



Die Uhlandschule in Stuttgart Sanierung eines Schulgebäudes auf Plusenergieniveau

Dr. Jürgen Görres

Landeshauptstadt Stuttgart

Amt für Umweltschutz, Abteilung Energiewirtschaft

Gaisburgstraße 4, 70182 Stuttgart

Telefon 0711/216-88668, Fax 0711/216-88630

E-Mail: Juergen.Goerres@stuttgart.de

Landeshauptstadt Stuttgart



- 607.000 Einwohner
- Siedlungsfläche: 207 km²
Siedlungsdichte:
- ca. 2.830 Einwohner pro km² Siedlungsfläche
- zu reinigende Abfallwassermenge: 100 Mio. m³/a
- städtische Gebäude
- 1.315 Gebäude (beheizte Fläche: 2,3 Mio. m²) mit 2.213 Bedarfsstellen

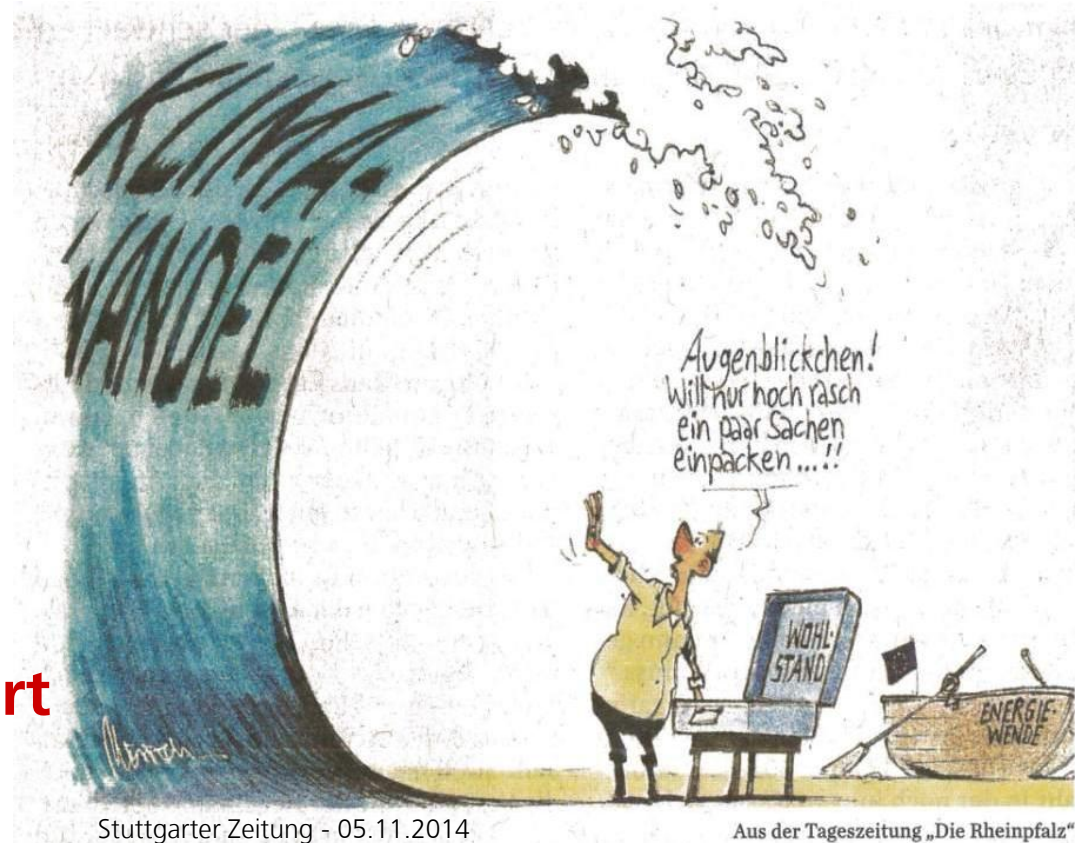
190.000 MWh/a Strom
250.000 MWh/a Wärme
1,7 Mio. m³/a Wasser

37,4 Mio. Euro/a
18,1 Mio. Euro/a
8,5 Mio. Euro/a } **64 Mio. Euro/a**

Motivation

- Reduzierung der Energie- und Wasserkosten
- Emissionsreduktion (CO, NOx, SO2, Staub, CO2)
- Klimaschutz
- Ressourcenschutz
- Vorbildfunktion

Energiekonzept Landeshauptstadt Stuttgart



Stuttgarter Zeitung - 05.11.2014

Aus der Tageszeitung „Die Rheinpfalz“



Erste Schritte

- Entwicklung der Projektidee und des Konzepts
- Sicherstellung der Finanzierung (Stadt, Industriepartner)
- Projektantrag ausarbeiten und mit den Partner abstimmen
- Projektantrag einreichen
- Projektbewilligung
- Gemeinderatsbeschluss



Projektstart 1.12.2009



Forschungspartner

- Sanierung der bestehenden Uhlandschule so dass im Jahresmittel **mehr** Energie erzeugt als verbraucht wird
- Verbrauchsminimierung durch Dämmung der Gebäudehülle und effiziente Anlagentechnik und Deckung Restbedarf mit lokalen erneuerbaren Energien
- Projektpartner und Förderung

