

Gebäude und Technik für niedrigen Energieverbrauch und hohen Komfort

Andreas Glauser, Senior Consultant, eicher+pauli

An aerial photograph of a city, likely Zurich, taken during the golden hour of sunset. The sun is low on the horizon, casting a warm, golden glow over the city and the surrounding mountains. The city's buildings are densely packed, and the sky is a mix of orange and yellow. The text is overlaid on the center of the image.

Wir gestalten die Klimazukunft

eicher+pauli

Rundblick

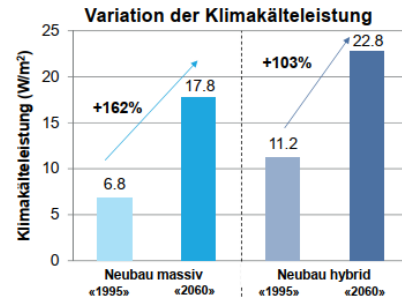
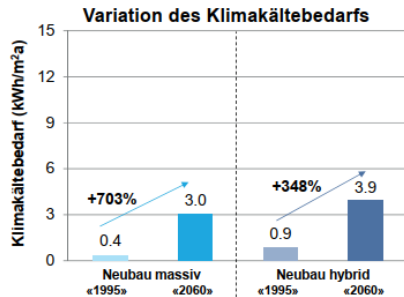
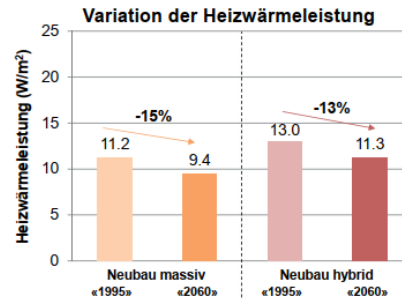
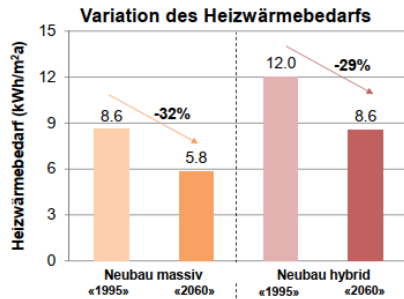
Ausgangslage



01

Auswirkungen Klimawandel

Beispiel Entwicklung Heiz-/Kühlbedarf



Reduktion Heizwärmebedarf

- NB -30%

Anstieg Klimakältebedarf

- NB stark (auf 50% Qh)

Anstieg Klimakälteleistung

- NB 200% von Qh

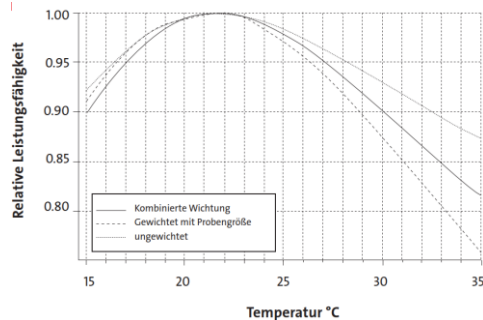
Grafiken: Jährliche Medianwerte zu Heizwärme- und Klimakältebedarf (links) sowie zu Heizwärme- und Klimakälteleistung (rechts) der vier untersuchten Fallstudien in der Referenzperiode „1995“ (1980-2009; jeweils die linke Säule) und der Periode „2060“ (2045-2074; jeweils die rechte Säule) am Standort Basel. Die Prozentzahlen geben die auf den Klima-wandel zurückführbare Veränderung an .

Quelle: Schlussbericht BFE Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100 vom 29.12.2017

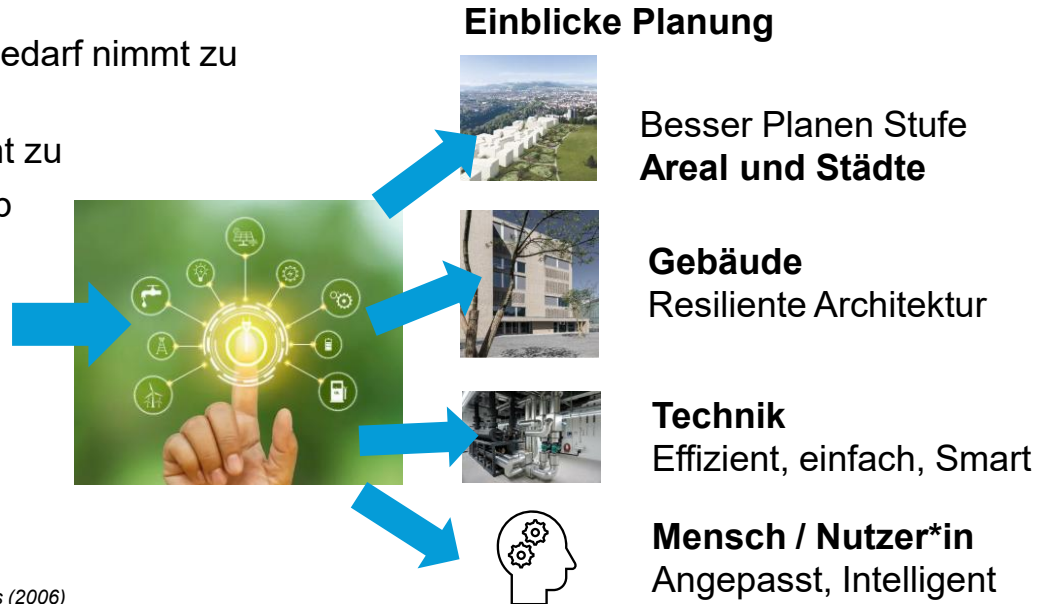
Auswirkungen Klimawandel

Ableitung Handlungsfelder Planen, Bauen und Wohnen

- Heizwärmebedarf nimmt ab - Klimakältebedarf nimmt zu
- Weitere Beobachtungen z.B.
 - Mortalität in Alters- und Pflege nimmt zu
 - Relative Leistungsfähigkeit nimmt ab



Quelle: Seppänen – Indoor Climate and Productivity in Offices (2006)



Einblick(e)

Besser Planen...

02

Planung Areal-/Stadtklima

Beispiel Planungshilfe...

