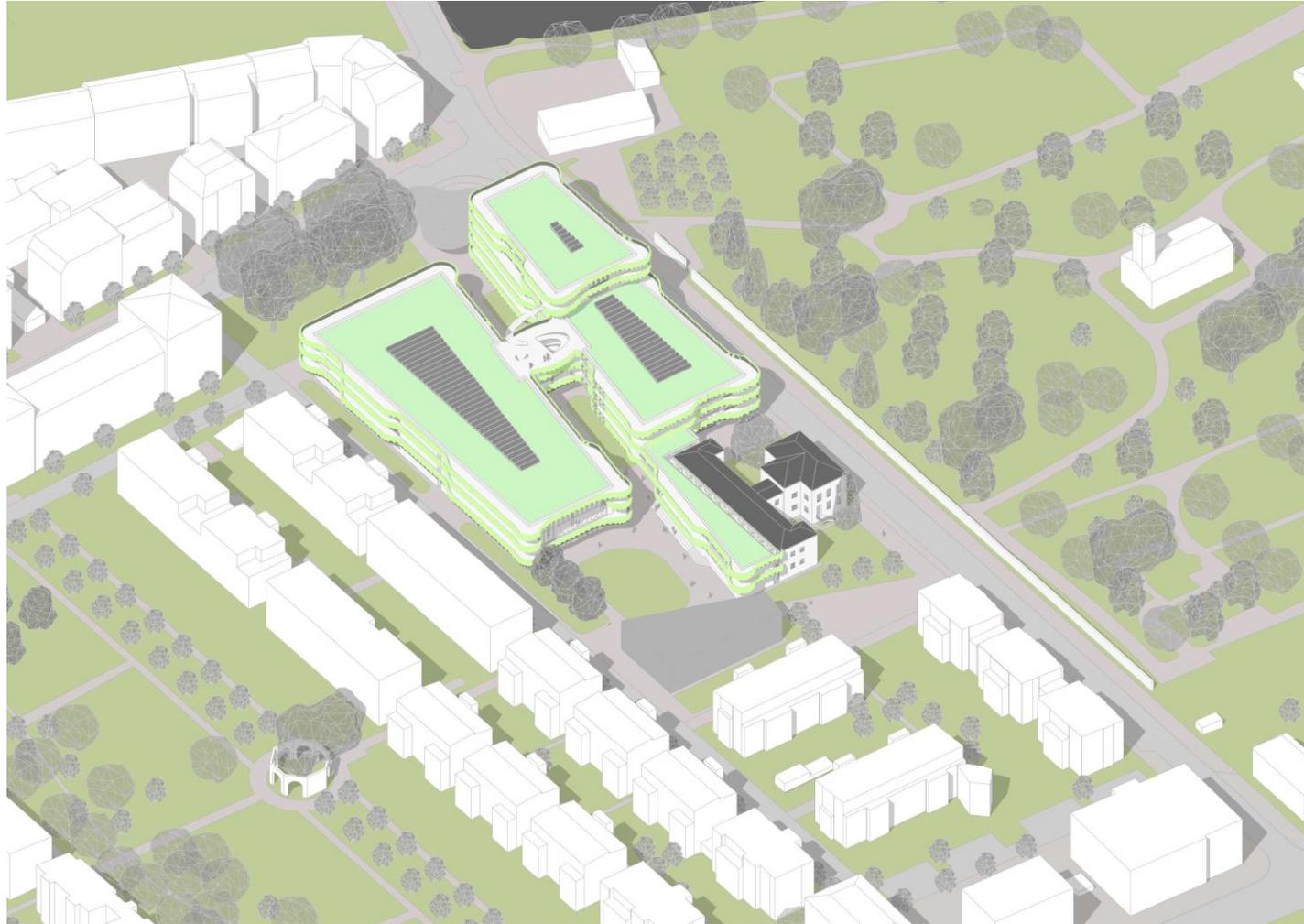


MEEE – The Faculty Energiedesign



MEEE – Energiedesign

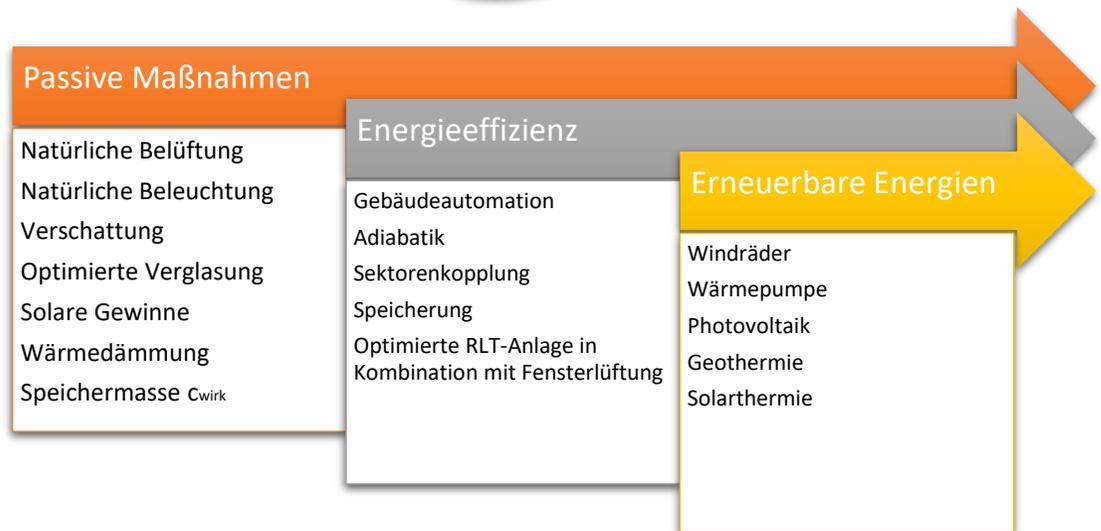
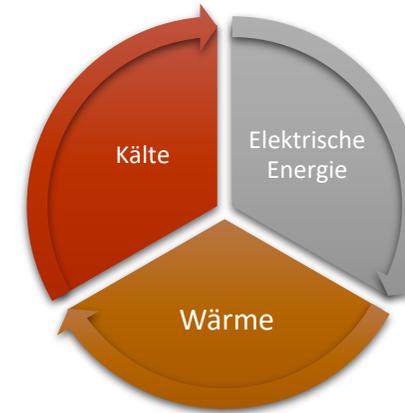
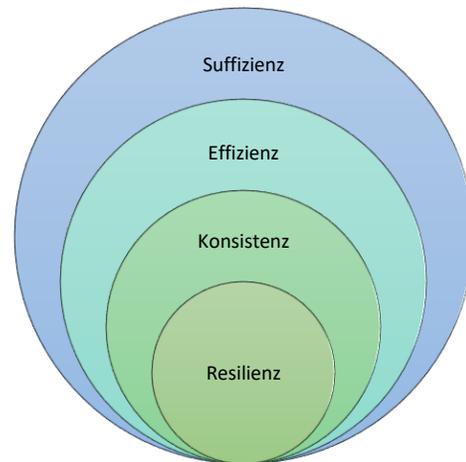
Grundlagen - Ziele