Wissenschaftliche Begleitung



Industrieunternehmen



BOSCH



Förderung



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

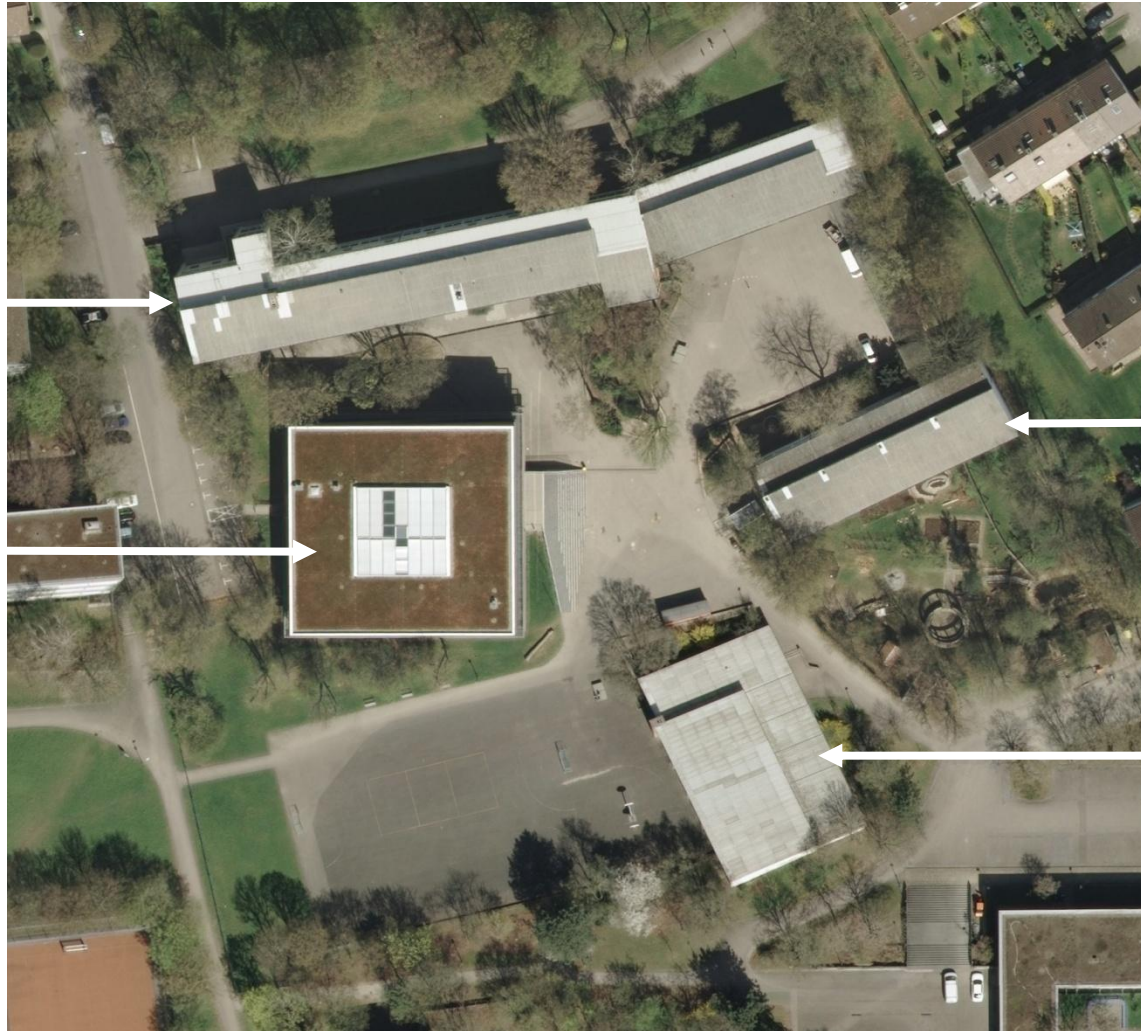


Grund- und
Werkrealschule
443 Schüler
Alter: 6 bis 16 Jahre

Schulgebäude

Hauptbau
(1954)

Erweiterungs-
bau (2004)



Pavillon
(1954)

Turnhalle
(1954)



Daten und Verbrauchswerte

- Beheizte Fläche: 6.437 m²
- Energieverbrauch 2011: Wärme 970.000 kWh/a*
 Strom 105.000 kWh/a
- Energiekosten 2011: **Wärme 60.000 €/a**
 Strom 20.000 €/a
- Kennwerte 2011: Heizkennwert 153,9 kWh/m²a
 Stromkennwert 16,7 kWh/m²a

* gradtagszahlbereinigt

Bestandsanalyse



Einscheibenverglasung



Wärmebrücken

Bauschäden Haupthaus



Bauschäden Turnhalle



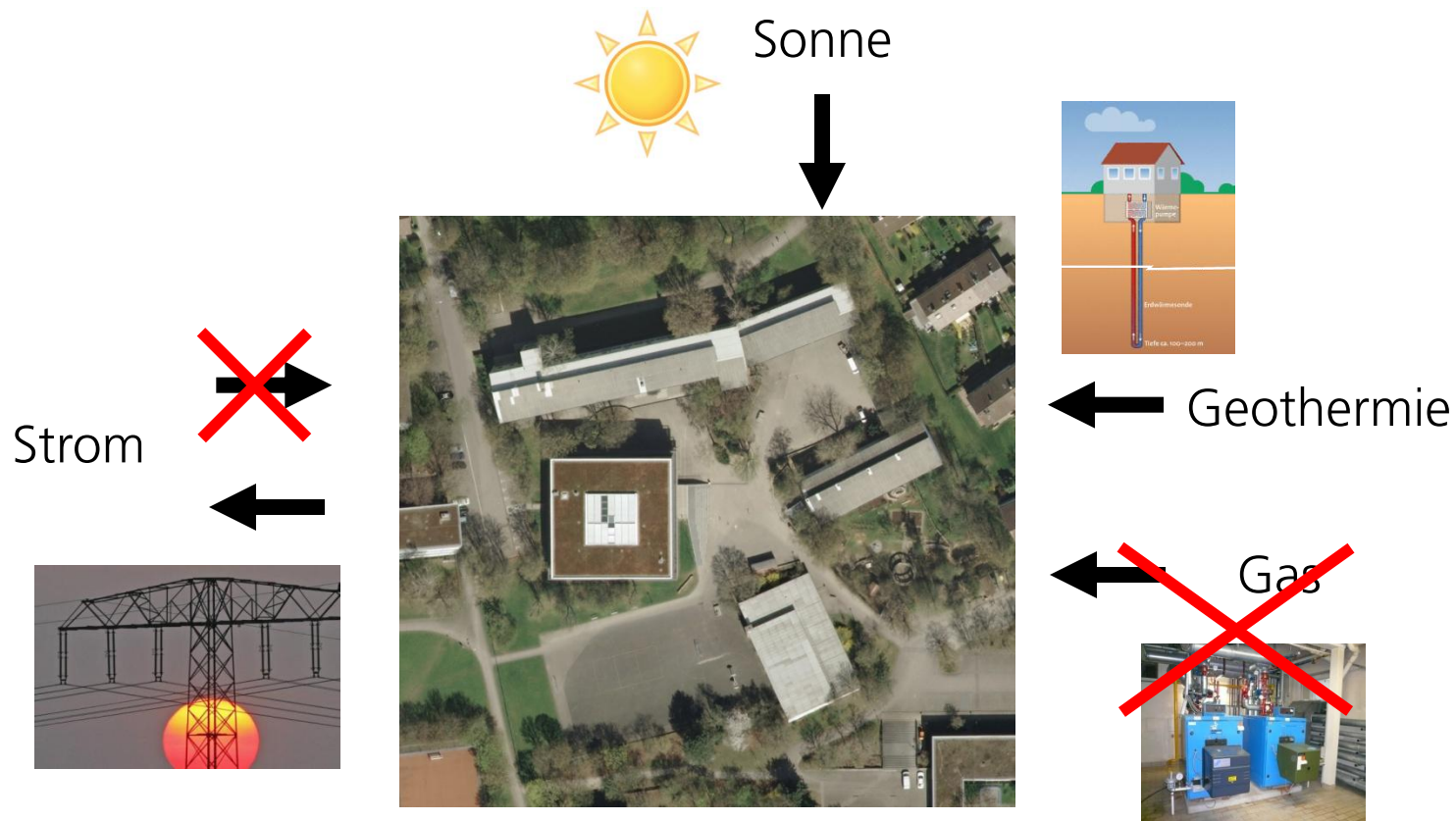




Gaskessel
(Bj. 1988)

Energiekonzept

- Sanierung der Gebäudehülle und Erneuerung der Anlagentechnik
- Deckung des Restenergiebedarfs durch regenerative Energien





Maßnahmen zum Plusenergiestandard

- Dämmung: Dach 20 cm, Außenwand 10-30 cm, Boden/Dach Vakuum-Isolations-Paneele (VIP), EPS
- Wärmeerzeugung: Wärmepumpe mit Erdsonden
- Wärmeübergabe: Niedertemperatur-Flächenheizung
- Stromerzeugung: Photovoltaik
- Hybride Belüftung: Lüftungsanlage mit 90 % WRG
- Effizientes Beleuchtungssystem: Tageslichtabhängige Steuerung und Präsenzmelder
- Keine Kälteerzeugung für Kühlzwecke (Ausnahme: Server)



Kostenschätzung 2009 (Projektstart 1.12.2009)

