

Retour d'expériences du monitoring énergétique d'un réseau basse température avec un stockage géothermique

Institut für Gebäudetechnik und Energie IGE
Zentrum für Integrale Gebäudetechnik

Nadège Vetterli

Senior Wissenschaftliche Mitarbeiterin

T direkt +41 41 349 39 13
nadege.vetterli@hslu.ch

Horw 22.03.2018

Cycle de conférences de l'Université de Genève sur les systèmes
énergétiques

Contenu

1. Pourquoi des réseaux à basse température ?
2. C'est quoi «Suurstoffi» ?
3. Pourquoi un monitoring?
4. Les résultats
5. Conclusions et leçons à tirer de l'exemple «Suurstoffi»

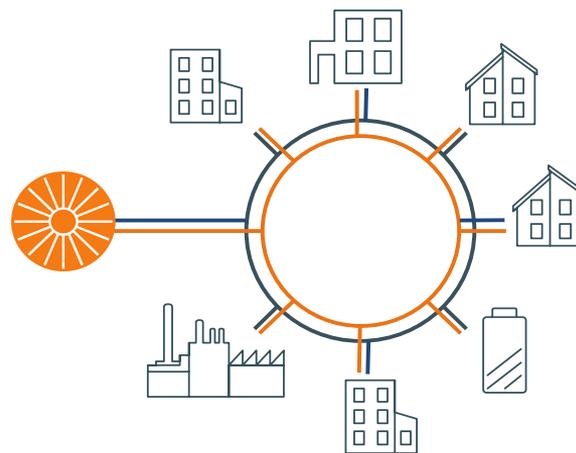
Les réseaux thermiques aujourd'hui

Typologie standard



Centralisé
Haute température
Unidirectionnel

Nouvelle typologie



Décentralisé
Basse température
bidirectionnel

ETH Höggerberg
400'000 m² (mixed)
Waste heat + underground storage

FGZ
185'000 m² (residential buildings)
Waste heat + underground storage

Richti Areal
200'000 m² (mixed)
Waste heat + underground storage

ARA Dübendorf
Mixed
Waste water

ARA Uster
131 residential buildings
Waste water + technical storage

Freilager Albisrieden
140'000 m² (mixed)
Waste heat + underground storage

Greencity
170'000 m² (mixed)
Waste heat + underground storage

Energieverbund Zug
350'000 m² (mixed)
Lake and underground water

Suurstoffi (Rotkreuz)
132'000 m² (mixed)
Waste heat + solar panels +
underground storage

CAD La Tour-De-Peilz
300 buildings (mixed)
Lake water

Genève Lac Nation
840'000 m² (mixed)
Lake water

Anergienetz Visp-West
160'000 m² (residential)
Waste heat

Anergienetz Brig-Glis-Naters
Residential buildings
Waste heat + underground storage

NovaBrunnen
Mixed buildings
Underground water

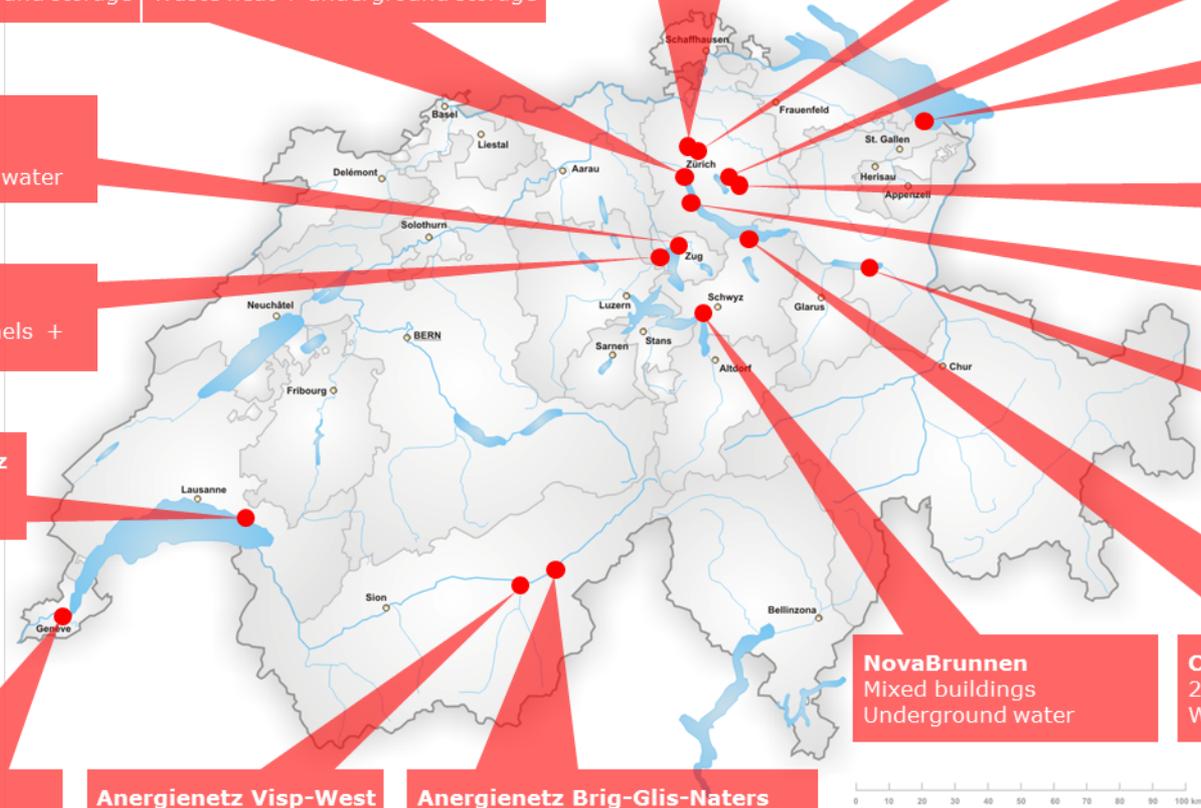
Campus KSA – BBZP (Pfäffikon SZ)
26'000 m² (school)
Waste heat + underground storage

