



## METAS en 2021



Image de couverture: En septembre 2021, METAS a mis en service un laboratoire de biologie pour l'analyse des acides nucléiques (cf. p. 16).

### Impressum

Le présent rapport a pour but de donner de manière compréhensible un aperçu des activités de METAS en 2021. D'autres informations peuvent être obtenues dans le Rapport de gestion de METAS, dans le Rapport annuel sur l'exécution de la loi sur la métrologie (tous deux publiés sur [www.metas.ch](http://www.metas.ch)), dans le Rapport sur le salaire des cadres (publié sur [www.epa.admin.ch](http://www.epa.admin.ch)) et dans le Rapport succinct du Conseil fédéral sur l'atteinte des objectifs stratégiques en 2021 (publié sur [www.efv.admin.ch](http://www.efv.admin.ch)).

### Éditeur

Institut fédéral de métrologie METAS  
Lindenweg 50, 3003 Berne-Wabern, Suisse  
Téléphone +41 58 387 01 11, [www.metas.ch](http://www.metas.ch)

### Droit d'auteur

Reproduction autorisée avec indication de la source;  
exemplaires justificatifs souhaités

### Finances

Les pages 26 à 27 de ce rapport contiennent des indications tirées des comptes annuels de METAS au 31 décembre 2021. Les comptes annuels 2021 de METAS et le rapport de l'organe de révision sont publiés à l'adresse suivante: [www.metas.ch](http://www.metas.ch).

### Langues

Le présent rapport est publié en allemand, français, italien et anglais.

### Édition

Mai 2022  
05.22 700 860512635

### Crédit photographique

METAS

### Mise en page

Casalini Werbeagentur AG, 3007 Berne  
[www.casalini.ch](http://www.casalini.ch)



# Sommaire

- 4 Avant-propos
- 6 Mesurer pour l'économie et la société :  
les tâches de METAS
- 8 Diriger METAS :  
le Conseil de l'Institut et la direction
- 10 Projets métrologiques :  
recherche et développement à METAS
- 12 La métrologie au service du développement de produits :  
projets de coopération avec l'industrie
- 14 La métrologie pour le secteur économique :  
étalonnages et matériaux de référence
- 16 Mesurer pour la santé :  
le nouveau laboratoire Analyse des acides nucléiques
- 18 Réglementation en métrologie :  
législation en vigueur
- 20 Mesurer par-delà les frontières :  
organisations internationales de métrologie
- 22 Le train de mesures sur le climat de METAS
- 24 Dans le sens des mesures :  
l'organisation de METAS
- 26 Finances
- 28 Informer sur la métrologie :  
publications et exposés de METAS

# Changements au sein du Conseil de l'Institut



Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2013, METAS est un Institut fédéral. Le Conseil de l'Institut de METAS existe depuis 2012 déjà, afin de pouvoir participer aux travaux de préparation en vue de la création et du lancement des activités de l'Institut. Thierry Courvoisier et Tony Kaiser ont été à mes côtés depuis le début. Ils ont quitté le Conseil de l'Institut à la fin de l'année sous revue.

Tous deux ont activement soutenu les travaux de préparation à la mise en place de l'Institut. Après que METAS a commencé à fonctionner en tant qu'institut, ils ont également contribué à fixer l'orientation stratégique et, notamment, le programme de recherche et de développement de METAS. Tony Kaiser a apporté sa riche expérience acquise à travers les différents postes de gestion de la recherche et du développement au sein de l'industrie. Le professeur Thierry Courvoisier a intégré

dans le Conseil de l'Institut à la fois le monde des sciences et celui des organisations et de la gestion scientifique. Je remercie chaleureusement Tony Kaiser et Thierry Courvoisier pour leur grand engagement en faveur de METAS et pour leur agréable collaboration durant toutes ces années.

Le Conseil de l'Institut continue à exercer son mandat qui consiste à définir, en accord avec la direction, l'orientation stratégique de METAS, et à s'occuper notamment de l'orientation qu'il faut donner à la recherche et au développement à METAS.

Matthias Kaiserswerth  
Président du Conseil de l'Institut

« Le Conseil de l'Institut continue à exercer son mandat qui consiste à définir, en accord avec la direction, l'orientation stratégique de METAS. »

## Mise en œuvre de la vision METAS 2025

La pandémie de coronavirus a également eu un impact sur l'exploitation de METAS en 2021. Comme l'année précédente, il a fallu constamment s'adapter à la crise sanitaire en cours et prendre et mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires visant à protéger la santé des collaboratrices et collaborateurs et des tiers. Malgré tous les changements et adaptations, l'exploitation de METAS a pu être maintenue et les prestations ont pu être effectuées grâce à l'engagement considérable des collaboratrices et collaborateurs de METAS, qui se sont rapidement adaptés en faisant preuve de flexibilité et en effectuant leur travail dans de nouvelles conditions.

Le travail de la direction entre 2020 et 2021 a été marqué non seulement par la pandémie de coronavirus, mais aussi par la vision METAS 2025. Elle a été élaborée en 2020 et approuvée par le Conseil de l'Institut en novembre de cette même année. La vision METAS 2025 constitue le cadre d'un programme de changement et définit la direction dans

laquelle METAS veut se développer. Comme tous les instituts nationaux de métrologie, METAS sera confronté à des défis de taille au cours des prochaines années. Ainsi, la numérisation modifiera les prestations métrologiques. Outre les domaines physiques classiques, les références chimiques et biologiques prendront une importance croissante. De plus, il faudra tenir compte des formes actuelles de contact avec la clientèle ainsi que des nouvelles formes d'organisation et de travail. Durant l'année sous revue, il s'est agi de démarrer la mise en œuvre de la vision METAS 2025. Deux nouveaux domaines ont notamment été créés : Transformation numérique et Service à la clientèle. Les postes de chef/fe de domaine ont pu être pourvus par des personnes expérimentées. Elles ont déjà pris leurs fonctions durant l'année sous revue et elles feront avancer les travaux dans ces domaines dans les années à venir avec leurs équipes et en étroite collaboration avec les autres unités de METAS.