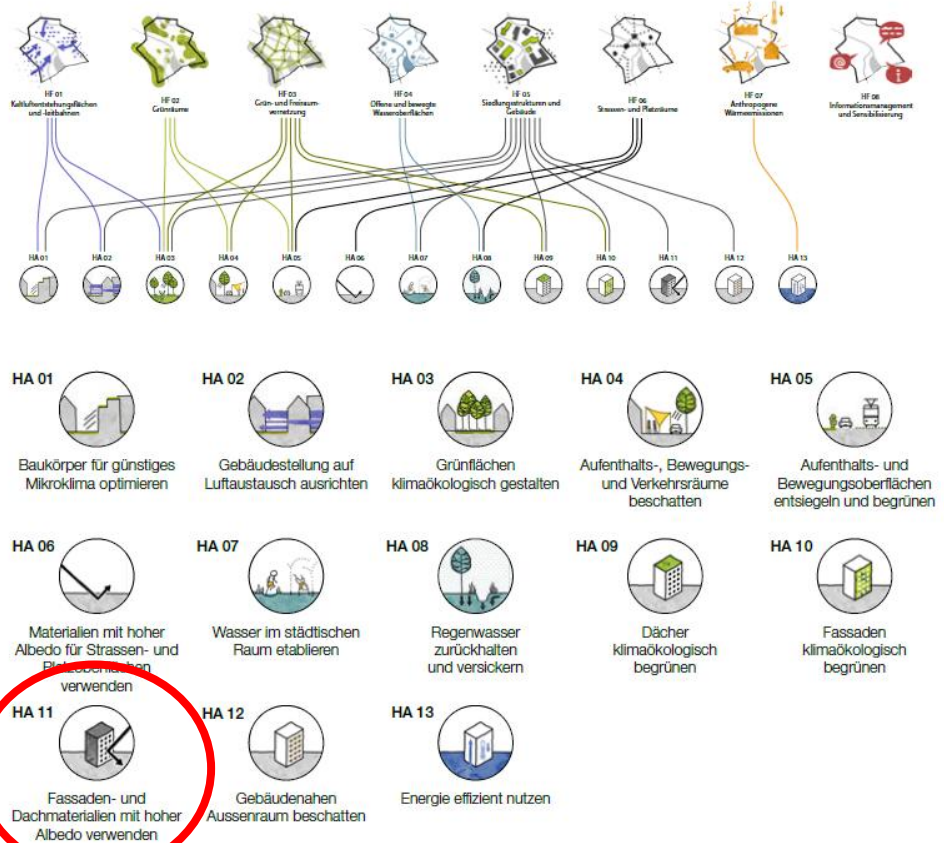
02.1

Ebene Stadtklima



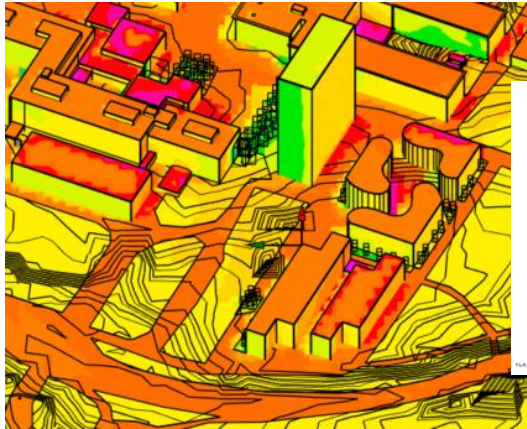
Quelle: Stadt Zürich; <https://www.stadt-zuerich.ch/ted/de/index/gsz/planung-und-bau/fachplanung-hitzeminderung.html>

Handlungsfelder und -ansätze

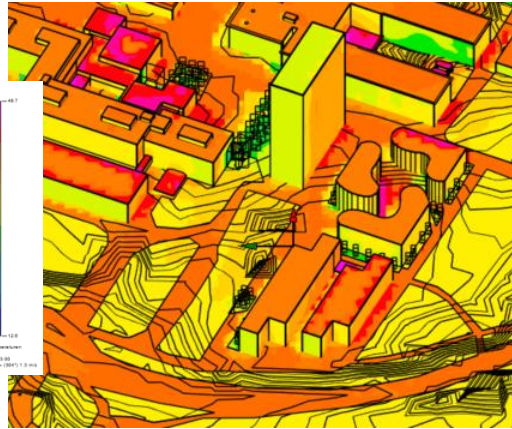


Ebene Städteklima - Strategieplanung

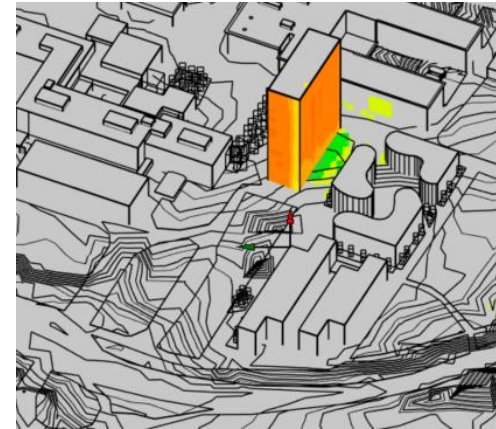
Modellierung zur Prüfung von verschiedenen Fassaden



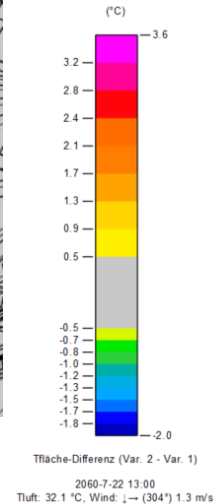
Oberflächentemperatur Hitzetag 13:00
Mit Alufassade 50% Verglast



Oberflächentemperatur Hitzetag 13:00
Mit Holzfassade 50% Verglast



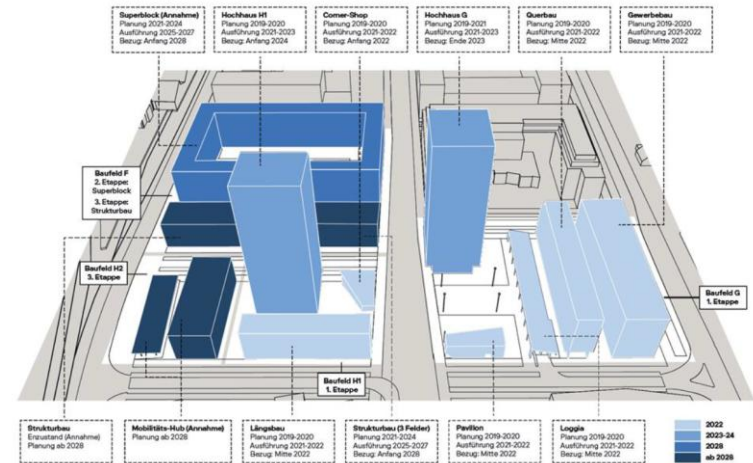
Differenz Oberflächentemperatur beider
Varianten um 13:00



