

UNE CHEMINÉE QUI RÉCHAUFFE ET NETTOIE

Les chaudières à bois transforment environ trois quarts de leur énergie de combustion en chaleur de chauffage et en eau chaude, le reste s'échappe par la cheminée. Une équipe de recherche suisse s'est fixé pour objectif d'utiliser cette énergie résiduelle. Un insert de cheminée multifonctionnel a été construit à cette fin. La solution technique utilise efficacement l'énergie résiduelle. De plus, une grande partie des particules contenues dans les produits de combustion de la chaudière à bois est éliminée. D'autres obstacles restent à franchir avant de parvenir à la commercialisation.



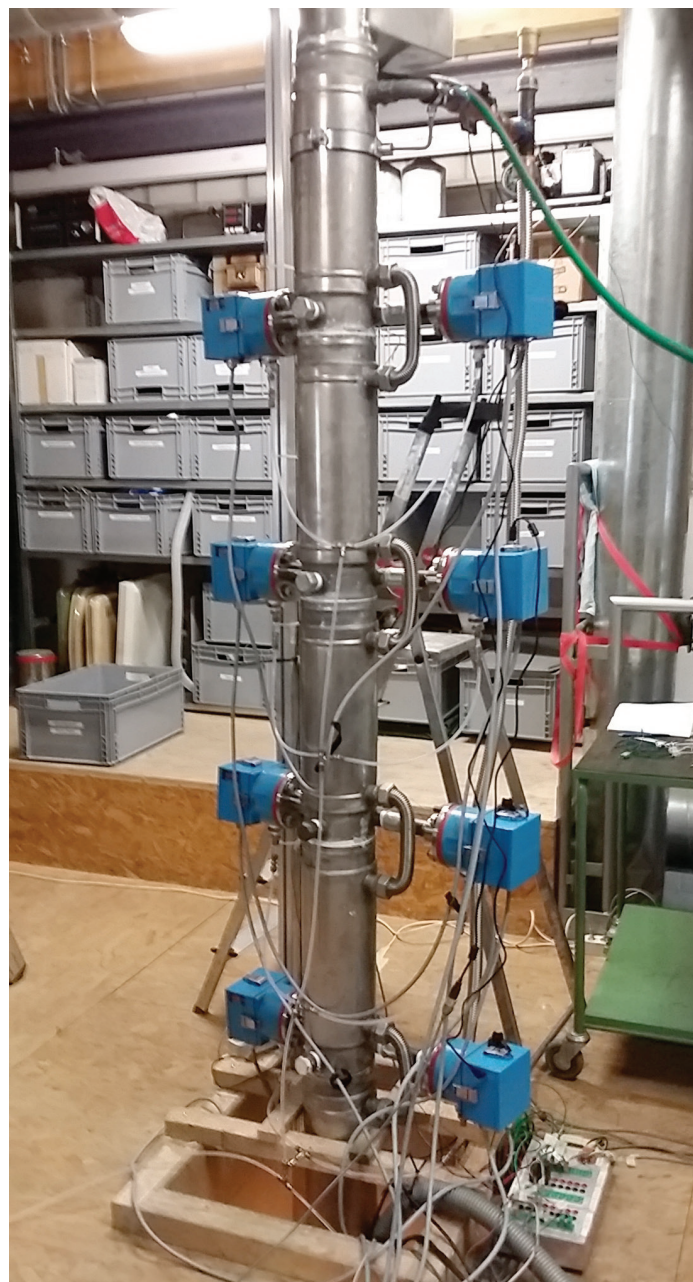
Développe un insert de cheminée innovant qui assure l'utilisation optimale de l'énergie des chaudières à bois et à pellets tout en nettoyant les produits de combustion : ingénieur mécanicien Dr. Basso Salerno. Photo : B. Vogel

Les installations de chauffage au bois sont très appréciées en Suisse. Des buches et des pellets brûlent dans plus d'un demi-million de cheminées et de poêles à bois. A cela s'ajoutent environ 50 000 chauffages centraux au bois pour des maisons individuelles ou des immeubles. Une partie de ces chauffages servent essentiellement au confort et l'autre partie à la production de chaleur de chauffage et d'eau chaude. Aujourd'hui, l'objectif de nombreux utilisateurs est d'utiliser le plus efficacement possible le bois en tant que source d'énergie renouvelable. Quiconque souhaite protéger l'Homme et l'environnement veille également à maintenir les émissions de particules de combustion à un niveau aussi bas que possible. Cela n'est pas aussi évident qu'il n'y paraît. Contrairement aux grandes installations de chauffage au bois, les plus petites ne sont pas souvent équipées de filtres à particules. Et concernant l'émission de particules, il n'existe actuellement pas de valeur maximale dans les prescriptions suisses relatives à la protection de l'air jusqu'à une puissance de 70 kW.