Täglich wird man im Internet, in Zeitungen, im Fernsehen und anderen Medien mit der Thematik des Klimawandels und der Erderwärmung konfrontiert.

Besonders durch die

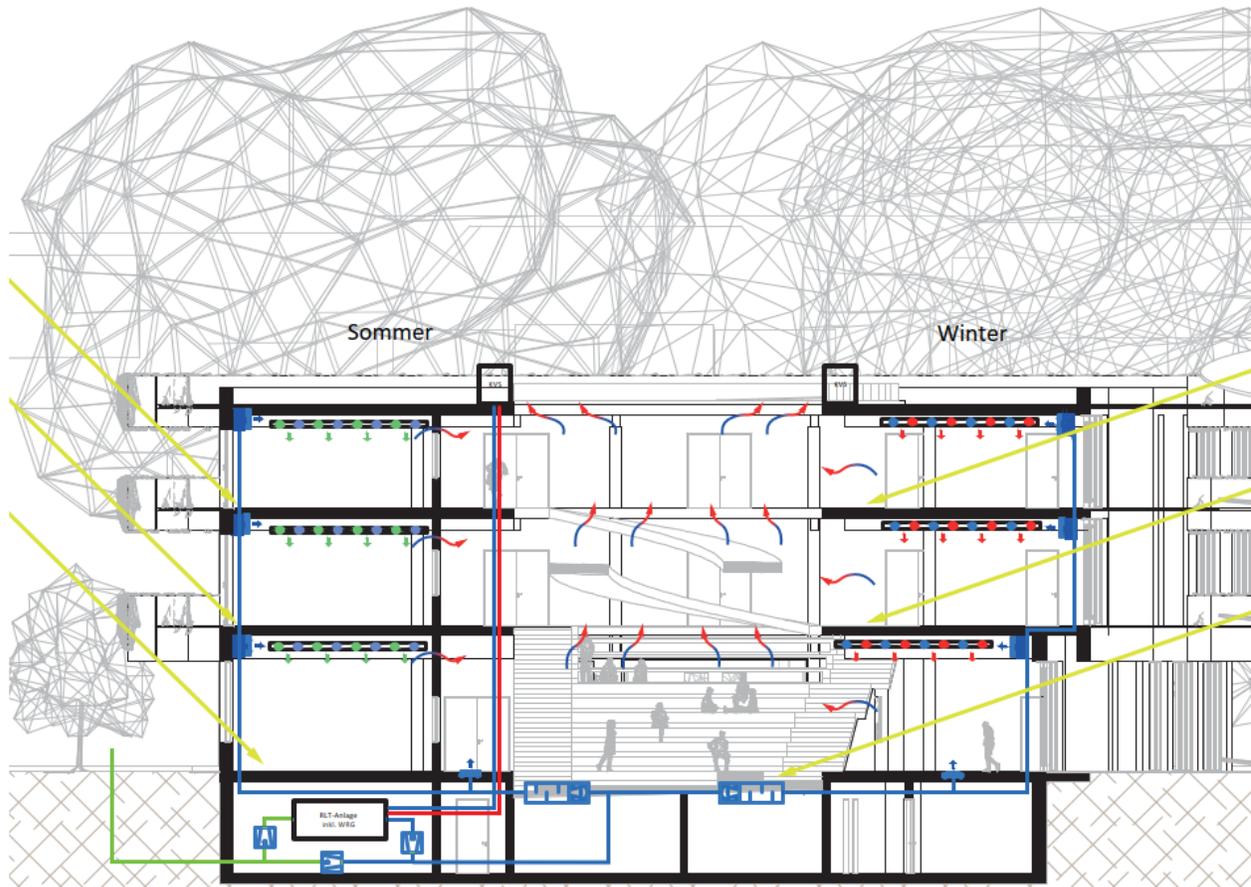
Klima-Bewegungen (z.B. Fridays for Future) ist in den vergangenen Jahren das Bewusstsein für Klimaschutz gestiegen. Betrachtet man die Energiepolitik Deutschlands stellt man fest, dass hauptsächlich die Stromwende politisch diskutiert wird. Die thermische Energiewende, die einen Großteil des Primärenergieverbrauchs darstellt, gerät in Vergessenheit.

Die gesetzlichen Grundlagen (z.B. GEG) bilden derzeit keinen Grundstein, der mit den Klimazielen im Gebäudesektor übereinstehen. Folgender Gebäudeentwurf nutzt aktuelle Technologien um den Energiebedarf des Gebäudes gering zu halten und die benötigte selbst zu erzeugen bzw. zu speichern.



MEEE – Energiedesign

Energiebedarf The Faculty #1



Optimierung Tageslicht/Verschattung um möglichst geringen Kühlenergiebedarf zu haben und Optimum an natürlichem Licht in den Wintermonaten.

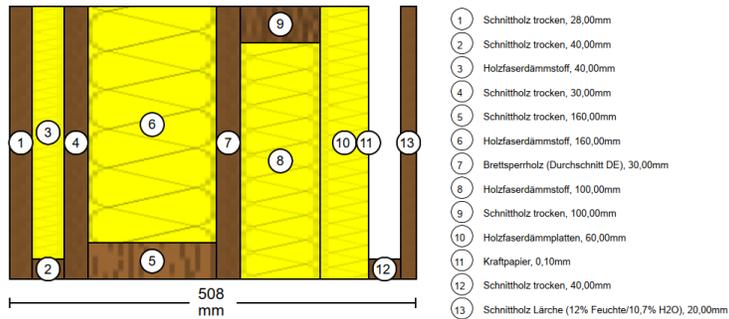
Kombination aus freier (kanalgeführter) Lüftung in Verbindung mit vorkonditionierter Luft. Reduktion des Energiebedarfs der Antriebstechnik durch Nutzung von freier Lüftung.

