



METAS en
2022



Image de couverture:
câble à fibres optiques fortement agrandi
(cf. contribution page 16/17)

Impressum

Le présent rapport a pour but de donner de manière compréhensible un aperçu des activités de METAS en 2022.



Informations
sur d'autres
rapports annuels

Finances:

les pages 26 et 27 du présent rapport contiennent des indications sur les comptes annuels de METAS au 31 décembre 2022. Les comptes annuels et le rapport de l'organe de révision 2022 sont publiés sur www.metas.ch.

Éditeur/rédaction:

Institut fédéral de métrologie METAS
Service à la clientèle et communication
Lindenweg 50
3003 Berne-Wabern
kommunikation@metas.ch
www.metas.ch

Rédaction:

Sabine Graf, Berne
www.sabinegraf.ch

Concept et réalisation:

Casalini Werbeagentur AG, Berne
www.casalini.ch

Langues:

allemand, français, italien;
anglais seulement en ligne

Crédit photographique:

METAS, sauf indication contraire

Droit d'auteur:

METAS est titulaire du droit d'auteur.
La reproduction d'articles est autorisée avec indication de la source.
Veuillez envoyer un justificatif à l'adresse de rédaction.

Édition:

mai 2023

Éditorial

Solidement positionné pour relever les défis de demain

L'Institut fédéral de métrologie METAS s'engage dans des organisations internationales de métrologie, afin de pouvoir continuer à remplir ses tâches en tant que centre de compétences de la Confédération pour toutes les questions liées aux mesures de haute qualité. C'est en nous mettant en réseau avec des collègues d'autres instituts nationaux de métrologie et en collaborant que nous pourrions relever les défis de l'évolution technologique, qui n'épargne pas la métrologie.

L'année dernière, nous avons poursuivi la mise en œuvre de notre vision METAS 2025 de manière cohérente. Les nouvelles structures mises en place nous permettront à l'avenir de répondre encore mieux aux exigences de nos mandants et de nos clients. Grâce au nouveau programme de recherche et de développement, nous sommes en mesure de faire partie, à l'avenir également, des instituts de métrologie de pointe. Le domaine Service à la clientèle et communication, récemment créé, s'attache à mieux faire connaître les activités de METAS et à les rendre plus accessibles à ses clients et à un large public. En effet, nous sommes tous confrontés au thème des «mesures» au quotidien: qu'il s'agisse de devoir se fier au fait que le poids de la marchandise pesée correspond à ce qui est écrit sur l'emballage ou que le compteur d'électricité de la maison indique bien l'énergie effectivement consommée.

J'ai le plaisir de vous donner un aperçu de quelques-unes des tâches, prestations et projets de recherche de METAS dans le cadre de cette synthèse annuelle.

Philippe Richard
Directeur de l'Institut fédéral de métrologie METAS



3	Éditorial
4	Avant-propos
6	Moments forts
8	METAS en chiffres
10	Recherche et développement
12	Énergie et mobilité
14	Santé et sciences de la vie
16	Principes fondamentaux et nouvelles technologies
18	Industrie
20	Environnement, climat et ressources naturelles
22	Collaboration internationale
24	Responsabilité sociale et écologique
26	Bilan et compte de résultat
28	Publications et exposés

Avant-propos

La recherche et le développement sont essentiels

La recherche et le développement sont stratégiquement essentiels pour un institut national de métrologie. Il faut fixer les bonnes priorités en ce qui concerne l'orientation de la recherche et du développement, de sorte que METAS puisse, à l'avenir également, être à la pointe de la métrologie grâce à son infrastructure et à ses prestations.



Le Conseil de l'Institut (de gauche): Prof. Sonia Isabelle Seneviratne; Ursula Widmer, vice-présidente; René Lenggenhager; Matthias Kaiserswerth, président; Roger Siegenthaler; Prof. Dr. med. Alessandra Curioni-Fontecedro.

Avec le programme de recherche et de développement 2023+ (FP23+) METAS a créé les conditions nécessaires pour pouvoir continuer à fournir une infrastructure métrologique moderne et conserver sa position de «meilleur petit institut de métrologie» au sein de la concurrence internationale.

Le programme se divise en cinq thèmes: 1) Énergie et mobilité; 2) Santé et sciences de la vie; 3) Principes fondamentaux et nouvelles technologies; 4) Industrie; 5) Environnement, climat et ressources naturelles. Ces thèmes sont concrétisés en 18 champs d'action. Les scientifiques de METAS peuvent proposer des projets dans chaque champ d'action et demander ainsi le financement de leurs recherches. À noter que, au sein de ces champs d'action, les défis peuvent être en général uniquement relevés par des équipes interdisciplinaires composées des différents domaines de METAS. Vous en saurez plus sur le FP23+ aux pages 10 et 11 du présent rapport.

En novembre 2022, le Conseil fédéral a nommé Roger Siegenthaler nouveau membre du Conseil de l'Institut pour le reste de la période administrative, à savoir jusqu'à fin 2023. C'est un spécialiste avéré qui entre au Conseil de l'Institut. Il connaît déjà METAS, puisqu'il y a lui-même travaillé il y a plusieurs années comme expert technique. Aujourd'hui, il dirige une entreprise dans le domaine de la micro-technique. Nous nous réjouissons de collaborer avec Roger Siegenthaler.

En décembre, le Conseil de l'Institut a en outre nommé Fabiano Assi nouveau chef de la division Physique et membre de la direction au 1^{er} janvier 2023. Je me félicite que nous ayons pu recruter un spécialiste interne pour ce poste. Mes collègues et moi-même nous réjouissons de pouvoir continuer à assumer la direction stratégique de METAS, avec la direction dans sa nouvelle composition.

Le Conseil de l'Institut
Matthias Kaiserswerth, président

Moments forts

En 2022, l'Institut fédéral de métrologie METAS a vécu quelques moments forts, qui ont suscité l'enthousiasme, non seulement d'un point de vue scientifique, mais aussi métrologique.

26 janvier 2022



Après avoir développé la balance de Kibble, METAS a participé à la comparaison internationale pour la réalisation de l'unité de masse. METAS s'est ainsi assuré l'accès au club exclusif des instituts de métrologie capables de réaliser le kilogramme. Vous en saurez plus aux pages 16 et 17.

13 juin 2022



En guise de gratitude et de remerciement pour le travail accompli dans des circonstances difficiles pendant la pandémie de COVID-19, tout le personnel a été invité à une excursion dans l'Oberland bernois le 13 juin 2022.

15 septembre 2022

METAS, en collaboration avec l'Université de Fribourg, a organisé, le 15 septembre 2022, une journée technique à Wabern sous la devise «Dynamique et métrologie pour la circulation routière». Une centaine d'experts et d'expertes se sont penchés sur les questions liées à l'évolution du trafic individuel. L'accent a été mis en particulier sur la conduite automatisée et l'utilisation de l'intelligence artificielle, mais aussi sur des thèmes tels que l'enregistrement des données et la recherche de traces numériques en cas d'accident.



19 septembre 2022



© Monnaie fédérale Swissmint

A l'origine, l'ancienne Monnaie fédérale avec le Münztor à la Gerberngraben à Berne. Aujourd'hui, l'Institut fédéral de métrologie METAS, avec un total de 15 laboratoires métrologiques et trois domaines techniques à Wabern. Le 19 septembre 1862, le Conseil fédéral a décidé de créer un office fédéral de vérification, en posant ainsi les bases de l'Institut actuel. 160 ans plus tard, il est difficile d'imaginer que la métrologie avait jusqu'alors entièrement relevé de la compétence des cantons. C'est un rapport de Heinrich Wild, physicien et astronome de l'Université de Berne, qui, en 1861, a fait changer la position du Conseil fédéral à ce sujet en recommandant au Département fédéral de l'intérieur de créer un laboratoire de vérification fédéral et de totalement réformer les étalons de mesure.

1^{er} janvier 2023



Les deux laboratoires nationaux de référence pour les virus d'origine alimentaire et pour les organismes génétiquement modifiés dans les denrées alimentaires ont été transférés de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) à l'Institut fédéral de métrologie METAS au 1^{er} janvier 2023. Ainsi, sept personnes ont rejoint METAS. Le 16 novembre 2022, le Conseil fédéral a informé de ce transfert et de la modification de l'ordonnance sur l'Institut fédéral de métrologie (OIFM) correspondante. La fusion des laboratoires vise à créer un centre national de compétences et de références analytiques dans le domaine de la sécurité alimentaire et de la nutrition. Vous trouverez de plus amples informations à ce sujet aux pages 14 et 15.

METAS en chiffres

Exécution de la loi sur la métrologie

METAS veille au respect de la législation en matière de métrologie en Suisse.

Aperçu des instruments de mesure contrôlés et des procédures de mesure.