Un insert de cheminée multifonctionnel

Une installation de chauffage au bois pour maisons individuelles et immeubles qui utilise de manière optimale l'énergie du bois tout en rejetant le moins de particules possible (poussière, poussière fine) dans l'environnement serait donc souhaitable. C'est précisément ce que souhaite réaliser une équipe de chercheurs de la société Salerno Engeler GmbH (Langenbruck/BL), spécialisée dans la combustion du bois et les installations solaires. Les sociétés Hexmodul AG (Zurich), Oekosolve AG (Plons), le Centre écologique de Langenbruck et la Haute Ecole Spécialisée du Nord-Ouest (Windisch) participent également à ce projet. Les chercheurs n'ont pas construit une nouvelle installation de chauffage au bois mais un insert qui est installé dans la cheminée (conduit de fumées) derrière le chauffage au bois et le remplit. En principe, l'insert de cheminée nommé NOSMOG est un appareil composé de deux échangeurs thermiques et d'un filtre à particules. En plus de sa fonction de cheminée, NOSMOG remplit trois autres fonctions : premièrement, il utilise la chaleur des produits de combustion pour la production d'eau chaude. Deuxièmement, le filtre électrique du NOSMOG élimine les particules contenues dans les produits de combustion. Troisièmement, NOSMOG dispose d'un mode d'exploitation qui lui permet d'utiliser la chaleur de l'air ambiant extrait pour préchauffer l'air extérieur froid destiné au dispositif de ventilation et d'assurer la récupération de la chaleur de l'air consommé.

Le Dr. Basso Salerno, ingénieur mécanicien formé à l'Univer-



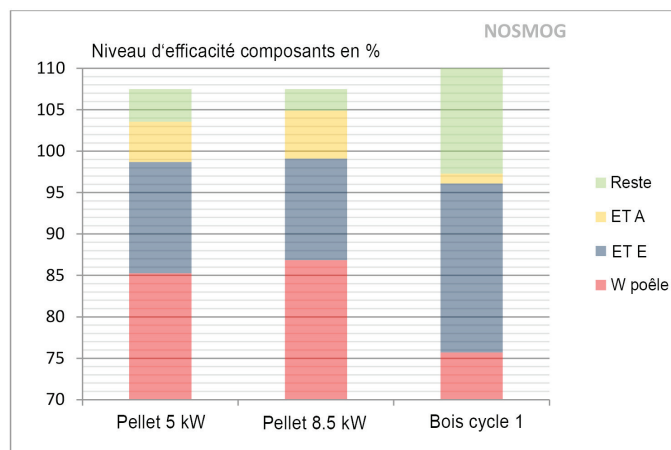
Le prototype NOSMOG pour les chaudières à bois d'une puissance maximale de 70 kW construit dans le cadre du dernier projet NOSMOG au laboratoire de recherche de Centre écologique de Langenbruck. Avec les instruments de mesure (en bleu), la Haute École Spécialisée du Nord-Ouest a réalisé lesdites mesures d'extinction pour mieux comprendre le processus d'épuration des produits de combustion. Photo : B. Salerno

sité de Pise et directeur du projet de recherche, résume les avantages du système NOSMOG ainsi : « l'utilisation de la chaleur des produits de combustion nous permet d'augmenter l'efficacité du chauffage au bois de 75 - 80% à environ

100 % (sur la base de la valeur de chauffage inférieure du combustible). Le deuxième grand avantage de notre insert : le processus appliqué refroidit fortement les produits de combustion de telle sorte que l'humidité qu'ils contiennent condense et devient de fines gouttes d'eau. Cette eau de condensation nettoie les particules de poussières fixées sur les parois du filtre électrique. Notre méthode élimine ainsi très efficacement les particules contenues dans les produits de combustion. Ce principe, qui n'est pas encore disponible sur le marché, permet d'exploiter des installations de chauffage au bois de petite et moyenne taille avec un impact environnemental minimal », affirme Salerno. NOSMOG lui-même ne comprend aucun brûleur. Il est conçu pour des poêles et des chaudières à bois ou à pellets présentant des puissances jusqu'à 70 kW. Comme les installations de chauffage au bois ne sont utilisées que pendant la période de chauffage, les utilisateurs doivent prévoir une autre possibilité pour le réchauffement de l'eau en été (par ex. un chauffe-eau à pompe à chaleur, des collecteurs solaires, un chauffe-eau électrique).

