

Intelligente Kühlsystemlösungen

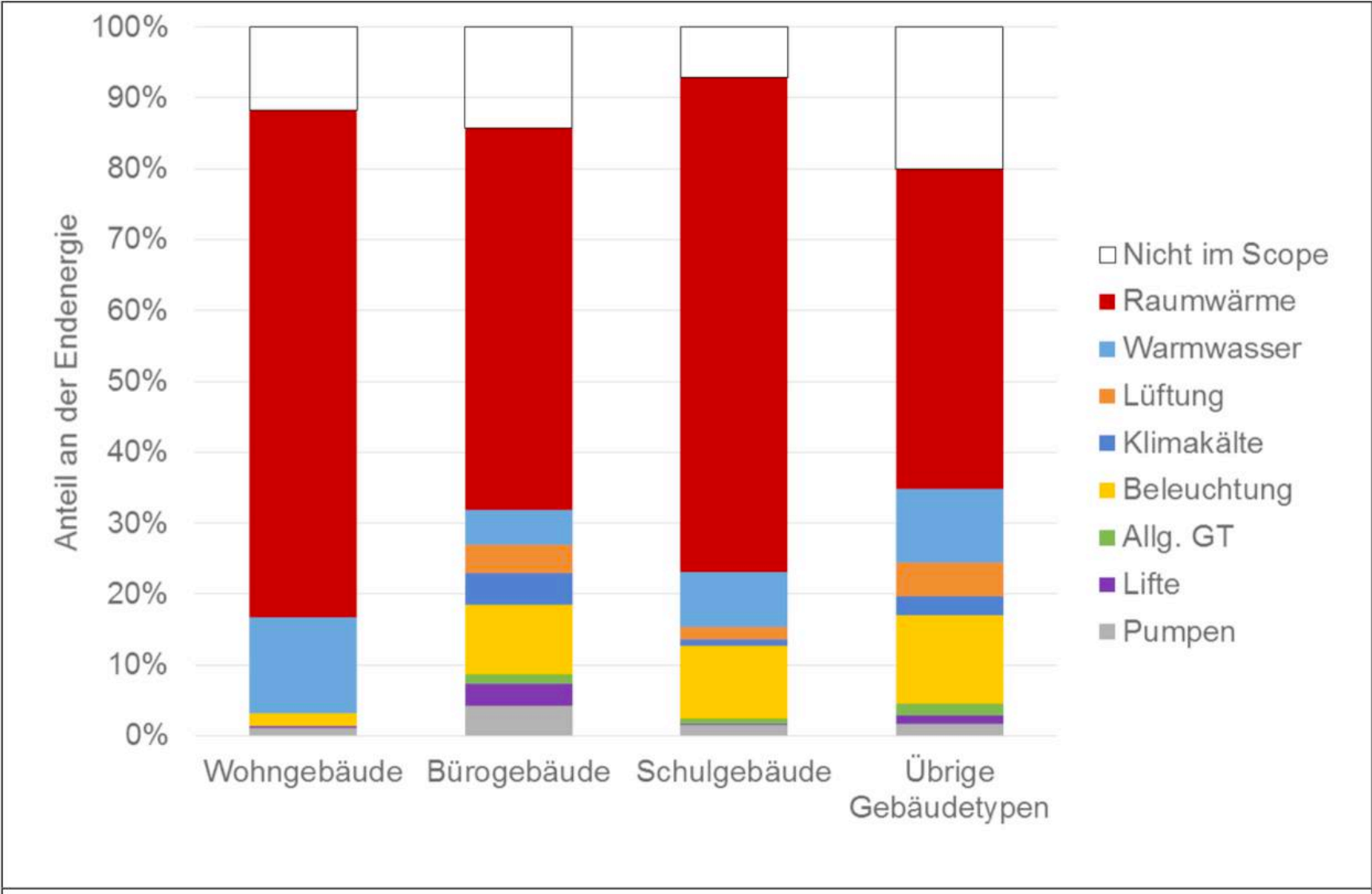
forumenergiezürich
Zürich 10. Januar 2016