Contrôles effectués par les cantons

- 48 500** vérifications d'instruments de pesage
- 21 700** vérifications d'instruments de mesure de liquides autres que l'eau
- 14 000** contrôles de préemballages / lots contrôlés

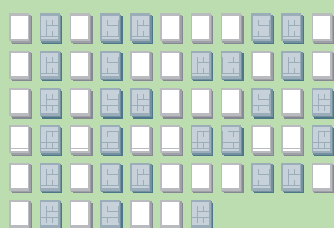
Contrôles effectués par les laboratoires de vérification

- 1 100 000** compteurs d'électricité / transformateurs de mesure

Contrôles et audits effectués par METAS

- 3 500** instruments de mesure d'alcool dans l'air expiré
- 180** audits et inspections effectués
- 4 000** instruments de mesure pour la circulation routière (instruments de mesure utilisés pour les contrôles de vitesse et la surveillance de la circulation routière aux feux rouges)

Recherche et développement



62 publications scientifiques

3 brevets déposés



Langues

17,3% français

3,0% italien

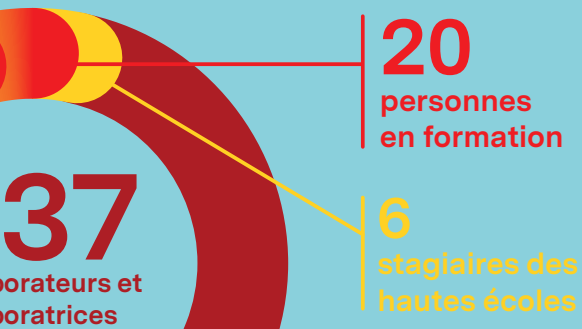
79,7% allemand



Finances

53,1 millions de francs
revenus

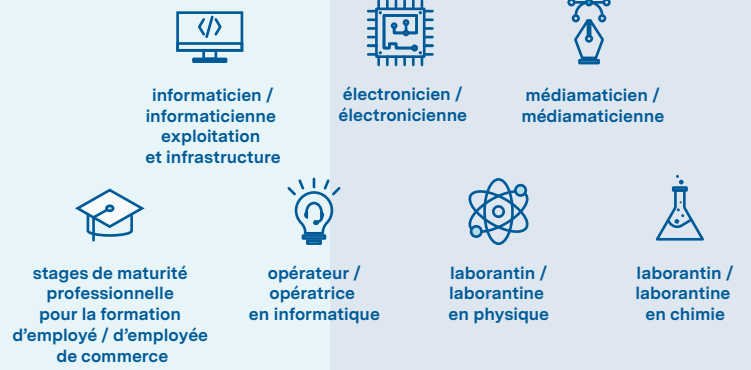
Effectifs du personnel



♀
19,4 %
femmes
67,4 % à temps partiel



Formations (apprentissage):



Prestations

15 laboratoires métrologiques

- 4 laboratoires du domaine Électricité**
Courant continu et basse fréquence | Énergie et puissance électriques | Haute fréquence | Compatibilité électromagnétique
- 3 laboratoires du domaine Longueur, optique et temps**
Longueur, nanotechnologie et microtechnologie | Optique | Photonique, temps et fréquence
- 3 laboratoires du domaine Grandeurs mécaniques et rayonnements ionisants**
Masse, force, pression et vibration | Débit et hydrométrie | Rayonnements ionisants
- 5 laboratoires du domaine Métrologie chimique et biologique**
Analyse de gaz | Particules et aérosols | Analyses et références inorganiques | Analyses et références organiques | Analyses et références biologiques

6400
instruments de mesure

- 1 domaine Vérifications et essais composé de trois équipes**
Circulation routière | Acoustique | Audiométrie
- 1 domaine Essais chimiques et conseils composé de deux équipes**
Analyses / essais | Conseils
- 1 domaine Réseaux de mesure composé de trois équipes**
Qualité et maintenance | Logiciels | Interventions et installation

3

domaines techniques

1,2 mio bénéfice
55,0 % degré d'autofinancement

Le programme de recherche et de développement 2023+

Les progrès technologiques et les nouveaux défis sociaux rendent nécessaire le constant développement des bases métrologiques. Pour METAS, recherche et développement riment donc avec nécessité: ils constituent la base d'un développement durable.

Des mesures fiables et comparables constituent la base de notre société moderne, car il est impensable d'envisager les technologies actuelles sans une métrologie fiable. La métrologie doit donc constamment s'adapter au rythme de l'évolution technologique.

Le programme de recherche et de développement 2023+ (FP23+) fournit les lignes directrices de la recherche à METAS pour les années à venir. Il vise à ce que METAS puisse continuer à fournir une infrastructure métrologique moderne en Suisse. Le FP23+ classe les activités de recherche selon les cinq thèmes suivants:

- 1) *Énergie et mobilité*,
- 2) *Santé et sciences de la vie*,
- 3) *Principes fondamentaux et nouvelles technologies*,
- 4) *Industrie et*
- 5) *Environnement, climat et ressources naturelles*.

Les experts et expertes de METAS dans leur domaine respectif ont effectué des analyses du contexte dans chacun de ces cinq thèmes en tenant compte de l'état des sciences et de la technologie, des directives stratégiques de la Confédération ainsi que des tendances et des attentes des parties prenantes. À partir de là, les champs d'action métrologiques sont identifiés.

Les cinq thèmes et leurs champs d'action

Le thème *Énergie et mobilité* élabore des solutions métrologiques pour les questions liées à la transition énergétique et il se penche sur les questions métrologiques liées à la conduite automatisée.

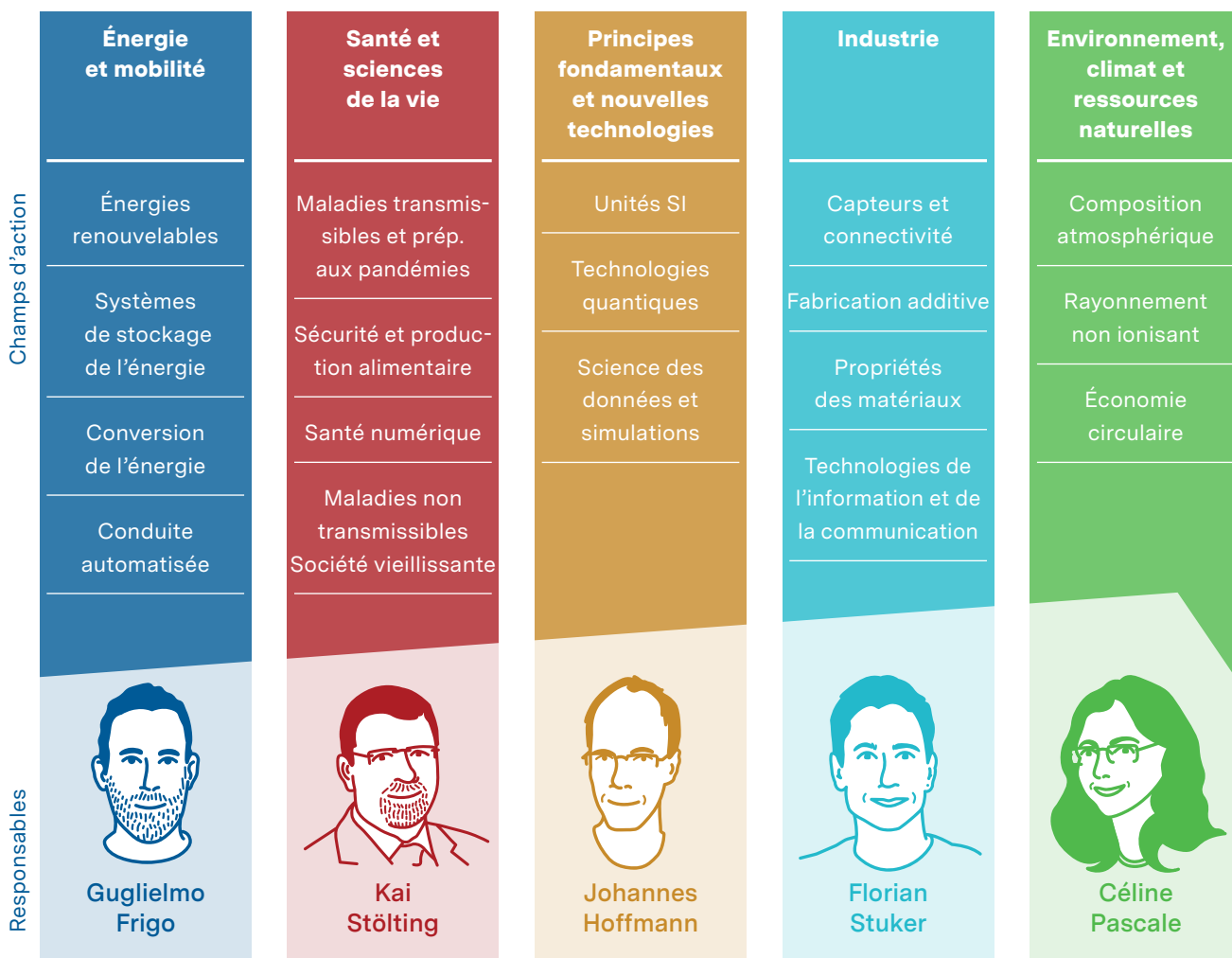
Les mesures comparables effectuées en laboratoire à l'aide de nouvelles méthodes analytiques et numériques et leurs incertitudes sont au centre du thème *Santé et sciences de la vie*.