Philippe Richard  
Directeur



Les collaboratrices et collaborateurs de METAS se sont rapidement adaptés en faisant preuve de flexibilité et en effectuant leur travail dans de nouvelles conditions.



# Mesurer pour l'économie et la société : les tâches de METAS

*La Suisse mesure le plus exactement à Wabern. L'Institut fédéral de métrologie (METAS), en d'autres termes le centre de référence métrologique de la Suisse, y a son siège.*

METAS est l'Institut national de métrologie de la Suisse. Ce centre de compétences de la Confédération répond à toute question relative aux mesures ainsi qu'aux instruments et procédures de mesure. Ses activités en matière de recherche et de développement, ainsi que ses prestations lui permettent de créer les conditions nécessaires à des mesures exactes en Suisse, ce qui est indispensable pour répondre aux attentes du secteur économique, de la recherche, de l'administration et de la société.

## Mesures de référence faisant foi

METAS réalise les mesures de référence en Suisse, veille à leur reconnaissance à l'échelon international et les transmet avec l'exactitude requise. L'Institut met ainsi à la disposition du secteur économique et de la société l'infrastructure de base en matière de métrologie. Cette infrastructure est nécessaire lorsqu'il s'agit d'effectuer des mesures.

METAS surveille la mise sur le marché, l'utilisation et le contrôle des instruments de mesure utilisés dans le commerce, le trafic, la sécurité publique, la santé et la protection de l'environnement. L'Institut veille à ce que les mesures requises pour la protection et la sécurité des êtres humains et de l'environnement soient effectuées correctement et selon les dispositions en vigueur.

## Métrologie

*La métrologie est la science et la technique des mesures (du grec *metron* – mesure). Il est fréquent de confondre métrologie et météorologie. Sur le fond, ces deux termes n'ont toutefois rien en commun. La météorologie est la branche se chargeant des questions relatives au temps qu'il a fait, qu'il fait ou qu'il fera (du grec *meteoros* – flotter en l'air).*



## Le progrès requiert de l'exactitude

Il n'est possible de fabriquer et de surveiller avec fiabilité que ce qui peut être mesuré avec exactitude. La science et la technique imposent un développement permanent de bases et de procédures métrologiques. Les procédures de mesure et de réglementation utilisées par des secteurs importants de l'économie suisse, tels que la microtechnique ou la technique médicale ont par exemple besoin de méthodes de mesure dont l'exactitude peut atteindre un millionième de millimètre.





METAS suit les derniers développements scientifiques et techniques pour rester à jour. Il se consacre à la recherche et au développement, afin d'identifier et d'anticiper les besoins du marché en matière de places et prestations de mesure nouvelles, ou plus exactes. Il contrôle régulièrement ses offres de prestations, afin de pouvoir les adapter aux besoins du marché.



L'endroit où la Suisse mesure le plus exactement: METAS à Wabern.

# Diriger METAS : le Conseil de l'Institut et la direction

*Le Conseil de l'Institut est l'organe suprême de METAS. Il répond de la direction entrepreneuriale. La gestion opérationnelle est assurée par la direction.*

Comme le stipulent les prescriptions légales, le Conseil de l'Institut se compose de cinq à sept membres qualifiés. Durant l'année sous revue, il était composé de sept membres : Matthias Kaiserswerth (président), Ursula Widmer (vice-présidente), le professeur Thierry Courvoisier, Tony Kaiser, la professeure Sonia Isabelle Seneviratne, Alessandra Curioni Fontecedro, René Lenggenhager.

Deux des membres ont démissionné à la fin de l'année 2021 : le professeur Thierry Courvoisier et Tony Kaiser.

Les tâches du Conseil de l'Institut sont définies par la loi sur l'Institut fédéral de métrologie (LIFM). Le Conseil de l'Institut adresse au Conseil fédéral les demandes d'indemnisation pour les prestations qui doivent être fournies par la Confédération et approuve le programme de recherche et de développement. Il surveille la direction et édicte l'ordonnance sur le personnel. Les membres du Conseil de l'Institut disposent d'une grande expérience en

matière de direction, aussi bien sur le plan académique qu'entrepreneurial, ainsi que d'une expérience longue et variée de la recherche et du développement dans les sciences naturelles et la technique.

## **Vision METAS 2025**

L'une des tâches les plus importantes du Conseil de l'Institut est de définir, en accord avec la direction, l'orientation stratégique de METAS. À cet effet, il se réfère aux indications du Conseil fédéral qui figurent dans les objectifs stratégiques à suivre par METAS. Les lignes directrices sur le développement de METAS au cours de ces prochaines années forment la vision METAS 2025, qui a été approuvée par le Conseil de l'Institut en novembre 2020. Ce programme de changement représente la réponse de METAS aux défis liés aux évolutions attendues dans les domaines importants les plus divers : dans le domaine de la métrologie, en ce qui concerne les attentes des groupes cibles, dans le domaine de la numérisation et dans d'autres domaines sociaux.



Les membres du Conseil de l'Institut en 2021 de gauche à droite : Matthias Kaiserswerth (président), le professeur Thierry J.-L. Courvoisier, Tony Kaiser, Ursula Widmer, la professeure Sonia I. Seneviratne, Alessandra Curioni-Fontecedro, René Lenggenhager



### Gestion opérationnelle

La direction assure la gestion opérationnelle de METAS. Elle représente l'Institut auprès des tiers. Elle est composée de quatre membres : le directeur, Philippe Richard, le directeur suppléant, Gregor Dudle et les sous-directeurs Bobjoseph Mathew et Hanspeter Andres.

L'année dernière, les activités de la direction se sont axées en grande partie sur la mise en œuvre des mesures destinées à la réalisation de la vision METAS 2025. De plus, la définition et la mise en œuvre des mesures que la pandémie de coronavirus a impliquées ont continué à marquer le quotidien de METAS.