Un projet en trois phases

L'histoire du développement de NOSMOG remonte à sept ans. Au départ en 2010, l'idée de l'architecte zurichois Peter Häusler (Hexmodul AG) était de rendre la chaleur des pro-



Le graphique montre le niveau d'efficacité théoriquement possible pour deux chaudières à pellets et une à bûches (sur la base de la valeur de chauffage inférieure du combustible). Le niveau d'efficacité se compose du niveau d'efficacité de la combustion (rouge), du niveau d'efficacité de l'échangeur thermique fumée-eau (bleu) et de l'échangeur thermique fumée-air (jaune). Les niveaux d'efficacité marqués en bleu et en jaune ont été atteints grâce au module NOSMOG. La partie en vert indique le niveau d'efficacité théoriquement possible qui ne peut pas être exploité, même avec le module NOSMOG. Le niveau d'efficacité théoriquement possible est un peu plus élevé dans les chaudières à bûches car le bois contient plus d'humidité que les pellets. Photo : Rapport final NOSMOG II

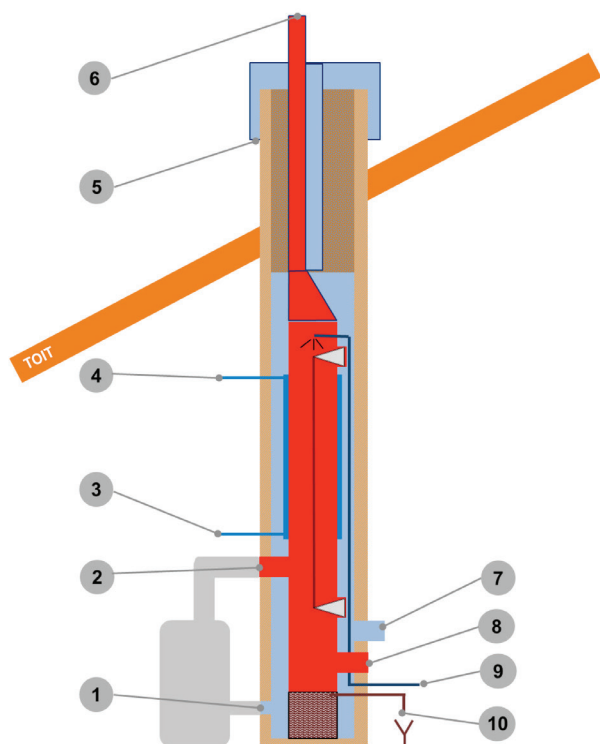
LES DEUX MODES D'EXPLOITATION DU MODULE NOSMOG

L'insert de cheminée NOSMOG a deux fonctions principales : d'une part, l'exploitation active de la chaudière à pellets ou à bois génère de l'eau chaude. D'autre part, il permet la ventilation des locaux avec récupération de la chaleur lorsque la chaudière n'est pas en service. NOSMOG ne peut pas remplir les fonctions de production d'eau chaude et de ventilation en même temps mais seulement l'une après l'autre.

Exploitation avec chaudière : les produits de combustion de la chaudière circulent dans le conduit d'échappement à une température située entre 120 et 400 °C. La poussière y est séparée dans le filtre électrique. La chaleur contenue dans les produits de combustion est ensuite utilisée dans l'échangeur thermique fumée-eau pour la production d'eau chaude. La fumée qui a alors une température d'environ 60 °C est utilisée encore une fois plus haut dans le module NOSMOG par un échangeur thermique fumée/air et sa température passe à 30 °C. Dans ce mode d'exploitation, l'échangeur thermique fumée-air a pour fonction de préchauffer l'air froid avant qu'il arrive dans la chaudière afin d'augmenter l'efficacité du processus de combustion.

Exploitation en tant que ventilation : avec ce mode d'exploitation, la chaudière est inactive et ne génère pas d'eau chaude. L'air vicié et chaud du logement est alimenté dans l'échangeur thermique gaz d'échappement-air. La chaleur de l'air vicié y est utilisée pour préchauffer l'air qui vient de l'extérieur avant son arrivée dans le logement. Avec ce mode d'exploitation, le système NOSMOG (concrètement : l'échangeur thermique fumée-air) fait office d'installation de récupération de chaleur pour la ventilation. BV