Prof. Dr. Hanspeter Eicher
VR Präsident eicher+pauli

Ziel

Möglichst hoher Anteil CO₂ freier, erneuerbarer Kälte
für Gebäudeklimatisierung und Prozesse

Endenergiebedarf Gebäudepark



Quelle: TEP Energy, Gebäudeparkmodell

Endenergiebedarf Klimakälte CH

[TWh]	Wohngebäude		Bürogebäude		Schulgebäude		Übrige Gebäudekategorien		Alle Gebäudekategorien	
Raumwärme	58.7	72%	4.9	54%	2.4	70%	9.8	45%	75.7	65%
Warmwasser	11.2	14%	0.5	5%	0.3	8%	2.3	10%	14.1	12%
Lüftung	0.0	0.0%	0.4	4%	0.1	2%	1.0	5%	1.5	1%
Klimakälte	0.01	0.0%	0.4	4%	0.0	1%	0.6	3%	1.0	1%
Beleuchtung	1.4	2%	0.9	10%	0.4	10%	2.7	12%	5.3	5%
Allg. GT	0.1	0%	0.1	1%	0.0	1%	0.4	2%	0.6	1%
Pumpen	0.9	1%	0.4	4%	0.1	1%	0.4	2%	1.7	1%
Lifte	0.2	0.2%	0.3	3%	0.0	0%	0.2	1%	0.7	1%
Nicht im Scope	9.6	12%	1.3	14%	0.2	7%	4.4	20%	15.5	13%
Total	82.0	100%	9.0	100%	3.4	100%	21.7	100%	116.2	100%

Quelle: TEP Energy, Gebäudeparkmodell

Endenergieverbrauch Klimakälte 2015 = 1.0 THW/a

Steigerungspotential bis 2050 auf 1.5 TWh/a

Zusätzlich Prozesskälte > 10 ° C von 0.5 TWh/a

Total 2 TWh/a entspricht ca. 2% des langfristigen Endenergiebedarfs in Gebäuden

Gesamtheitliche Gebäudekonzeption



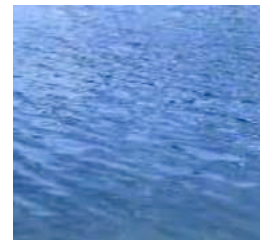
Wärmeschutz



Effiziente Lüftung



Sonnenschutz



Erneuerbare
Wärme- und
Kältequellen



Niedertemperatur
Heiz- und
Kühlsysteme
Heizen $< 35^\circ$
Kühlen $> 18^\circ$



Effiziente
kombinierte Wärme-
/Kälteerzeugung



Erneuerbare Kältequellen (Anergiequellen)



Seewasser 8 bis 20°



Grundwasser 10 bis 14°



Luft -15 bis + 25°



Flusswasser 2 bis 24°



Erdreich 10 bis 16°

Beispiele Einzelgebäude



Architektur: Silvia und Reto Gmür Architekten

Foto: Helene Binet

Erdsonden

- Erstes CH Laborgebäude mit Minergie Eco
- TABS und individuelle Laborlüftung
- Erdsonden Wärmeerzeugung mit WP
- Kälteerzeugung über Erdsondenfeld mit Wärmepumpe als Redundanz



Realisierung: Marti AG und
BAM Deutschland

Grundwasser

Verwaltungszentrum 40'000 m² EBF zertifiziert **Minergie-P-Eco®**

- Wärme- und Kälteverteilung über Deckenplatten oder Fussdoden
- Abwärmenutzung von Nutzern, Beleuchtung, Apparaten als Grundlastheizung
- Grundwasser als Wärme- und Kältequelle
- Restliche Wärmeerzeugung mit WP
- Kälteerzeugung 100% über Grundwasser