Wärmeverbund AMS
Mixed
Waste water

Reichle de Massari (Wetzikon)
16'000 m² (mixed)
Borehole heat exchangers

ARA Wärmeverbund Adliswil
Residential buildings
Waste water

Resort Walensee (Unterterzen)
Residential buildings and hotel
Waste heat



Réseau basse température avec stockage géothermique

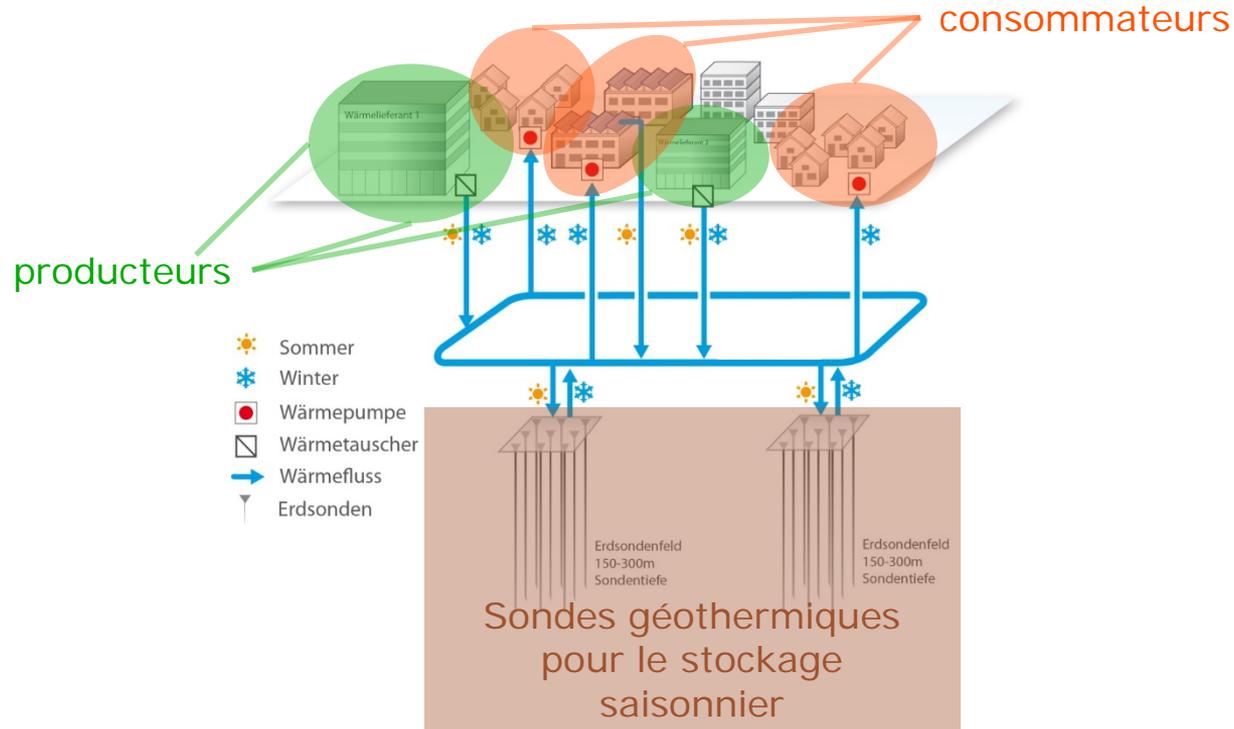


Figure source: Amstein+Walthert AG, 2014

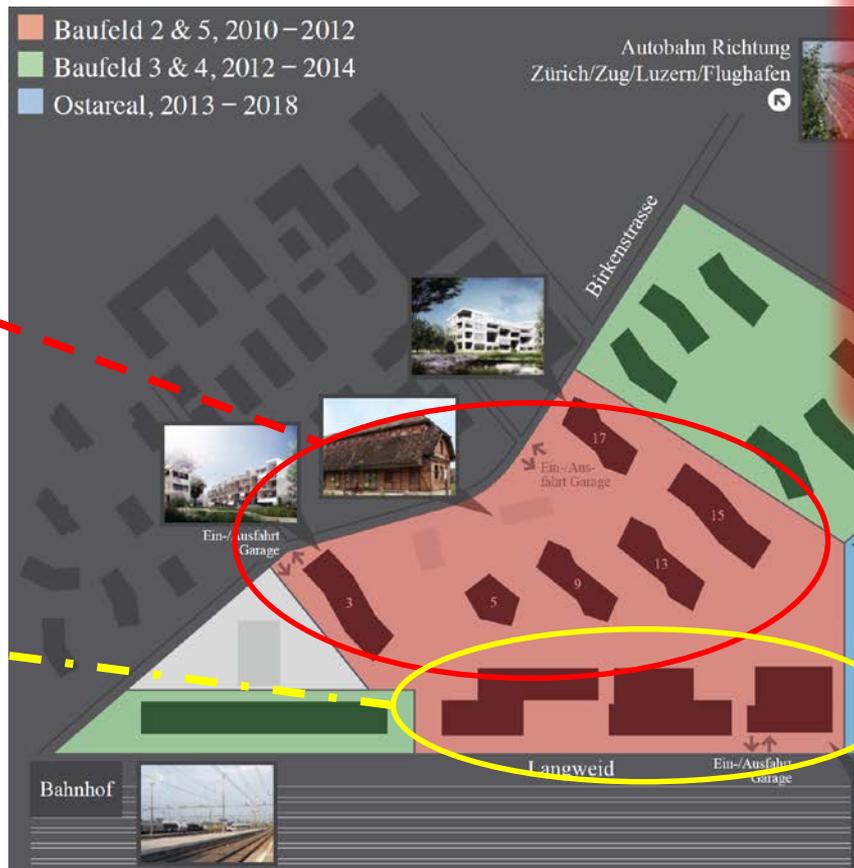
Pourquoi «Suurstoffi» ?

Vision «Zero-Zero» de Zug Estates:

- ✓ Portfolio neutre en CO₂ et énergie
- ✓ Le quartier Suurstoffi comme projet pilote pour la réalisation de cette vision
- ✓ Quartier à usage mixte (logements, bureaux, fitness, restauration, école.....) selon les principes de la Société à 2000-Watt
- ✓ La voie vers l'efficacité énergétique selon la SIA 2040 comme base de calcul pour la prise en compte globale de l'énergie d'exploitation, l'énergie grise et la mobilité
- ✓ Réalisation en étapes de 2012-2020
- ✓ Etat final: 165'000 m² (1500 habitants, 2000 étudiants et plus de 2500 places de travail)



Le quartier «Suurstoffi»



