

Les pompes à chaleur: un élément important de l'avenir énergétique

Pour pouvoir atteindre les objectifs de la politique climatique, il faut tenir compte des pompes à chaleur qui doivent jouer un rôle important dans le système énergétique du futur. Durant la 23^e Congrès du programme de recherche sur les pompes à chaleur et le froid, des conférenciers renommés ont présenté d'intéressantes nouveautés issues de la recherche actuellement menée sur les pompes à chaleur. Ce congrès constitue un rendez-vous incontournable pour la branche et a prouvé, cette année encore, son indéniable attractivité. ANDREAS WIDMER



De nombreux professionnels provenant de toute la Suisse ont fait le déplacement de Berthoud pour s'informer des dernières nouveautés dans le domaine de la technologie des pompes à chaleur.

C'est à la mi-juin que de nombreux professionnels de la technique du bâtiment se sont retrouvés à Berthoud pour s'informer des toute dernières nouveautés dans le domaine de la technologie des pompes à chaleur.

Les exposés présentés par douze conférenciers compétents ont été particulièrement intéressants du point de vue des informations fournies et ont de ce fait tenu en haleine les nombreux participants qui y assistaient. En effet, la technologie des pompes à chaleur n'est encore de loin pas au bout de ses possibilités et les recherches menées dans ce domaine font régulièrement découvrir d'intéressantes nouveautés.

Carina Alles, cheffe du domaine de recherche Pompes à chaleur et technique du froid de l'Office fédéral de l'environnement OFEN et Stephan Renz, chef du programme de recherche Pompes à chaleur et froid de l'OFEN, ont animé le congrès dont ils ont assuré un déroulement impeccable et rythmé.

LE RÔLE DES POMPES À CHALEUR DANS LA TRANSFORMATION

C'est Hans-Martin Henning, directeur de l'Institut allemand Fraunhofer pour l'énergie solaire de Freiburg qui a ouvert la série de conférences en présentant un exposé sur le thème «Le rôle des pompes à chaleur dans la transformation du système énergétique national». La thèse ainsi présentée vise à mettre en œuvre un système énergétique dont les émissions de gaz nocifs pour l'environnement – soit les gaz induisant une modification du climat mondial – puissent être réduites de façon drastique.

Il a en effet été constaté, avec le temps, que la majeure partie de ces émissions sont constituées de CO₂ et qu'elles sont essentiellement générées par la combustion d'énergies fossiles dans ses diverses formes et applications. L'étude intitulée «Que coûte la transition

Il faut augmenter de façon significative le nombre de pompes à chaleur.

énergétique?», publiée en novembre 2015 par l'Institut Fraunhofer, a démontré que la composition des technologies de chauffage, en 2050, dépendra massivement des objectifs en matière de réduction des émissions de CO₂ qui auront été fixés d'ici là.

Les conséquences du graphique de Henning

Un schéma présenté par Henning montre que les premières à disparaître seront les chaudières à mazout et les chaudières à gaz.

Il en va de même pour le nombre de chaudières à biomasse qui diminuera significativement à partir de 2040, après avoir connu une faible augmentation dans les années 2020, ceci en raison de leur potentiel limité qui fait que la biomasse sera de préférence utilisée dans d'autres domaines. Le nombre de raccordements à des réseaux de chauffage à distance n'augmentera que peu et ne constituera qu'à peine le 20% de tous les raccordements énergétiques à l'issue de la période considérée.

Les conséquences pour les pompes à chaleur

Au vu de ce qui précède, les pompes à chaleur devraient dès lors constituer la technique de chauffage dominante. Dans ce domaine, à partir de 2030, le nombre d'installations utilisant l'air extérieur comme source de chaleur diminuera légèrement en faveur des pompes à chaleur géothermiques et des pompes à chaleur à gaz.

Résumé

En résumé, Hans-Martin Henning est convaincu qu'il faut impérativement passer du système énergétique actuel à un système orienté vers la protection du climat. Pour pouvoir assurer une production de chaleur la plus efficace et écologique possible, il faut augmenter de façon significative le nombre de pompes à chaleur et, parmi celles-ci, c'est notamment la part de pompes à chaleur électriques qui doit augmenter proportionnellement à la réduction d'émissions de CO₂ telle que visée par les objectifs en matière de préservation climatique.