Le thème *Principes fondamentaux et nouvelles technologies* a pour tâche de préparer et de mettre en œuvre de nouvelles réalisations primaires des unités SI. En outre, il faut concrétiser et développer les deux nouveaux domaines que sont la technologie quantique et la science des données.

Concernant le thème *Industrie*, des questions se posent dans le domaine de l'étalonnage des réseaux de capteurs, de l'analyse de nouveaux matériaux ainsi que des procédés d'impression 3D. Ce thème traite des questions de métrologie dans le domaine des technologies de l'information et de la communication.

Aperçu des thèmes de recherche et de développement

Cinq thèmes comprenant en tout 18 champs d'action orienteront la recherche et le développement à METAS pour les années à venir.



Enfin, le thème *Environnement, climat et ressources naturelles* doit contribuer à une meilleure compréhension de la composition atmosphérique. De plus, il s'agira de relever les défis métrologiques dans le domaine du rayonnement non ionisant et de l'économie circulaire.

Les 18 champs d'action délimitent les contenus qui devront être traités au sein de la recherche et du développement de METAS au cours des trois prochaines années. Dans un premier temps, les champs d'action seront concrétisés par des propositions de projets correspondantes issues des laboratoires. Puis, les propositions seront évaluées et approuvées par les experts et expertes d'un thème. ●

Partenariat européen pour la métrologie (EPM)

Le partenariat européen pour la métrologie (EPM) a été lancé en 2021, dans le contexte du programme-cadre de recherche européen Horizon Europe. L'EPM vise à créer les conditions financières et institutionnelles permettant à la métrologie de relever les nouveaux défis sociaux et industriels. Dans ce contexte, les priorités de la recherche portent sur les thèmes green deal, santé, numérisation, métrologie européenne intégrée, normalisation et exploration. En raison de la non-association de la Suisse à Horizon Europe, METAS est uniquement un membre de l'EPM sans compétence pour diriger des projets; c'est la Suisse qui finance directement la contribution des partenaires suisses.

A photograph of a wind farm at sunset. The sky is a mix of blue, orange, and pink. In the foreground, there are solar panels. In the background, several wind turbines are visible against the horizon.

Énergie et mobilité

Projets de recherche destinés à soutenir la transition énergétique

METAS contribue de manière significative à la transition énergétique, en développant les infrastructures métrologiques et les méthodes de mesure nécessaires à cet effet.

L'EPM est un programme d'encouragement qui vise à créer un système de mesure durable et efficace de classe mondiale d'ici 2030 (voir page 11). Dans le domaine de l'électricité, le programme d'encouragement devrait permettre d'établir une procédure de mesure de référence approuvée sur le plan européen pour les réseaux électriques relatifs à la transition énergétique.

Défis liés à la production d'électricité issue de l'énergie éolienne

METAS est confronté à un défi pertinent pour la pratique dans le domaine de l'étalonnage des bancs d'essai des nacelles des éoliennes. La nacelle est le boîtier parallélépipédique qui se trouve en haut du mât de l'éolienne et qui est relié au rotor tournant. Elle transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Depuis 2020, METAS participe au projet WindEFCY: Traceable mechanical and electrical power measurement for efficiency determination of wind turbines. Le projet a été lancé dans le cadre du programme européen de recherche et développement en métrologie (EMPIR). Il a pour objectif d'améliorer la détermination du rendement des éoliennes. Il est impératif de disposer de mesures fiables et efficaces pour optimiser l'efficacité des éoliennes. Par exemple, pour une puissance totale de 9 mégawatts d'une éolienne moderne, un écart de 1% fait déjà une différence notable, car 1% suffit à alimenter 175 foyers.

En collaboration avec d'autres instituts de métrologie, METAS contribue aux mesures de l'efficacité des bancs d'essai des nacelles des éoliennes de la



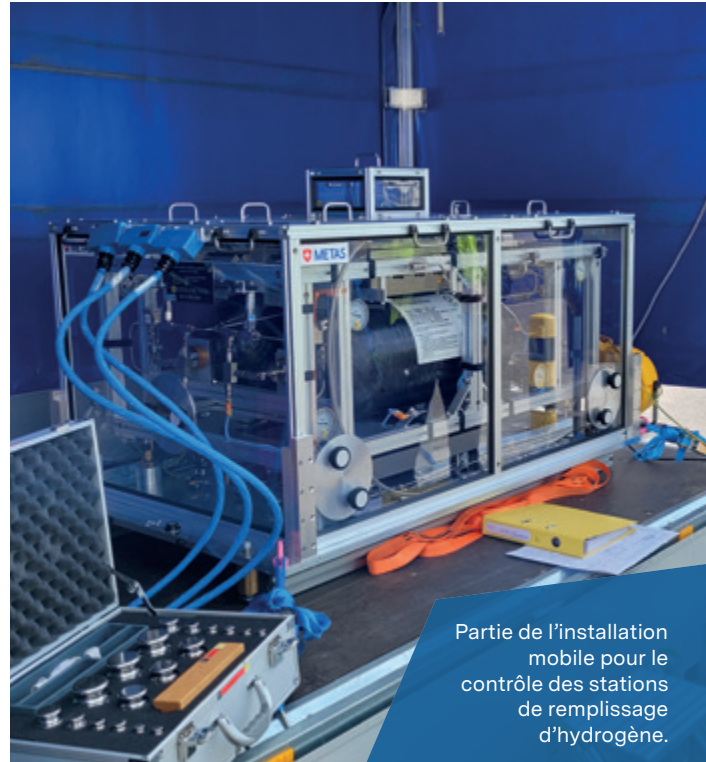
Banc d'essai des nacelles: les éoliennes en pratique. (© RWTH)

Fraunhofer-Gesellschaft et de l'École polytechnique de Rhénanie-Westphalie (RWTH) d'Aix-la-Chapelle.

Mesurer pour la mobilité future: vérification des stations de remplissage d'hydrogène

Faire le plein de son véhicule est une activité presque quotidienne, où l'on effectue une transaction commerciale en même temps que le plein de carburant. Un ensemble de mesurage détermine la quantité de carburant prélevée par la pompe, que l'on doit finalement payer. Les pompes à carburant sont régulièrement vérifiées pour s'assurer qu'elles mesurent de manière fiable et que la quantité de carburant payée correspond à la quantité prélevée.

L'hydrogène étant, depuis peu, de plus en plus utilisé comme carburant pour véhicules, des pompes à carburant adaptées sont nécessaires (celles-ci devant également être vérifiées). METAS a développé une installation mobile destinée à contrôler ou à vérifier les stations de remplissage d'hydrogène. C'est l'une des rares installations au monde qui permet de telles mesures et qui peut ainsi garantir la confiance dans une transaction correcte. En été 2022, METAS a été mandaté par une grande entreprise internationale pour vérifier une station de remplissage d'hydrogène aux Pays-Bas au moyen de son installation de mesure de référence mobile pour l'hydrogène. L'équipe de METAS s'est donc rendue à Emmen aux Pays-Bas et elle a effectué les mesures sur place. En l'espace d'une journée, la vente a pu être libérée à cette station-service. ●



Partie de l'installation mobile pour le contrôle des stations de remplissage d'hydrogène.

Appel d'offres EPM 2022

En 2022, la contribution de l'Union européenne à l'appel d'offres EPM s'est élevée à 45 millions d'euros. METAS participe à un total de six projets financés, qui couvrent différents thèmes: des nouvelles méthodes d'étalonnage optique pour les nouveaux systèmes d'éclairage aux mesures du flux d'hydrogène dans les réseaux et réservoirs de gaz.