Heiz-Kühlsegel zur Beheizung der Räumlichkeiten und Kühlung in den Sommermonaten.

Speichermassen aus Bestandsgebäuden (Klinker, Betongefängnismauer) in Räume implementieren um angenehmes Raumklima zu schaffen

MEEE – Energiedesign

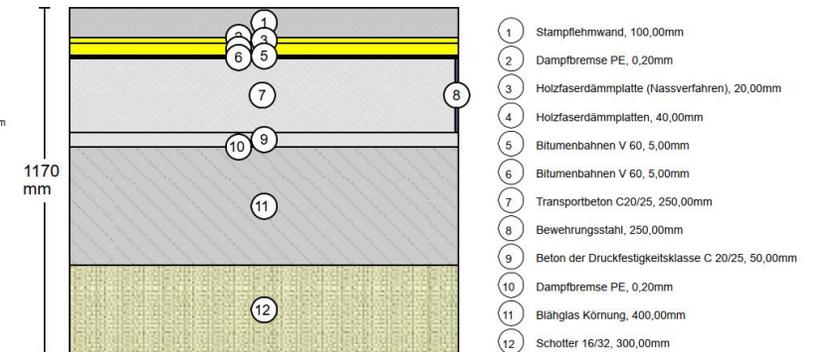
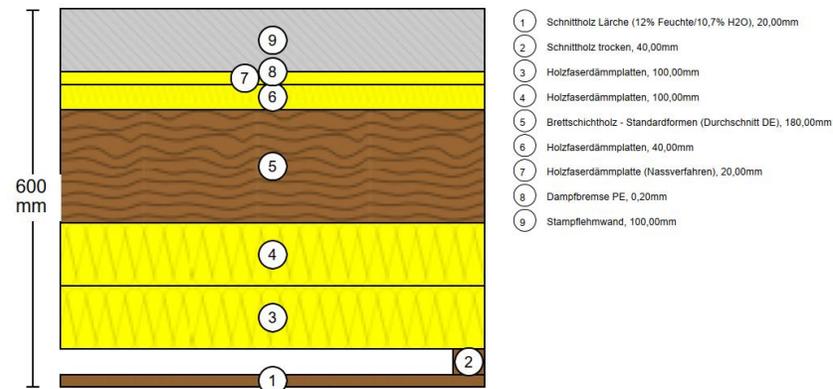
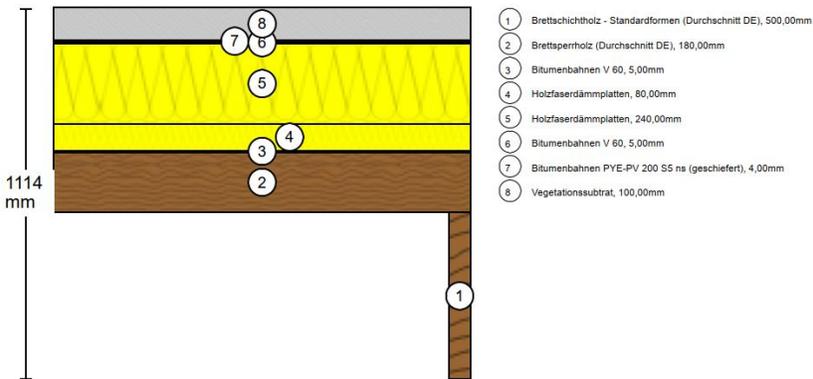
Energiebedarf The Faculty #2



Auswahl von hauptsächlich natürlichen bzw. nachwachsenden Rohstoffen zur Verarbeitung in Bauteilen. Zur Reduktion des Heizenergiebedarfs werden Bauteile in Passivhausqualität projiziert.

Auszug Hauptkomponenten:

Dach	0,113 W/m ² K
Außenwand	0,11 W/m ² K
Fenster	0,6 W/m ² K
Bodenplatte	0,188 W/m ² K