- 1 Air de combustion
- 2 Raccord poêle ou chaudière
- 3 Arrivée eau de chauffage
- 4 Retour eau de chauffage
- 5 Air frais de l'environnement
- 6 Sortie produits de combustion
- 7 Arrivée d'air pour espace d'habitation
- 8 Air vicié de l'espace d'habitation
- 9 Eau de réseau pour la buse de rinçage
- 10 Eau usée pour le trop-plein de condensat
- 11 Raccord électrique 230 V/50 H (30 Watt max.) (non illustré)



Vue en coupe du système NOSMOG. La pièce centrale de l'installation se situe au centre de l'image : la combinaison de filtres électroniques (représentés par deux triangles raccordés par câble) et d'échangeurs thermiques (représentés par des lignes parallèles bleu foncé). Le filtre électrique nettoie les fumées de la chaudière (en bas à gauche en gris). Ces dernières sont ensuite utilisées avec l'air extrait du logement (en bas à droite, 8) pour la production d'eau chaude. Illustration : Rapport final NOSMOG II

duits de combustion des chauffages au bois utilisables par le biais d'un échangeur thermique pour la ventilation et d'utiliser le séparateur de particules électrique avec condensation des produits de combustion pour les petites installations de chauffage également. Un projet subventionné par l'Office fédéral de l'environnement réalisé de 2010 à 2012 a montré qu'un tel système est plus facile à mettre en œuvre en recourant à un filtre électrique qui nettoie les produits de combustion avant leur utilisation dans l'échangeur thermique. Dans un projet de suivi réalisé de 2012 à 2014, un modèle fonctionnel NOSMOG a été construit pour des chaudières à

bois d'une puissance maximale de 10 kW avec la collaboration de la société OekoSolve spécialisée dans les filtres électriques. Les mesures effectuées dans le laboratoire de recherche du Centre écologique de Langenbruck (BL) ont alors montré : NOSMOG réduit la quantité de particules contenues dans les produits de combustion de 50 à 200 mg/m³ (l'unité se base toujours sur un mètre cube normal pour 13 % en volume d'oxygène) à moins de 1 mg/m³ - une excellente valeur si l'on considère que les filtres électriques courants sur le marché pour des installations de 70 kW atteignent rarement des valeurs inférieures à 15 mg/m³. Même le potentiel pour les aérosols organiques secondaires (AOS) a pu être réduit d'un facteur 10, c'est-à-dire à une valeur inférieure à 4 mg/m³. Dans une troisième étape du projet (de 2014 à 2016) subventionnée par l'OFEN, les scientifiques ont pu démontrer qu'un très bon effet de séparation (émissions de poussière < 5 mg/m³) n'est pas réalisable uniquement sur les petites installations jusqu'à 10 kW mais également sur les installations de taille moyenne (10 - 70 kW) si la forme et la tension du filtre électrique sont ajustées en circonstance. Deux prototypes pour des puissances jusqu'à 70 kW ont donc été construits à Langenbruck. En parallèle, la société OekoSolve AG (Plons/SG) construit une troisième installation avec un potentiel de puissance pouvant atteindre 25 kW. Cette dernière est en service continu depuis le printemps 2016 et doit démontrer la fiabilité du module NOSMOG au quotidien.

Malgré ces résultats intermédiaires réjouissants : NOSMOG n'est pas encore prêt pour la commercialisation. La principale raison : selon les conditions d'homologation actuelles pour les conduits de fumées (cheminées), un composant de chauffage comme NOSMOG doit pouvoir résister à des températures pouvant atteindre 1000 °C. L'échangeur thermique en aluminium (température de fusion : 660 °C) n'est pas encore équipé pour cela dans le présent schéma de construction. L'application d'acier au chrome pourrait aider. Selon l'estimation de Basso Salerno, la procédure d'homologation durera plusieurs années.

Plus de chances pour les sous-ensembles

Afin d'accélérer l'homologation de NOSMOG, l'équipe de chercheurs de Salerno a décidé de construire le module innovant dans deux versions à fonctionnalité réduite : dans les deux cas, un filtre électrique nettoie les produits de combustion mais l'un ne comporte pas de système de chauffage/récupération de la chaleur pour l'aération («NOSMOG Water») et l'autre ne comporte pas de système de chauffage de l'eau («NOSMOG Air»). Ces modèles augmentent le niveau d'effi-