Santé et sciences de la vie

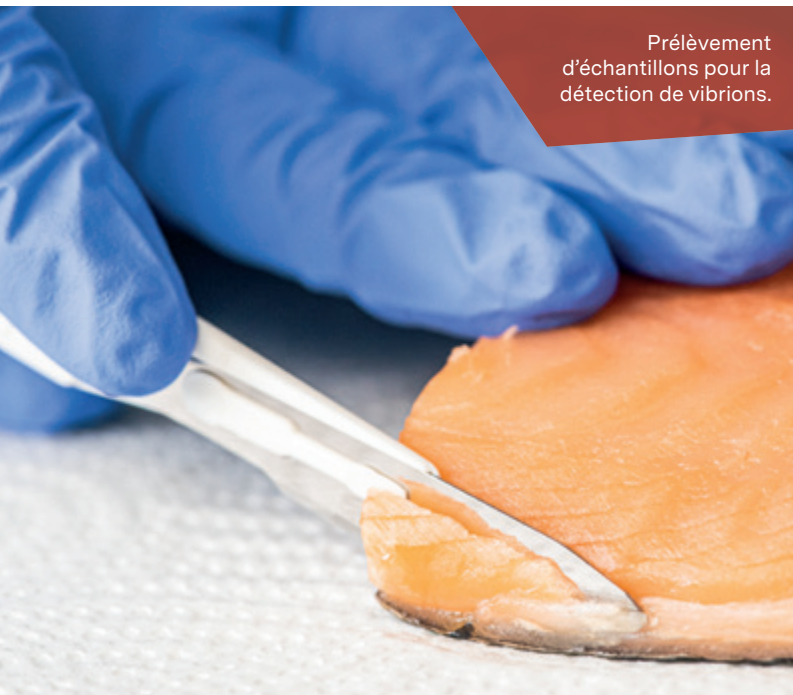
Rapidité, sensibilité, exactitude: mieux mesurer pour notre santé

Outre des prestations métrologiques, METAS offre également des prestations analytiques et il soutient les consortiums de recherche européens, ainsi que les organes d'exécution. Le laboratoire national de référence pour les virus d'origine alimentaire et le laboratoire national de référence pour les organismes génétiquement modifiés dans les denrées alimentaires ont été intégrés à METAS début 2023.

Des mesures de qualité sont essentielles pour diagnostiquer les maladies. Plus ces méthodes de mesure sont sensibles, plus il est possible de détecter les agents pathogènes rares de manière précoce et de traiter les maladies dont l'évolution est rapide. Les méthodes de détection telles que la réaction en chaîne par polymérase numérique (dPCR) sont essentielles à cet égard. Elles permettent de reproduire le matériel génétique, même s'il est rare, et facilitent ainsi l'établissement du diagnostic. La technique de quantification dPCR est déjà utilisée depuis quelques années à METAS.

Plus rapidement et plus exactement: diagnostic du sepsis dans le projet SEPTIMET

Le sepsis est une réaction inflammatoire qui met la vie en danger et dont le succès du traitement dépend notamment du temps nécessaire à l'établissement du diagnostic. Dans le cadre du projet SEPTIMET, les chercheurs et chercheuses ont développé des systèmes de référence pour les tests diagnostiques et ils apportent leur soutien aux fabricants de produits diagnostiques pour mettre au point des tests rapides pour le diagnostic du sepsis. Dans ce contexte, METAS a contribué au développement et



Prélèvement d'échantillons pour la détection de vibrions.

à l'utilisation de systèmes de détection de biologie moléculaire pour la détection d'agents pathogènes basée sur la dPCR. En outre, l'Institut a élaboré des propositions méthodologiques et conceptuelles pour la mise en œuvre des prescriptions ISO, en mettant l'accent sur la traçabilité métrologique.

Exactitude et sensibilité extrêmes: collaboration à la détection de vibrions

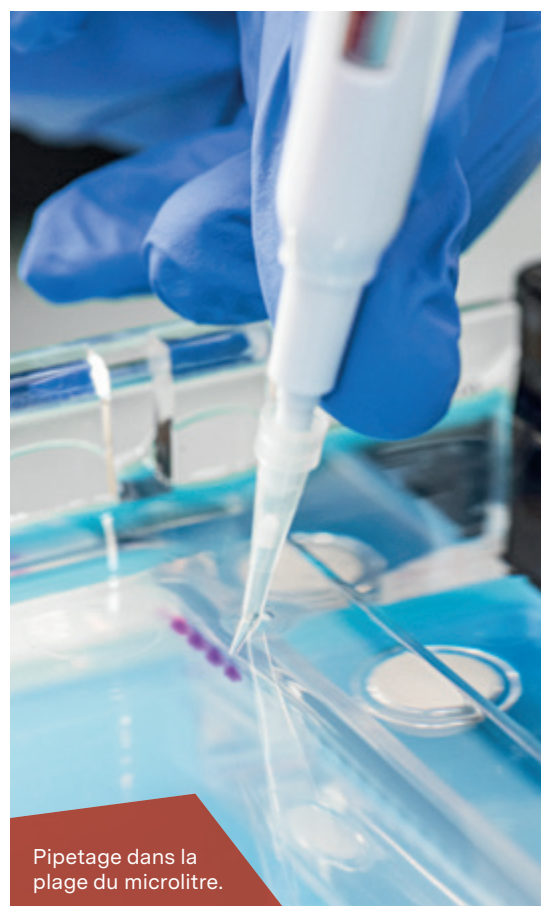
Dans l'eau de mer chaude, à proximité des côtes, on trouve parfois des bactéries du genre *Vibrio*, pathogènes pour l'homme. Les personnes qui consomment des fruits de mer et des poissons contaminés par des vibrions peuvent souffrir d'une infection gastro-intestinale (gastro-entérite). Il est donc essentiel de pouvoir détecter d'éventuels vibrions sur les fruits de mer, le type d'agent pathogène et son degré de propagation étant tous deux importants. Il a été possible d'identifier des vibrions dans des extraits d'ADN à l'aide de processus modernes de séquençage à haut rendement, en collaboration avec les laboratoires de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV). METAS a conçu à cet effet une série de matériaux de référence qui ont été caractérisés par dPCR et appliqués à la détection des vibrions ainsi qu'à leur quantification.

Offre élargie: deux laboratoires nationaux de référence supplémentaires à METAS

Les laboratoires cantonaux et les offices de protection des consommateurs et consommatrices contrôlent la sécurité sanitaire et la conformité à la

loi des denrées alimentaires du marché suisse. Des méthodes de mesure comparables sont requises pour pouvoir effectuer les analyses nécessaires à ces contrôles. Les laboratoires nationaux de référence veillent à mettre en œuvre de telles méthodes. Ils garantissent que les analyses sont effectuées selon des méthodes standardisées sur le plan international et ils apportent ainsi une contribution significative à la sécurité alimentaire en Suisse.

Le laboratoire national de référence pour les virus d'origine alimentaire et le laboratoire national de référence pour les organismes génétiquement modifiés dans les denrées alimentaires sont intégrés à METAS depuis le 1^{er} janvier 2023. Ces deux laboratoires de référence ont été transférés dans le nouveau laboratoire Analyses et références biologiques et ils conserveront leurs activités actuelles. Ils développent et valident notamment de nouvelles méthodes de détection et ils participent à des campagnes d'analyse en effectuant leurs propres analyses. ●



Pipetage dans la plage du microlitre.



Principes fondamentaux
et nouvelles technologies

Diffusion de fréquences optiques d'une extrême exactitude et balance de Kibble

METAS a mis en place un système prototype, afin de diffuser des fréquences de référence avec cent fois plus d'exactitude sur un réseau de fibres optiques conventionnel. Son second succès consiste à avoir réussi à étalonner un étalon de masse de 1 kg avec la balance de Kibble à METAS lors d'une campagne de mesure. Tous deux permettront aux chercheurs et chercheuses et, lors d'une prochaine étape, à l'industrie, de pénétrer dans de nouvelles sphères d'exactitude de mesure.

En collaboration avec des groupes de recherche de l'Université de Bâle et de l'EPFZ ainsi qu'avec la fondation SWITCH, METAS a mis en place un système prototype qui permet de transmettre des fréquences optiques de haute précision sur des centaines de kilomètres via un réseau de fibres optiques conventionnel. Ce système permet d'envoyer la fréquence de référence des horloges atomiques de METAS à des laboratoires de recherche à Bâle et à Zurich via le réseau de fibres optiques. Une procédure sophistiquée de correction du bruit corrige les éventuelles perturbations causées par des influences extérieures

telles que les variations de température, les vibrations, ou encore les événements sismiques. La particularité de ce réseau réside dans le fait que la fréquence de référence optique est injectée dans un canal de fréquence inutilisé, éloigné de l'échange de données normal. Ainsi, la fréquence optique peut être transmise avec l'échange de données traditionnel dans la même fibre sans interférence mutuelle. Le projet a été financé par le Fonds national suisse.