La direction de METAS de gauche à droite :  
Philippe Richard (directeur), Gregor Dudle,  
Bobjoseph Mathew, Hanspeter Andres

# Projets métrologiques : recherche et développement à METAS

*METAS exécute bon nombre de ses travaux de recherche sous l'égide des programmes européens de recherche en métrologie.*

La collaboration internationale est profondément ancrée dans la métrologie. L'harmonisation de la définition des longueurs et des mesures au XIX<sup>e</sup> siècle et, plus tard, des autres grandeurs pertinentes au sein du Système international d'unités (SI) a établi les bases de la standardisation mondiale. En Europe, au cours des dernières années, la collaboration internationale en matière de métrologie s'est en grande partie déroulée dans le cadre du programme de recherche EMPIR (European Metrology Programme for Innovation and Research). EMPIR a été développé par EURAMET, l'Association européenne des instituts nationaux de métrologie, et par la Commission européenne, afin d'améliorer la coordination de la recherche entre les instituts nationaux de métrologie. Le programme a encouragé de projets de recherche métrologiques entre 2014 et 2020. Les derniers projets effectués dans le cadre du programme EMPIR ont été approuvés en 2020. En 2021, METAS a participé à 30 projets européens dans les domaines les plus divers.

## **Énergie provenant de l'hydrogène**

Deux de ces projets portent sur l'hydrogène comme agent énergétique, en particulier pour son utilisation dans le cadre de la mobilité. Beaucoup de défis sont posés à la métrologie dans ce domaine. Ainsi, la traçabilité métrologique doit pouvoir être garantie au long de toute la chaîne de distribution de l'hydrogène. Il s'agit d'étudier et de clarifier les questions en suspens concernant la mesure sous haute pression, la simulation et la mesure de l'hydrogène liquide. Toutefois, il faut aussi pouvoir clairement déterminer la masse d'hydrogène absorbée lors du remplissage des piles à combustible. En outre, il faut développer des matériaux de référence et des méthodes fiables visant à déterminer la pureté de l'hydrogène, ce qui est notamment indispensable pour que le ravitaillement en hydrogène réponde aux exigences légales.



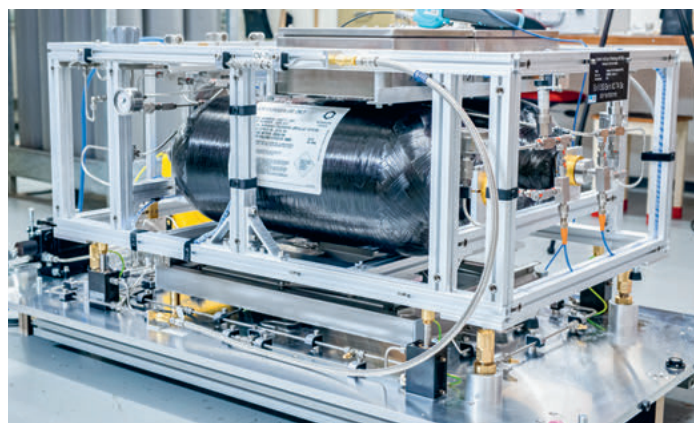
## **Nouveau programme de recherche en métrologie**

Des thèmes comme les contributions à l'économie de l'hydrogène seront également développés dans le cadre du nouveau programme européen de recherche en métrologie. Au sein du programme-cadre pour l'encouragement de la recherche en Europe (*Horizon Europe*) lancé en 2021, un programme de recherche dédié a aussi de nouveau été attribué à la métrologie : l'*European Partnership on Metrology* (EPM) a été officiellement lancé le 1<sup>er</sup> décembre 2021. L'EPM dispose d'un budget de plus de 700 millions d'euros sur une période de sept ans. Le programme de recherche relèvera égale-



ment les défis sociopolitiques, comme *Green Deal*, *Santé et Numérisation*. Ainsi, un autre projet dans le domaine de l'hydrogène a déjà été approuvé lors de la première phase de l'EPM. Dans ce cas encore, METAS apporte ses compétences dans le domaine des mesures de débit.

Tous ces projets de recherche doivent permettre de contribuer à une mobilité durable grâce à l'utilisation de l'hydrogène.



Installation de mesure destinée à la vérification des stations de remplissage d'hydrogène.



# La métrologie au service du développement de produits : projets de coopération avec l'industrie

*METAS est soutenu par Innosuisse en tant que partenaire de recherche. Ainsi, les entreprises peuvent utiliser ses compétences en recherche et en développement pour leurs innovations. De plus, elles peuvent réaliser, en collaboration avec METAS, des projets de recherche appliquée.*