Baumaßnahme	Kosten
Bauliche Maßnahmen	5,1 Mio. €
Haustechnik	4,5 Mio. €
Nebenkosten	2,7 Mio. €
Gesamtsumme	12,3 Mio. €



Baumaßnahme	Kosten
Plusenergieschule	12,8 Mio. €
Barrierefreiheit	1,2 Mio. €
Betonsanierung, Brandschutz, Sonstige Maßnahmen	5,3 Mio. €
Gesamtsumme	19,3 Mio. €

- Detailuntersuchung Bausubstanz (Betonschäden, Asbest, ...)
- baukonstruktive Mängel (Rippendecken, ...)
- brandschutztechnische Mängel
- schulorganisatorische Umstrukturierungsmaßnahmen
- Barrierefreiheit





Vergleich mit spezifischen Neubaukosten

Gebäude	Spez. Umbaukosten	Spez. Neubaukosten
Hauptgebäude	2.600 € / m ²	3.000 € / m ²
Pavillon	3.700 € / m ²	3.200 € / m ²
Turnhalle	3.200 € / m ²	2.900 € / m ²



1. Abriss Pavillon und Turnhalle (Kosten, nicht normgerecht)
2. Veränderte schulische Anforderungen
 - Inklusion: Zusammenführung behinderter Schüler in Schulbetrieb
 - Entwicklung Ganztagesbereich, Bereitstellung erforderlicher Räume (Stilllegung Hausmeisterwohnung)
 - Bau einer Mensa: Versorgung Schulstandort (Gymnasium, Realschule, Behindertenschule)
 - Neustrukturierung des Schulgebäudes (Fachklassen, ...)
 - Bau einer normgerechten Turnhalle, auch zur Beseitigung des Rummangels in den umliegenden Schulen und der Vereinsnutzung
 - Ausstattung Klassenräume: Beamer, Whiteboards
3. Fortschreibung Energiebilanz (DIN 18599 darüber hinaus)
4. Betonsanierung, Brandschutzvorgaben

Integration in die Schule - Aktivitäten

- Bereitstellung von Lehrinhaltsstoffe
- Messkoffer / Klimakiste
- Workshop am 31. Mai 2011



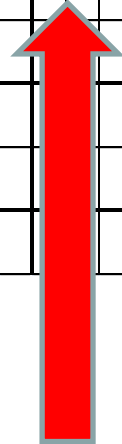
Ergebnisse des Workshops

- Umgestaltung: Verdunkelung, Internetzugang, Whiteboard, Pausenhof
- Bauphase: Container
- Technik: Kalt- / Warmwasser, Selbstschlussarmaturen, manueller Eingriff
- Pädagogisches Begleitkonzept
- Kosten: bei Schadensfall





	Terminplanung		2009				2010				2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017				2018				2019			
Projektschritt	Beginn	Ende	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
Bestandsanalyse	12/09	09/10																																												
Konzeption	04/10	11/12																																												
Ausführungsplanung	06/12	05/13																																												
Bauausführung	06/13	05/16																																												
Inbetriebnahme	06/16	01/17																																												
Bericht 1. Phase	02/17	06/17																																												
Validierungsphase	07/17	05/19																																												
Abschlussbericht	06/19	10/19																																												



Wärmedämmung



Graues expandiertes Polystyrol (EPS)
(WLG 031)
U-Wert 0,10 W/m²K



Vakuuminisationspaneele (WLG 017)
U-Wert 0,17 W/m²K



Mineralwolle (WLG 032 und WLG 033)
U-Wert 0,15 W/m²K

Integrierte Medienführung





U-Wert 0,80 W/m²K

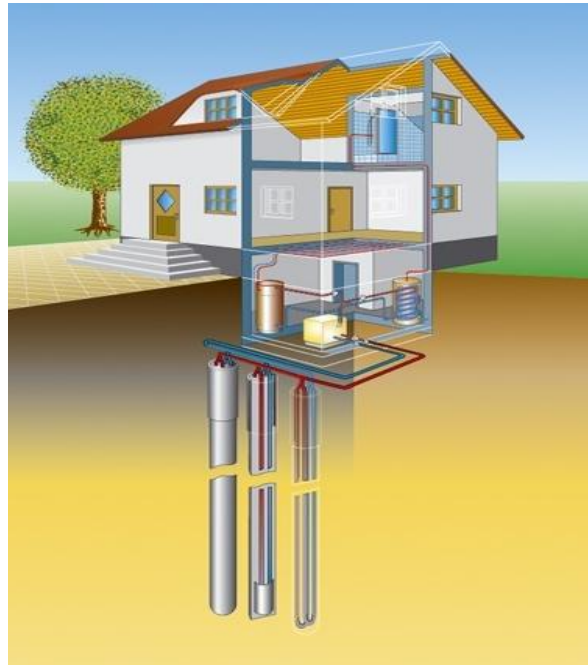
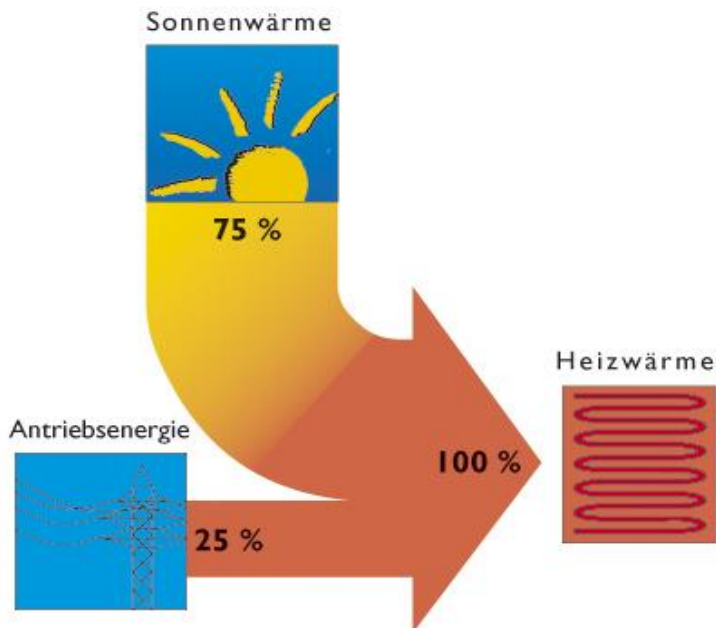


