neuchâtel, 10.9.2021.
- Stölting, K.:** *Nucleic Acid Metrology.* Eröffnung Biologielabor am METAS, Wabern, 11.11.2021.
- Stuker, F.:** *sensLAB: Bewegungs- und Präsenzsensoren auf dem Prüfstand.* Licht 2021 (online), 24.3.2022.
- Stuker, F.:** *sensLAB: Testing Motion and Presence Sensors for Smart Lighting.* CIE 2021 Midterm Meeting and Conference (online), 28.10.2022.
- Tancev, G.:** *Optimizing Characterization and Recalibration Procedures for Low-Cost Sensors in Air Quality Monitoring.* GAW Symposium (online), 28.6.2021.
- Tas, E.:** *Design of a Reference Device for Burst Immunity Interlaboratory Comparison.* EMC-Europe 2021 (online), 5.8.2021.
- Tas, E.:** *PEGESS Ringversuch Feldgebundene Immunität IEC 61000-4-3.* 60. PEGESS Sitzung, Biel, 17.11.2021.
- Vasilatou, K.:** *The Organic Coating Unit, a system for reproducible generation of secondary organic matter aerosol.* Swiss Aerosol Group (online), 2.11.2021.
- Vasilatou, K.:** *Comparison of particle number concentration standards between METAS and NMII/AIST at 1, 10 and 100 cm⁻³ (CPC calibration).* CCQM (online), 3.11.2021.