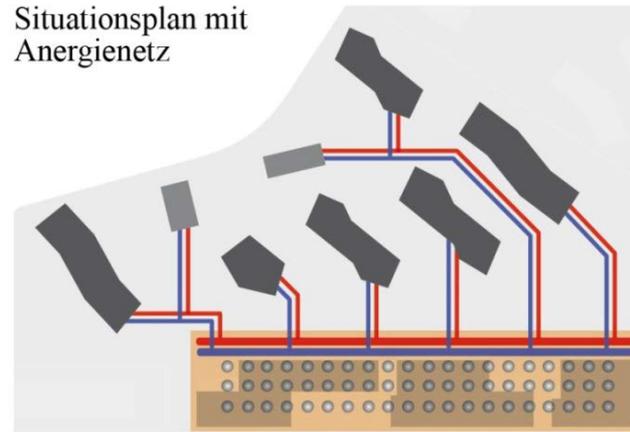
Baufeld 2:
19'540 m² SRE

En exploitation depuis 2012

Baufeld 5:
27'250 m² SRE

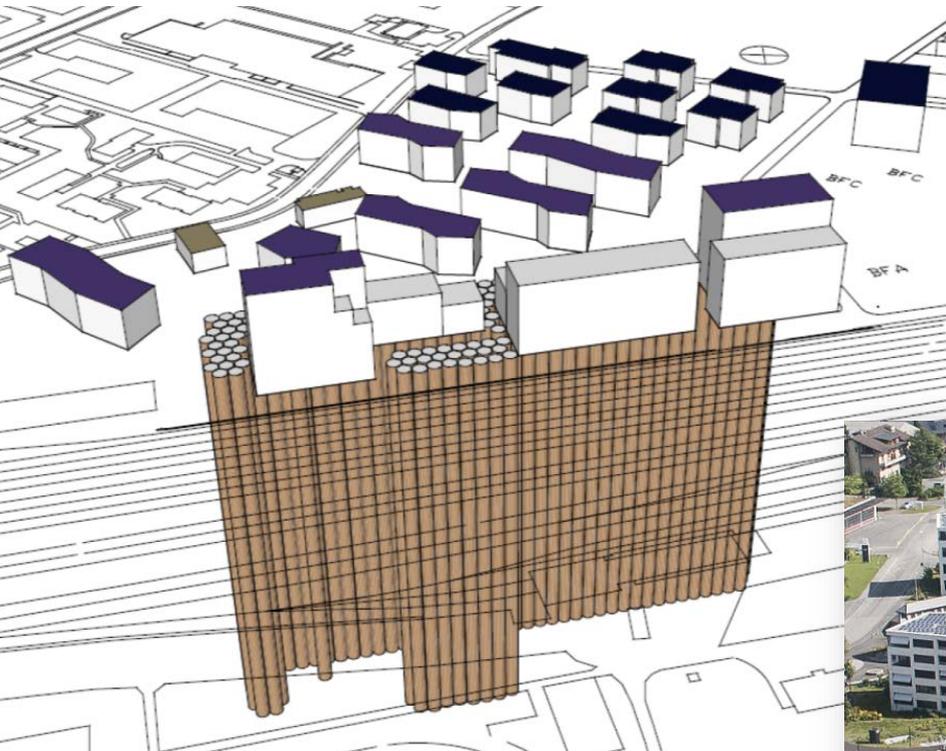
En exploitation depuis 2013

Situationsplan mit Anergienetz



Erdsondenfeld
(220 Sonden)

Concept énergétique

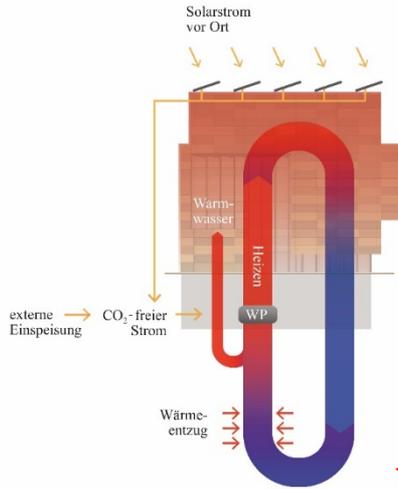


- Réseau basse température (8-18°C) avec stockage saisonnier (sondes géothermiques: 250 à 150m + 531 à 200m)
- PAC décentralisées pour le chauffage et l'ECS
- Freecooling en été et réinjection de la récupération de chaleur dans le réseau pour la régénération du stockage géothermique

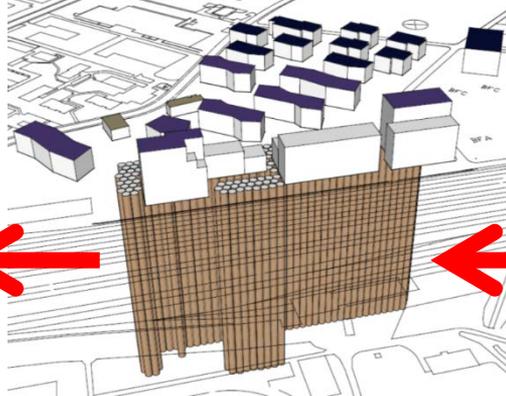


Régénération saisonnière

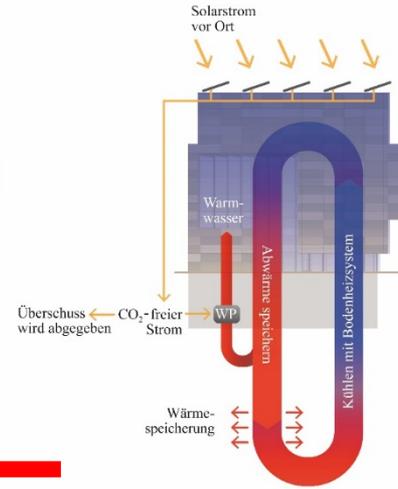
Winter



Chaleur
soutirée par
les PAC

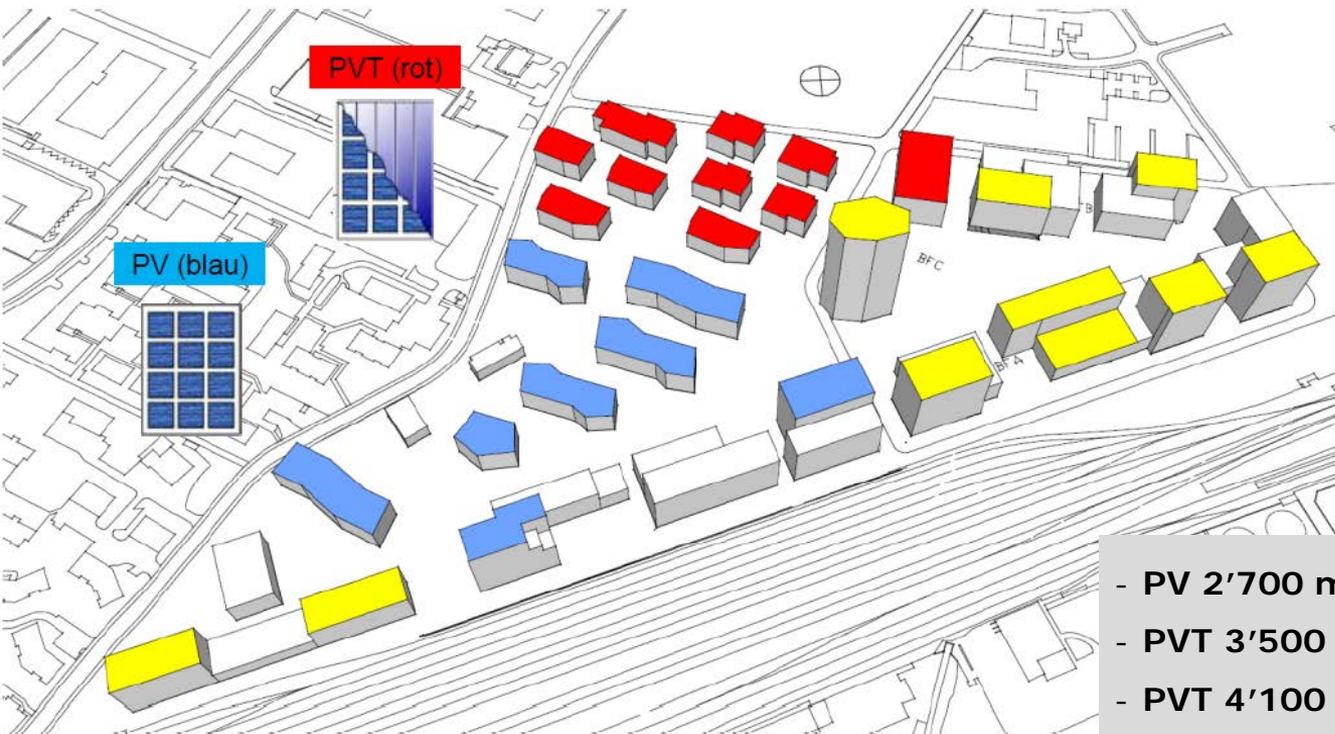


Sommer



Réinjection de
chaleur
récupérée du
freecooling

Intégration solaire



- PV pour l'électricité d'exploitation
- Ajout de panneaux solaires hybrides (PVT) depuis 2014