U-Wert 0,15 W/m²K

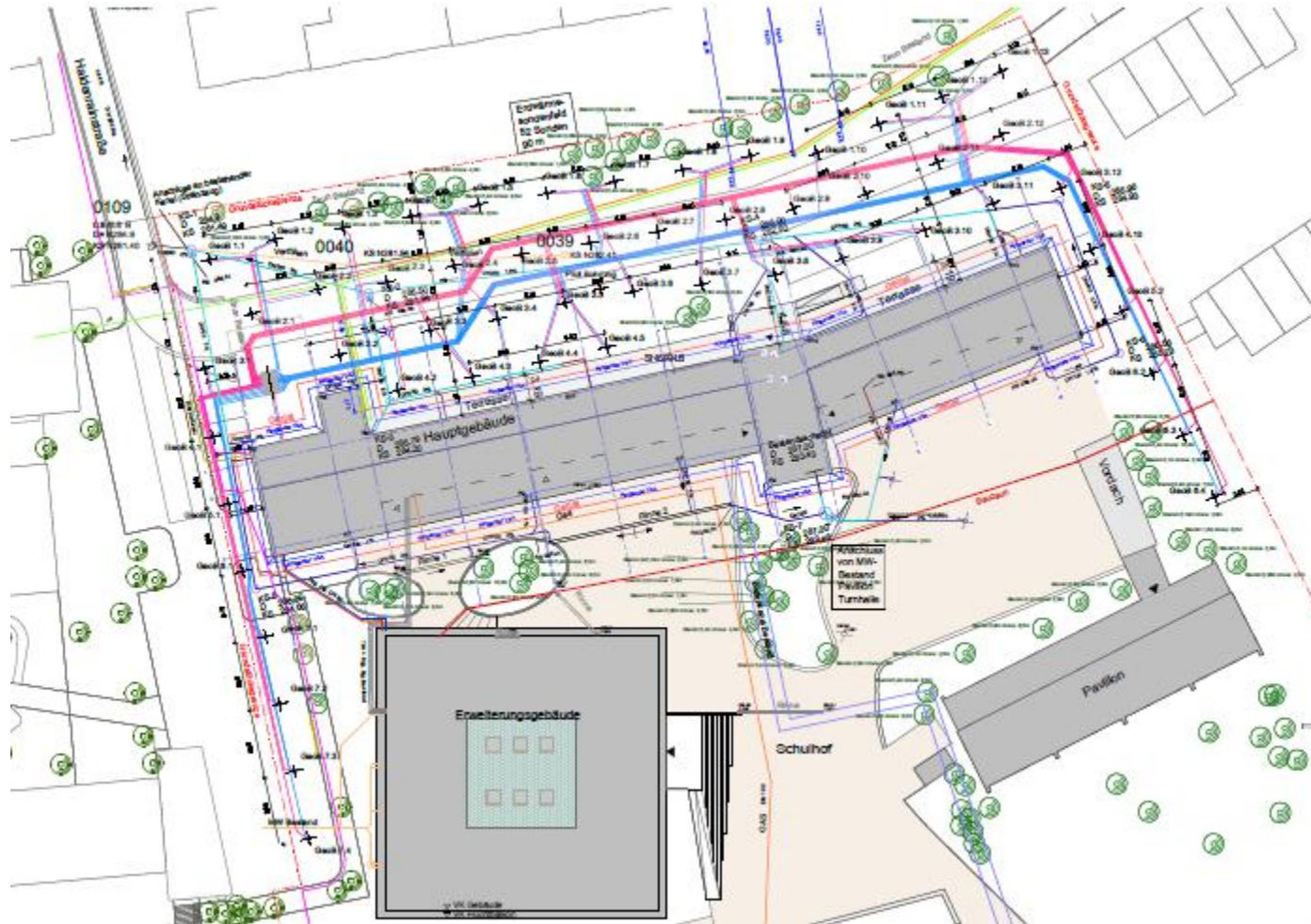


- Thermal Response Test: max. Bohrtiefe 90 – 92 m, Wärmeertrag 40 W/m
- 52 Sonden mit einer Wärmeentzugsleistung von ??? kW

Das Prinzip der Wärmepumpe



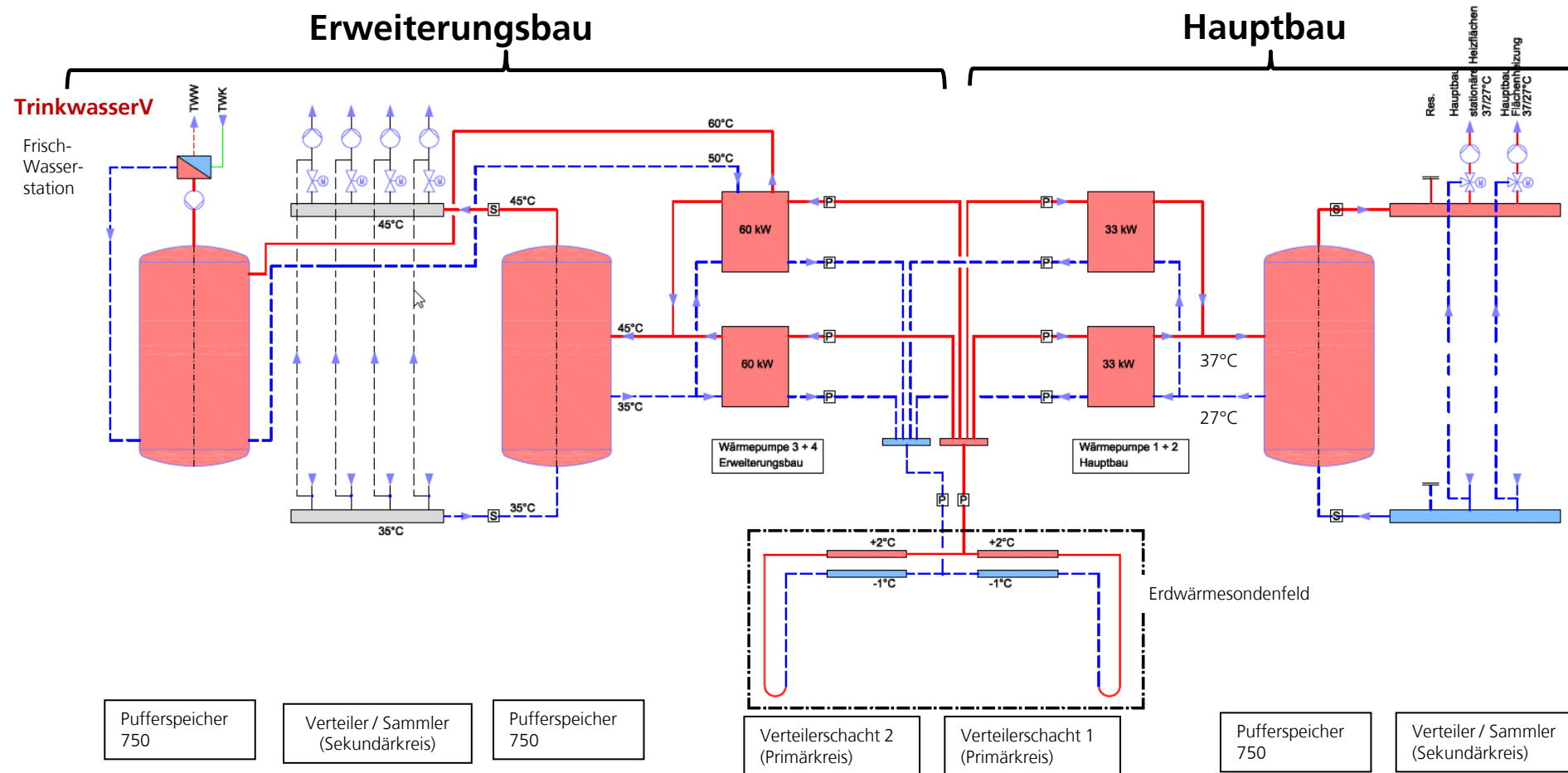
Quelle: Bundesverband WärmePumpe (BWP) e. V.