Spectroscopie de haute précision: cent fois plus exacte

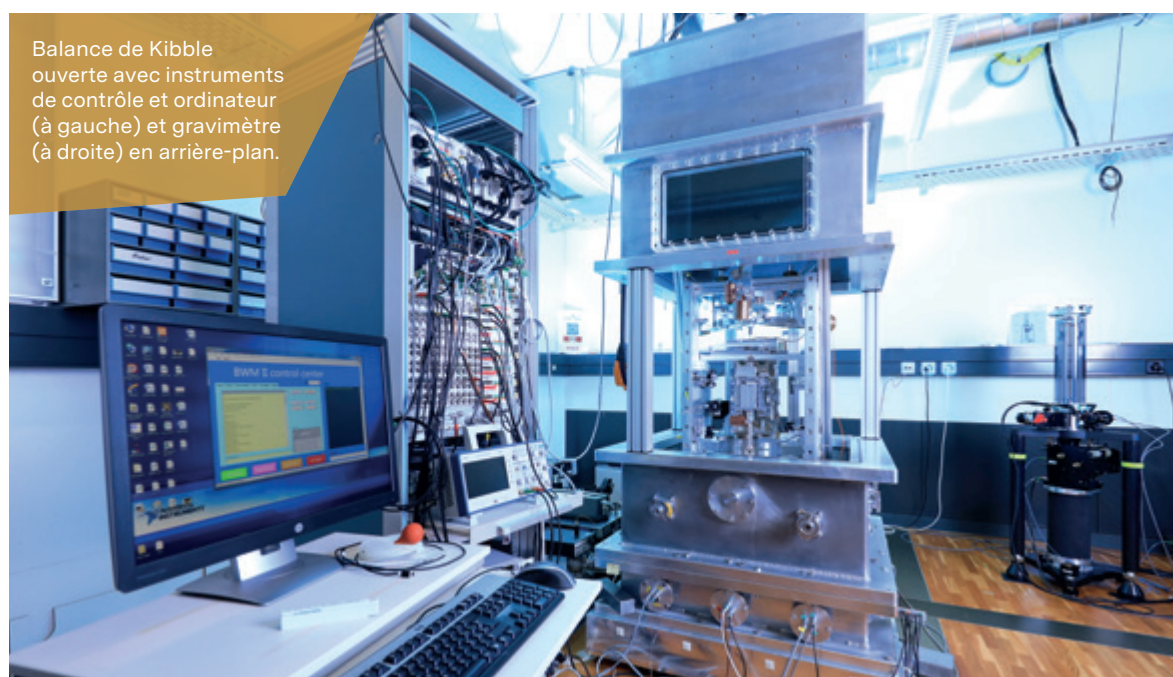
Grâce à ce transfert, les chercheurs et chercheuses de l'Université de Bâle et de l'EPFZ disposent d'une nouvelle fréquence de référence de METAS de haute exactitude, qui leur permet d'explorer de nouvelles sphères d'exactitude de mesure, notamment dans le domaine de la spectroscopie de haute précision. La nouvelle fréquence est environ cent fois plus exacte que la précédente, ce qui permet aux chercheurs et chercheuses d'étudier de nouveaux phénomènes physiques. Toutefois, les transferts de fréquence par fibre optique de haute précision sont également d'une importance capitale pour la métrologie de base, notamment pour l'introduction de la future redéfinition de l'unité SI de la seconde, qui se base sur des horloges optiques. Par conséquent, la comparaison des fréquences à travers les réseaux de fibres optiques sera déterminante.

Balance de Kibble

Jusqu'à récemment, l'unité kilogramme était définie par le prototype international du kilogramme, un cylindre en alliage de platine et d'iridium d'un diamètre et d'une hauteur de 39 mm. Cet artefact a été soigneusement conservé dans un coffre-fort du Bureau international des poids et mesures à Paris. Les instituts de métrologie du monde entier ont chacun reçu des copies de ce cylindre, dont METAS, qui dispose de deux copies du kilogramme original.

Depuis la fin des années 1980, les métrologues ont déployé des efforts considérables pour relier l'unité de masse à une constante physique, à l'instar, par exemple, de la définition du mètre en termes de vitesse de la lumière c . En 2017, le lien entre l'unité de masse et la constante de Planck h a pu être établi de manière cohérente, ce qui a conduit à une redéfinition de l'unité de masse en 2019. Durant toutes ces années, METAS a contribué à ces efforts au niveau international en développant une balance de Kibble. Une telle balance permet de déterminer très exactement la masse d'un objet dans le champ de gravitation local. Pour ce faire, on mesure à la fois le courant et la tension nécessaires pour maintenir le système en équilibre.

Après une longue phase de développement et une évaluation systématique des sources d'erreur potentielles, deux campagnes de mesure ont finalement pu être effectuées. Chaque fois, une masse de test de 1 kg en acier inoxydable a été mesurée et la différence entre la valeur de consensus et la masse mesurée avec la balance de Kibble a été déterminée. Les deux campagnes ont duré près de 14 jours, soit plus de 300 heures de mesure continue, avec pour résultat, que le kilogramme peut être déterminé au moyen de la balance de Kibble jusqu'à la 8^e décimale. Cette expérience exigeante a pu être réalisée grâce à une étroite collaboration avec l'EPFL, d'autres instituts de recherche ainsi que l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire (CERN) et Mettler Toledo. ●





Industrie

Les nouvelles technologies représentent un défi sur le plan métrologique pour METAS

Comme de nouveaux procédés de production et de nouveaux matériaux sont constamment développés dans l'industrie, de nouvelles procédures de mesure et de nouveaux standards internationaux doivent également être en permanence élaborés. METAS soutient ces développements en participant à des projets de recherche internationaux.

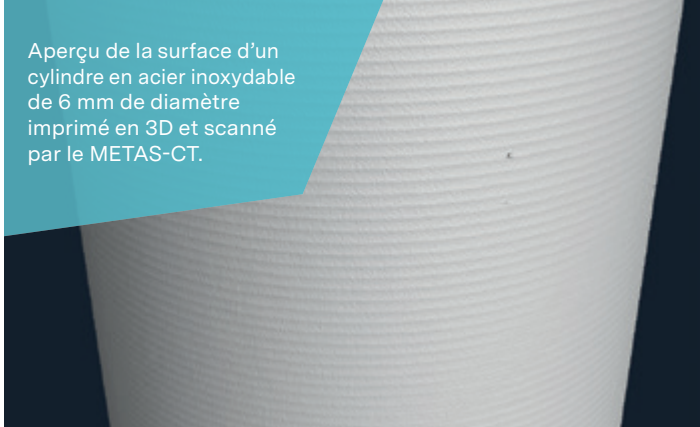
L'apparence des produits et des marques est un facteur important dans la décision d'achat des consommateurs et consommatrices. C'est pourquoi l'industrie développe des matériaux toujours plus complexes pour créer des effets visuellement attrayants tels que l'iridescence ou le scintillement, ou pour remplir une fonction spécifique comme la rétro réflexion. Les mesures chromatiques traditionnelles ne sont pas adaptées à la détection de telles caractéristiques d'apparence. On utilise plutôt toujours plus les mesures de réflexion dites bidirectionnelles.

Définition mesurable de l'apparence des surfaces

Le projet BxDiff, qui s'est achevé en octobre 2022, portait sur l'évaluation quantitative mesurable de l'apparence visuelle d'un produit. Le projet a été réalisé dans le cadre du programme européen de recherche et développement en métrologie (EMPIR).

L'apparence des produits ne dépend pas seulement du matériau, de la couleur, de la forme et de l'éclairage, mais également de la distance d'observation et de la taille de l'objet. Les caractéristiques optiques des matériaux doivent donc être mesurées à différentes échelles. C'est pourquoi les chercheurs et chercheuses du projet BxDiff ont également examiné des mesures sur des petites surfaces dont les dimensions sont inférieures au millimètre.

Les résultats s'adressent à toutes les branches industrielles dans lesquelles l'apparence optique revêt une importance particulière pour les fabricants ainsi que les consommateurs et consommatrices. Il s'agit par exemple des fabricants de pigments, de l'industrie horlogère, automobile, papetière, de l'impression 3D et cosmétique, mais aussi des fabricants d'instruments de mesure optiques et des comités de normalisation.



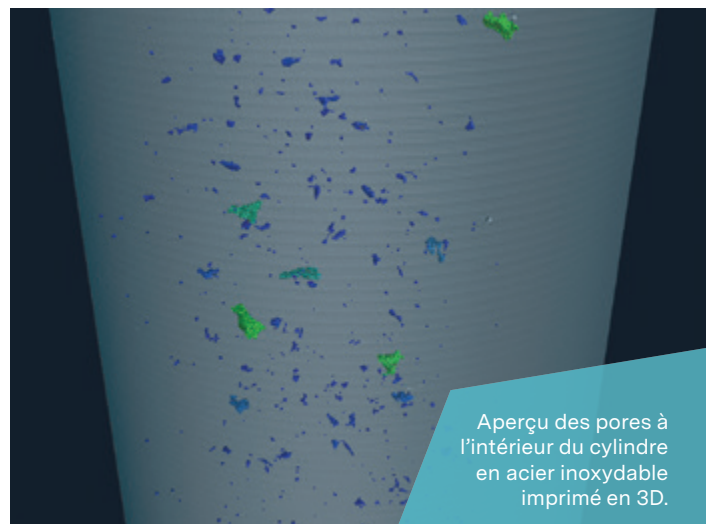
Aperçu de la surface d'un cylindre en acier inoxydable de 6 mm de diamètre imprimé en 3D et scanné par le METAS-CT.