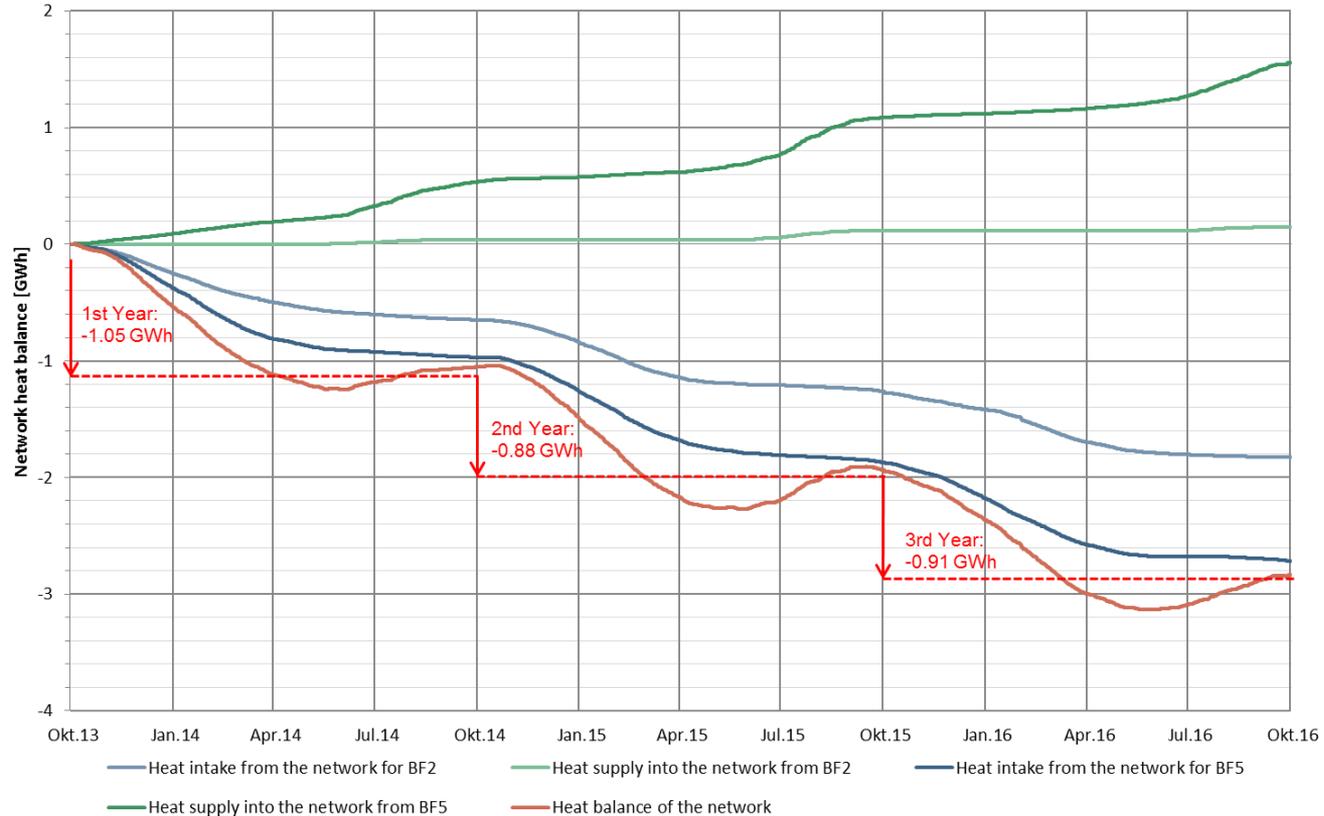
- PV 2'700 m² (bleu)
- PVT 3'500 m² (rouge)
- PVT 4'100 m² (jaune -> estimé)

Pourquoi un monitoring?

- Mandat de 5 ans (2012-2017) financé par Zug Estates et l'OFEN (P&D) pour l'analyse du monitoring
- Plus de 300 points de mesures avec une résolution de 15 minutes
- But du monitoring:
 - ✓ Contrôle du stockage géothermique, notamment de la régénération
 - ✓ Récouter des valeurs réelles sur un réseau basse température
 - ✓ Calcul de l'efficacité globale
 - ✓ Identifier des potentiels d'optimisation énergétique
 - ✓ Quantifier le performance gap et l'influence des utilisateurs
 - ✓ Gagner de l'expérience avec le monitoring énergétique



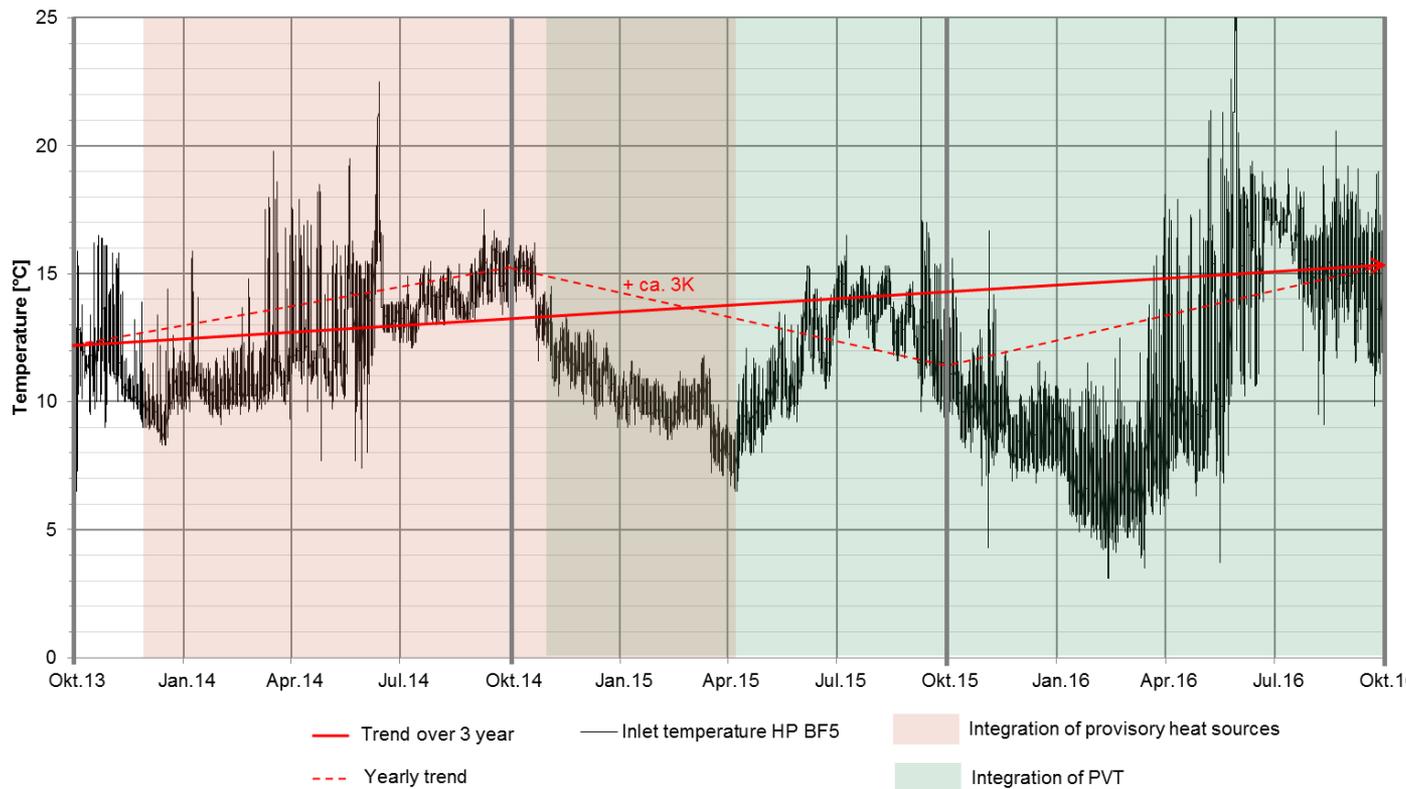
Bilan thermique sur les 3 premières années d'exploitation du réseau (sans l'intégration des sources de chaleur provisoires et PVT)