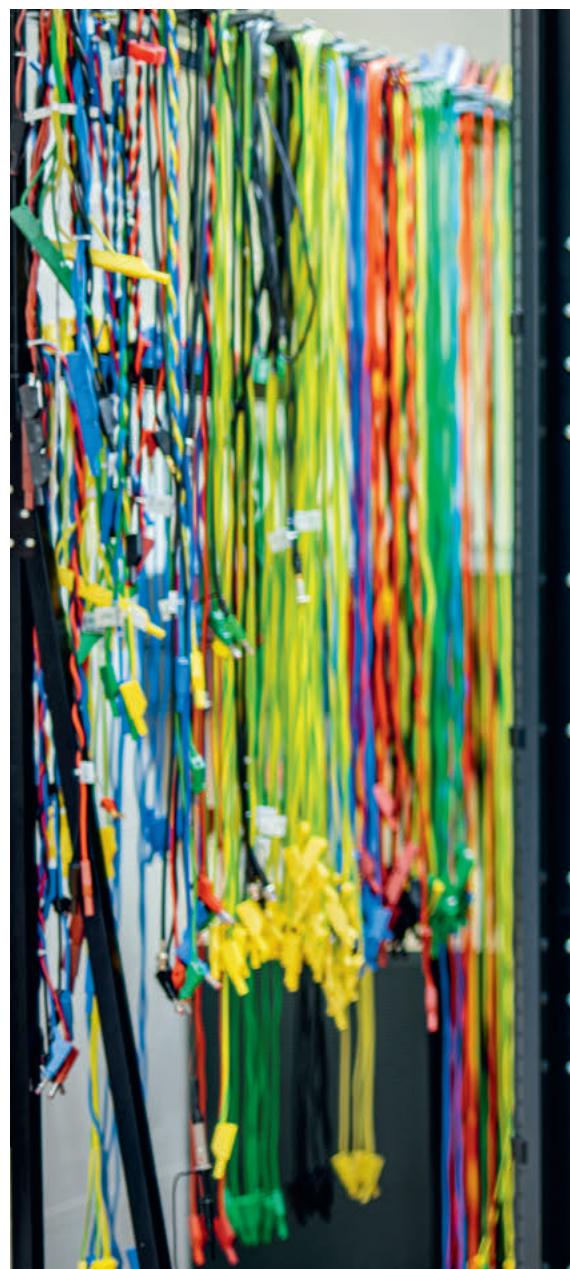
La transition énergétique est sur toutes les lèvres. Afin de garantir l'approvisionnement en électricité de la Suisse même après la sortie du nucléaire et le renoncement aux agents énergétiques fossiles, il faut miser, en plus de la force hydraulique, davantage sur le photovoltaïque et l'éolien pour la production d'électricité. Elle sera, d'une part, plus volatile dans le temps, d'autre part aussi plus répartie localement, ce qui pose des défis au réseau électrique.

## Informations sur les paramètres du réseau

Seules des informations fiables sur les paramètres du réseau électrique permettront de relever les défis posés par la production décentralisée d'électricité. L'entreprise Condis, dont le siège est à Rossens, est un fabricant novateur d'instruments de mesure non conventionnels utilisés dans le cadre de la construction de sous-stations électriques modernes. Ces instruments de mesure nommés *low power instrument transformers* (LPIT) doivent bien sûr également fournir des valeurs de mesure fiables, être étalonnés et pouvoir correctement estimer l'incertitude de mesure. C'est précisément dans ce domaine que METAS dispose d'un savoir technico-scientifique et d'une expérience pertinente. METAS dispose déjà d'un laboratoire qui permet d'étalonner ces LPIT grâce à des instruments de mesure volumineux et à des collaborateurs compétents.

## Vérification et étalonnage en réseau

L'objectif du projet « Mobile Instrument Transformer Calibration System », soutenu par Innosuisse, consiste à développer un système transportable permettant de vérifier et d'étalonner les instruments de mesure LPIT installés dans le réseau. Un tel instrument compact pourrait être utilisé dans les processus de fabrication, mais aussi pour le contrôle des composants, ce qui permettrait ainsi d'optimiser la qualité et les processus.



La conception du système de référence est réalisée en collaboration avec l'entreprise Condis, tandis que la partie logicielle (extraction et traitement des données) est prise en charge par METAS. Le savoir-faire nécessaire à l'utilisation de données numérisées a pu être développé ces dernières années à METAS. Le projet est en bonne voie, à mi-parcours, même s'il y a eu des retards en raison de la pandémie de coronavirus. Outre les prototypes matériels déjà existants, le logiciel d'analyse doit encore être complété par un module d'estimation des erreurs.





Cette collaboration permet de transférer les connaissances technico-scientifiques de METAS au partenaire industriel. Celui-ci disposera à son tour d'un produit unique qui pourra non seulement servir au développement économique de l'entreprise, mais aussi contribuer à la maîtrise de la transition énergétique.



Étalonnage d'instruments de mesure destinés à déterminer les paramètres du réseau.

# La métrologie pour le secteur économique : étalonnages et matériaux de référence

*Les prestations de METAS permettent à de nombreuses entreprises issues de divers secteurs économiques d'effectuer des mesures correctes et fiables. Ces entreprises peuvent donc proposer des produits qui satisfont aux exigences qualitatives. Il en va de même pour les matériaux de référence certifiés.*

METAS fournit de nombreuses prestations d'étalonnage, de mesure et d'essai au secteur économique et à l'administration. Ainsi, environ 4800 certificats d'étalonnage ont été établis en 2021. La clientèle provient en majorité de l'industrie des machines ainsi que de l'industrie électrique, métallurgique, et horlogère, de la médecine et des technologies de la communication.

Les prestations classiques d'un institut national de métrologie, comme les étalonnages, sont importantes pour l'économie et continueront à être proposées. Toutefois, les prestations dans d'autres domaines jouent aussi toujours plus un rôle. Ainsi, les matériaux de référence certifiés sont importants pour les analyses chimiques traçables. La traçabilité des résultats d'analyse au Système international d'unités (SI) doit être assurée par des méthodes de mesure de référence et par des matériaux de référence traçables.

## Sécurité alimentaire

Les matériaux de référence certifiés sont notamment utilisés pour les analyses de denrées alimentaires. Ces analyses sont effectuées dans l'intérêt de la sécurité alimentaire. Les denrées alimentaires contaminées par des bactéries, des virus ou des substances chimiques peuvent provoquer des maladies, allant de diarrhées jusqu'au cancer. Ces substances peuvent se retrouver dans les denrées alimentaires, ou s'y développer durant le processus de fabrication, la distribution et la vente. La teneur de ces substances dans les denrées alimentaires est réglementée par la loi et les denrées sont contrôlées en conséquence afin de protéger les consommateurs. 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.



En Suisse, l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) est responsable de la sécurité alimentaire. Il désigne notamment les laboratoires nationaux de référence. En raison des compétences de METAS, l'OSAV l'a désigné laboratoire de référence pour les contaminants de procédés dans les denrées alimentaires et laboratoire de référence pour les métaux et les composés azotés dans les denrées alimentaires.