Architektur: Silvia Gmür
Reto Gmür Architekten

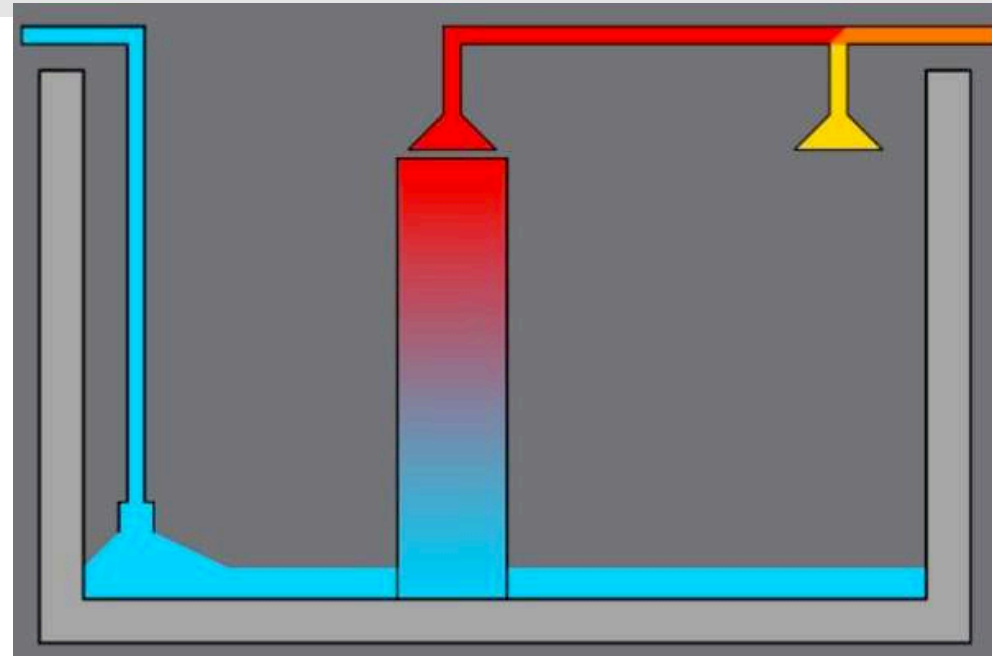
Aarewasser

- Erstes Spital mit der Minergie Areal Zertifizierung
- Wärme- und Kälteverteilung über Heiz-Kühldecken oder Fussboden
- Wärmequellen: Abwärme, Aarewasser, Fernwärme
- Grundlast-Wärmeerzeugung mit WP, Spitzenlast Fernwärme
- Grundlast Klimakälte und Prozesskälte mit Aarewasser, Spitzendeckung mit WP



Aussenluft und Regenwasser

- Neuartiges indirektes Free-Cooling-Konzept mit Aussenluft und Regenwasser
- Höchstes Sicherheitslevel (TIER IV) erreicht
- Abwärmennutzung intern wie auch extern
- Auszeichnungen: Watt d'Or 2015 und Brill Award for Efficient IT 2015