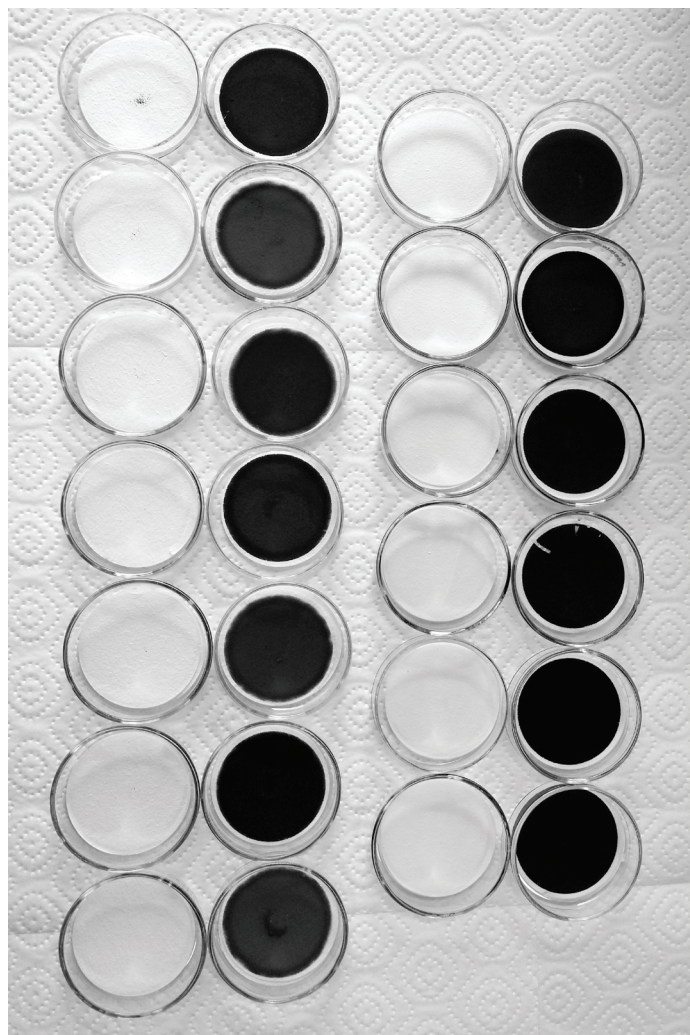
capacité de seulement 15% ou de 5% par rapport à l'insert complet qui l'augmente de 25 %. Toutefois, selon l'estimation des chercheurs, NOSMOG Water et NOSMOG Air peuvent être commercialisés dans la mesure où ces appareils sont construits différemment et rencontrent moins d'obstacles sur la voie de l'homologation.

Les deux versions de l'insert de cheminée devraient être mises en service dans des maisons individuelles équipées de chaudières à bois pouvant atteindre une puissance jusqu'à 20 kW et des immeubles d'habitation, des menuiseries et d'autres dispositifs de combustion de résidus de bois avec des puissances situées entre 40 et 70 kW. Mais malgré les avantages écologiques évidents, obtenir l'approbation des clients pour les deux modèles NOSMOG sera un défi de taille. En effet, tant qu'aucune valeur maximale pour la poussière fine n'est fixée pour les chaudières à bois d'une puissance inférieure à 70 kW, le module NOSMOG doit s'imposer sur le marché face à des installations qui ne comportent pas de système pour la réduction des émissions polluantes ou bien des systèmes moins efficaces. Toutefois, la révision en cours de l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) prévoit l'introduction de valeurs limites pour les petites et moyennes installations jusqu'à 70 kW. « Cela améliore fondamentalement les chances de commercialisation des chauffages peu polluants », affirme le Dr. Beat Müller de l'Office fédéral de l'environnement. Selon les prévisions, la nouvelle OPair entrera en vigueur en 2018.

Une chose est sûre : les promoteurs de NOSMOG croient en leur idée. Pour la construction d'autres installations pilotes NOSMOG, les chercheurs recherchent actuellement des objets équipés d'une installation à bois, pellets ou copeaux de bois pour laquelle un assainissement de cheminée est prévu.

➤ Dr. Sandra Hermle (sandra.hermle[at]bfe.admin.ch), directrice du programme de recherche de l'OFEN sur la bioénergie, communique des **informations** concernant ce projet.

➤ Vous trouverez d'autres **articles spécialisés** concernant les projets phares et de recherche, les projets pilotes et les démonstrations dans le domaine de la bioénergie sur : www.bfe.admin.ch/CT/biomasse.



Une série de filtres à poussière utilisés pour l'analyse de l'efficacité de nettoyage du système NOSMOG : la deuxième et la quatrième rangée montrent l'encrassement des produits de combustion avant le filtre électrique. Une fois passés dans le filtre électrique, les produits de combustion sont pratiquement exempts de poussière (première et troisième rangée). Photo : Rapport final NOSMOG II