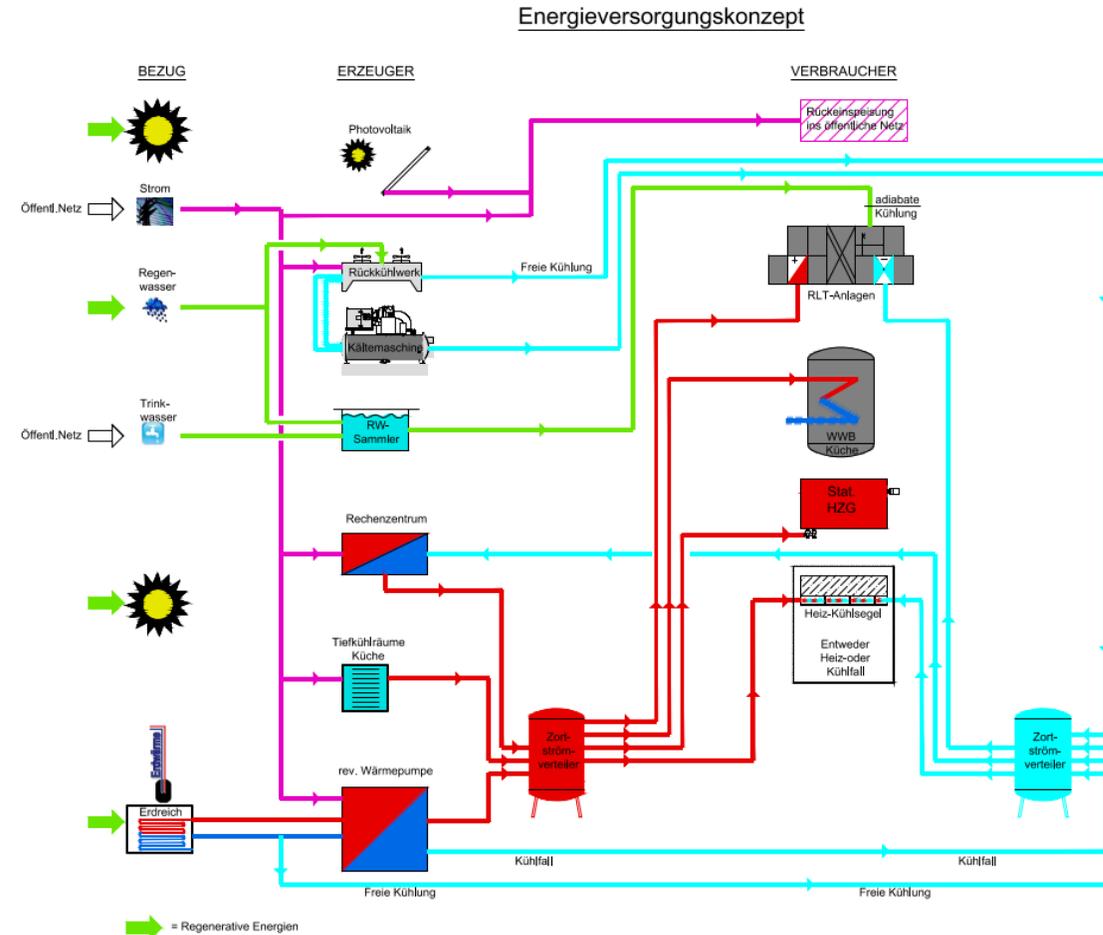


MEEE – Energiedesign

Energiebedarf The Faculty #3

Ziele Technische Anlagen:

- Minimierung Energiebedarf Lüftungsanlagen
- Versorgungsstruktur auf Niedertemperatur-Wärme und Hochtemperatur-Kälte aufbauen
- Kein NT-Kältenetz
- Einbindung Erneuerbare Energien
- Einbindung Rechenzentrum
- Einbindung Tiefkühlräume Küche/Mensa
- Tageslichtabhängige Beleuchtung
- Vorausschauendes, hocheffizientes Energie-Management
- Differenziertes Messkonzept als Grundlage für einen effizienten Betrieb und eine laufende weitere energetische Optimierung
- CO₂-gesteuerte Volumenstrom-Regelung der RLT-Anlagen in allen Bereichen
- Nutzerinterface zur Integration der Nutzer in den Energieoptimierten Gebäudebetrieb (z. B. Empfehlung zur Lüftung in Abhängigkeit von Wetter/Wetterprognose)



MEEE – Energiedesign

Energiebedarf The Faculty #4

Wärmequellen:

Wärmequelle Erdsonden

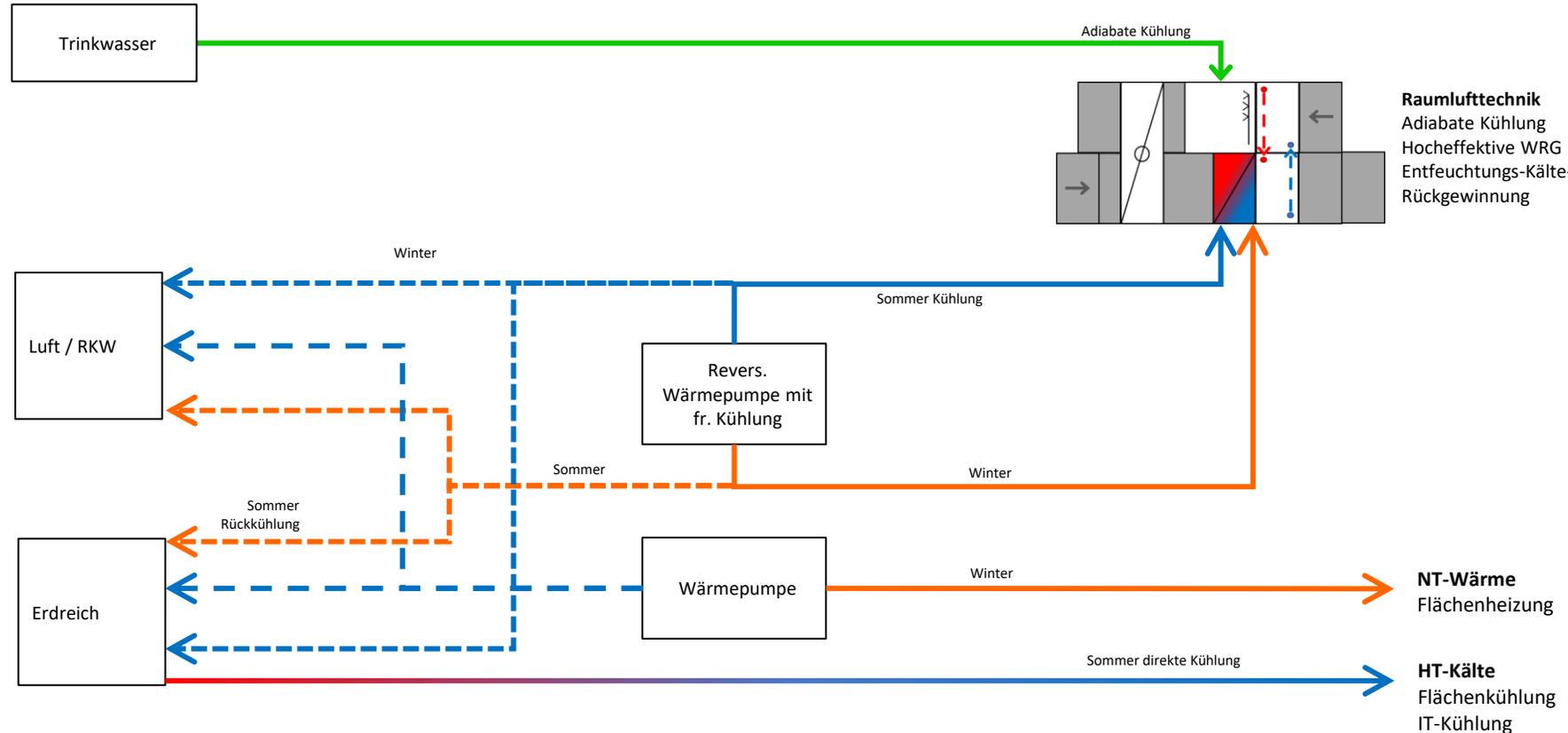
- Hohe & konstante Quelltemperaturen (10-15°C)
- Freie Kühlung möglich