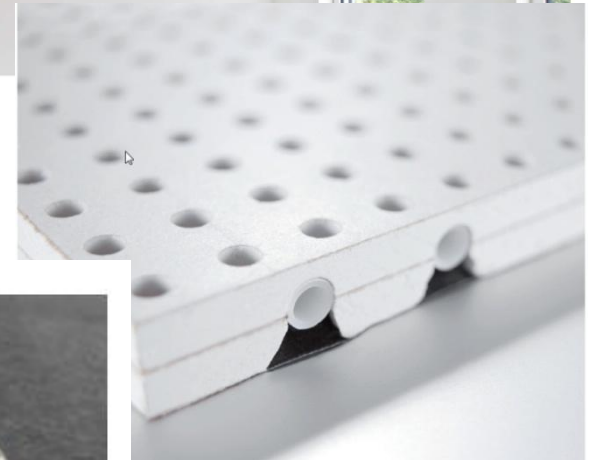
Geothermieleitungen und Sammler (Tank)



Schema Wärmeerzeugung

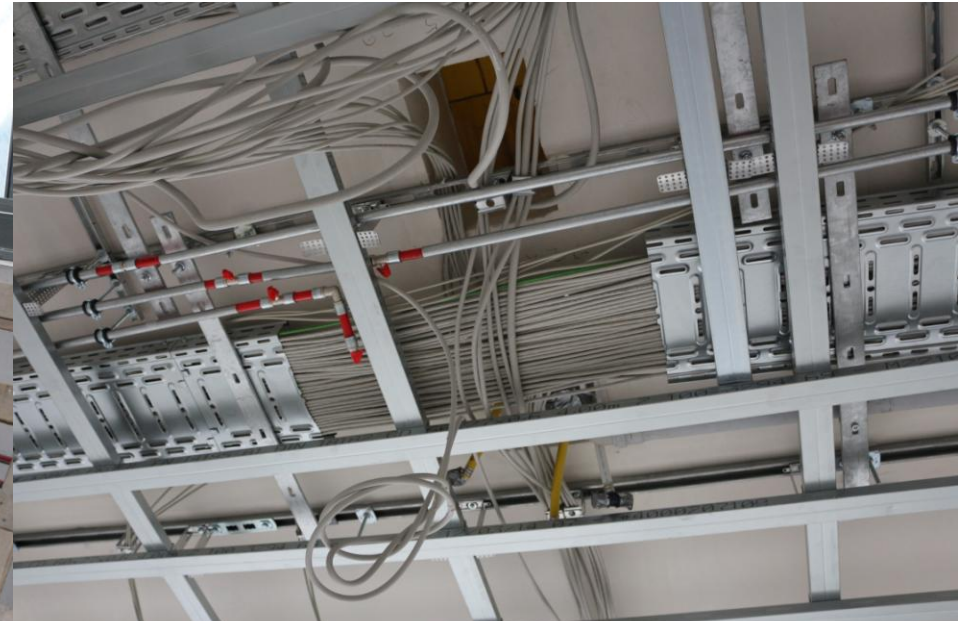


Niedertemperatur-Flächenheizung und Akustikdecken



Flächenheizung an Decke und Brüstung

STUTTGART

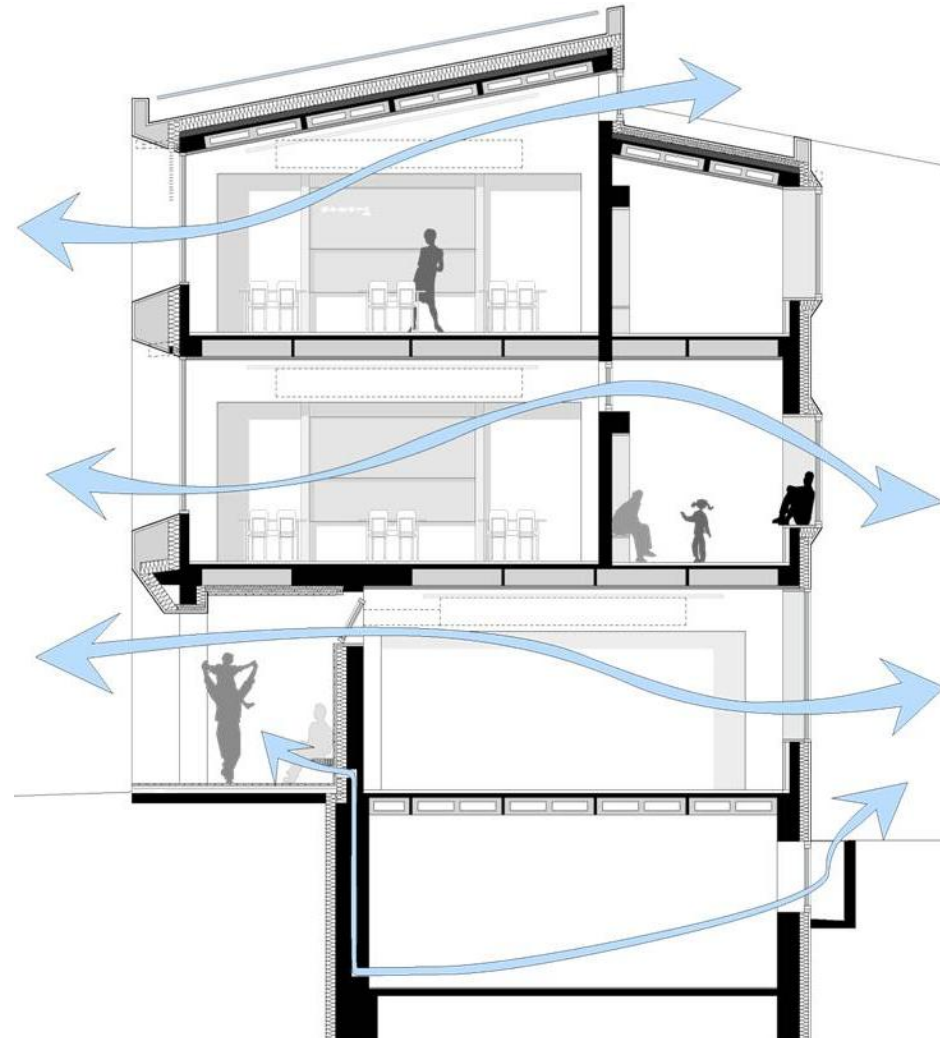


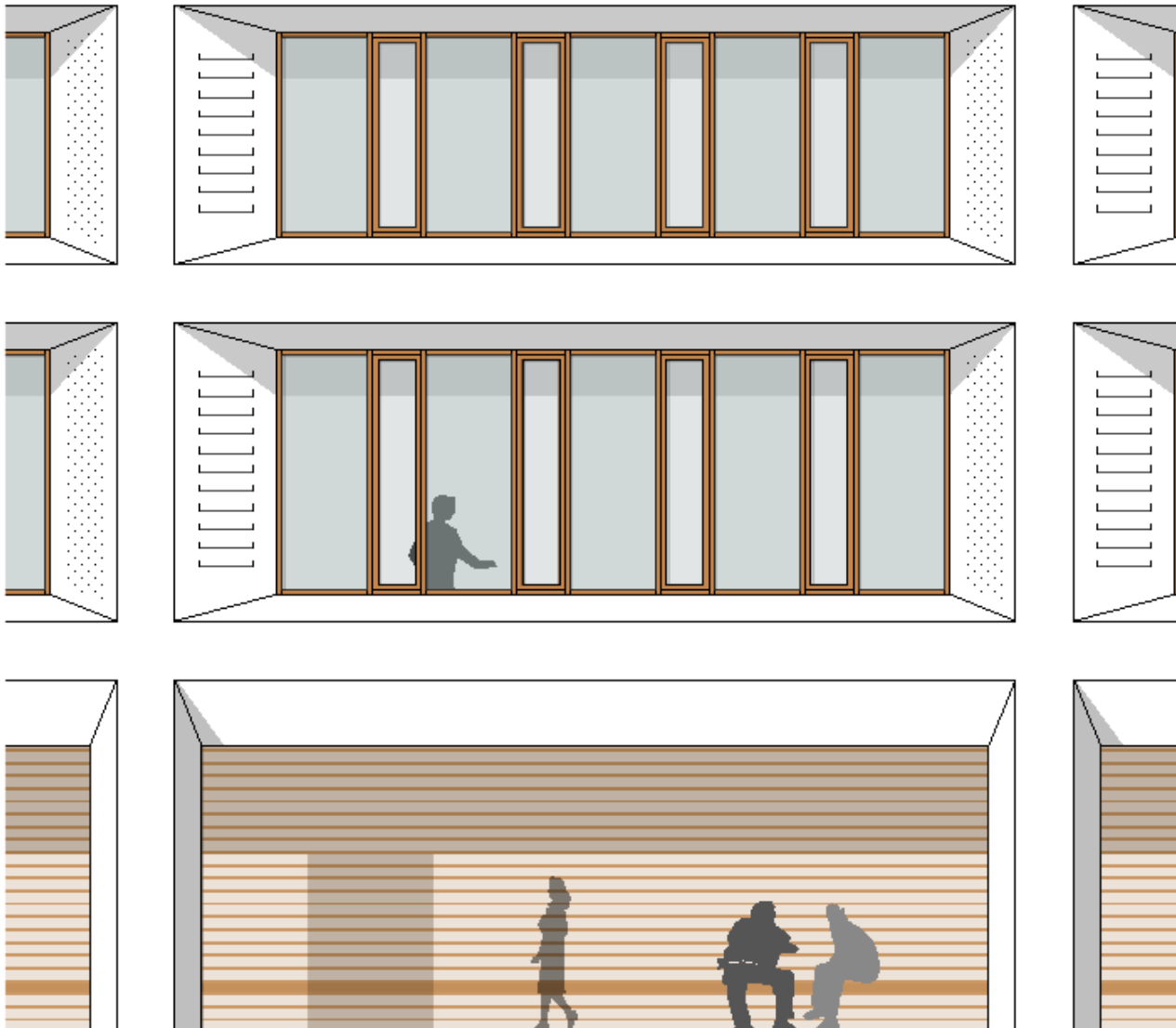