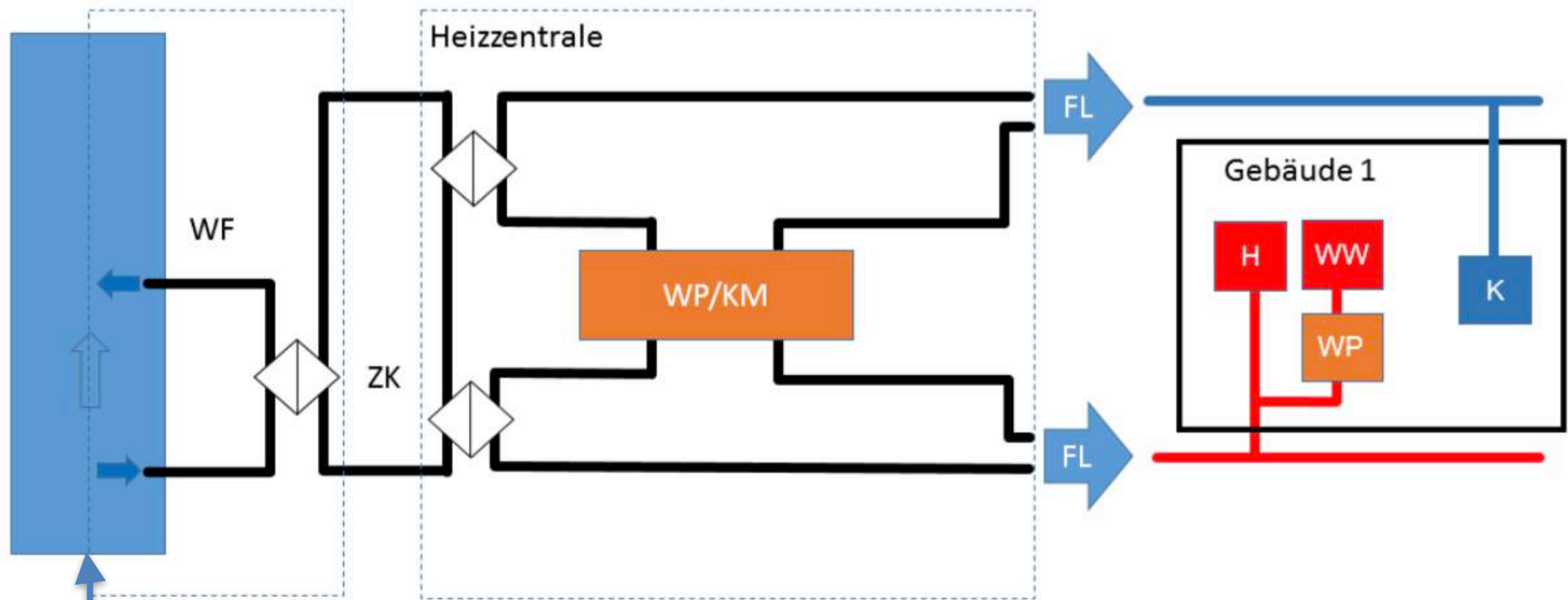
Aussenluft

- Aussenluftkühlung anstelle von Kältemaschinen
- 95% Elektrizitätseinsparung (70 GWh/a)
- Minderinvestitionen