Vorgaben:

- Ausgeglichene Energiebilanz
 - RZ vereinfacht Prozess
- Genehmigungsprozess über Bergrecht
- Verfügbare Fläche

Offene Fragen:

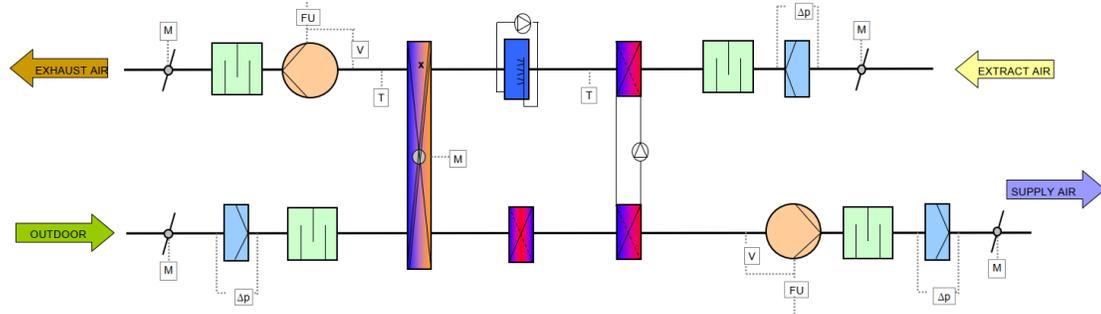
- Ergiebigkeit Untergrund -> Anzahl Erdsonden
- Klärung durch Thermal-Response-Test



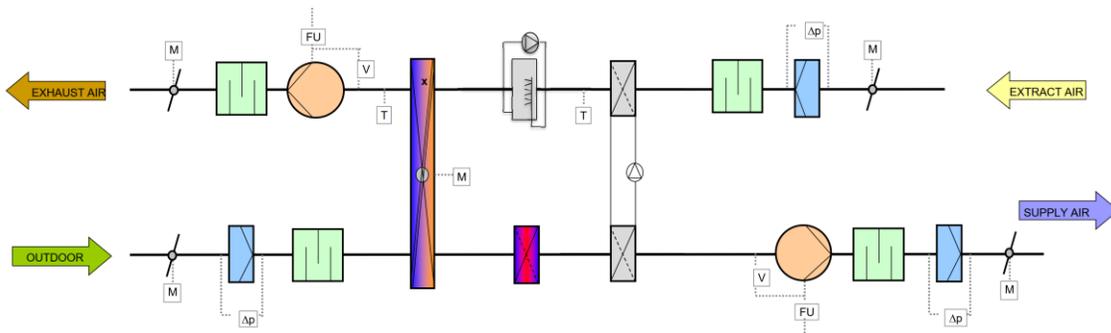
MEEE – Energiedesign

Energiebedarf The Faculty #5

Sommerfall



Winterfall



Optimierung Lüftungsanlage - Konzeption:

- RLT-Anlagen mit 2facher WRG zur Entfeuchtungs- Kälterückgewinnung
- Adiabate Befeuchtung der Abluft für zusätzliche Temperaturdifferenz

Verbleibender Wärme-/ Kältebedarf über Direkt-Verdampfer mit PV-Strom
Entfeuchtung der Zuluft wenn Außentemperatur > 20°C und
Luftfeuchte > 10,5 g/kg, zur Vermeidung von Kondensation an Kühldecken

- RLT-Anlagen mit 2facher WRG als Kälterückgewinnung
- Adiabate Befeuchtung der Abluft für zusätzliche Temperaturdifferenz
- Verbleibender Kältebedarf für Entfeuchtung
- Verbleibenden Wärmebedarf nach WRG

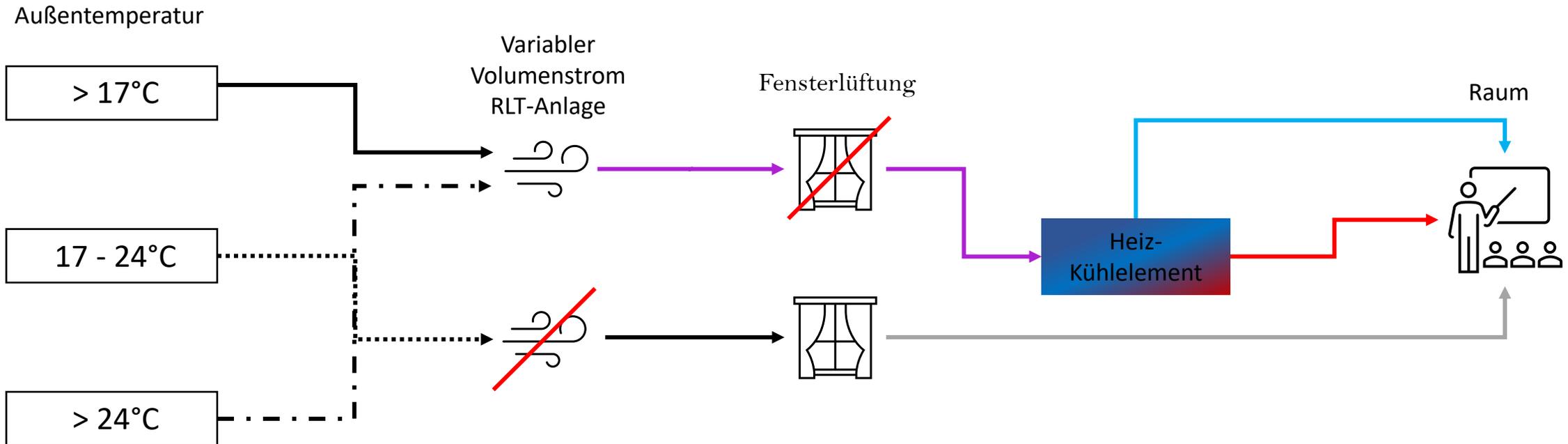
- Kühlung der der Zuluft wenn Außentemperatur > 24°C (wenn kein
Entfeuchtungsbedarf) durch Adiabate Befeuchtung der Abluft und WRG als
Kälterückgewinnung
- Kein zusätzlicher Kältebedarf