Hybrides Belüftungssystem

Dezentrale mechanische Belüftung



Fensterlüftung / Querdurchströmung





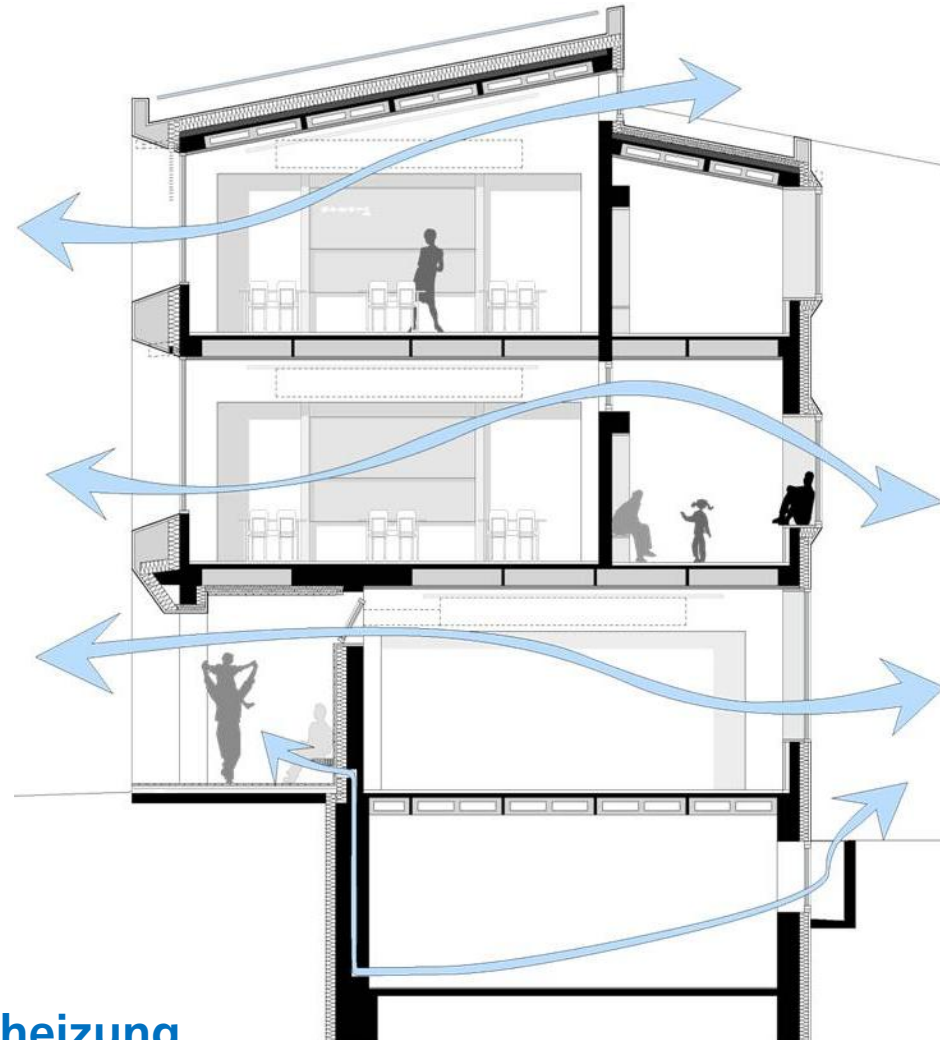
Hybrides Belüftungssystem

Dezentrale mechanische Belüftung



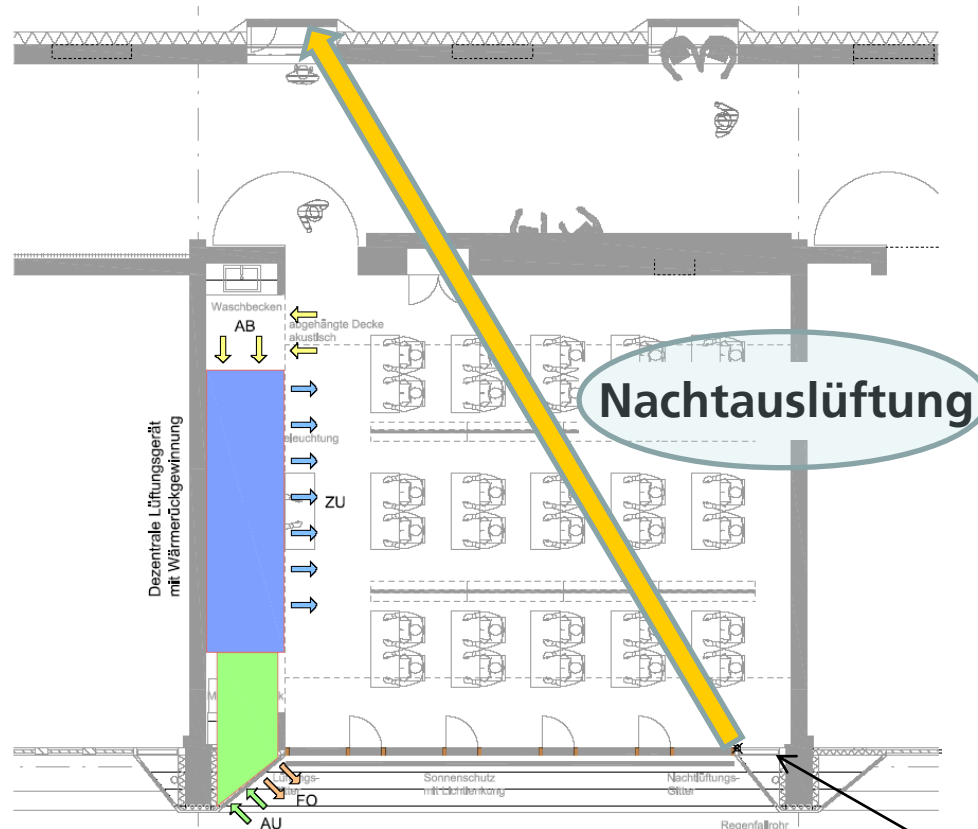
Wärmerückgewinnung **90 %** keine Nachheizung