## Matériaux de référence certifiés

Les matériaux de référence certifiés sont indispensables pour que les fabricants de denrées alimentaires puissent tracer leurs résultats de mesure à





des grandeurs de référence reconnues lors de leurs analyses et garantir ainsi l'exactitude et la fiabilité de leurs résultats de mesure. METAS soutient le besoin de méthodes de mesure de référence et de matériaux de référence traçables. Il proposera les impuretés chimiques dans les protéines de petit-lait comme premier matériau de référence certifié. Les protéines de petit-lait sont largement utilisées dans l'industrie alimentaire, notamment pour la fabrication d'aliments pour bébés. C'est également un composant important des produits de nutrition sportive.



Matériaux de référence pour la sécurité alimentaire: analyse de la protéine de petit-lait.

# Mesurer pour la santé: le nouveau laboratoire Analyse des acides nucléiques

*METAS a créé un laboratoire de biologie, afin de pouvoir élargir ses possibilités de mesure dans le domaine de l'analyse des acides nucléiques. Il a pu être mis en service en automne 2021.*

Les mesures contribuent à la protection de la santé dans les domaines les plus divers: de la détermination de la concentration de radon dans les caves, aux mesures du bruit, en passant par les mesures de la pollution atmosphérique. La Journée mondiale de la métrologie 2021 a été consacrée au thème « Mesurer pour la santé », afin d'attirer l'attention sur l'importance des mesures pour la santé.

## Mesures en médecine de laboratoire

Les mesures jouent également un rôle essentiel dans le cadre des traitements médicaux: des simples mesures de la température corporelle, ou de la pression artérielle, jusqu'aux analyses génétiques complexes, en passant par les analyses de sang en laboratoire. On a également recours aux résultats de mesures ou d'analyses pour environ 70 % de tous les traitements effectués dans les cabinets médicaux, que ce soit comme base d'une décision ou pour vérifier le succès d'un traitement. En Suisse, 132 millions d'analyses sont effectuées chaque année dans les laboratoires d'analyses médicales. La complexité des quelque 1200 analyses différentes menées en laboratoire dépend largement de l'analyte. Tandis qu'il est relativement aisé de mesurer et de comparer des paramètres chimiques tels que la concentration d'ions dans le sang, la standardisation des mesures d'exams génétiques ou de protéines est plus complexe et elle rend plus difficile la comparabilité des résultats de mesure.

## Traçabilité métrologique au service de la médecine

Les mesures traçables, effectuée de manière usuelle en physique et dans certains domaines de la chimie, prennent également de l'importance en médecine de laboratoire. METAS dispose de compétences et d'une solide expérience en matière de comparabilité, d'exactitude et de traçabilité des mesures. Conformément à son mandat légal et dans l'intérêt d'un système de santé suisse de qualité, METAS est également disponible en tant qu'interlocuteur pour les opérateurs engagés dans la médecine de laboratoire.



Dans le domaine de la médecine de laboratoire, METAS se spécialise dans la métrologie des acides nucléiques. Les analyses des acides nucléiques représentent environ 8 % (tendance à la hausse) de toutes les analyses effectuées, mais elles sont encore peu standardisées. METAS travaille à cet effet en étroite collaboration avec d'autres instituts nationaux de métrologie et avec les utilisateurs et fabricants de dispositifs médicaux de diagnostic in vitro. L'objectif de cette collaboration est de continuer à améliorer la qualité et la comparabilité des analyses de laboratoire et de réduire les coûts. METAS a mis en place un laboratoire de biologie, afin de créer les bases des mesures traçables sur le





plan métrologique dans le domaine de l'analyse des acides nucléiques et de pouvoir offrir des prestations à cet effet. Ce laboratoire a pu être mis en service en septembre 2021.

Par son activité dans le domaine de la métrologie des acides nucléiques, METAS n'est ni contrôleur, ni fournisseur de diagnostics. Il a l'intention d'avoir un impact à long terme sur les développements effectués dans ce domaine et il se positionne comme interlocuteur et prestataire fiable pour les questions relatives à la traçabilité métrologique des acides nucléiques.



Le nouveau laboratoire de biologie destiné à l'analyse des acides nucléiques.

# Réglementation en métrologie : législation en vigueur

*Les textes législatifs relatifs au domaine de la métrologie régissent les exigences afférentes à des nombreuses catégories d'instruments de mesure. L'évolution technologique des instruments de mesure et les changements de circonstances liés à leur utilisation nécessitent une adaptation permanente des bases légales.*

La participation à la préparation de textes législatifs relatifs au domaine de la métrologie fait partie des tâches légales de METAS. En 2021, deux modifications d'ordonnances spécifiques aux instruments de mesure ont été décidées et plusieurs modifications ont été préparées, l'un d'entre elles concernant les stations de recharge pour véhicules électriques. Les modifications relèvent de la compétence du Département fédéral de justice et police (DFJP), qui édicte ordonnances spécifiques aux instruments de mesure.

## **Nanoparticules et émissions sonores**

D'une part, l'ordonnance du DFJP sur les instruments mesureurs des gaz d'échappement des moteurs à combustion a été modifiée. Depuis le 15 avril 2021, ces instruments de mesure doivent être mis sur le marché après avoir été soumis à une approbation ordinaire et à une vérification initiale. Auparavant, une procédure d'évaluation de la conformité nationale était prévue. La modification de l'ordonnance garantit le contrôle de la conformité aux exigences suisses de tous les instruments mesureurs des nanoparticules des moteurs à combustion mis sur le marché en Suisse. Cela permet d'éviter que des instruments de mesure répondant aux exigences étrangères, mais ne satisfaisant pas aux dispositions suisses, soient mis sur le marché et soient ensuite recalés à la première vérification au bout d'un an.