- Einbindung der Nutzer durch Nutzerinformation über aktuelle Wettersituation
und Betriebsweise der Lüftungsanlage
- Keinen Betrieb der Lüftungsanlage bei Außentemperaturen zwischen 17°C und
24°C (wenn kein Entfeuchtungsbedarf) (Fensterlüftung)

MEEE – Energiedesign

Energiebedarf The Faculty #6

Gebäudeautomation – Raumsteuerung
→ Erklärung siehe Folie voranstehend



MEEE – Energiedesign

Energiebedarf The Faculty #7



Gebäudeautomation – Raumsteuerung

Betriebsparameter

- Temp. AU >20°C und Luftfeuchte >10,5 g/kg
Entfeuchtungsbetrieb (RLT + KD)
- Temp. AU >24°C (und kein Entfeuchtungsbetrieb)
Luftkühlung über adiabate Fortluftkühlung (RLT + KD)
- Temp. AU >24°C und >17°C (und kein Entfeuchtungsbetrieb)
Lüftung ausgeschaltet (nur HKD aktiv)
- Temp. AU <17°C Lüftung mit Wärmerückgewinnung,
Heizbetrieb (RLT + HD)

Raumbediengerät als Nutzerinterface
mit optischer und akustischer Signalisierung
von Änderungen

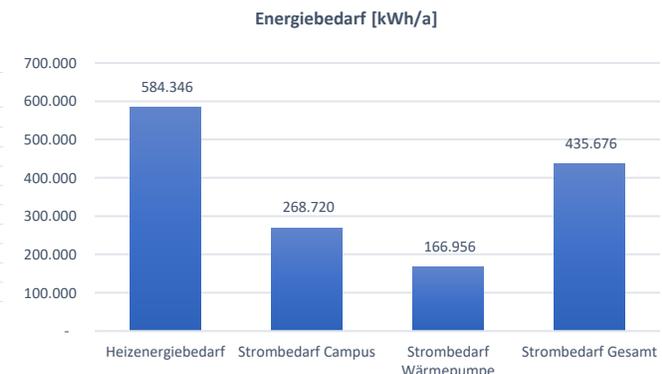
Vermeidung von unerwünschten
Raumklimasituationen über Fensterkontakte

MEEE – Energiedesign

Energiebedarf The Faculty #8

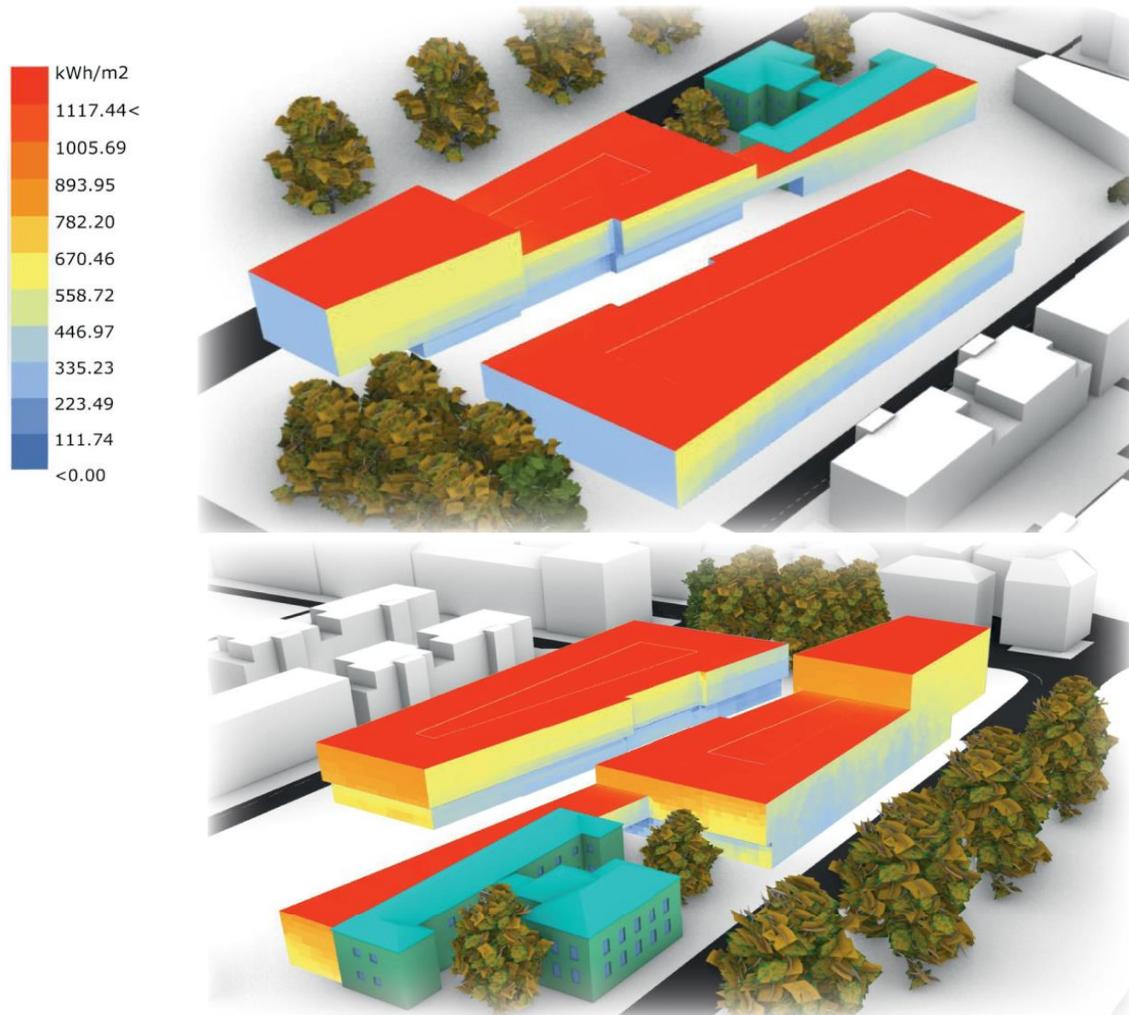
Energiebedarfsberechnung
 Auf Basis von Erfahrungswerten (VDI 3807)
 wurden sämtliche Energiebedarfe für den
 Campus bestimmt.
 Die Lüftungsgeräte und der Volumenströme
 wurden über die Nutzungszeiten der
 Räumlichkeiten optimiert
 Sonderräume wie das Rechenzentrum sind in
 die Berechnung mit eingeflossen.