Ebene Areal – Strategieplanung

Einblick – Instrument Masterplanung Infrastruktur

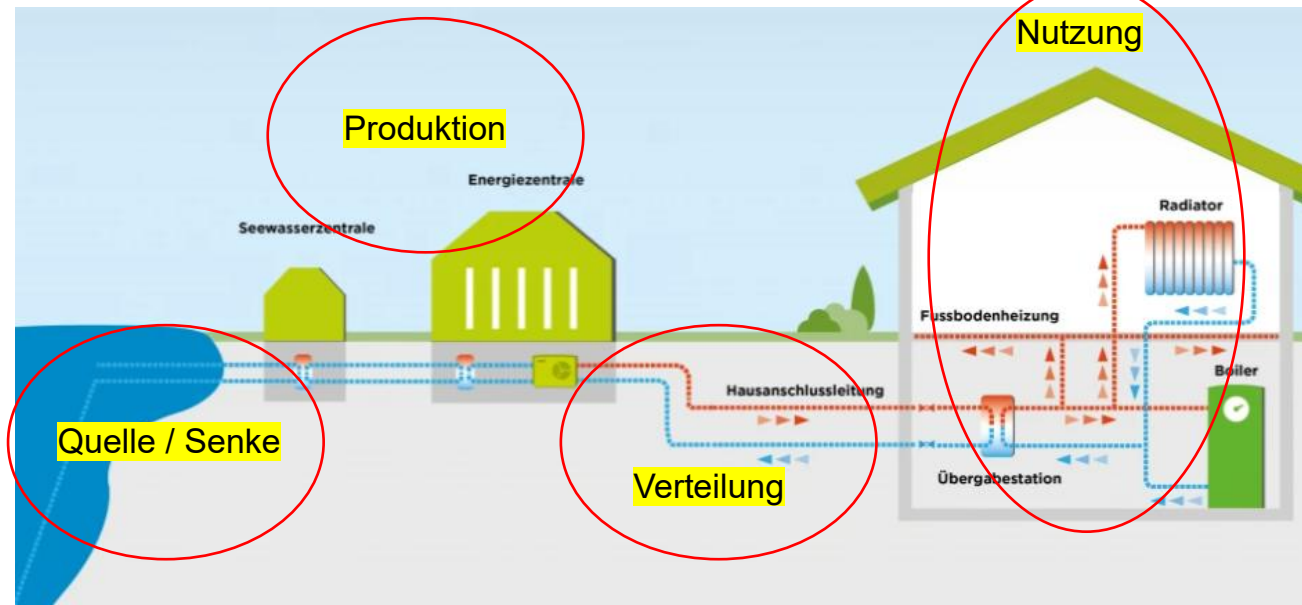
- **Übergeordnete Ziele festlegen** z.B. in Bezug auf Nachhaltigkeit, Vernetzung, Sektor Kopplung
- **Stakeholder Bedürfnisse definieren** z.B.. Nutzungs-, Raum- und Anforderungsprogramm, Entwicklung und Etappierung, Baurechtliche Grundlagen, Behörden
- **Areal-Potenziale erkennen** z.B. (angrenzende Quartiere, Richtpläne, räumliche und klimatische Gegebenheiten
- **Strategische Infrastrukturplanung entwickeln** auf Grundlage Masterplanung Gebäude inkl. Produktion, Speicherung, Ver- und Entsorgungslogik (Netze), Bewirtschaftung, Datenerfassung



Quelle: Masterplanung Infrastruktur eicher+pauli Referenz zw/hatt Areal Regensdorf

Ebene Areal – Strategieplanung

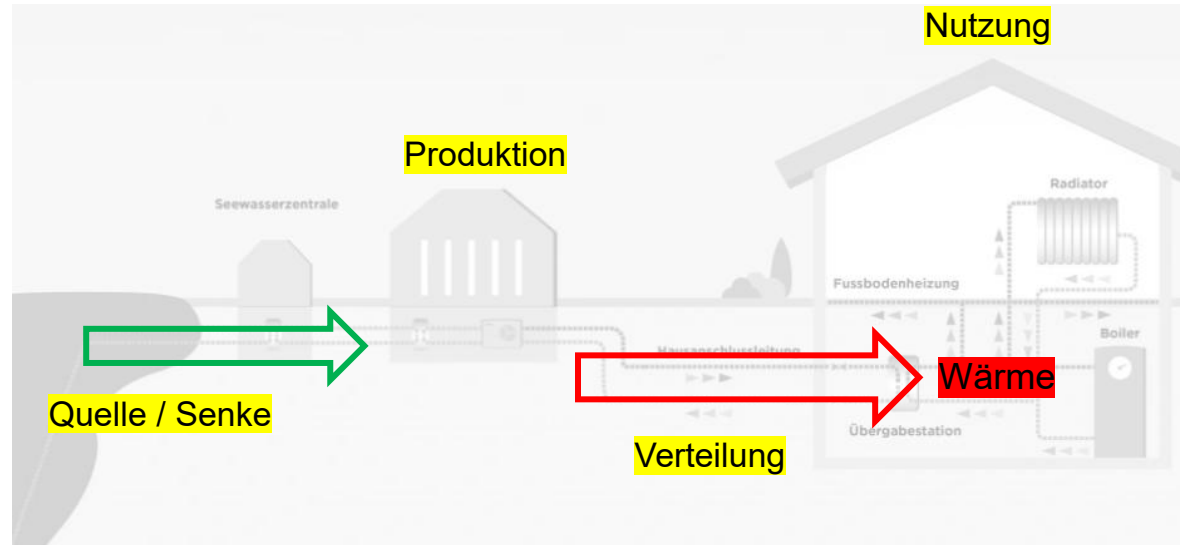
Übersicht Modell Versorgungslogik Wärme / Kälte



Quelle: [Wärme und Kälte für Meggen: Nachhaltig und regional CKW](#)

Ebene Areal – Strategieplanung

Klassischer Wärmeverbund bivalent



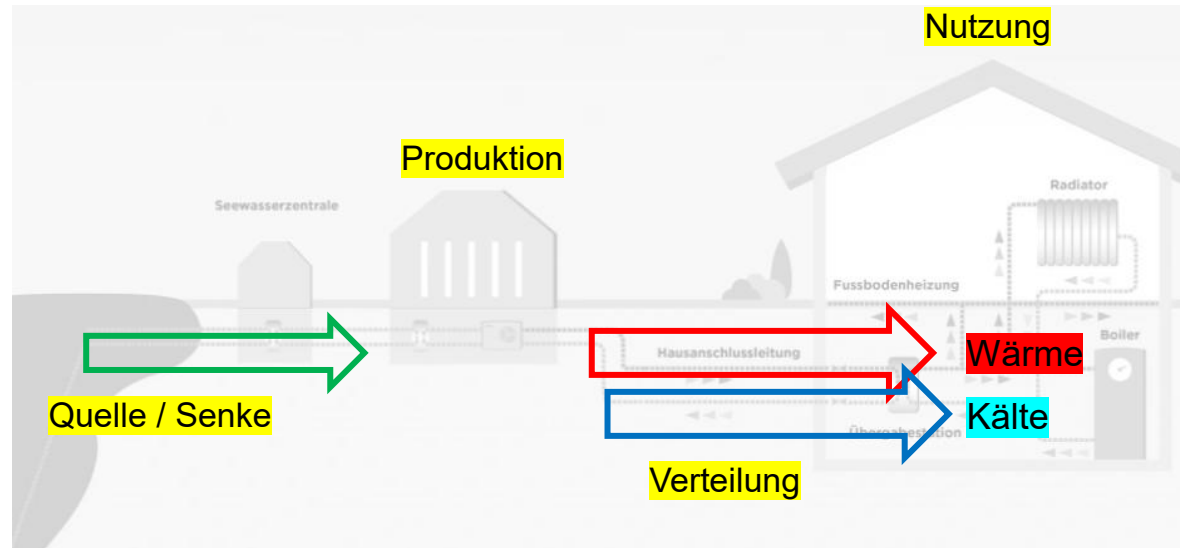
Merkmale:

- einfach
- **Zentrale Wärmeerzeugung**
- Verteilnetz mit thermischer Dämmung
- reine Wärmelieferung
- **keine Kältelieferung (lokal)**
- oft in Zonen reiner Wohnnutzung
- Hoch- und Niedertemperaturwärme (ca. 30...90°C)
- Bei Heisswassernetzen ab Kehrlichtverbrennung (ca. 100...180°C) auch für Prozessenergiebedürfnisse spannend

Quelle: [Wärme und Kälte für Meggen: Nachhaltig und regional CKW](#)

Ebene Areal – Strategieplanung

Vierleitersystem Wärme und Kälte



Merkmale:

- **Zentrale Energiequelle(n)**
- Meist **zentrale Wärme- und Kälteerzeugung**
- 2x Kälteleitung, 2x Wärmeleitung, hoher Platzbedarf
- **Wärme- und Kältelieferung auf Nutzungsniveau** mit maximaler Flexibilität
- Ideal für Zonen intensiver und gemischter Nutzung (Industrie, Wohnen, Dienstleistung, Gewerbe)
- Hohe Energieeffizienz im Betrieb da auch zentrale Abwärmenutzung

Quelle: [Wärme und Kälte für Meggen: Nachhaltig und regional CKW](#)

Ebene Areal – Strategieplanung

Anergiesystem Wärme und Kälte



Merkmale:

- **Zentrale Energiequelle(n)**
- **Dezentrale Wärme- und Kälteerzeugung**
- Nachbehandlung in Gebäuden (Kostenträger?)
- Günstige Bauweise Netz
- **Wärme- und Kältelieferung auf Umgebungstemperatur**
- Ideal für Zonen gemischter Nutzung (Dienstleistung, Gewerbe, Wohnen...)
- Anspruchsvolle Regulierung / Hydraulik

Quelle: [Wärme und Kälte für Meggen: Nachhaltig und regional CKW](#)

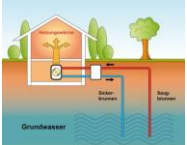
Ebene Areal – Strategieplanung

Quellen / Senken – Potentiale für effiziente (natürliche) Kühlung

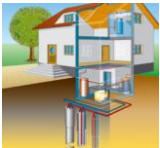
Seenergie



Grundwasser



Untiefe Geothermie



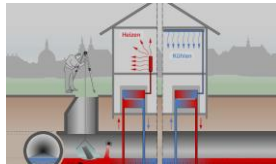
Aussenluft



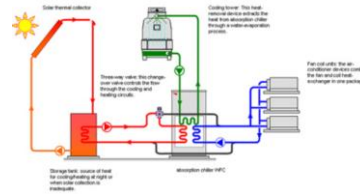
Flusswasser



Abwasser



Solare Kühlung



Tiefe Geothermie



Effiziente Kühlung ist
«freie Kühlung»

Freie Kühlung geht nur
wenn Gebäudetechnik
passend ist

Saisonale Speicherung
wird zukünftig wichtig

Planung Gebäude

Resiliente Architektur

02.2

Ebene Gebäude - Architektur

«Schwer oder Leicht?»



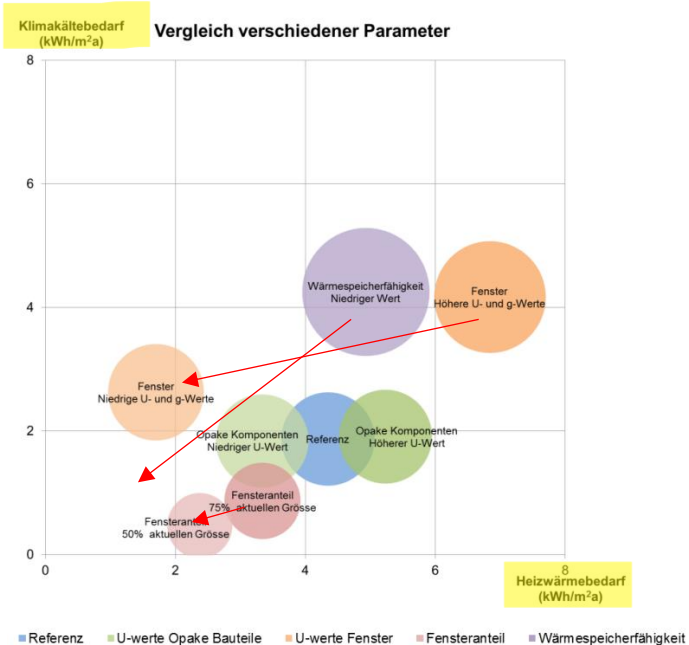
Quelle: 2226 Baumschlager Eberle 2013



Quelle: [Architekturwettbewerb der BIZ - eicher+pauli](#)