Respirez un air meilleur grâce à l'évacuation



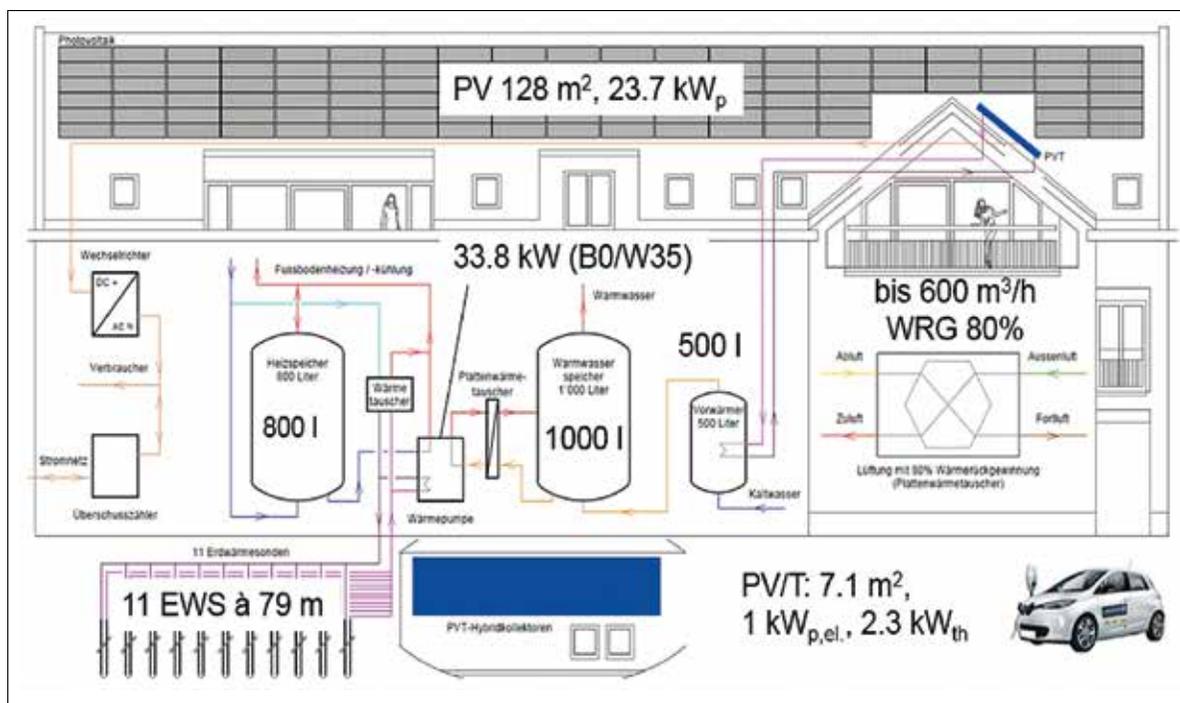
ANTARES®
AERATION

Info
Ohnsorg et fils SA
chaussée de Treycovagnes 17
1400 Yverdon-les-Bains

Tél. 024 446 10 20
Fax 024 446 10 22

www.ohnsorg.biz
info@ohnsorg.biz

Produit de qualité suisse



L'illustration 1 montre le concept de bâtiment avec les composants principaux d'une installation de pompe à chaleur de 23,7 kW_p pour équilibrage énergétique et une pompe à chaleur géothermique de 33,8 kW (BO/W35). Un champ de sondes géothermiques constitué de onze sondes à double U arrivant à une profondeur de 79 m constitue la source thermique faisant fonctionner la pompe à chaleur. En été, le système passe en mode «Free-Cooling» et est refroidi par le champ de sondes géothermiques, ce qui le régénère. Un réservoir tampon de 800 litres est branché en parallèle au circuit de chauffage. Le dispositif est complété par un petit champ collecteur hybride de 7,1 m², dont la composante thermique est assurée par le préchauffage de l'eau chaude qui a lieu dans un réservoir de 500 litres. Le réchauffement secondaire est réalisé par la pompe à chaleur dans un réservoir de 1000 litres qui contient également un corps chauffant destiné à assurer la protection contre les légionnelles. Le bâtiment est en outre également équipé d'une installation de ventilation à récupération de chaleur et dispose d'une station de charge pour voitures à propulsion électrique qui est à disposition des occupants mais qui est également raccordé à un système d'auto-partage.

Actuellement, en Suisse, une installation photovoltaïque de moins de 30 kWp ne donne plus droit à une rétribution à prix coûtant (RPC).

LES POMPES À CHALEUR DANS LES nZEB

Dans son exposé, Carsten Wemhöner, enseignant en technique du bâtiment à la Haute Ecole Technique de Rapperswil, a expliqué la question des pompes à chaleur dans les nZEB, question élaborée dans le contexte d'une collaboration internationale. En raison des objectifs politiques visant à mettre en œuvre, après 2020, des bâtiments à faible consommation énergétique, voire à consommation énergétique nulle (nZEB/NZEB), l'adaptation de la technique du bâtiment devient particulièrement intéressante.

L'annexe 40

Dans l'annexe 40 du Programme relatif aux technologies des pompes à chaleur (Heat Pumping Technologies HPT) de l'Agence internationale de l'énergie IAE, l'utilisation et le potentiel de développement des pompes à chaleur dans les nZEB ont fait l'objet d'une analyse détaillée dans neuf pays participant à ce programme (CA, CH, DE, FI, JP, NL, NO, SE et USA). Les études de cas ainsi réalisées ont permis d'établir que les pompes à chaleur comptent parmi les solutions systémiques les plus efficaces en termes d'énergie et de coûts, et ceci aussi bien en Europe centrale que dans les pays scandinaves. Pour des immeubles locatifs et des immeubles de bureau, le couplage chaleur-force et les chauffages à distances affichent des coûts comparables pour des cycles de vie équivalents. Les mesures effectuées dans le terrain confirment que les installations en fonction ont de manière générale une bonne efficacité mais qu'il existe encore un potentiel d'optimisation spécifique aux différents dispositifs en fonction, ce qui signifie que les systèmes de pompes à chaleur pourraient même atteindre une efficacité énergétique encore supérieure.