Optimiser l'impression 3D des métaux à l'aide de la tomographie à rayons X

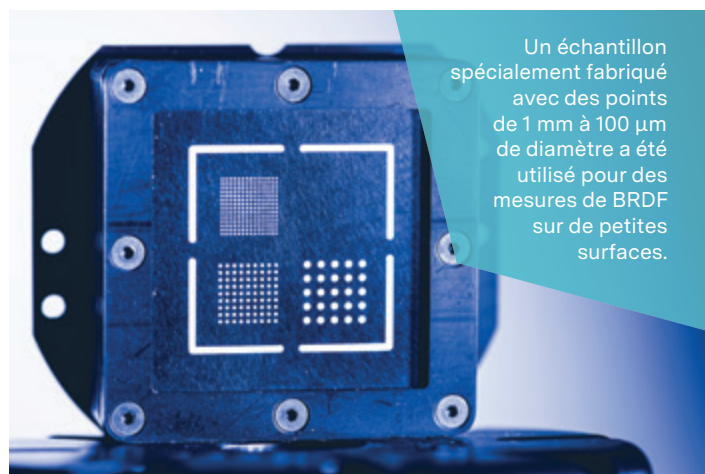
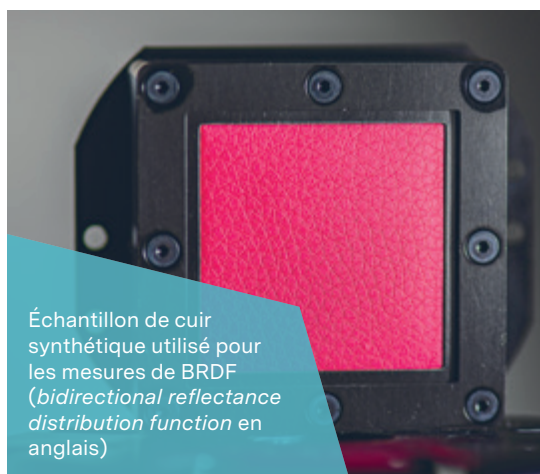
Par rapport aux méthodes conventionnelles comme le fraisage, les procédés de fabrication additive (impression 3D) ouvrent de nouvelles possibilités pour les processus de production industriels. Le procédé est en particulier intéressant pour la fabrication de petites quantités ou pour des pièces à géométries complexes avec des structures internes qui peuvent être irréalisables par des méthodes classiques. Alors que l'impression 3D de matières plastiques est largement établie, l'impression 3D avec des métaux est encore un domaine de recherche actif. Le procédé consiste à fondre localement à l'aide d'un laser ou d'un faisceau d'électrons des grains de poudre métallique pour imprimer la pièce par couches successives.

Pour évaluer la qualité d'une pièce métallique imprimée de cette manière, il ne suffit pas de mesurer sa surface extérieure, car des bulles d'air emprisonnées à l'intérieur ou des défauts locaux de fusion pourraient par exemple affaiblir sa résistance mécanique. L'objet doit alors être «radiographié» de manière non destructive et reconstruit virtuellement en trois dimensions pour être analysé, méthode appelée tomographie à rayons X.

METAS dispose d'un appareil de tomographie à rayons X (CT) capable de reconstruire des objets en trois dimensions avec un total de 64 milliards de voxels. Il atteint une résolution spatiale allant jusqu'à 1 μm et compte ainsi parmi les tomographes à rayons X les plus exacts du monde pour les applica-



tions industrielles. Avec cet appareil, METAS participe à un projet de recherche soutenu par le programme d'encouragement de l'Union européenne Horizon 2020, avec des partenariats académiques et industriels en Europe. L'appareil de METAS est utilisé dans ce contexte pour le contrôle de la qualité des prototypes imprimés et permet ainsi d'optimiser les paramètres des processus d'impression 3D. ●





Environnement, climat et ressources naturelles

La métrologie au service de l'environnement

Trois projets sont présentés comme exemples dans le champ d'action composition atmosphérique.

Selon les données de l'Organisation mondiale de la santé, 91% de la population vit dans une région où les valeurs limites d'immission pour les polluants atmosphériques ne sont pas respectées. Une surveillance exacte de la qualité de l'air est donc décisive pour mettre en œuvre des mesures de réduction des émissions.

Mesures destinées à la protection de l'air au moyen de capteurs peu coûteux

Dans le cadre d'un projet Innosuisse, METAS a développé, en collaboration avec l'entreprise LNI Swissgas à Versoix et le Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA) à Genève, un nouveau système de capteurs peu coûteux destiné à mesurer la qualité de l'air. Il mesure les types de polluants suivants: oxyde de carbone (CO), monoxyde d'azote (NO), dioxyde d'azote (NO₂), ozone (O₃) et poussières fines. Un processus d'étalonnage approprié qui tient compte des éventuelles sensibilités

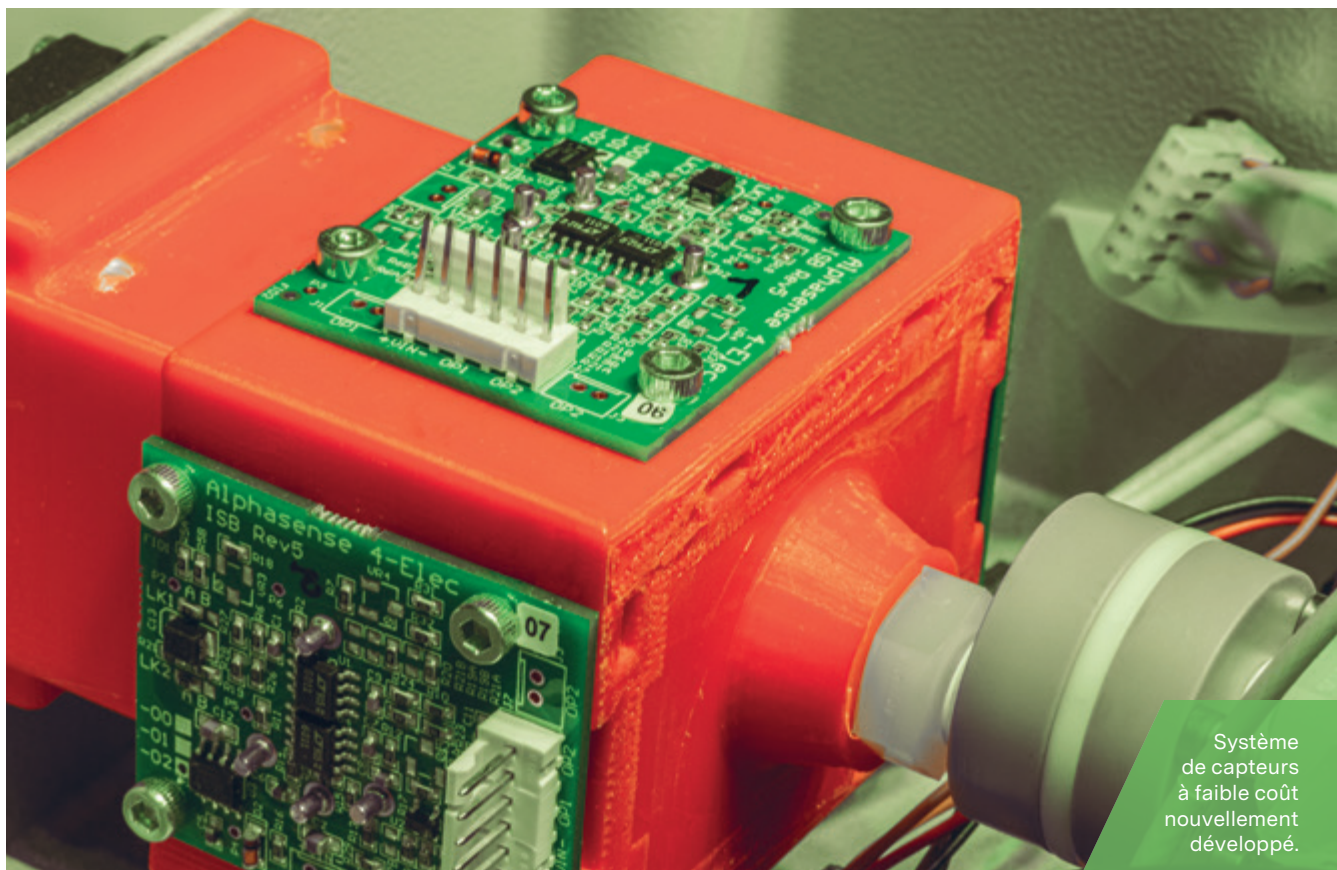
croisées et permet une estimation adéquate de l'incertitude est nécessaire à l'amélioration de la qualité des données. À cet effet, METAS a développé un automate qui permet d'étalonner simultanément jusqu'à 17 appareils pour les composés gazeux. L'automate produit des mélanges gazeux homogènes de CO, de NO, de NO₂ et d'O₃ dans la plage des parties par milliard (nmol/mol). Ces mélanges gazeux sont traçables au Système international d'unités (SI) et donc comparables sur le plan international.