D'autre part, l'ordonnance du DFJP sur les instruments de mesure des émissions sonores a été mise à jour par l'actualisation des renvois (normes et ordonnances).

## **Préparatifs pour la réglementation des stations de recharge électrique**

Les compteurs d'électricité des stations de recharge pour véhicules électriques ne sont actuellement pas soumis à la loi sur la métrologie, ni à l'ordonnance sur les instruments de mesure. Lors de la révision totale de l'ordonnance du DFJP sur les instruments de mesure de l'énergie et de la puissance électriques en 2015, ces compteurs d'électricité n'avaient délibérément pas encore été réglementés. Des questions techniques liées aux stations de recharge électrique étaient alors encore en suspens et la facturation en fonction de l'énergie consommée par les véhicules électriques était encore peu courante.







Lors de l'édiction de l'ordonnance, il était déjà prévu de lui soumettre tôt ou tard les compteurs d'électricité des stations de recharge électrique. En 2021, METAS a réalisé différents travaux, afin de préparer une future réglementation. La modification prévue de l'ordonnance du DFJP sur les instruments de mesure de l'énergie et de la puissance électriques doit également comprendre une disposition transitoire permettant de continuer dans la mesure du possible à utiliser les stations de recharge électrique installées jusqu'à présent. Une consultation des cercles intéressés est prévue pour 2022.



Stations de recharge électrique: les réglementations relatives aux exigences métrologiques sont en préparation.

# Mesurer par-delà les frontières : organisations internationales de métrologie

*METAS (et de ce fait la Suisse) est particulièrement bien représenté dans les organisations internationales de métrologie. L'engagement international des collaborateurs de METAS est important.*

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.

## Collaboration en Europe...

La collaboration entre les instituts nationaux de métrologie en Europe s'effectue principalement dans le cadre d'EURAMET, l'Association européenne des instituts nationaux de métrologie. Cette association traite de métrologie scientifique et industrielle. Elle a développé de manière déterminante le programme européen de recherche et développement en métrologie EMPIR et le nouveau programme *European Partnership on Metrology* (EPM) (cf. p. 10). METAS joue un rôle actif et essentiel au sein d'EURAMET. Le directeur suppléant de METAS est membre du Conseil de surveillance (*Board of Directors*) de cette association et un collaborateur de METAS est le président du Comité technique *Electricity and Magnetism*.

## ... et dans le monde

METAS est également bien représenté dans les associations internationales. Un des deux sous-directeurs de METAS est l'un des vice-présidents du Comité international de métrologie légale (CIML), l'organe de surveillance de l'Organisation internationale de métrologie légale (OIML).

Le directeur de METAS est membre du Comité international des poids et mesures (CIPM), l'organe de surveillance de l'organisation internationale de la Convention du Mètre.

Depuis juin 2019, le chef du laboratoire Optique est le président de la Commission Internationale de l'Éclairage (CIE), l'organisme international de normalisation et de standardisation dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.







Cet engagement de METAS, comme d'autres, au niveau international et dans des organisations spécialisées en métrologie témoignent notamment du fait que METAS et ses collaborateurs sont appréciés comme partenaires compétents et fiables sur le plan international.



La plupart des rencontres des comités techniques, ou séances n'ont pas pu se dérouler sur place. Elles se sont tenues en ligne.

# Le train de mesures sur le climat de METAS

*METAS veille à exploiter ses installations en préservant le plus possible ses ressources, afin de pouvoir contribuer à la protection de l'environnement et du climat. Il participe également au système de gestion des ressources et de management environnemental de la Confédération.*

Une partie du mandat de METAS consiste à veiller à ce que les mesures nécessaires à la protection de l'environnement soient toujours correctes et conformes aux dispositions légales. C'est également ce que prévoient les objectifs stratégiques assignés à METAS par le Conseil fédéral.

## **Bases de mesure pour la qualité de l'air**

METAS fournit des bases de mesure fiables dans différents domaines pertinents pour les questions relatives à la protection de l'environnement. Ainsi, concernant par exemple les mesures destinées à contrôler et à garantir la pureté de l'air, il faut pouvoir mesurer de manière fiable et exacte sur de longues périodes les polluants gazeux atmosphériques ou les gaz significatifs pour le climat. METAS garantit la traçabilité des résultats de mesure obtenus dans le domaine de l'analyse des gaz à des valeurs de référence harmonisées au niveau international et il contribue à l'établissement d'échelles de mesure reconnues au niveau international.

## **Protection du climat**

METAS ne peut toutefois pas se contenter de fournir des bases métrologiques et des méthodes de mesure nécessaires pour que les mesures pour la protection de l'environnement et du climat puissent être effectuées de manière fiable et exacte. Il doit (et le souhaite) aussi veiller à pouvoir exploiter ses installations en préservant le plus possible les ressources et le climat.

Le fonctionnement des installations de climatisation représente un défi majeur. Pour les laboratoires de METAS, il est indispensable que la climatisation fonctionne bien et soit surveillée. Une température de référence définie doit être maintenue aux places de mesure. Dans la plupart des domaines de la métrologie, cette température est de 20° C. Une climatisation performante s'avère donc nécessaire mais son fonctionnement consomme beaucoup d'énergie. Il s'agit pour METAS de réduire cette consommation d'énergie par des mesures d'optimisation tout en fournissant ses prestations.



Afin de tenir compte de manière systématique et cohérente des préoccupations en matière de protection de l'environnement et du climat, METAS a élaboré un système de management environnemental et l'a intégré dans son système de gestion. METAS, en tant qu'unité décentralisée de la Confédération, participe volontairement au système de gestion des ressources et de management environnemental de l'administration fédérale (RUMBA). RUMBA est axée d'une part sur les bâtiments (consommation d'électricité, d'énergie thermique et d'eau, production de déchets) et, d'autre part, sur la consommation de papier et les voyages de service.