Des charges de chauffage réduites selon Minergie P

En raison de l'investissement réduit et des coûts annuels inférieurs, les pompes à chaleur air/eau suffisent pour atteindre la charge thermique de 15 kWh/(m²a) préconisée par Minergie-P alors que, en cas de besoin accru de chauffage et dans des bâtiments plus importants, ce sont les pompes à chaleur géothermiques qui sont les plus économiques.

Ce sont les systèmes à biomasse, et notamment ceux fonctionnant au biogaz, qui affichent les coûts les plus élevés tout au long de leur cycle de vie. Pour ce qui concerne les immeubles locatifs et les immeubles de bureaux, le couplage chaleur-force et le chauffage à distance ont une efficacité tout aussi bonne, en termes de coûts, que les pompes à chaleur.

Quant aux systèmes fonctionnant à la biomasse, ils sont également les plus coûteux pour les grands immeubles d'habitation et de bureaux, alors que pour les immeubles de bureaux plus petits (trois étages), c'est encore l'installation de panneaux photovoltaïques sur le toit qui permet d'atteindre le plus facilement un bilan énergétique nul. Pour les édifices de plus grandes dimensions, il est en outre nécessaire de procéder à une installation en façade.

La tendance

Dans le contexte des nZEB, qui constituera une exigence légale applicable à toutes les nouvelles constructions en Europe et en Suisse à partir de 2021, les pompes à chaleur offrent donc un important potentiel en termes de marché.

L'AUGMENTATION DE L'AUTOCONSOMMATION PHOTOVOLTAÏQUE

Michel Haller, responsable de la recherche à l'Institut de technique solaire SPF de Rapperswil, a parlé, quant à lui, de l'augmentation de l'autoconsommation photovoltaïque par les pompes à chaleur intelligentes. Dans ce contexte, les tarifs de rachat de l'énergie électrique issue du photovoltaïque étant clairement plus bas que les tarifs de l'alimentation électrique provenant du réseau, il devient intéressant, pour les propriétaires d'installations photovoltaïques, d'envisager de consommer eux-mêmes leur propre production de courant photovoltaïque.

Un grand potentiel

La régulation optimisée des pompes à chaleur en vue d'une autoconsommation du courant produit associée à l'installation de dispositifs de stockage thermique présente un grand potentiel pour une charge réduite.

Le projet CombiVolt explique à ce sujet comment de tels systèmes combinés photovoltaïque-pompe à chaleur optimisés pour l'autoconsommation ont été mesurés au banc d'essai, comment ils peuvent être configurés et quelle est l'utilisation qu'il est possible de faire de tels systèmes actuellement et dans un proche avenir.

Actuellement, en Suisse, une installation photovoltaïque de moins de 30 kWp ne donne plus droit à une rétribution à prix coûtant (RPC).

Pour de tels dispositifs, cette dernière a en effet été remplacée par une contribution unique qui se monte à environ 30% des frais concédés pour l'investissement.



TUYAUMAX

Nettoyage des canalisations
Contrôle caméra
Gainage des canalisations
Nettoyage de ventilations

Max passe dans les Tuyaux pour vous!

24 heures sur 24! 365 jours par an!