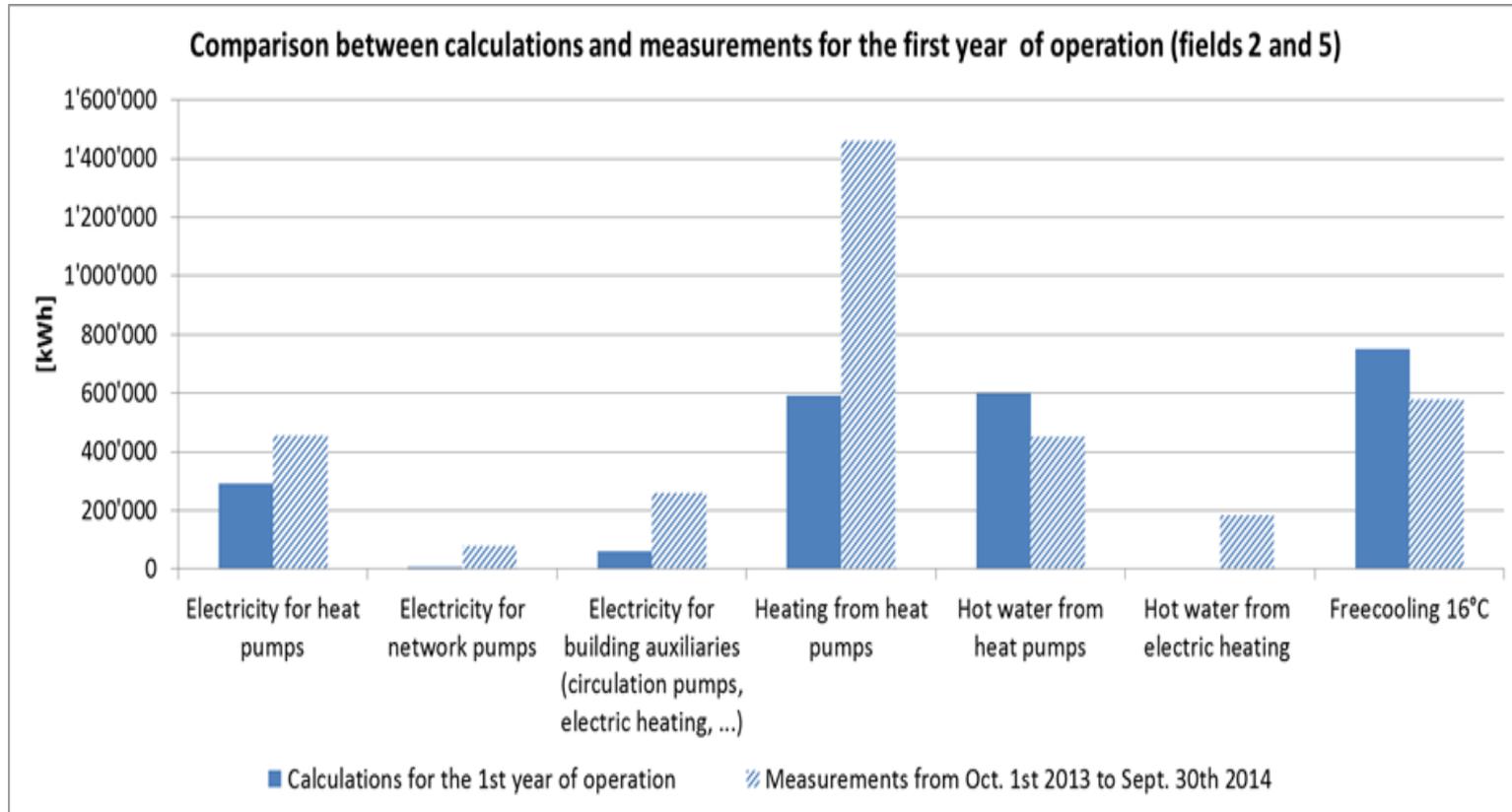
Résultats

- Bilan thermique: Besoin de chaleur >> Récupération de chaleur du freecooling
- Le stockage géothermique n'a pas pu se régénérer complètement durant les premières années d'exploitation
- Refroidissement du stockage de environ 0.6K durant la première année
- Il manque 1 GWh/a pour équilibrer le bilan thermique entre la chaleur soutirée par les PAC et la chaleur réinjectée provenant du freecooling
- Des mesures provisoires (chauffage à pellets et résistances électriques) ont dû être mises en œuvre
- ... et ont été remplacées par des mesures définitives: PVT et PAC réversible
- Depuis lors, la température du stockage géothermique s'est stabilisée