Geschoss	Name	Raumbez.	Fläche	Höhe	Volumen	Anzahl Personen/Plätze	Berechnung Luftvolumenströme	RLT - Zuluftvolumenstrom	RLT - Abluftvolumenstrom	überschlägig Heizlast	überschlägig Kühllast	Rauminnentemperatur	Gleichzeitigkeit	Nutzungszeit	spezif. Elektrischer Energiebedarf	elektrischer Energiebedarf	Anmerkungen
	Einheiten:		m ²	m	m ³			m ³ /h	m ³ /h	kW	kW	Wi/So [°C]*	%		kWh/a*m ²	kWh/a	
1.1	Konferenz/Tagungszentrum																
	großer Tagungsraum		400	3	1200	300	DIN EN 16798 Kat. III	8.928	8.928	12,0	20,0	20 / 26	60%	4-6h p. Tag	22	8.800	Hörsaalge
	Regieraum für "großer Tagungsraum"		10	3	30	1	DIN EN 16798 Kat. III	36	36	0,3	0,5	20 / 26	60%	4-6h p. Tag	22	220	
	Stuhllager für großen Tagungsraum		50	3	150	0	0,3/h	45	45	1,5	1,5	15 / XX	60%	/	2	100	
	Garderobe/Schließfach		25	3	75	0	1/h	75	75	0,8	0,8	18 / XX	60%	/	2	50	
	Ausstellungsfläche		30	3	90	0	1/h	90	90	0,9	0,9	20 / 26	60%	4-6h p. Tag	22	660	
	Foyer/Kommunikationsfläche		150	3	450	0	1/h	450	450	4,5	4,5	20 / 26	60%	4-6h p. Tag	22	3.300	
	Seminarraum 40 Pers.		160	3	480	40	DIN EN 16798 Kat. III	1.267	1.267	4,8	8,0	20 / 26	60%	4-6h p. Tag	22	3.520	
	Working Area		60	3	180	60	DIN EN 16798 Kat. III	1.771	1.771	1,8	3,0	20 / 26	60%	4-6h p. Tag	22	1.320	
	Summe 1.1		885		2655	401		7597	7597	27	44,3					17.970	
1.2	HSA akademie																
	Büro operative Leitung/ wiss. Leitung		24	3	72	2	DIN EN 16798 Kat. III	75	75	0,7	1,2	20 / 26	80%	6-8h p. Tag	13	312	Verwaltun
	Büro Mitarbeiter		48	3	144	4	DIN EN 16798 Kat. III	150	150	1,4	2,4	20 / 26	80%	6-8h p. Tag	13	624	
Fakultät A+B	Summe 2. Fakultät A+B		8.420														
Gebäude			10.107		41.145												
Gebäude (mit Synergieeffekten)		0,9	9.097														
Vorgaben																	
Abluftvolumenstrom für Umkleide- und Sanitärräume, Nebenräume: ASR			11	m ³ /hm ²			* XX- keine Vorgabe										
Luftwechsel nach DIN EN 16798 für (Kategorie III)			0,2	l/s/m ²													
Gesamt			29,52	m ³ /hm ²													
Strombedarf Campus		268.720	kWh/a														
Voillaststunden Heizung (VDI 2067 1983) 1938		584.346	kWh/a														(Bürohaus)
		58	kWh/m ² a														
Strom WP (JAZ 3,5)		166.956	kWh/a														
Strom Gesamt		435.676	kWh/a														
spezif. Endenergie		43	kWh/m ² a														



MEEE – Energiedesign

Energieerzeugung Standort #1



Globalstrahlungsanalyse sämtlicher Gebäudeaußenflächen zeigt auf, dass die Einstrahlung auf den Dächern wesentlich höher ist, als an den Fassaden. Als Ziel wird weiter verfolgt einen Großteil der Dachflächen zur Energieerzeugung zu nutzen. Zusätzlich werden die umlaufenden Balkone am Fußpunkt mit einem PV-Band versehen.

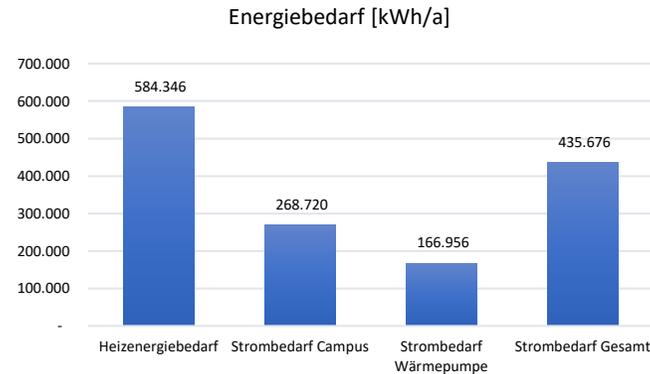
Es werden extensiv begrünte Dächer mit einer Ost-West-Aufstellung projektiert, sodass zum einen der Tagesgang der Erzeugung optimiert wird. Zum anderen wird der positive Effekt (Kühlung der PV-Module im Sommer) der extensiven Begrünung auf die Module genutzt. Die Ost-West-Aufstellung ermöglicht einen höheren Ertrag, als eine reine Südaufstellung, da die Dachfläche stärker belegt werden kann (Annahme: 60% der Dachfläche)



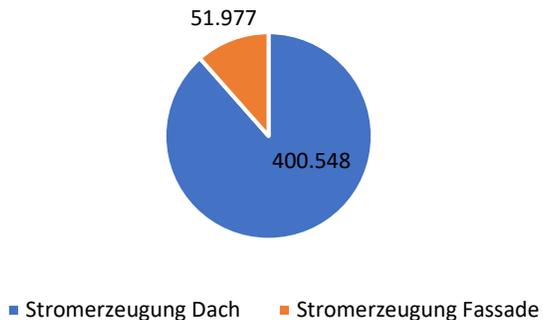
MEEE – Energiedesign

Energieerzeugung Standort #2

Die Berechnung zeigt auf, dass die Fassaden nur einen geringen Anteil (11 %) an der Stromerzeugung haben. Die Photovoltaik kann bilanziell 104 % der benötigten Endenergie zur Verfügung stellen.