Garantit un écoulement propre
0848 852 856 www.tuyaumax.ch

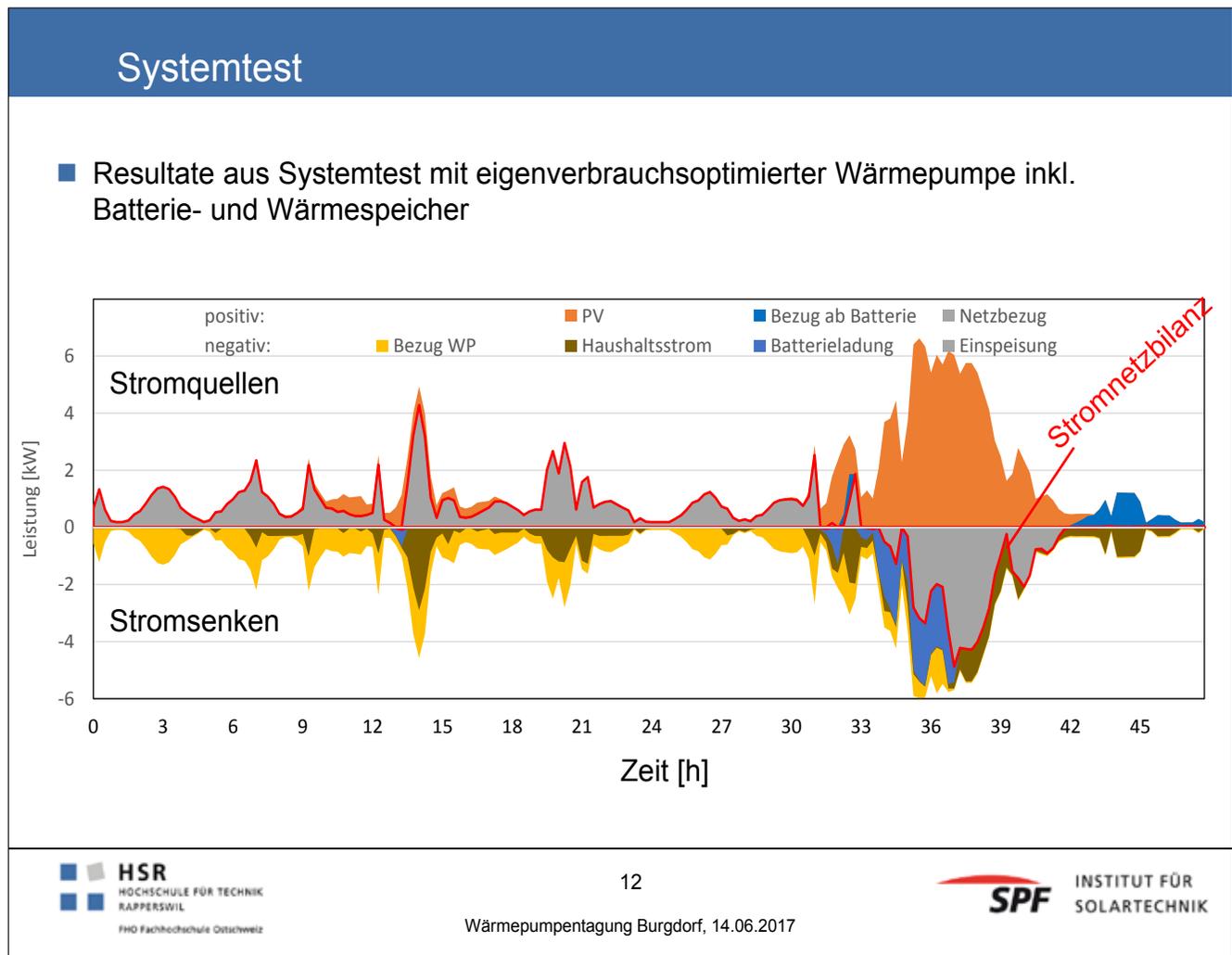


Illustration 2: mesure du déroulement de la production et du stockage d'énergie électrique durant les 48 heures que dure le profil de test.
Ligne rouge = bilan du réseau.

Les conséquences pour le client final

Cela signifie que le client final qui dispose d'une installation photovoltaïque lui permettant d'injecter le courant photovoltaïque produit dans le réseau perçoit généralement une rémunération du kilowatt/heure qui est inférieure à ce qu'il doit payer pour se voir fournir le même kilowatt/heure de courant électrique. C'est pour cette raison que, selon la structure tarifaire en vigueur, il est plus intéressant de consommer soi-même le courant photovoltaïque que l'on produit que de l'injecter dans le réseau.

LES PRINCIPAUX CONSOMMATEURS D'ÉNERGIE

En termes quantitatifs, les plus importants consommateurs d'énergie d'un ménage sont la production d'eau chaude et le chauffage des locaux.

Même si l'on utilise pour cela une pompe à chaleur et que les besoins thermiques en matière de chauffage des locaux correspondent à ceux d'une construction moderne, sous nos climats, la moitié de la consommation totale de courant électrique est utilisée pour la production de chaleur générée par la pompe à chaleur.

Un réglage intelligent de celle-ci, associé aux différentes possibilités de stockage de l'énergie, permet donc d'activer un transfert de charge en augmentant la part d'autoconsommation du courant photovoltaïque produit.

«Concise Cycle Test»

Durant le déroulement du projet, plusieurs combinaisons d'installations photovoltaïques et de pompes à chaleur produites par différents fabricants ont fait l'objet de mesures.

Il est toutefois à noter que la combinaison accumulateur thermique et accumulateur électrique permet également, à capacité totale de stockage équivalente, de réduire la consommation de courant du réseau.

Au-delà des évaluations quantitatives, telles que présentées dans l'illustration 2, divers bilans énergétique électrique ont été définis et comparés au moyen d'indicateurs précis.

Accumulateur électrique

Il est établi qu'un accumulateur électrique est significativement plus intéressant qu'un simple accumulateur thermique car il permet d'effectuer un transfert de charge qui tient compte aussi bien de la pompe à chaleur que du courant domestique, alors que l'accumulateur thermique ne prend en compte que la pompe à chaleur.

Il est toutefois à noter que la combinaison accumulateur thermique et accumulateur électrique permet également, à capacité totale de stockage équivalente, de réduire la consommation de courant du réseau.

Toutefois, si l'on souhaite mettre en œuvre le transfert de charge des pompes à chaleur, il est indiqué de favoriser l'accumulateur thermique plutôt que l'accumulateur électrique, le premier présentant par ailleurs un coût clairement inférieur et un meilleur impact en termes de préservation de l'environnement.

Assainissement de la force hydraulique

Elle représente un grand défi dans l'assainissement écologique des plus de mille centrales hydrauliques, à relever en commun par la Confédération, les cantons, les planificateurs et les propriétaires. Ces derniers sont confrontés à bon nombre de questions sur la mise en œuvre des projets. Swiss Small Hydro, soutenu par l'OFEV et l'Agenda 21 pour l'eau, a organisé des ateliers régionaux pour clarifier les situations et promouvoir un partage direct d'expériences entre les différents acteurs.