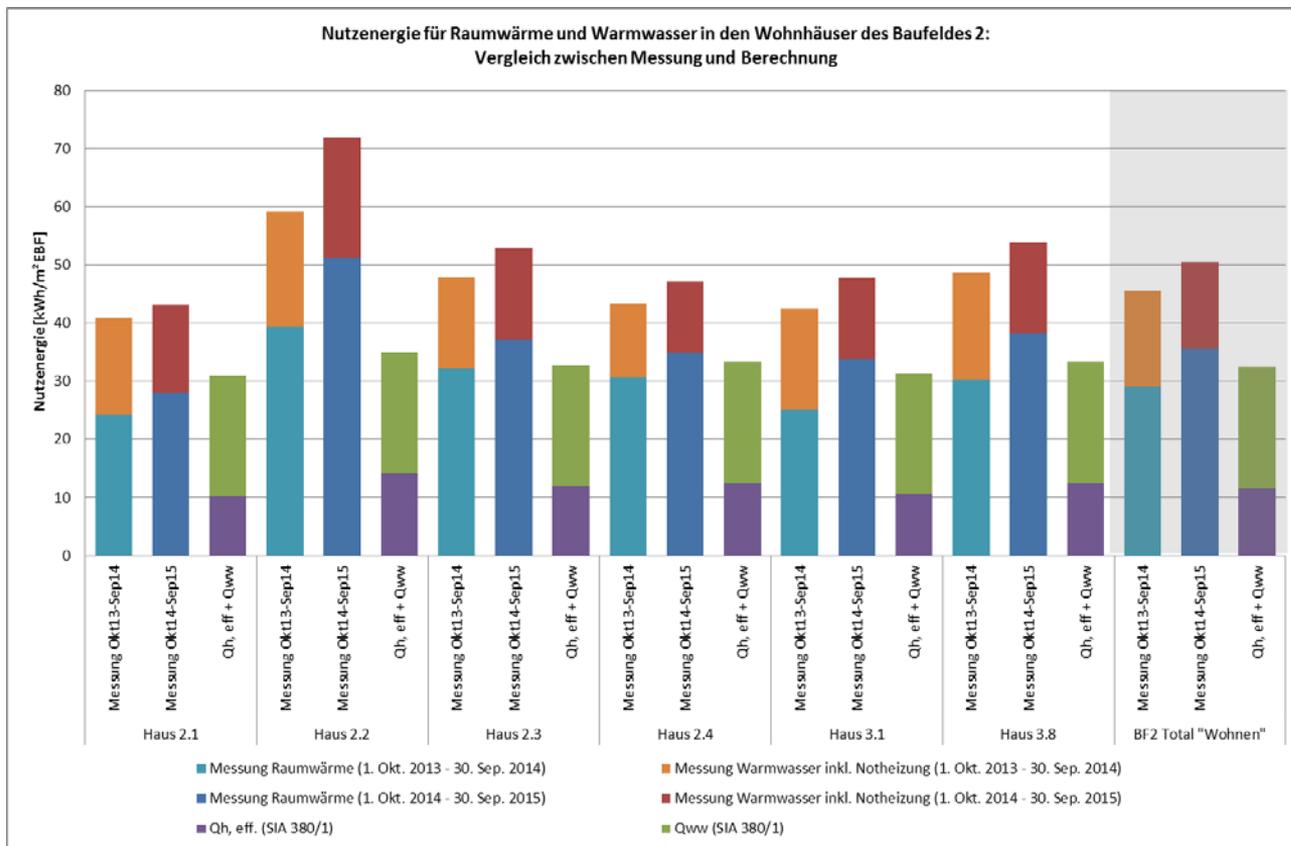
Measured water temperature of the network over 3 years (at evaporator inlet of heat pump BF5)



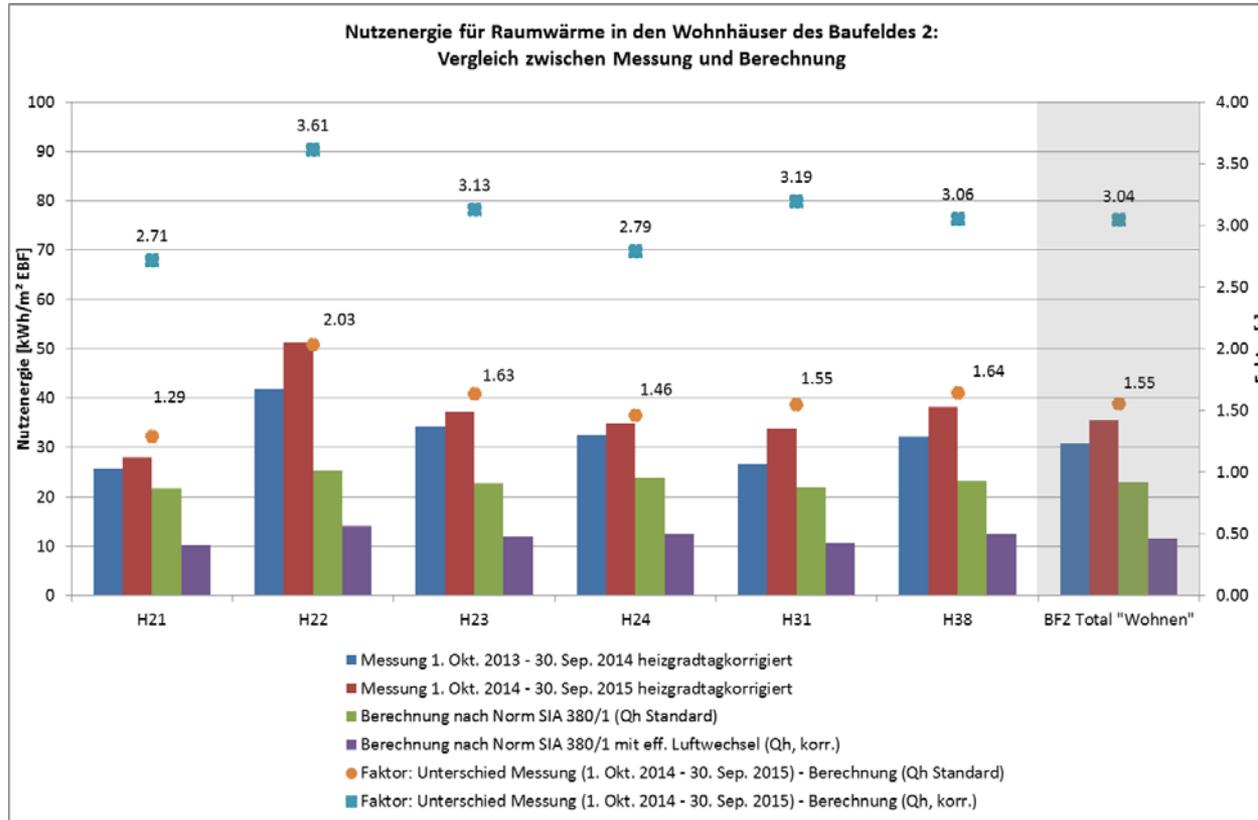
Comparaison entre les calculs et les mesures