Si la collaboration internationale en métrologie s'avère importante, il faut toutefois veiller à ce que les déplacements soient moins fréquents. METAS s'engage activement pour que les réunions de groupes de travail internationaux n'aient pas toujours lieu sur place. L'objectif est que les réunions se déroulent à l'avenir alternativement en présentiel et en ligne par vidéoconférence.

METAS s'est engagé à réduire ses émissions de gaz à effet de serre de 32 % d'ici à 2030. Cette réduction se réfère à l'état des émissions en 2019. Depuis 2019, les émissions de gaz à effet de serre sont compensées par des certificats de réduction des émissions. Cette compensation permet à METAS d'être une entreprise climatiquement neutre.



Les laboratoires de METAS sont tributaires d'une climatisation performante.



# Dans le sens des mesures : l'organisation de METAS

*METAS est organisé en trois divisions qui exécutent des tâches métrologiques. Elles sont soutenues par des domaines transversaux afin de pouvoir effectuer leurs activités de manière correcte et efficiente.*

La plupart des collaborateurs de METAS travaillent dans des laboratoires. Ils fournissent des prestations métrologiques, procèdent à des vérifications, effectuent des analyses, entretiennent des installations de mesure, et ils étudient et développent de nouvelles possibilités de mesure.

## Trois divisions

Les collaborateurs chargés d'accomplir les tâches métrologiques sont répartis dans trois divisions : Physique, Chimie et Métrologie légale. Ces divisions effectuent les activités métrologiques principales. Afin qu'elles puissent le faire de manière correcte et efficiente, elles sont soutenues par des domaines transversaux.

## Domaines transversaux

Un soutien est nécessaire dans de nombreux domaines : des différents domaines techniques au service à la clientèle et communication, en passant par la recherche et le développement, les opérations et la logistique ainsi que les activités administratives.

## METAS en tant que site de formation

METAS s'engage fortement pour la formation professionnelle et pour l'entrée dans la vie active, ce qui s'exprime par le pourcentage relativement élevé de personnes en formation par rapport à l'effectif total (6,1 %). L'Institut propose six formations professionnelles dans les domaines technico-scientifiques (laborantin/e en chimie, électronicien/ne, informaticien/ne, opérateur/trice en informatique, laborantin/ne en physique, médiamatricien/ne). Un stage de maturité professionnelle d'une année est également proposé aux employés de commerce. En 2021, METAS a employé pendant plusieurs mois diverses personnes ayant terminé leur apprentissage et toutes les personnes qui étaient en dernière année de formation ont obtenu leur diplôme. De plus, METAS propose de nombreux stages destinés aux diplômés de hautes écoles.

## Organigramme au

### Conseil de l'Institut

Matthias Kaiserswerth

### Direction

Philippe Richard\*

### Recherche et développement

#### Conduite et affaires de la direction

- Affaires de la direction
- Finances et controlling
- Service à la clientèle et communication
- Personnel et développement de l'organisation
- Secrétariat central

#### Technologie et opérations

- Transformation numérique
- Informatique
- Infrastructure et logistique
- Technologie

\* Membre de la direction

Les places de mesure et les laboratoires métrologiques sont tributaires de conditions de fonctionnement précisément réglementées et surveillées en permanence. Il s'agit notamment de maintenir la température et l'humidité de l'air aussi constantes que possible et de les mesurer constamment. Les installations de mesure doivent également être bien protégées des vibrations et des autres perturbations. Le bon fonctionnement des bâtiments revêt une importance décisive pour le travail dans les laboratoires de METAS (voir p. 22).

1<sup>er</sup> avril 2022

## Institut fédéral de métrologie METAS

### Physique

Gregor Dudle\*

- Électricité
- Longueur, optique et temps
- Grandeurs mécaniques et rayonnements ionisants

### Chimie

Hanspeter Andres\*

- Métrologie chimique et biologique
- Essais chimiques et conseils

### Métrologie légale

Bobjoseph Mathew\*

- Surveillance et contrôle ultérieur
- Vérifications et essais
- Droit
- Réseaux de mesure
- Organisme d'évaluation de la conformité METAS-Cert

Gros plan sur les activités principales : l'organisation de METAS.

Un soutien est également essentiel dans les domaines techniques. D'une part, un tel soutien est apporté par le domaine Technologie à plusieurs niveaux: de la construction à la programmation de processus et d'évaluations métrologiques pour certaines places de mesure, en passant par la fabrication mécanique et l'électronique. D'autre part, les domaines Informatique et Transformation numérique veillent à ce que l'infrastructure numérique et l'équipement nécessaire soient disponibles.

Afin que les mandats des clients puissent être traités de manière efficace et que les projets de développement puissent être menés à bien, un soutien administratif est également requis à différents niveaux: de la réception de livraisons et l'envoi d'instruments de mesure étalonnés au service à la clientèle et communication, en passant par les achats, les finances, le secrétariat et la direction.

# Finances

*METAS boucle son exercice 2021 avec un bénéfice de 1,1 millions de francs. Les charges se sont élevées à 51,6 millions de francs et les revenus (y compris les indemnités) ont atteint 52,8 millions de francs.*

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

## Bilan

(en milliers de CHF)	31.12.2021	31.12.2020
<b>Actifs</b>		
Liquidités	27 928	26 941
Créances résultant de prestations	3 243	2 466
Créances résultant de projets de recherche	2 187	2 889
Autres créances	65	172
Comptes de régularisation d'actifs	1 289	1 056
<b>Actif circulant</b>	<b>34 712</b>	<b>33 524</b>
Immobilisations corporelles	20 324	19 778
Immobilisations incorporelles	3 425	2 131
<b>Actif immobilisé</b>	<b>23 749</b>	<b>21 909</b>
<b>Total de l'actif</b>	<b>58 461</b>	<b>55 433</b>
<b>Passifs</b>		
Engagements résultant de livraisons et de prestations	654	524
Engagements résultant de projets de recherche	2 765	3 825
Autres engagements	633	1 123
Comptes de régularisation de passifs	2 255	296
Provisions à court terme	1 294	1 227
<b>Capitaux de tiers à court terme</b>	<b>7 601</b>	<b>6 995</b>
Provisions pour engagements de prévoyance	24 913	42 839
Provisions pour primes de fidélité	1 718	1 603
<b>Capitaux de tiers à long terme</b>	<b>26 631</b>	<b>44 442</b>
Perte résultant du bilan	-8 825	-11 313
Pertes / bénéfices actuariel(le)s cumulé(e)s	28 561	9 408
Réserves pour actif immobilisé	3 413	3 413
Bénéfice	1 080	2 488
<b>Capitaux propres</b>	<b>24 229</b>	<b>3 996</b>
<b>Total du passif</b>	<b>58 461</b>	<b>55 433</b>