Références pour les substances organiques volatiles halogénées

On trouve dans l'atmosphère une multitude de substances organiques volatiles halogénées. Les hydrochlorofluorocarbures (HCFC), interdits aujourd'hui, et les produits qui les ont remplacés, ont notamment été utilisés comme fluides frigorigènes dans les réfrigérateurs. Ces substances influencent de manière



Mortalité prématurée imputable à la pollution atmosphérique



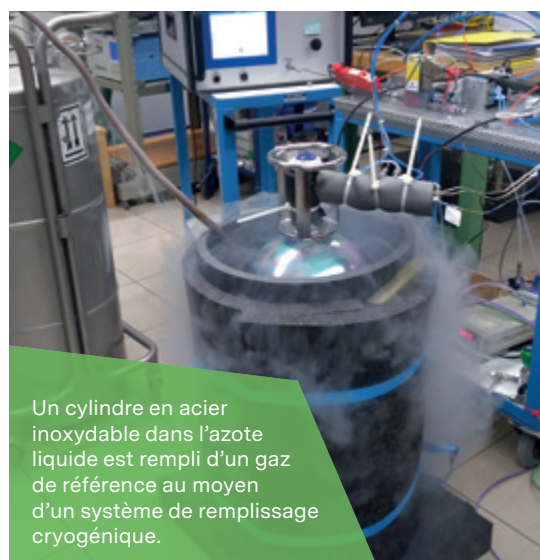
Système de capteurs à faible coût nouvellement développé.

significative le changement climatique. C'est pourquoi elles doivent pouvoir être mesurées dans l'atmosphère de manière comparable et exacte sur le plan international. Il n'existe pas de gaz de référence traçables au SI pour la plupart de ces substances. Leurs mesures sont donc difficilement comparables, car elles ne se réfèrent pas à des normes reconnues sur le plan international. METAS a produit des gaz de référence traçables au SI pour dix substances halogénées. Ces gaz de référence récemment développés permettent de comparer les mesures indépendamment de la méthode et du lieu. Pour effectuer des étalonnages sur place auprès des stations de mesure, le gaz de référence doit être transporté jusqu'à celles-ci. METAS a également trouvé une solution à ce problème, consistant à remplir des cylindres en acier inoxydable avec le gaz de référence au moyen d'un système de remplissage cryogénique (cryo-filling) spécialement développé à cet effet. Le gaz de référence peut ainsi être transporté vers les stations de mesure.

Mieux mesurer pour les prévisions polliniques

La concentration en pollen est mesurée de manière routinière, en particulier dans les pays industrialisés. Actuellement, les réseaux de surveillance s'appuient presque exclusivement sur des instruments manuels, développés dans les années 1950. Ces dernières

années, plusieurs instruments de mesure automatiques du pollen sont arrivés sur le marché, permettant des observations en temps réel ou presque. En collaboration avec MétéoSuisse et d'autres instituts de recherche européens, METAS a étalonné trois de ces moniteurs de pollen en temps réel par rapport à l'étalon primaire de concentration numérique de particules. De tels étalonnages contribuent à rendre, à l'avenir, la surveillance des pollens encore plus fiable et exacte. ●



Un cylindre en acier inoxydable dans l'azote liquide est rempli d'un gaz de référence au moyen d'un système de remplissage cryogénique.

Engagement au sein des organisations internationales

METAS dispose d'un excellent réseau au sein des organisations internationales et il participe activement à leurs organismes importants. METAS et ses collaborateurs et collaboratrices sont appréciés comme partenaires compétents et fiables sur le plan international.

Dans le domaine de la métrologie, la collaboration internationale est indispensable. Elle a permis le remplacement de la multitude d'unités de mesure et de systèmes d'unités valables sur le plan régional qui coexistaient, grâce au Système international d'unités (SI) valable dans le monde entier. Les exigences afférentes aux instruments de mesure et aux méthodes de mesure harmonisées au niveau international facilitent en premier lieu le commerce des instruments de mesure. La collaboration internationale est d'autant plus importante pour METAS, l'Institut national de métrologie de la Suisse.

Préfixes d'unités

Le Système international d'unités (SI) définit également des préfixes d'unités, comme micro, nano, kilo ou méga. Comme, d'une part, les quantités de données sont de plus en plus importantes et que, d'autre part, on analyse des dimensions de plus en plus petites, quatre préfixes ont été ajoutés à la liste des préfixes du SI en novembre 2022. Par exemple, la masse de la Terre correspond à six ronnamètres:

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})

0,000 000 000 000 000 000 000 000 001

quecto (10^{-30})

0,000 000 000 000 000 000 000 000 001

L'Association européenne des instituts nationaux de métrologie (EURAMET) représente une partie essentielle de la collaboration internationale. WELMEC, l'organisation qui assure la coopération européenne en métrologie légale, joue en outre un rôle important.

Représentation dans la Convention du Mètre depuis 1875

Sur le plan international, la collaboration avec le Bureau international des poids et mesures (BIPM) à Paris, siège et institution de recherche de la Convention du Mètre, est particulièrement importante. L'organe de décision suprême de la Convention du Mètre est la Conférence générale des poids et mesures (CGPM), qui a lieu tous les quatre ans et à laquelle sont représentés tous les États membres de la Convention du Mètre. La 27^e CGPM a eu lieu à Versailles du 15 au 18 novembre 2022. METAS y a représenté la Suisse. Outre les affaires essentielles de la Convention du Mètre, les participants et participantes et Philippe Richard, directeur de METAS, se sont entre autres penchés sur les nouveaux préfixes d'unités pour le Système international d'unités (SI) et sur la seconde intercalaire.

CIML: le prochain président vient de Suisse

METAS représente également la Suisse au sein de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML). L'OIML vise à harmoniser la métrologie légale dans l'intérêt des transactions commerciales et de la protection des consommateurs et consommatrices sur le plan international. L'organisation prend ses décisions chaque année dans le cadre du Comité

Aperçu des différentes organisations internationales et associations

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

international de métrologie légale (CIML). La 57^e réunion a eu lieu en octobre 2022 et Bob Joseph Mathew, directeur suppléant de METAS, a été élu dixième président du CIML pour une durée de six ans. Son mandat prendra effet lors de la 58^e réunion du CIML en automne 2023.

Mesure fiable de l'énergie sur les bornes de recharge électrique

Un exemple concret de l'importance de la collaboration internationale se manifeste actuellement dans le domaine des bornes de recharge électrique. Les conducteurs et conductrices de véhicules électriques se fient au fait que l'énergie mesurée à la borne de recharge électrique correspond à l'énergie effectivement consommée. En Suisse, la mesure de l'énergie sur les bornes de recharge électrique pour les clients de passage n'est pas encore réglementée sur le plan métrologique. METAS s'est mis en réseau sur le plan international, afin que l'on puisse utiliser en Suisse les mêmes bornes de recharge électrique que dans les pays voisins et atteindre le même niveau de protection des consommateurs et consommatrices. Il dirige le projet EURAMET-TC-EM 1539 «LegalEVcharge: Practical legal metrology framework for electric vehicle charging stations» et il est actif dans divers autres comités. METAS s'engage à ce que les travaux de maintenance sur les bornes de recharge électrique, comme un changement de câble ou un contrôle de sécurité électrique, qui n'ont aucune influence sur la mesure, n'entraînent pas de vérifications ultérieures. ●

L'abolition de la seconde intercalaire

Depuis 1972, 27 secondes intercalaires ont été ajoutées au Temps universel, afin que notre Temps universel, défini par les horloges atomiques, coïncide avec le Temps astronomique. L'ajout de secondes intercalaires étant très délicat d'un point de vue technique, la seconde intercalaire sera abolie dès 2035 sur décision de la Conférence générale des poids et mesures (CGPM) en novembre 2022.