LES ACCUMULATEURS SOLAIRES À GLACE ET PHOTOVOLTAÏQUE

Dans son exposé, Ralf Dott, collaborateur scientifique auprès de la Haute Ecole d'Ingénieurs FHNW à Muttenz, a livré un bilan intermédiaire du projet LEWASEF. Trois lots de travaux ont été définis dans ce projet et l'un d'entre eux concerne la conversion de courant photovoltaïque en chaleur au moyen d'une pompe à chaleur air/eau à modulation de puissance. Il est à noter que les tests en laboratoire avec batteries menés dans un réseau domestique virtuel débutent actuellement.

L'alternative

Dans le contexte d'une intégration flexible de sources de chaleur issues d'un circuit intermédiaire de saumure, l'échangeur thermique air/saumure apparaît, à efficacité équivalente, comme l'alternative la plus prometteuse aux absorbeurs d'énergie solaire/d'air utilisés jusqu'à présent et ceci également du point de vue de la flexibilité d'emploi. Le fait de

remplacer l'eau dans les accumulateurs à glace enterrés par des matériaux latents avec un point de fusion plus élevé ne s'avère pas être un facteur d'augmentation de l'efficacité car cela induit parallèlement une réduction significative de la production thermique issue du sol.

Les modules photovoltaïques thermiques

La mise en œuvre de modules photovoltaïques thermiques combinant la production de courant électrique et la production thermique en tant que source de chaleur primaire pour les pompes à chaleur constitue un défi de taille car il est difficile de faire en sorte que ceux-ci disposent des propriétés de convection suffisantes pour pouvoir récupérer la chaleur issue de l'air ambiant.

Le fait de pouvoir convertir de façon appropriée et efficace le courant photovoltaïque en chaleur constitue un élément essentiel de la production de chaleur du futur. Ce lot de travaux a débuté en 2017 et se poursuit encore à l'heure actuelle.

SoluTubes® SA
Assainissement de conduites

Eco technology sans bisphénol

Garantie 15 ans

Après - Protégé Pendant - Sablé Avant - Rouillé

STOP AUX ATTAQUES DE ROUILLE ET CORROSION pour une eau propre et fluide!

- > Nettoyage mécanique par sablage.
- > Revêtement intérieur par résine (colmate même les perforations cuivre).
- > Protection anti-corrosion garantie, sans entretien ultérieur.
- > Idéal pour conduites d'eau sanitaire, de chauffage (également au sol), piscines, etc.
- > Equipe de professionnels, compétente, expérimentée et dynamique à votre service.

1227 CAROUGE 1470 ESTAVAYER-LE-LAC 1895 VIONNAZ
Rue J-Girard 24 ch. des Tenevières 19 Av. du Léman 8
T 022 368 30 04 T 026 664 00 04 T 027 281 30 04
F 022 368 30 07 F 026 664 00 07 F 027 281 30 07
info@solutubes.ch • www.solutubes.ch

Intégration d'autres sources de chaleur

Un circuit intermédiaire de saumure peut être mis en œuvre en tant qu'option de flexibilisation dans le cadre de l'intégration de sources de chaleur supplémentaires. Le système d'accumulateurs solaires à glace constitue, du point de vue de l'efficacité énergétique, un exemple couronné de succès. Actuellement, des recherches sont menées sur une optimisation du système permettant de simplifier la récupération de chaleur issue de l'air et de garantir, dans ce contexte, une efficacité constante.

Les modules photovoltaïques thermiques utilisés en tant que sources de chaleur primaires pour les pompes à chaleur affichent de bonnes propriétés de convection en termes de récupération de chaleur issue de l'air ambiant. Il est à remarquer que, jusqu'à présent, ceux-ci n'ont été employés que de façon limitée.

Il semble donc judicieux d'en faire usage en mettant l'accent davantage sur la production de chaleur que sur le rendement thermique, par exemple en les combinant avec des sondes géothermiques.

DAVANTAGE DE FLEXIBILITÉ POUR LES POMPES À CHALEUR

Jörg Worlitschek, de la Haute Ecole de Lucerne, a quant à lui requis davantage de flexibilité pour les pompes à chaleur dans les «Smart Grids», flexibilité qui pourrait être concrétisée au moyen d'accumulateurs thermiques dans les systèmes de chauffage.

En effet, une adaptation flexible des temps de travail des pompes à chaleur des systèmes de chauffage des bâtiments permettrait de compenser les fluctuations quotidiennes ayant lieu dans la fourniture d'énergie électrique. Dans son exposé, l'orateur a également thématiquement les limites de cette flexibilité, laquelle fait l'objet d'analyses effectuées au niveau de la régulation du réseau et de la consommation ainsi que du prix de l'énergie électrique dans différentes configurations du système (rendement thermique obtenu, capacité de stockage thermique, algorithme de régulation).

Exemple d'une ancienne maison unifamiliale rénovée

C'est une ancienne maison unifamiliale rénovée qui a été prise comme exemple représentatif du parc immobilier suisse. Celle-ci est équipée d'une pompe à chaleur air/eau, d'un système de chauffage par radiateurs et fait état d'un besoin de 100 kWh/m²/a (SFH100) pour ce qui concerne le chauffage des locaux.