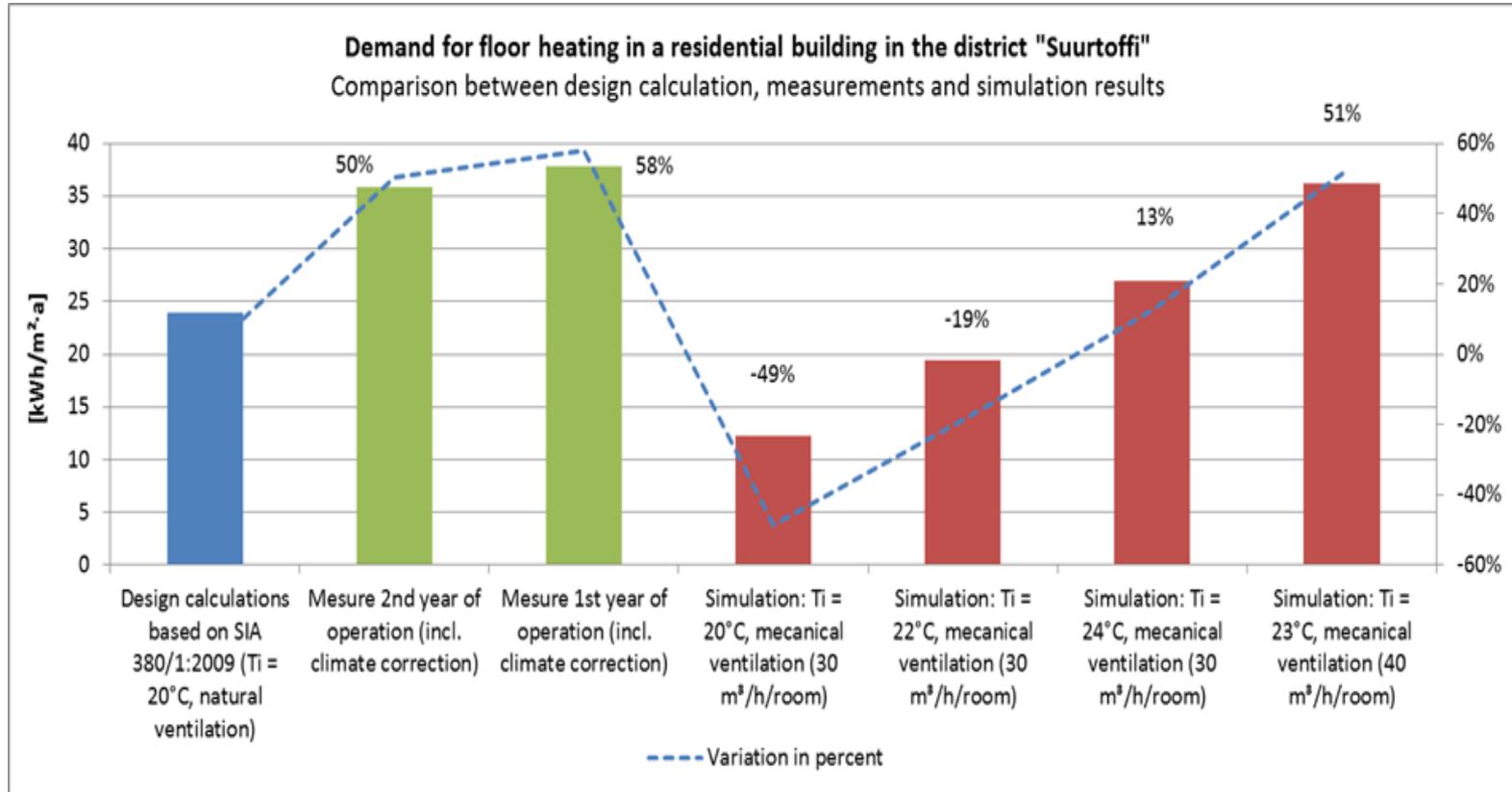
Comparaison entre la SIA 380/1 et les mesures



«Performance gap»



Reconstruction du "performance gap" avec des simulations thermiques

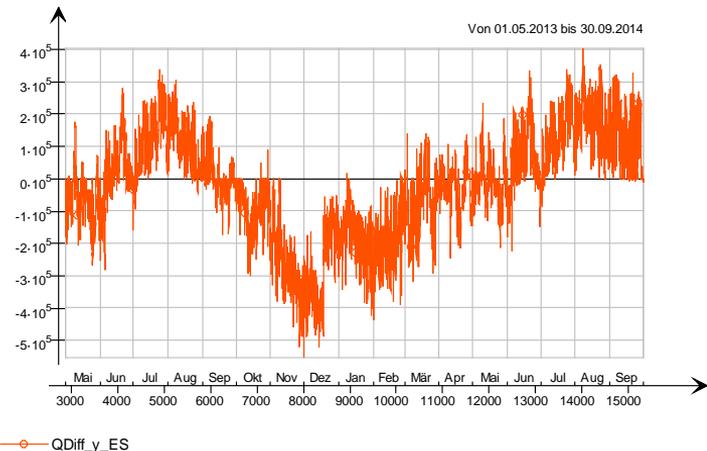
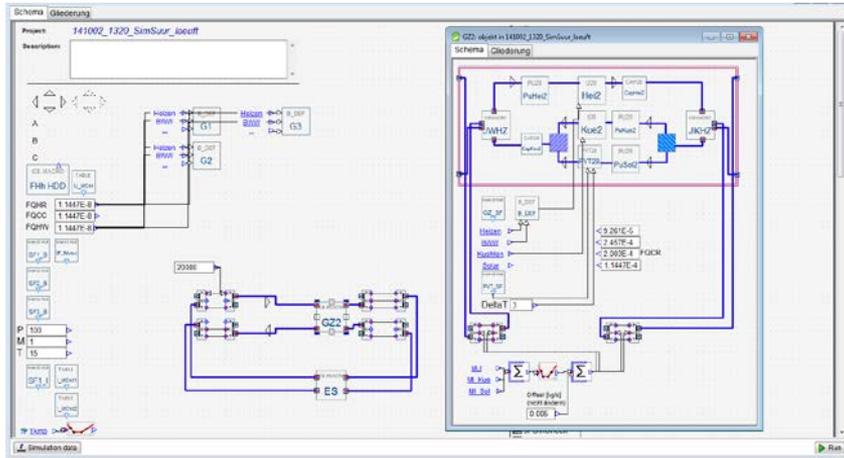


Pourquoi un «performance gap» ?

- Température moyenne mesurée autour de 23°C (le besoin de chaleur augmente de 6-10% par °C)
- Fenêtres en imposte durant toute la période de chauffage
- Pertes à travers le système de ventilation mécanique: efficacité de la ventilation, débit d'air plus élevé que nécessaire, fonctionnement 24h/24 etc.
- Absences durant la semaine -> stores fermés malgré le beau temps -> pas de gains solaires passifs en hiver
- Appareils électroménagers modernes produisant moins de gains internes
- Logements partiellement occupés
- Manque d'informations aux utilisateurs!

Compréhension détaillée à l'aide de simulations

- Des simulations thermiques dynamiques ont été effectuées pour reconstruire le performance gap
- Afin de vérifier si le bilan thermique sera équilibré pour les étapes de construction ultérieures, l'ensemble du quartier avec le réseau a été modélisé et simulé
- Les données du monitoring ont permis de calibrer les modèles et ont été extrapolées à l'ensemble du quartier pour servir de base pour les modèles