Ebene Gebäude - Architektur

Einblick – Massnahmen und Handlungsschwerpunkte Raumklima



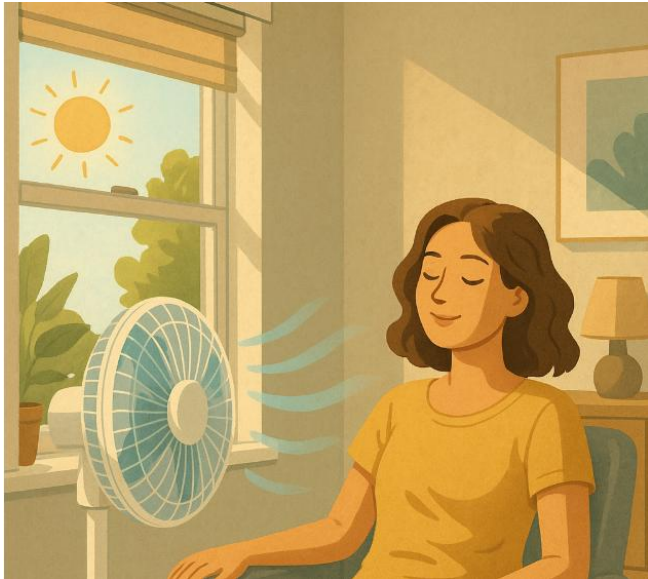
- **Wärmespeicherfähigkeit** – verfügbar zugänglich (>100% EBF)
- Erfolgsfaktor Bauteil **Fenster**
 - Glasanteil optimiert (Richtwert 30-40%). Eckräume...!
 - Sonnenschutz leistungsfähig, anpassbar, aussenliegend
 - U-Wert tief / g-Wert tief / Lichttransmission hoch
 - Manuell öffenbar – **natürliche Lüftung «konzipiert»**
- **Geometrie**, Raumtiefe und Raumhöhe **ausgewogen**
- **Einbezug** von kühlen «Inseln» in den Entwurf

Grafik: Simulationsergebnisse aus der Parametervariation für den Heizwärmebedarf (x-Achse) und den Klimakältebedarf (y-Achse) des Referenzmodells im Jahr 2063, dem Medianjahr der Periode „2060“, am Standort Basel. Die Grösse der Kreise stellt das Verhältnis der Anzahl an Überhitzungsstunden dar.

Quelle: Schlussbericht BFE Energiebedarf und Behaglichkeit heutiger Wohnbauten bis ins Jahr 2100 vom 29.12.2017

Ebene Gebäude - Nutzung

Nutzer*innen Nutzen nutzen – Einfluss Raumklima / Komfort



- **Reduktion des Nutzereinflusses** durch robuste Gebäudekonzeption («Fehlerakzeptanz» höher)
- **Reduktion der internen Wärmelasten** durch optimierte Geräte
- Zweckmäßige **Automatisierung** der Technik
- **Sicherstellung** einfache Bedienbarkeit
- **Sensibilisierung** der Nutzer*innen durch Information, Schulung und Monitoring
- **Einbezug und Partizipation** durch faire und transparente Aushandlungsprozesse mit allen Stakeholdern

Planung Technik

Einfach, Effizient und Smart

02.3

Ebene Technik - Kühlung

Zeitgemässe Systeme

Eine Formel zum Einstieg...

Abgabeleistung ist

$$Q = A \times \alpha \times dT$$

A = Fläche

α = Wärmeabgabekoeffizient

dT = Temperaturdifferenz



Quelle [Klimaanlagen heizen das Klima auf - \[GEO\]](#):



Mit anderen Worten

Hohe Effizienz Erzeugung erfordert *raumtemperaturnahe Kaltwassertemperatur*

Dadurch resultiert *kleine Temperaturdifferenz*

Hohe Leistung erfordert somit **grosse Fläche** oder ein **guter Wärmeabgabekoeffizient**

Ebene Technik - Kühlung

Strahlungssysteme - Ziel hohe Fläche – Kombination Wärme/Kälte

Variante 1

Deckensegel Metall



- Hohe Leistung für Heizung und Kühlung
- Bewährtes System
- Akustik integriert (Ergänzung notwendig)
- Systemtrennung eingehalten
- Hohe Flexibilität

Variante 2

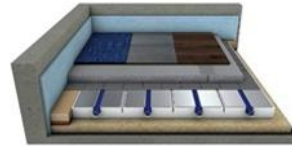
Lehmdecke



- Gute Leistung für Heizung und Kühlung
- Natürliches Produkt
- Feuchteregulierung
- Aufwändige Montage
- Akustikfläche ist eingeschränkt
- Flexibilität eingeschränkt

Variante 3

Fussbodenheizung



- Gute Leistung für Heizung
- Beschränkte Kühlleistung
- Bewährtes System
- Keine Systemtrennung
- Akustik zusätzlich
- Flexibilität eingeschränkt

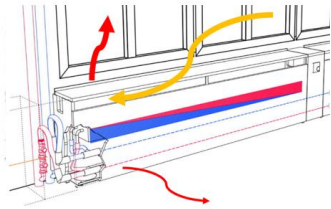
	V1	V2	V3
Kosten	Red	Red	Green
Leistung	Green	Yellow	Yellow
Flexibilität	Green	Red	Red
CO2_E	Yellow	Green	Red
Effizienz	Yellow	Yellow	Red
Komfort	Green	Green	Yellow
Heizen	Green	Green	Green

Beispielhafter Vergleich

Ebene Technik - Kühlung

Konvektive Systeme Ziel hoher Wärmeübergang – **Kombination** Wärme/Kälte

Variante 4
Brüstungskonvektor



- Gute Leistung für Heizung und Kühlung
- Innovatives System
- Maximale Effizienz «Vorlauftemperatur»
- Systemtrennung eingehalten
- keine Reduktion der Raumhöhe
- Akustik zusätzlich
- Gute Flexibilität



Quelle erich keller
[Klimageräte die hocheffizient Heizen und Kühlen:](#)

Alternative Systeme



Quelle <https://www.zehnder-systems.ch/de>

	V4
Kosten	Red
Leistung	Green
Flexibilität	Green
CO2_E	Yellow
Effizienz	Green
Komfort	Green
Heizen	Green

Beispielhafter Vergleich

Praxisbeispiel

03

„Besser planen – kühler
wohnen“

Sauerstoffi

Praxisbeispiel
Ebene Areal



Facts Suurstoffi Areal

<p>1500 BEWOHNERINNEN UND BEWOHNER</p> 	<p>32 GEBÄUDE</p> 	<p>550 WOHNUNGEN</p> 	<p>4 GASTRONOMIE- FLÄCHEN</p> 
<p>2500 ARBEITNEHMENDE</p> 	<p>106,000 M² AREAL</p> 	<p>2000 PARKPLÄTZE</p> 	<p>DGNB- ZERTIFIZIERTES AREAL</p> 
<p>2600 STUDIENDE</p> 	<p>90,000 M² GEWERBEFLÄCHE</p> 	<p>1800 M² FITNESSCENTER</p> 	<p>SOLARSTROM</p> 
<p>CO₂-FREIES ENERGIESYSTEM</p> 	<p>NACHHALTIG UNTERWEGS</p> 	<p>FREE WI-FI</p> 	<p>DIREKTE PERRONANBINDUNG ZUM BAHNHOF</p> 