Combinés avec un rendement accru de la pompe à chaleur, des systèmes de stockage thermiques seraient susceptibles d'augmenter jusqu'à 43% la part régulée par le réseau. L'intégration accrue d'énergies renouvelables telles que l'énergie éolienne ou l'énergie solaire peut induire un déséquilibre entre la production et la consommation d'électricité. En raison de la consommation élevée des ménages privés pour le chauffage des locaux (67% en Suisse en 2015) et du nombre important de pompes à chaleur et de leur

Une adaptation flexible des temps de travail des pompes à chaleur des systèmes de chauffage des bâtiments permettrait de compenser les fluctuations quotidiennes ayant lieu dans la fourniture d'énergie électrique.

efficacité élevée, la technologie des pompes à chaleur offre une opportunité optimale de mieux coordonner la production d'énergie et sa consommation.

Des réductions de coûts grâce à l'intégration d'accumulateurs

C'est à l'aide d'un schéma que Jörg Worlitschek a expliqué l'influence que peut avoir la stratégie de régulation sur les coûts de l'électricité en fonction du volume de l'accumulateur d'énergie pour différents rendements thermiques. L'utilisation de systèmes d'accumulation d'énergie peut permettre d'obtenir jusqu'à 20% de réduction des coûts de l'énergie électrique.

Les conséquences pour de petits volumes d'accumulation

Il faut toutefois également souligner le fait que les petits volumes d'accumulation induisent des coûts qui peuvent parfois même être supérieurs à ceux générés par les systèmes conventionnels (régulateurs à deux points). En effet, des pompes à chaleur plus puissantes font augmenter les frais d'électricité car les temps de fonctionnement plus courts, les températures plus élevées de l'eau chaude et une efficacité moindre engendrent une consommation énergétique accrue.

L'emploi d'accumulateurs thermiques plus grands permet de stocker des quantités de chaleur analogues à des températures inférieures, ce qui a pour effet d'améliorer à nouveau l'efficacité.

DÉGRADATION DU COEFFICIENT DE PERFORMANCE ANNUEL

Des températures de charge élevées au niveau de l'accumulation entraînent une détérioration du coefficient de performance annuel (CPA 1).

A ce niveau, il s'agit d'envisager, dans un contexte de régulation couvrant 24 heures, une réduction du CPA 1 allant jusqu'à 28%. Cependant, en cas de régulation impliquant un intervalle plus long, le CPA 1 augmente et n'atteint que 12% de la valeur originale. Du point de vue du CPA 1, la tendance générale pour différents volumes d'accumulation et en fonction du rendement fourni par les pompes à chaleur correspond aux attentes: de plus grands volumes d'accumulation permettent des températures de stockage plus basses et induisent un CPA 1 plus élevé. Plus le rendement thermique fourni par la pompe à chaleur est élevé, plus les temps de fonctionnement sont réduits, ce qui génère des températures plus hautes au niveau du média d'accumulation et un coefficient de performance annuel plus bas.

POMPES À CHALEUR POUR L'INDUSTRIE

Peter Radgen, titulaire de la chaire d'efficacité énergétique de l'Université de Stuttgart, a présenté les résultats d'un recensement réalisé sur le thème des pompes à chaleur pour l'industrie. Jusqu'ici la technologie des pompes à chaleur a peu été mise en œuvre dans l'industrie suisse. C'est cette

Combinés avec un rendement accru de la pompe à chaleur, des systèmes de stockage thermiques seraient susceptibles d'augmenter jusqu'à 43% la part régulée par le réseau.

question qu'a thématiqué le travail présenté, qui a permis d'analyser et d'évaluer l'état de la technique des pompes à chaleur et d'identifier les facteurs de succès de leur utilisation dans l'industrie suisse.

Les résultats de l'analyse

Les résultats de l'analyse de l'enquête permettent d'établir que les experts interrogés déclarent que l'avenir de la technique des pompes à chaleur en Suisse se présente de façon extrêmement positive. Les axes principaux de développement technique sont notamment à rechercher du côté de l'élargissement de la plage de températures et de la réduction des coûts d'investissement.

Application flexible

L'alimentation des entreprises industrielles en chaleur et en froid se différencie par plusieurs aspects de la technique conventionnelle du bâtiment. En effet, il faut d'une part des installations avec un rendement thermique plus élevé et, d'autre part, la chaleur produite doit afficher des températures plus hautes (généralement > 80°C), à l'instar des différents sources de chaleur disponibles (par exemple eaux usées, refroidissement des machines, bains de traitement) qui, elles aussi, doivent avoir un niveau de température supérieur.

Les pompes à chaleur à circuits fermés sont utilisables de façon flexible et peuvent atteindre, actuellement, des températures d'alimentation allant jusqu'à 110°C. Sans compter l'arrivée prochaine de pompes à chaleur futuristes, qui en sont actuellement au stade de prototypes ou respectivement qui sont en phase de démonstration. De nouveaux agents réfrigérants, de nouveaux processus cycliques et de nouveaux types de compresseurs permettront d'atteindre des températures d'alimentation allant jusqu'à 160°C.