Fensterlüftung / Querdurchströmung



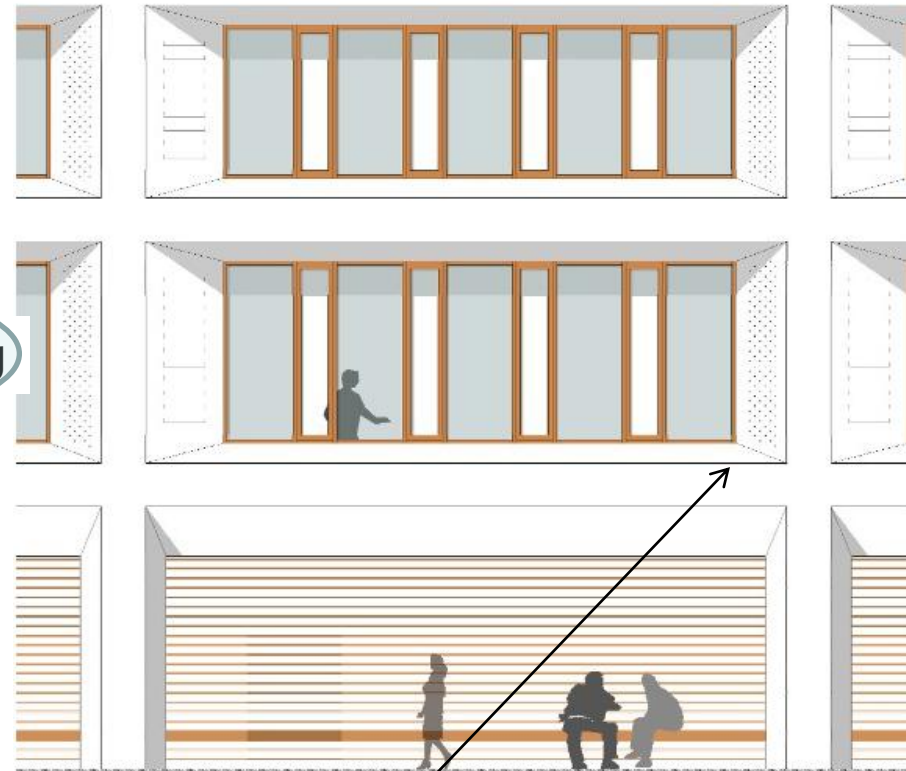
Belüftungskonzept - Klassenzimmer

Innenraumansicht



Dezentrale mech. Belüftung

Fassadenansicht



Lüftungsgitter





Einbau eines Aufzugs für behindertengerechten Zugang



Fassade

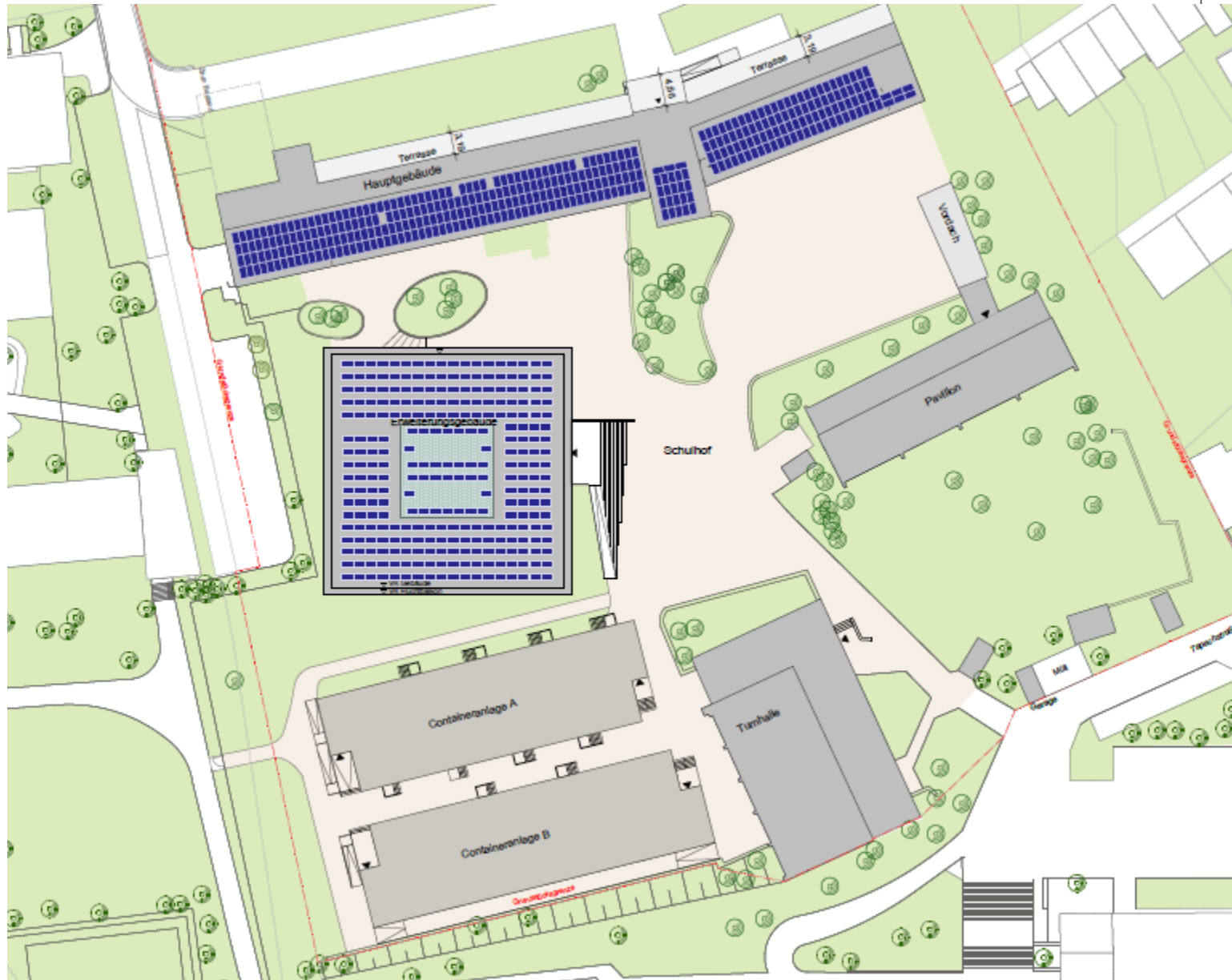


Fassade





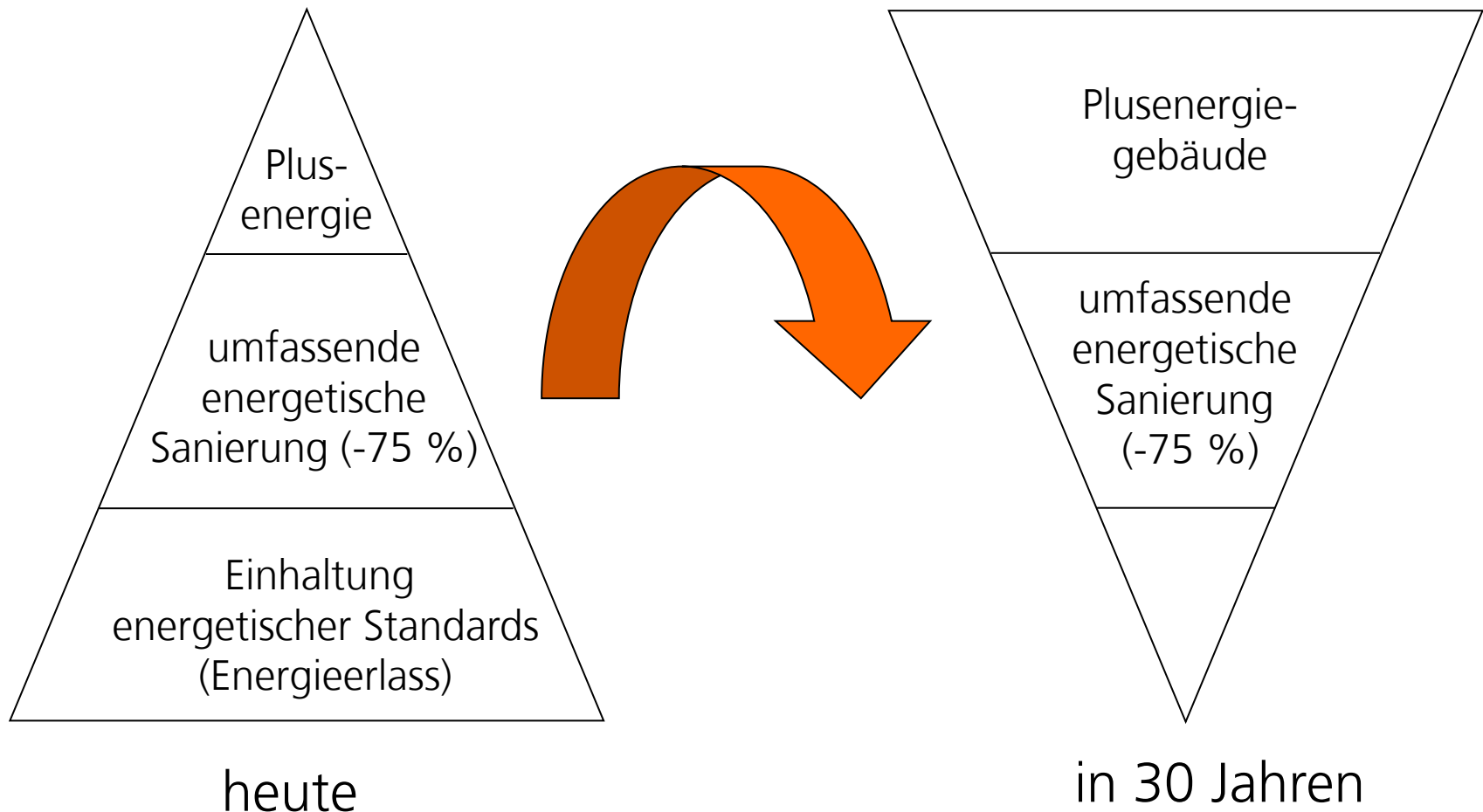






- Plusenergieniveau für Bestandsgebäude ist machbar
- ausreichend Zeit für Konzeption und Abstimmung: Bauherr, Planer, ...
- Mehrkosten gegenüber Standardsanierung werden ermittelt
- Weiterentwicklung der Bautechnologien
- Wirkungsgradsteigerung in der Anlagentechnik
- Validierung durch einer 2-jährige Mess- und Analysephase

Wandlung zur nachhaltigen Energieversorgung



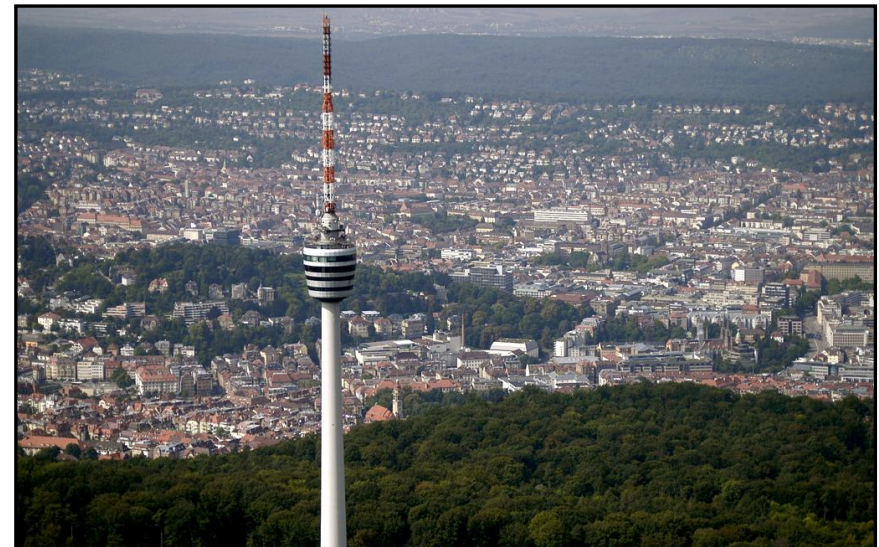
Vision 2050 – Klimaneutrale Landeshauptstadt

möglichst vollständige Energiebedarfsdeckung durch erneuerbare Energien

Masterplan 100 % Klimaschutz Förderung im Rahmen der Klimaschutzinitiative Bundesministerium für Umwelt, Bau und Naturschutz (BMUB)

- Ausschöpfung der Potenziale zum Energieeinsparen und der Steigerung von Energieeffizienz
- Nutzung erneuerbarer Energien und Kraft-Wärme-Kopplung (möglichst regionale Quellen)
- Aufbau von nachhaltigen regionalen Stoffkreisläufen
- Entwicklung eines nachhaltigen Lebensstils

Einführung eines Prozessmanagements zur kurz-, mittel- und langfristigen Implementierung von ökologisch sowie ökonomisch sinnvollen Maßnahmen



Die Erde sollten wir schützen, denn wir haben nur eine davon.



Foto : ESA

Galileo Galilei: „eppur si muove“ (und sie bewegt sich doch)