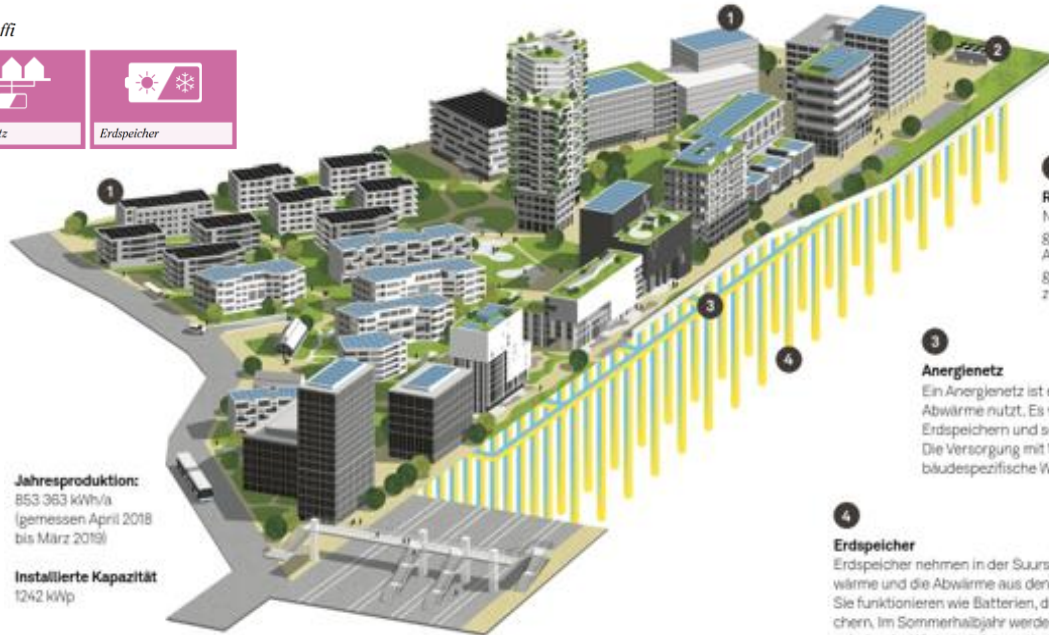
DGNB Zertifikat Platin bescheinigt:

- Hohe Qualität bezüglich Energieeffizienz
- Null CO₂-Emissionen
- Optimierte Ökobilanz
- Tiefe Graue Energie
- Hohe Nutzungsflexibilität
- Rezyklierbarkeit der Materialien

Quelle Homepage Suurstoffi

Lösung Suurstoffi Areal

Energiesystem Suurstoffi



Jahresproduktion:
853 363 kWh/a
(gemessen April 2018
bis März 2019)

Installierte Kapazität
1242 kWp

1

Solare Energienutzung

Auf den Dächern und teilweise an den Fassaden der Gebäude sind Anlagen zur Gewinnung von Solarwärme (PVT) und Solarstrom (PV) installiert.



2

Rückkühler

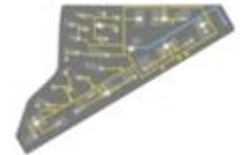
Nutzung der Luftaußentemperatur für eine gezielte Erwärmung oder Abkühlung des Anergienetzes, um damit flexibel auf zukünftige Änderungen von Klima und Gebäude Nutzungsmix reagieren zu können.



3

Anergienetz

Ein Anergienetz ist ein Niedertemperaturnetz, das die Abwärme nutzt. Es verbindet jedes Gebäude mit den Erdspeichern und sorgt für die thermische Vernetzung. Die Versorgung mit Wärme und Kälte erfolgt über gebäudespezifische Wärmepumpen und Wärmetauscher.



4

Erdspeicher

Erdspeicher nehmen in der Suurstoffi die Solarwärme und die Abwärme aus den Gebäuden auf. Sie funktionieren wie Batterien, die Energie speichern. Im Sommerhalbjahr werden die Speicher geladen, im Winterhalbjahr entladen.

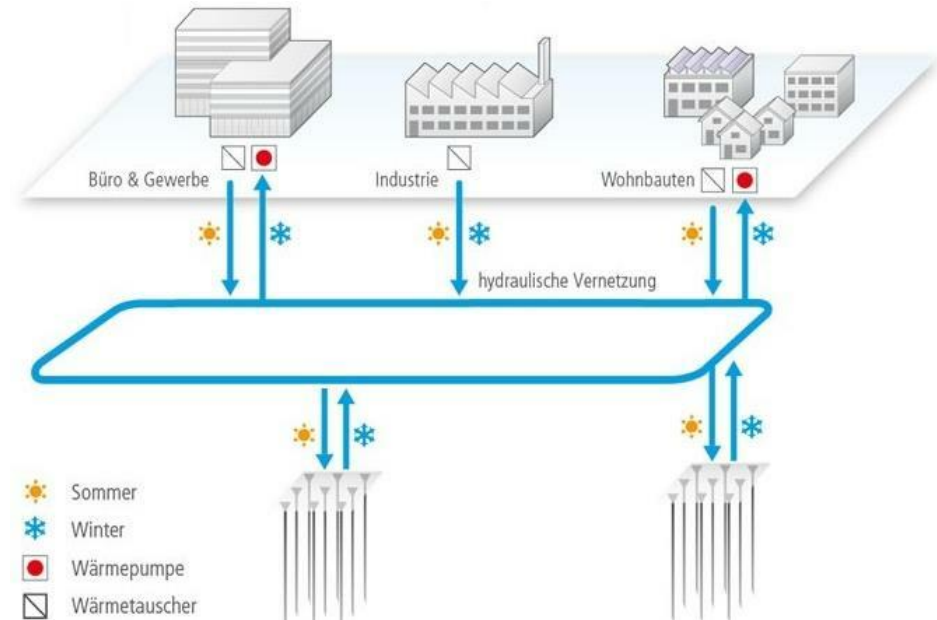


Quelle: Thermisches System und Strategie: Null CO² Emissionen, Hanspeter Eicher

Lösung Sauerstoffi

Areal-Konzept – geschickt vernetzt

- ✓ Unterschiedliche Nutzungen
- ✓ Jahresspeicher in Form von Erdreich
- ✓ Heizen und Kühlen (Geocooling) kombiniert
- ✓ Vernetzung (Sektorkopplung thermisch/elektrisch)
- ✓ Gebäudemasse



Muster - Wärmeerzeugung



Standardkonzept pro Energiezentrale:

- Niedertemperatur WP für Raumheizung
- Hochtemperatur WP für Brauchwarmwasser
- Kühlung über Anergienetz

Muster - Erdsondenverteiler



Quelle Homepage Suurstoffi

kompetent. innovativ. nachhaltig.

Erdsonden-Simulationen durch e+p
zur Beurteilung von

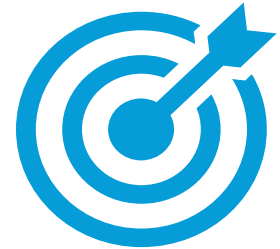
- Saisonale Schwankungen
- Langzeitauswirkungen
- Erforderliche Länge aufgrund Bodenbeschaffenheit usw.