Les possibilités d'utilisation

D'après les experts interrogés, à l'heure actuelle, les possibilités d'utilisation de la technologie des pompes à chaleur dans différents secteurs sont évaluées comme suit: environ la moitié d'entre eux pensent que la technologie des pompes à chaleur est d'une «très grande» importance dans le domaine des maisons unifamiliales et des immeubles locatifs. Il en va d'ailleurs de même pour ce qui concerne le domaine des bâtiments à usage de bureaux ou dans les édifices industriels.

L'importance des processus industriels

21% des participants à l'enquête constatent que les processus industriels ont une «très grande» importance pour ce qui concerne les pompes à chaleur. La moitié des participants au sondage jugent que la technique des pompes à chaleur est d'une «grande», voire d'une «très grande» importance au niveau des processus industriels.

En ce qui concerne la recherche scientifique, 46% des participants pensent que la poursuite du développement des

agents frigorigènes est d'une importance capitale alors que 15% d'entre eux estiment que l'optimisation des composants par la recherche ou la science est particulièrement importante. Pour 37% des sondés, les principaux obstacles rencontrés dans ce domaine sont les prix actuels de l'énergie, les importantes attentes relatives à la durée d'amortissement, l'acceptation des produits et les investissements conséquents.

TURBOCOMPRESSEURS POUR POMPES À CHALEUR

Jörg Schiffmann, directeur à l'EPFL de Lausanne, a présenté de petits compresseurs radiaux à rotation rapide qui, en l'état actuel de la technique, représentent une alternative des plus intéressantes. Ces turbocompresseurs permettent en effet, grâce à leur mode de fonctionnement, de réduire la charge exercée sur les pompes à chaleur. L'absence d'huile permet également un meilleur échange thermique et autorise l'implémentation de circuits à plusieurs étages.

L'exposé de Jörg Schiffmann a fourni un aperçu de l'analyse de divers compresseurs radiaux R134a expérimentaux avec un diamètre de moyeu d'environ 20 mm et un régime allant jusqu'à 210000 U/min, dans lesquels ont été mesurés un taux de compression de plus de 3,3 par étage et un



Illustration 3: comparaison entre un compresseur radial à paliers à gaz et un compresseur Scroll équivalent.

taux de rendement supérieur à 70%. Au-delà des analyses expérimentales, un regard critique a également été posé sur les exigences relatives à la graduation des compresseurs radiaux, abordant la problématique jusqu'au niveau des rendements les plus faibles.

AIE

Selon l'AIE, 20% de la consommation mondiale d'énergies primaires est consacrée au chauffage des locaux et à la production d'eau chaude. Etant donné que chauffer et refroidir sont des opérations effectuées à des températures relativement basses, les énergies renouvelables constituent, dans ce domaine, une alternative intéressante aux énergies fossiles.

liorant la régulation. Malgré une augmentation du nombre de pompes à chaleur en fonction, il existe toujours encore, à ce niveau, un véritable potentiel d'amélioration. Une analyse détaillée a montré qu'environ 50% des pertes enregistrées au niveau des pompes à chaleur ont lieu durant le processus de compression, alors que 30% d'entre elles sont enregistrées durant le processus de compression et 20% durant l'échange thermique. Il est de ce fait possible d'en déduire que le compresseur ne constitue pas la clé d'une amélioration des valeurs COP. Un accroissement du taux d'efficacité du compresseur peut être obtenu en implémentant de nouvelles technologies de compression ou en répartissant le processus de compression en différentes étapes avec refroidissement intermédiaire.



Voici l'équipe qui a assuré le parfait déroulement de la 23^e édition du Symposium du programme de recherche sur les pompes à chaleur et le froid.

En haut, de gauche à droite: Stephan Renz, Peter Hubacher, Jörg Schiffmann, Jörg Worlitschek, Jeannette Wapler, Peter Radgen, Carina Alles, Michel Haller, Hans Martin Henning, Daniel Philippen. **En bas, de gauche à droite:** Carsten Wemhöner, David Zogg, Nicole Calame (manque Ralf Dott)

LES VALEURS COP STAGNENT DEPUIS DES ANNÉES

Au début des années 90, en raison de la mise en œuvre de compresseurs Scroll, les valeurs COP des pompes à chaleur ont fortement augmenté alors que, depuis lors, elles ont stagné. Une hausse marginale de ces valeurs a pu être obtenue en amé-

UN COUSSIN D'AIR DYNAMIQUE DES PLUS PROMETTEURS

Pour actionner des pompes à chaleur domestiques, Schiffmann et Favrat ont développé et testé un compresseur radial de 2 kW fonctionnant sur paliers à gaz. L'axe de ce

Ce projet de l'OFEN vise à monter la façon dont, de manière générale, les installations doivent être conçues ainsi qu'à identifier les points faibles existants, afin de pouvoir les améliorer ou en combler les lacunes.

compresseur est disposé sur des paliers de gaz et est directement lubrifié au moyen d'un agent frigorigène sous forme gazeuse. Dernièrement, des résultats prometteurs ont également été enregistrés avec un compresseur radial de 6 kW à deux étages actionnant une pompe à chaleur à deux étages avec économiseur ouvert.

Dans ce domaine, l'un des principaux défis relatifs à la conception de compresseurs est dû au fait qu'une pompe à chaleur n'a que rarement un point de fonctionnement fixe, ce qui implique que le compresseur doit être en mesure de produire une large gamme de flux massiques et de pressions différentes tout en dégageant un rendement maximal.