gegenüber vorgängiger Lösung 65 bis 75%

Thermischen Vernetzung von Gebäuden

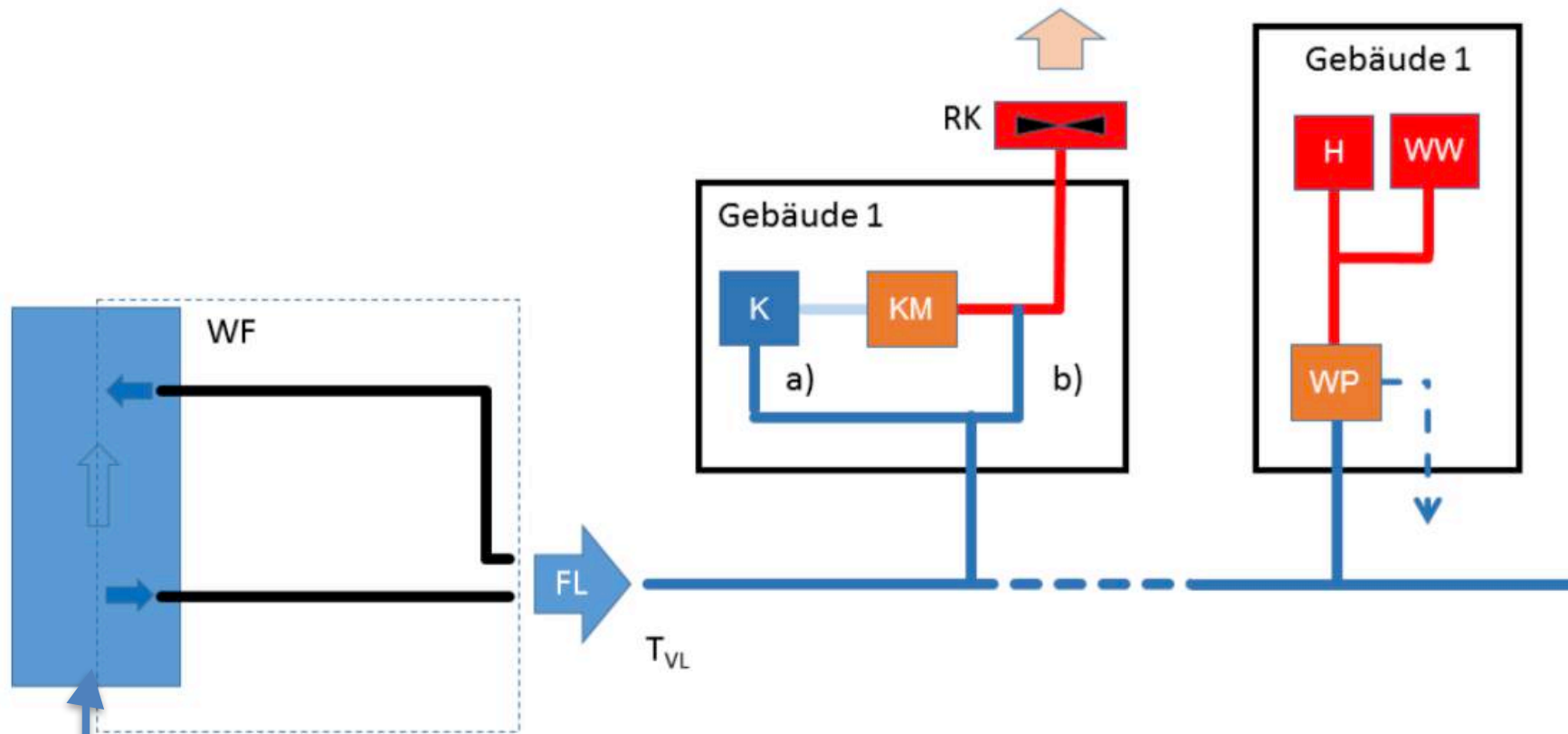
Systemwahl bei kombinierten Wärme- und Kältebedarf