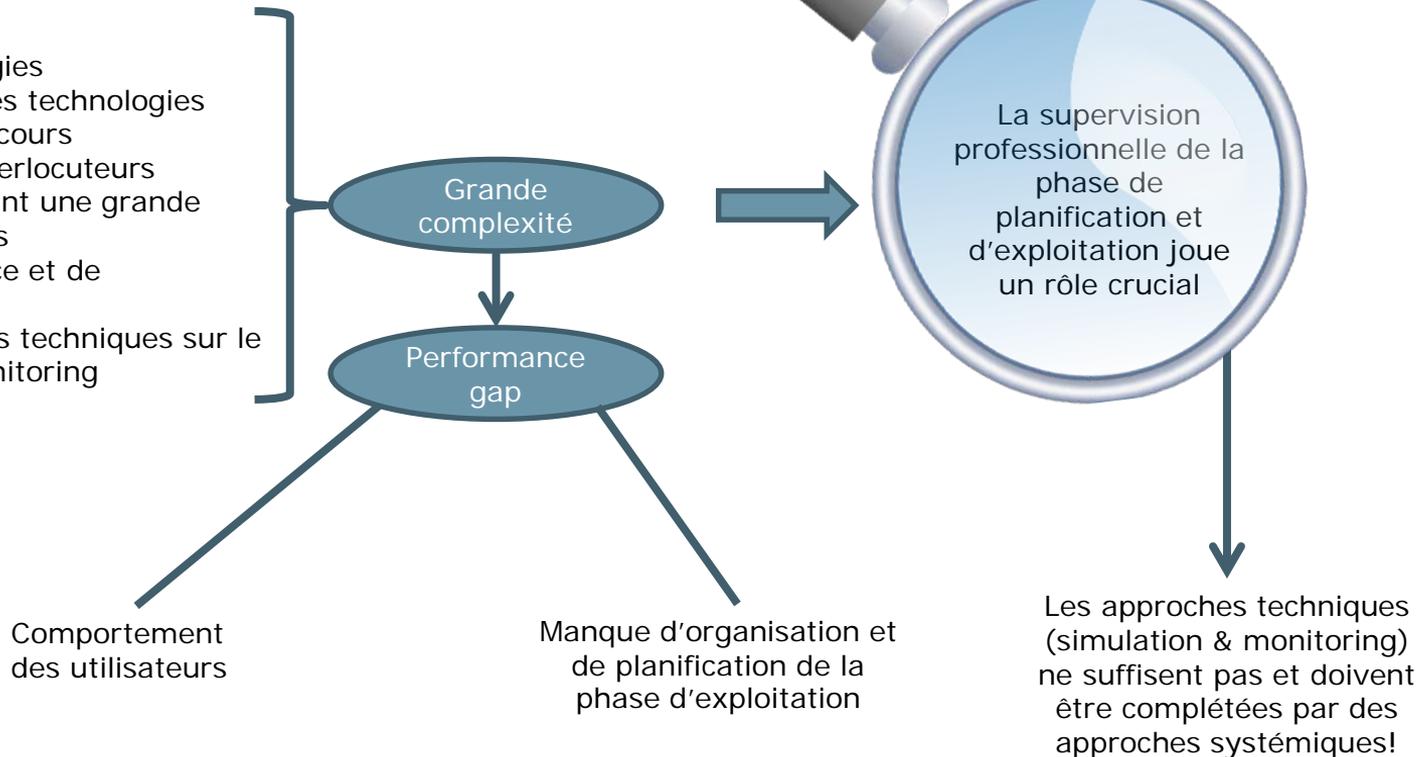


Conclusions

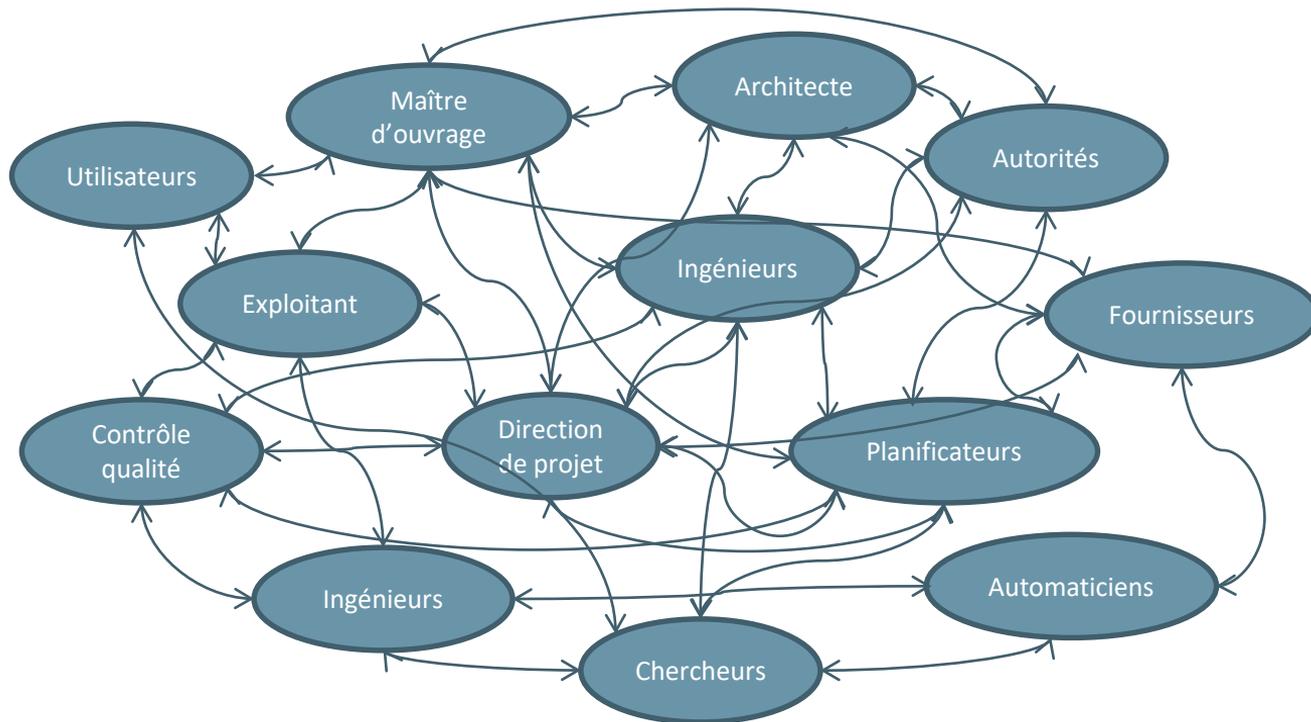
- Les avantages du monitoring énergétique dans l'exemple de «Surstoffi» ont pu être démontrés:
 - ✓ Les mesures ont pu être comparées avec les calculs de planifications pour identifier d'éventuelles «erreurs»
 - ✓ Le performance gap a pu être identifié à temps et des mesures ont pu être mises en œuvre pour le réduire
 - ✓ Les données réelles tirées des mesures ont été utilisées comme base pour la planification des étapes de construction ultérieures afin de réduire le performance gap
 - ✓ Une base de donnée et un benchmarking ont pu être établis afin d'être utilisés pour des projets futurs dans le domaine des réseaux à basse température
 - ✓ Un modèle de simulation thermique dynamique détaillé du réseau a pu être calibré avec des données réelles

Leçons à tirer de l'exemple de "Suurstoffi"

- ❑ Grand projet
- ❑ Nouvelles technologies
- ❑ Interdépendance des technologies
- ❑ Développement en cours
- ❑ Grand nombre d'interlocuteurs
- ❑ Monitoring produisant une grande quantité de données
- ❑ Manque d'expérience et de compétences
- ❑ Manque de solutions techniques sur le marché pour le monitoring



La communication et l'organisation en tant qu'éléments clés de l'approche systémique...



Approche systémique:

- Définition précise des objectifs
- Définition des rôles des acteurs
- Chaîne de responsabilité
- Etablir un processus d'évaluation
- Méthode adaptable aux changements
- Garantir une bonne communication et flux d'information, en particulier jusqu'aux utilisateurs!



sccer | future energy efficient
buildings & districts

Hochschule Luzern
Technik & Architektur



Merci pour votre attention!

Rapport final (en allemand):

<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=33479>

Acknowledgements:

This research has been financially supported by Zug Estates, the Swiss Federal Office of Energy and the Energy Funding Programme of CTI within the SCCER FEEB&D.

Further information at www.sccer-feebe.ch



ETH zürich

Luzern University of
Applied Sciences and Arts
**HOCHSCHULE
LUZERN**
Engineering and Architecture
FH Kanton Luzern

n|w Fachhochschule
Nordwestschweiz



In cooperation with the CTI



Energy funding programme

Swiss Competence Centers for Energy Research



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Swiss Confederation

Commission for Technology and Innovation CTI