Herausforderungen / Chancen



Ausgeglichene Jahresbilanz Erdsonden

- **Wichtig Plan B** – wenn Leistungs- und Energiewerte im Betrieb nicht auf die Planung stimmen
- **Aussenluft** (Rückkühler kühlt Umgebung) und **aktive Gebäudekühlung** zur Regeneration der Erdsonden
- Kühlung mit Aussenluft (**Freecooling**) mittels Lüftungsanlagen und **Nutzung Nachtauskühlung**
- **Erdspeicher für die Winterzeit** (Wärmeentzug) - ca. 100 km Erdsonden / Kapazität: 10 GWh / Einsatz Glykol zwecks Erhöhung der Kapazität (tiefere Temperaturen möglich)
- **Mastersteuerung** (bedarfs- und angebotsabhängige) Steuerung über alle Wärmepumpen



„besser planen – kühler
wohnen“

Suurstoffi

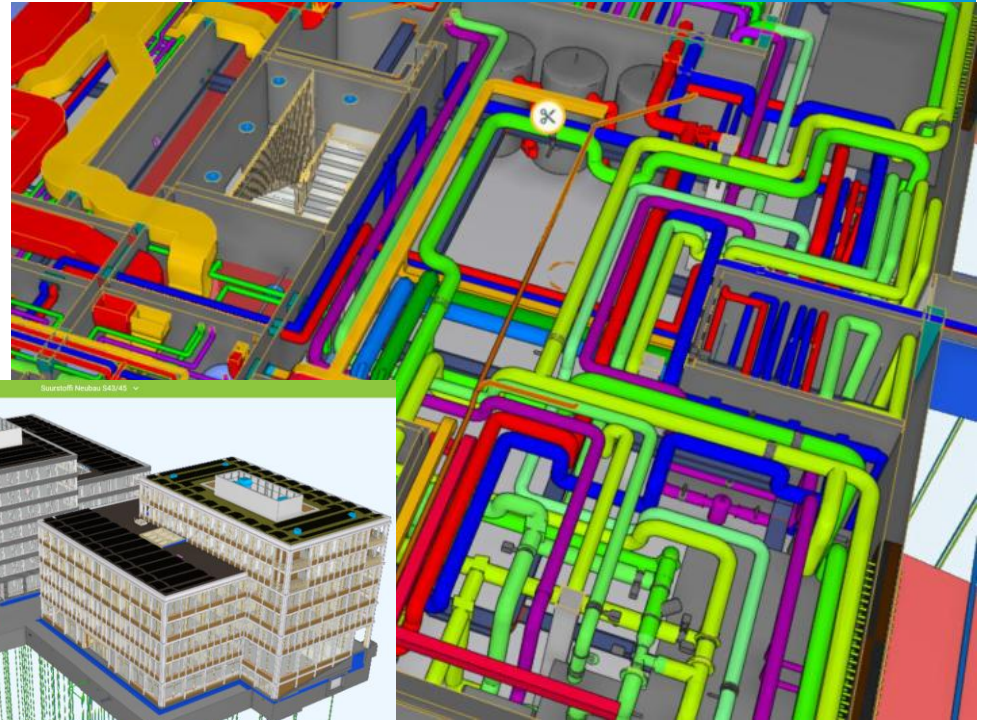
Praxisbeispiel
Ebene Gebäude
Neubau S43/45