Schiffmann et Favrat ont résolu ce problème en associant un modèle mathématique de compresseur en une seule dimension avec un algorithme d'optimisation génétique afin de déterminer le meilleur compromis possible entre régime optimal et niveau d'efficacité saisonnier. Les coussins d'air dynamiques constituent une technologie prometteuse dans

le domaine des machines turbo de petites dimensions en raison de leurs faibles pertes, de leur design simple et de leur fonctionnement sans huile.

RAPPORT DE LA PRATIQUE

Dans le cadre d'un projet qu'il a dirigé, Peter Hubacher, responsable de la division QS du Groupement professionnel suisse pour les pompes à chaleur GSP, a élaboré, après avoir visité différentes installations, un échantillonnage de dispositifs qu'il a analysé sur la base d'un standard approprié. C'est le résultat de cette analyse que Peter Hubacher a présenté dans son exposé.

Ce projet de l'OFEN vise à monter la façon dont, de manière générale, les installations doivent être conçues ainsi qu'à identifier les points faibles existants, afin de pouvoir les améliorer ou en combler les lacunes. En tout, 106 installations ont été visitées et contrôlées. Parmi celles-ci, on compte 75 installations de pompes à chaleur et 31 installations

Immergez-vous dans une oasis de beauté



BWT le fait... pour moi !

L'adoucisseur AQA perla de BWT transforme votre eau calcaire en perles d'eau, douces comme la soie. Le secret de beauté pour une peau douce et des cheveux brillants.

Au-delà des analyses expérimentales, un regard critique a également été posé sur les exigences relatives à la graduation des compresseurs radiaux, abordant la problématique jusqu'au niveau des rendements les plus faibles.

	Nombre d'installations		Pertes %	Déperdition d'énergie utile		
	PAC	Mazout/gaz		PAC kWh/a	Mazout/gaz kWh/a	Total kWh/a
Conduites de chauffage non isolées	29	17	8	48'256	43'520	
Conduites d'eau chaude non isolées	10	6	5	10'400	9'600	
Siphon WW inexistant	34	10	4	28'288	12'800	
Production de chaleur surdimensionnée	23	1	8	38'272	2'560	
Le générateur de chaleur affiche une cadence élevée (ΔE 15min)	19	4	10	39'520	12'800	
Mauvais raccordement de l'accumulateur	28		6	34'944		
Soupape de surpression manquante au niveau ERR	6		4	4'992		
Limite de température mal réglée (20°C)	10	8	10	20'800	25'600	
Courbe de chauffe mal réglée (excessive)	18	10	5	18'720	16'000	
Abaissement nocturne (ΔT trop important)	13	13	3	8'112	12'480	
Pertes totales pour l'ensemble des installations analysées				252'304	135'360	387'664
Production moyenne d'énergie utile par installation				20'800	32'000	
Production moyenne d'énergie utile pour toutes les installations				1'560'000	992'000	2'552'000
Pertes par installation en %				16.17	13.65	15.19

Tableau 1: extrapolation de la situation des pertes en fonction des lacunes constatées

Le tableau 1 livre des informations sur la façon de combler les lacunes constatées au niveau énergétique. Il fournit en effet un aperçu de la moyenne des pertes de l'ensemble de l'échantillonnage des installations recensées. Il est intéressant de constater que l'ensemble des pertes recensées se monte à environ 14-16%, ce qui confirme les chiffres résultant des analyses menées dans le terrain par l'OFEN durant ces vingt dernières années.

fonctionnant au mazout ou au gaz, implantées dans quatre régions de Suisse (Suisse orientale, Mittelland, Suisse romande et Tessin). L'enquête montre clairement que la qualité des installations n'est pas optimale. Il y a en effet des points essentiels qui doivent faire l'objet de modifications pour pouvoir rendre les installations plus efficaces et ceci d'une part dans l'intérêt de leurs propriétaires qui pourraient ainsi réduire leurs coûts d'exploitation mais également, d'autre part, afin d'accroître l'efficacité non seulement des pompes à chaleur mais également celle des installations fonctionnant aux énergies fossiles.

Ces modifications permettant non seulement de diminuer la consommation énergétique mais également les émissions de CO₂ (lutte contre le réchauffement climatique) constituent des opérations d'intérêt général dans la mesure où elles permettraient non seulement de diminuer la consommation énergétique mais également de réduire les émissions de CO₂ (lutte contre le réchauffement climatique). Selon l'analyse,

la plupart des lacunes constatées pourraient être comblées de façon relativement aisée. En effet, tous les problèmes de type hydraulique peuvent être résolus au montage sans charges supplémentaires et toutes les lacunes relatives à la régulation technique ou à l'exploitation pourraient être comblées simplement en optimisant les réglages et la régulation des installations concernées.

Financement de l'assainissement de la force hydraulique

Dédommagement intégral (100%) des coûts imputables aux mesures d'assainissement par Swissgrid. Financement assuré par une surtaxe de 0,1 ct/kWh prélevé sur le transport du réseau haute tension (= 50 millions/an).

Assainissement complet en 20 ans.