**Compte de résultat**

(en milliers de CHF)	2021 1.1.2021–31.12.2021	2020 1.1.2020–31.12.2020
<b>Produits nets</b>	<b>52 785</b>	<b>52 608</b>
<b>Bénéfices provenant de la vente de l'actif immobilisé</b>	<b>8</b>	<b>0</b>
<b>Charges de biens et services et de prestations de tiers</b>	<b>–269</b>	<b>–331</b>
Charges de personnel	–36 188	–34 853
Loyers et charges annexes	–6 776	–6 821
Charges informatiques	–1 549	–1 482
Autres charges d'exploitations	–3 007	–2 891
Amortissements	–3 706	–3 641
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>–51 226</b>	<b>–49 688</b>
Revenus financiers	6	57
Charges financières	125	–12
<b>Résultat financier</b>	<b>–119</b>	<b>–45</b>
Charges d'impôts différés	–99	–146
<b>Bénéfice</b>	<b>1 080</b>	<b>2 488</b>

Durant l'année sous revue, METAS a pu autofinancer ses activités à hauteur de 54,9 % (56,7 % l'année précédente). 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 annuels détaillés, conformes aux normes IPSAS, peuvent être consultés sur le site Internet de METAS ou commandés auprès de METAS.

# Informer sur la métrologie : 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 de METAS.*

En 2021, les collaborateurs 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 des hautes écoles. Durant l'année sous revue, la plupart des présentations, exposés et séances ont eu lieu en ligne.

Un aperçu des principales publications rédigées par des collaborateurs de METAS et des exposés qu'ils ont tenus se trouve à la fin de ce chapitre. En outre, plusieurs exposés ont été donnés lors de manifestations organisées par METAS.

## Revue spécialisée METInfo

En 2021, deux numéros de la revue spécialisée en métrologie METInfo sont parus. METAS en est l'éditeur et les articles sont en règle générale rédigés par des collaborateurs de METAS. Plusieurs articles de METInfo ont été repris par des revues spécialisées dans divers domaines.

## Aperçu des laboratoires

Il était prévu que METAS participe au programme « Filles et métiers de la technique » durant la journée nationale « Futur en tous genres ». Dans le cadre de ce programme, METAS propose à un groupe de jeunes filles un aperçu de ses tâches et de ses activités au sein de ses laboratoires. Cette journée, qui aurait dû avoir lieu au début du mois de novembre, a été annulée comme l'année précédente en raison de la pandémie de coronavirus.

Durant l'année sous revue, les visites de groupe n'ont guère pu être organisées. Ces visites permettent aux visiteurs de voir et d'approcher les tâches et les activités de METAS. Dès que la situation le permettra, METAS organisera de nouveau des visites et des manifestations.

## Publications et exposés

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

## Publications

- 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<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> 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 NO<sub>2</sub> Measurement by Quantum Cascade Laser Absorption Spectroscopy*. *Applied Science* 11 (2021), no. 1222, 2076-3417.
- Ogrinc, N. (...), **Mallia, S.**, **Umbricht, 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.

#### Contributions à des conférences et des exposés

**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.

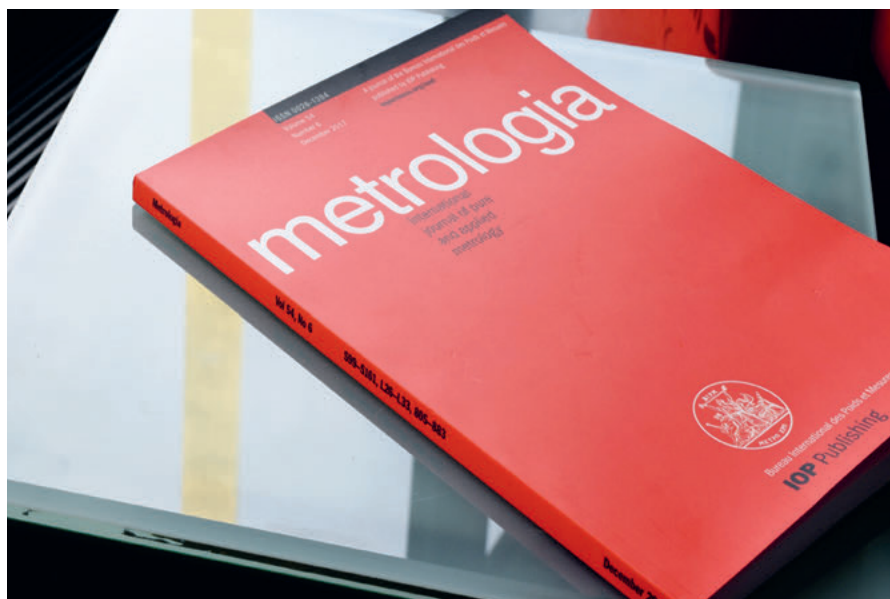
**Frigo, G.:** Design of a High-Accuracy and Traceable Reference Instrument for Flickermeter Certification. IEEE I2MTC 2021 (online), 18.5.2021.

**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<sup>-3</sup> (CPC calibration).* CCQM (online), 3.11.2021.