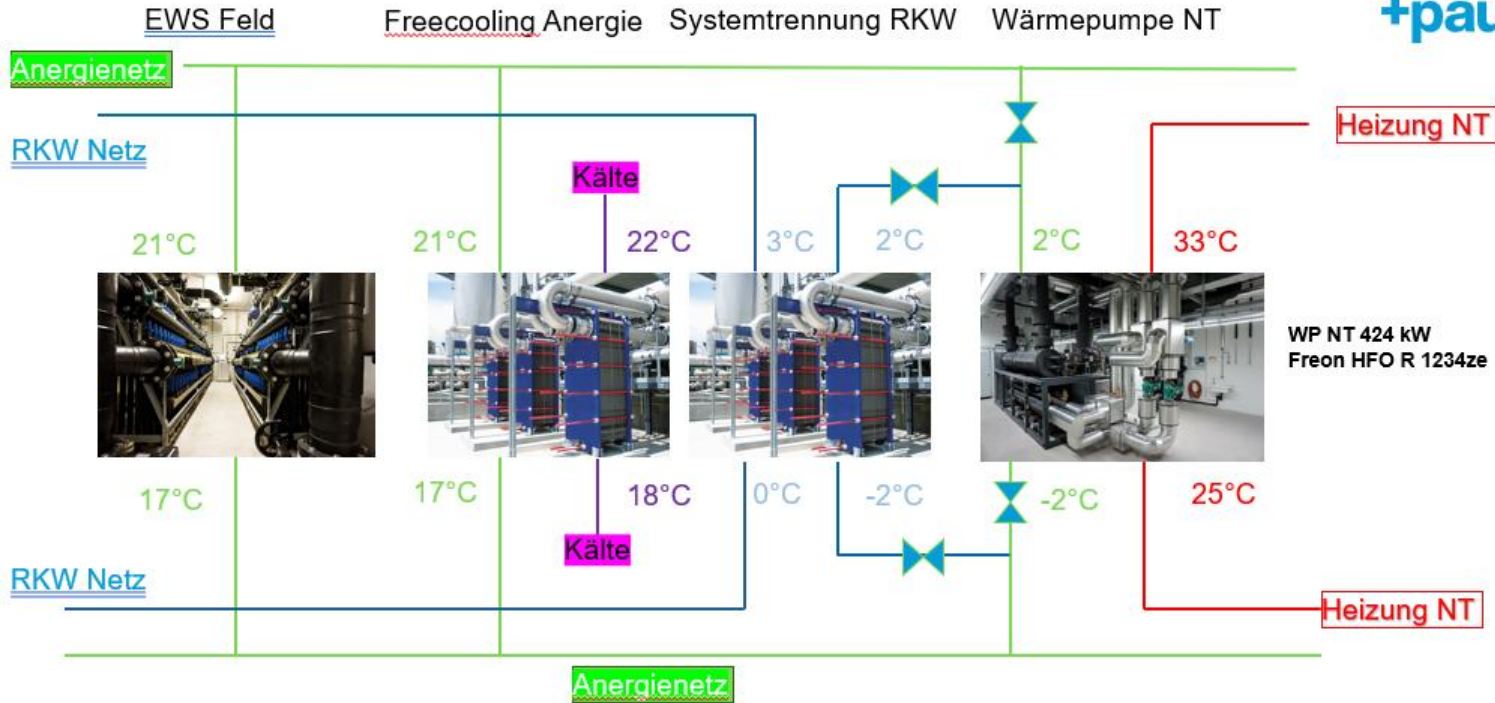
Digitale Planung

Modellierung

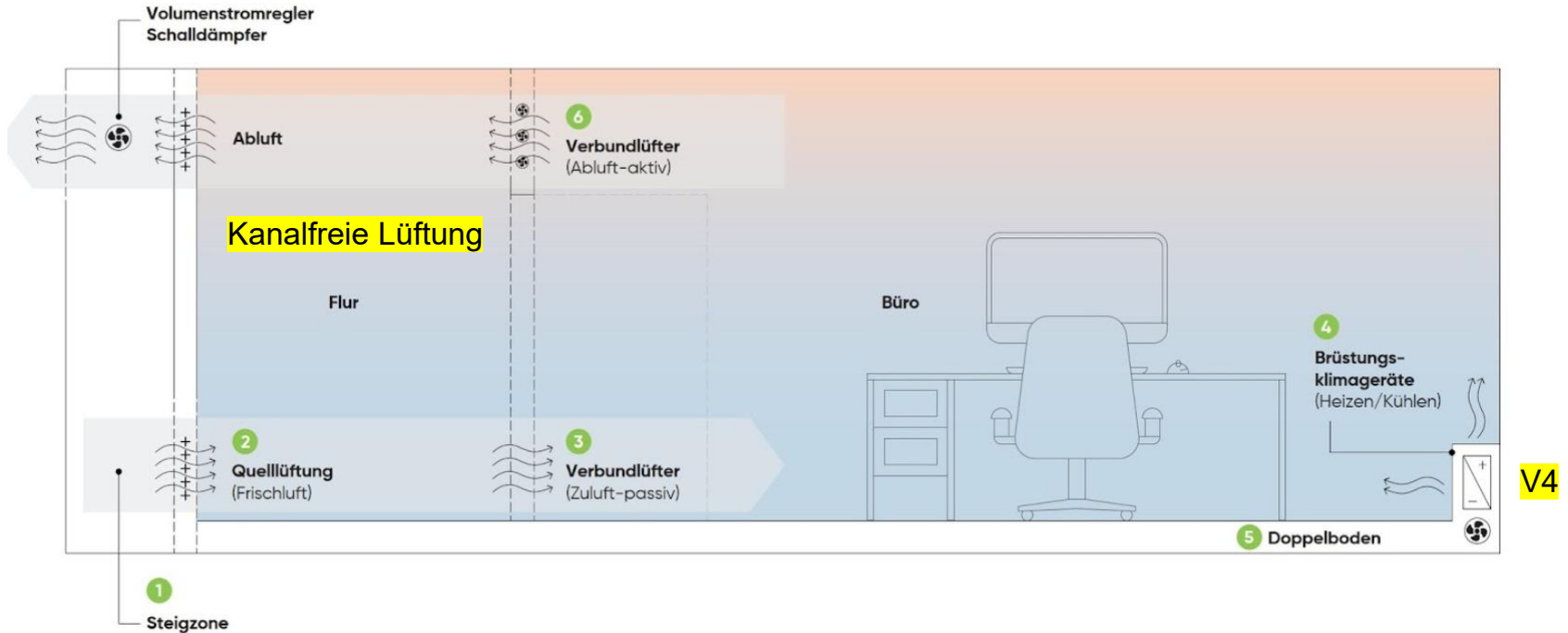
- Dezentrales Anergie-Konzept bedingt grosse Fläche für Wärmepumpen/ Speicher/Systemtrennung usw.
- Beispiel Planung im BIM Modell, Revit



Auslegungsparameter



Raumkonzept - effizient Heizen / Kühlen



Quelle: [Sauerstoff Risch Rotkreuz :: Neubau S43/45, Alles im Grüene](#)

Ausblick und Abschluss

Besser Planen

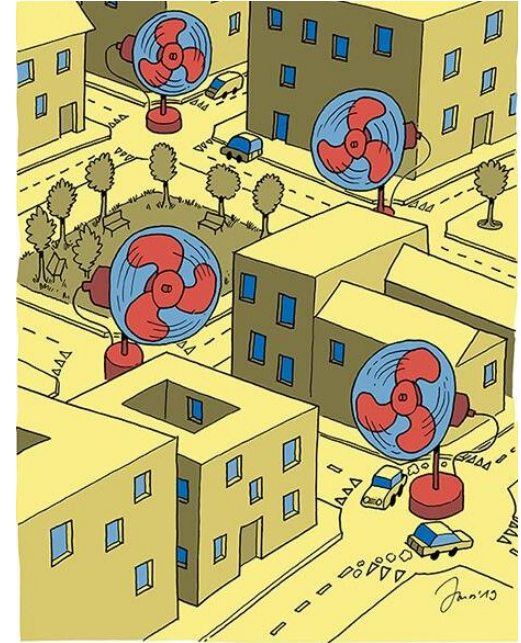
04

Ausblick und Abschluss

Und es gelingt – besser planen heisst kühler wohnen...

Quelle: [Inforum Cartoons - Jonas-Comics.ch](#)

- Verpflichtung **Umsetzung Klimamassnahmen** auf Ebene Stadt-/Areal
- **Masterplanung Energie und Infrastruktur** als wichtiges strategisches Instrument
- **Vernetzung** als Chance (Quellen, Erzeugung Sektorkopplung...)
- **Integrale Betrachtung** ist zwingend
 - Resiliente Architektur als Grundvoraussetzung
 - Einfache und effiziente Technik als Folge
 - Kühlen ist das Heizen von morgen... kombiniert und auf Effizienz getrimmt
- **Einbezug der Nutzer*innen** – Partizipativ und «Smart ist Automat»
- **Nutzung der digitalen Möglichkeiten** mit Einsatz von Modellierung, Simulationen
- **Optimierung** im Betrieb



Die Städte im Kampf gegen die Hitze

Ausblick und Abschluss

Einsatz von KI - Stossrichtungen und erste Schritte

Lernende Gebäude von morgen - Beispiele

- **Automatisierung des Wohnraums**
- **Meteobasierte Steuerung** der Wärme/Kälte
- **Nutzungsbasierte Gebäudeautomation** (Anwesenheitssteuerung)
- **Intelligente Energienetze** (Smart Grid, Energiespeicher, Lastmanagement...)



An aerial photograph of a vibrant green valley. A paved road winds through the center of the valley, flanked by rolling hills and scattered trees. In the background, majestic mountains rise, some with patches of snow or light-colored rock. The sky is clear and blue. The text is overlaid on the center of the image.

**Vielen Dank für
Ihre
Aufmerksamkeit**
eicher+pauli