Réseaux européens de métrologie

Les réseaux européens de métrologie mettent en œuvre la vision d'une capacité métrologique de pointe au niveau mondial d'EURAMET et de ses membres. Ensemble, ils répondent aux besoins en rapide évolution des utilisateurs finaux par une recherche scientifique de haut niveau et une infrastructure efficace et intégrée. Pour METAS et la Suisse, cette coopération est essentielle. C'est pourquoi METAS participe activement à sept des onze réseaux de métrologie actuels. En 2022, il a rejoint les réseaux nouvellement créés: Pollution Monitoring (surveillance de la pollution) et Safe and Sustainable Food (alimentation sûre et durable).



Responsabilité sociale et écologique

Pour le succès à long terme de METAS, la manière dont il assume sa responsabilité sociale et écologique est essentielle. Il est primordial, d'une part, de promouvoir un bon climat de travail et d'intégration et, d'autre part, de prendre des mesures pour réduire la consommation d'énergie.

La direction attache une grande importance à ce qu'il règne à METAS un climat de travail à la fois motivant, stimulant et valorisant.

La diversité est une priorité

METAS accorde aussi de l'importance à la diversité, à l'interdisciplinarité et à des relations constructives et transparentes entre les collaborateurs et collaboratrices. Les cadres doivent notamment promouvoir la culture METAS et la mettre en pratique, renforcer les ressources personnelles des collaborateurs et collaboratrices et les encourager à participer à des séminaires et à des formations continues internes et externes.

METAS met en œuvre le principe constitutionnel du salaire égal pour un travail de valeur égale. En 2019, il a signé la Charte pour l'égalité salariale dans le

secteur public. METAS s'engage ainsi à mettre en œuvre l'égalité salariale dans le cadre de ses propres possibilités. En 2022, l'égalité salariale a été contrôlée au moyen d'une analyse des salaires. Celle-ci a révélé que l'égalité salariale est garantie dans l'ensemble de l'Institut.

Lors du recrutement et de l'engagement de nouveaux collaborateurs et collaboratrices, une attention particulière est portée à la diversité (p. ex. le genre, la nationalité, la langue et les situations de handicap). Il est également important que les langues nationales soient représentées de manière appropriée au sein de METAS.

METAS désapprouve toute forme de harcèlement sexuel, de mobbing et de discrimination sur le lieu de travail. Il considère qu'il est de son devoir de tout

mettre en œuvre pour protéger son personnel en conséquence. Ainsi, le droit à la protection de son intégrité personnelle et la possibilité de faire appel à des spécialistes internes et externes en tant qu'interlocuteurs pour des demandes confidentielles vont de soi.

Climatiquement neutre pour l'approvisionnement en énergie

Pour tenir compte de la protection de l'environnement et du climat, METAS participe volontairement à la gestion des ressources et de management environnemental de l'administration fédérale (RUMBA) en se concentrant sur les bâtiments (électricité, énergie thermique, eau et déchets), la consommation de papier et les voyages de service. Nous avons respecté les objectifs que nous nous étions fixés pour 2021 en matière de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Cependant, les émissions de GES ont augmenté de 12% et ont atteint 585 tonnes.

Près de 63% de ces émissions de GES sont imputables à l'augmentation de la consommation d'énergie thermique (en kWh) durant l'hiver 2021 et près d'un tiers aux voyages de service. METAS s'engage à ce que les manifestations internationales soient aussi organisées sous forme de vidéoconférences. Si des voyages de service sont toutefois nécessaires, ils doivent être effectués avec le moins d'émissions

possible. Les émissions de GES dues aux voyages en voiture et en avion ont ainsi été réduites de 8 tonnes en 2021 par rapport à 2020. Les mesures visant à réduire ces émissions, introduites en 2021, commencent donc à porter leurs fruits. Depuis 2019, les émissions de gaz à effet de serre sont compensées par des certificats de réduction des émissions. Ainsi, METAS est déjà une entreprise climatiquement neutre. L'objectif de METAS reste de réduire, d'ici à 2030, les émissions de gaz à effet de serre d'un tiers par rapport à 2019.

L'année dernière, METAS a mis en service quatre bornes de recharge électriques pour les véhicules de service électriques. Dans un premier temps, elles ont également été utilisées comme bornes de recharge test. À présent, elles fonctionnent normalement. Cinq véhicules de service électriques ont été achetés à la fin de l'année dernière. ●



Cinq nouveaux véhicules électriques.

Finances

METAS boucle son exercice 2022 avec un bénéfice de 1,2 million de francs. Les charges se sont élevées à 51,9 millions de francs et les revenus (y compris les indemnités) ont atteint 53,1 millions de francs.

Bilan	31.12.2022	31.12.2021
	(KCHF)	(KCHF)
Liquidités	28 136	27 928
Créances résultant de prestations	3 897	3 243
Créances résultant de projets de recherche	2 130	2 187
Autres créances	257	65
Stocks	49	0
Comptes de régularisation d'actifs	1 800	1 289
Actif circulant	36 269	34 712
Immobilisations corporelles	19 445	20 324
Immobilisations incorporelles	3 259	3 425
Actif immobilisé	22 704	23 749
Total de l'actif	58 973	58 461
Engagements résultant de livraisons et de prestations	807	654
Engagements résultant de projets de recherche	2 197	2 765
Autres engagements	939	633
Comptes de régularisation de passifs	2 081	2 255
Provisions à court terme	1 333	1 929 ¹
Capitaux de tiers à court terme	7 357	8 236
Provisions pour engagements de prévoyance	9 293	24 913
Provisions pour primes de fidélité	1 463	1 718
Capitaux de tiers à long terme	10 756	26 631
Perte résultant du bilan	-8 380	-9 330 ¹
Pertes/bénéfices actuariel(le)s cumulé(e)s	44 656	28 561
Réserves pour actif immobilisé	3 413	3 413
Bénéfice	1 171	950 ¹
Capitaux propres	40 860	23 594
Total du passif	58 973	58 461

¹ Les chiffres 2021 ont été adaptés sur la base d'un retraitement (cf. Retraitement. Explications détaillées des comptes annuels).

Compte de résultat	2022	2021
	1.1.2022 au 31.12.2022 (KCHF)	1.1.2021 au 31.12.2021 (KCHF)
Émoluments	8 983	8 829 ¹
Indemnités allouées par la Confédération	24 517	24 399
Indemnités allouées par la Confédération avec contrepartie directe	6 523	6 558
Revenus des fonds de tiers (sans recherche)	10 502	9 729
Fonds de tiers recherche	1 882	2 153
Autres revenus	135	274
Produits bruts	52 542	51 942
Diminution des produits	-30	-5
Prestations propres	527	718
Produits nets	53 039	52 655
Bénéfices provenant de la vente de l'actif immobilisé	8	8
Charges de biens et services et de prestations de tiers	-368	-269
Charges de personnel	-35 676	-36 188
Loyer et charges annexes	-6 780	-6 776
Charges informatiques	-1 854	-1 549
Autres charges d'exploitation	-3 029	-3 007
Amortissements	-3 905	-3 706
Charges d'exploitation	-51 244	-51 226
Revenus financiers	8	6
Charges financières	-132	-125
Résultat financier	-124	-119
Charges d'impôts différés	-140	-99
Bénéfice	1 171	950¹

Durant l'année sous revue, METAS a pu autofinancer ses activités à hauteur de 55,0% (54,7% l'année précédente, après retraitement). Ce taux d'autofinancement est dû aux émoluments, aux indemnités pour la prise en charge d'autres tâches et aux fonds de tiers. L'organe de révision a confirmé sans réserve la régularité de la tenue des comptes.



Les comptes de METAS sont établis conformément aux normes comptables internationales pour le secteur public (International Public Sector Accounting Standards, IPSAS).

Publications et exposés de METAS

L'activité de recherche et développement se reflète à travers des publications et des exposés rédigés ou donnés par les chercheurs et chercheuses de METAS.

En 2022, les collaborateurs et collaboratrices de METAS ont présenté les résultats de leurs travaux de recherche et développement au cours de colloques, de conférences et dans des publications scientifiques. Ils ont œuvré au sein d'organisations ou d'organes spécialisés sur le plan national et international, où ils ont apporté leur savoir-faire et leur expérience. Ils ont contribué à la renommée de la métrologie auprès du grand public, au-delà du cercle restreint des initiés et ont participé à des cours dispensés aux étudiants et étudiantes des hautes écoles. Durant l'année sous revue, la plupart des présentations, exposés et séances ont eu lieu en ligne.

La liste ci-après est un aperçu des principales publications rédigées par des collaborateurs et collaboratrices de METAS ainsi que des exposés qu'ils ont tenus. Les noms des collaborateurs et collaboratrices de METAS sont écrits en caractères gras dans la liste des auteurs et autrices.

Publications

- 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.

Exposés

- Agustoni, M., Frigo, G.** A Transfer Standard for DC Power Inter-Laboratory Comparison, *CPEM*; 15.12.2022
- Agustoni, M., Overney, F., de Préville, 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.** Kurzzeitexposition, 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