Vierleitersystem Wärme Kälte



WF = Wasserfassung ZK = Zwischenkreis WP/KM = kombinierte Wärmepumpe/Kältemaschine

Energiequelle: Grundwasser, Seewasser,
Flusswasser, Erdsonden

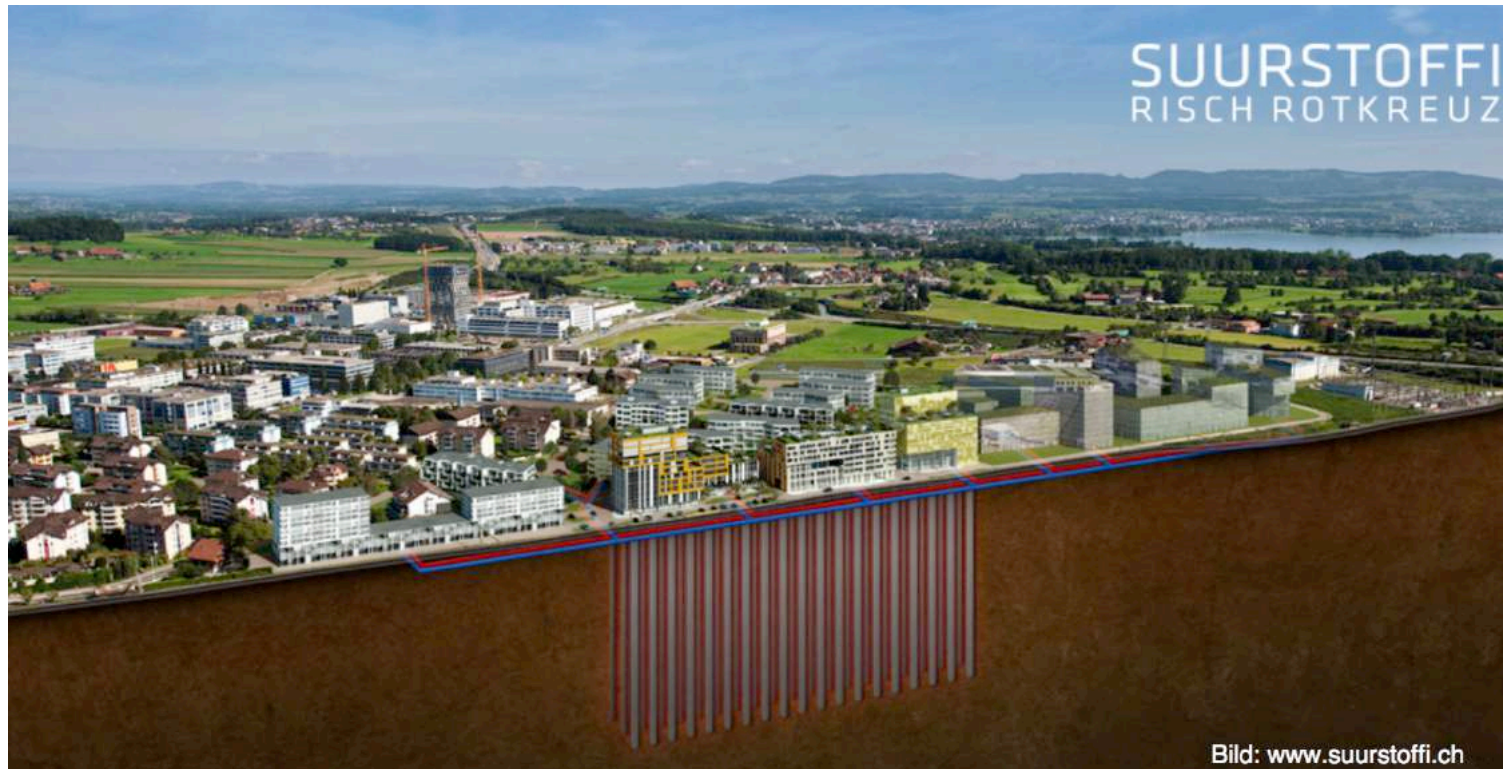


WF = Wasserfassung KM = Kältemaschine RK = Rückkühler FL = Fernleitung

Anergiequelle: Grundwasser, Seewasser, Flusswasser, Erdsonden

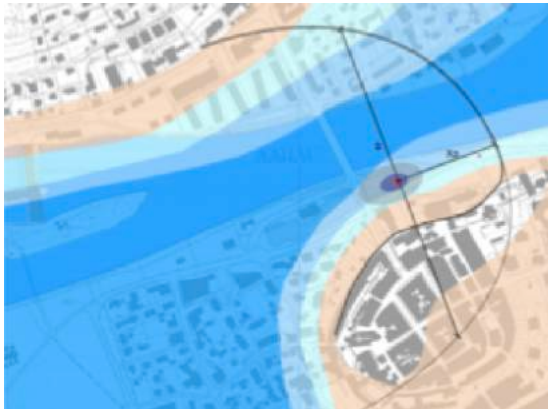
Thermische Vernetzung von Gebäuden

Beispiele



Anergiesystem mit Erdsondenspeicher

- 100 km Erdsondenfelder als Jahresspeicher
- Anergierung mit Vorlauf $< 18^\circ$ (Sommer) und Rücklauf $> 4^\circ$ (Winter)
- Dezentrale Wärmepumpen für Raumheizung und Warmwasser
- Klimakälte aus abgekühltem Erdsondenfeld



Kasinoareal Aarau

- Energiequelle: Wärme und Kältenutzung aus Grundwasser
- Vier-Leiter System (2x Wärme, 2x Kälte)
- Wärmeerzeugung über zwei Ammoniak WP mit total 2.4 MW
- Direkte Kälteerzeugung mit Grundwasser. Falls die Leistung nicht genügt wird die kombinierte WP Kältemaschine dazugeschaltet

1. TEP Energy, Potenzialabschätzung von Massnahmen im Bereich der Gebäudetechnik , BFE Januar 2016

2. Referenzen eicher+pauli www.eicher-pauli.ch
 - Pathologie- und Rechtsmedizin St. Gallen
 - Verwaltungszentrum Neumatt
 - Bürgerspital Solothurn
 - Swisscom Rechenzentrum XDC
 - Suurstoffi Rotkreuz
 - Kasinoareal Aarau