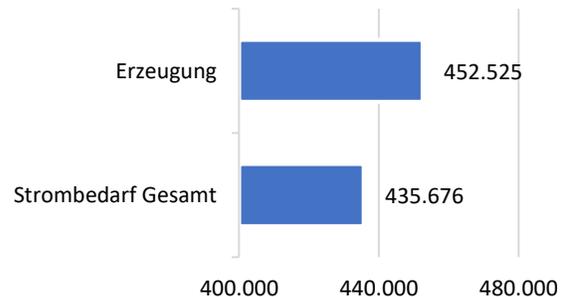


Verteilung Stromerzeugung



Fläche	PV-Modulfläche [m²]	PV-Fläche (Aperturfläche) [m²]	Strahlungsangebot [kWh/m²a]	Einbaufaktor	Wirkungsgrad [%]	Einfluss Betriebstemperatur [%]	Verluste [%]	Nutzungsgrad Wechselrichter [%]	Ergebnis [kWh/a]
GK Dach 4.OG (Ost-West)	375	360	1.165	0,86	0,21	0,88	0,98	0,85	55.523
GK Dach 4.OG (Ost-West) Atrium	16	16		0,86	0,21				2.399
GK Dach 2.OG (Ost-West)	603	579		0,86	0,21				89.263
GK Dach 2.OG (Ost-West) Atrium	137	132		0,86	0,21				20.344
GK Fassade (Süden) 1.OG aufwärts	60	58		0,69	0,15				5.101
GK Fassade (Ost) 1.OG aufwärts	140	135		0,48	0,15				8.280
GK Fassade (West) 1.OG aufwärts	140	135		0,48	0,15				8.280
GG Fassade (Süden) 1.OG aufwärts	73	71		0,69	0,15				6.232
GG Fassade (West) 1.OG aufwärts	171	165		0,48	0,15				10.115
GG Fassade (Ost) 1.OG aufwärts	171	165		0,48	0,15				10.115
GG Dach (Ost-West)	1109	1064		0,86	0,21				164.171
GG Dach (Ost-West) Atrium	293	282		0,86	0,21				43.441
Anbau JVA Dach	172	165		0,86	0,21				25.407
Anbau JVA Fassade (Ost) 1.OG aufwärts	65	63		0,48	0,15				3.853
Faktor Dachbelegung	0,6								
Gesamt	3527	3386							452.525
Leistung in kWp (200W/m² _{Modul})	705,48 kWp								
						Stromerzeugung Dach	400.548	89%	
						Stromerzeugung Fassade	51.977	11%	

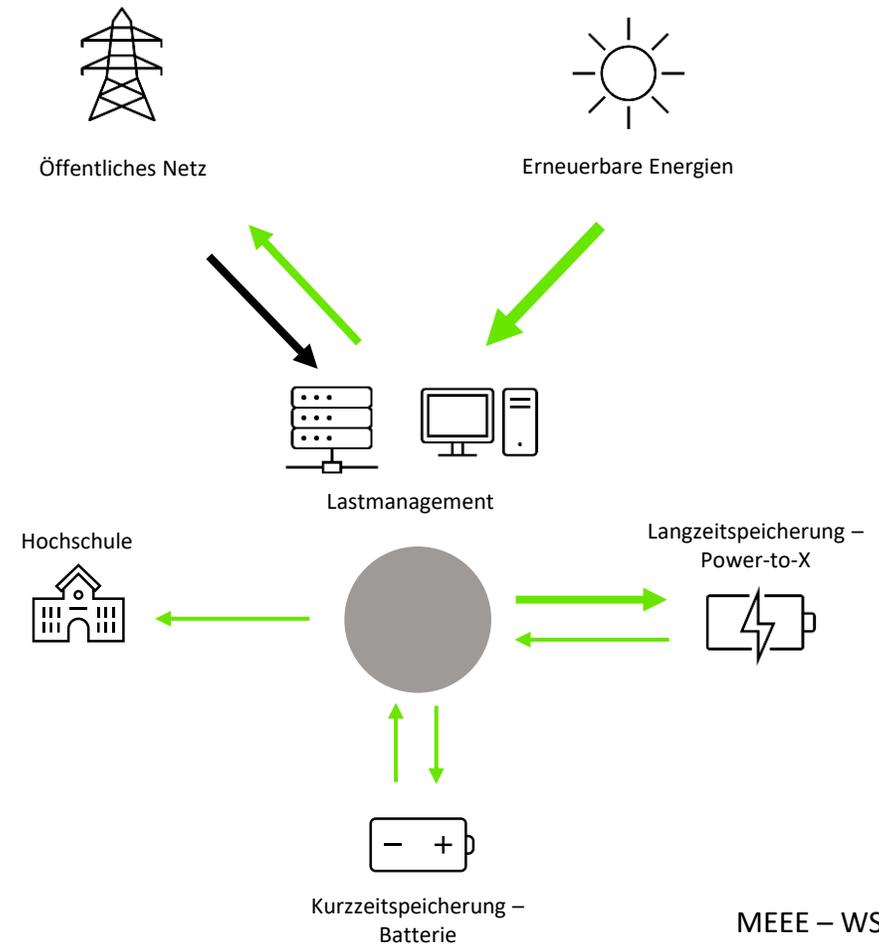
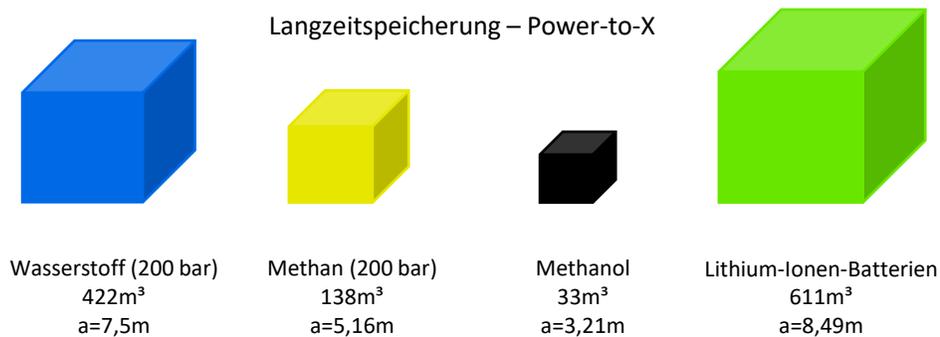
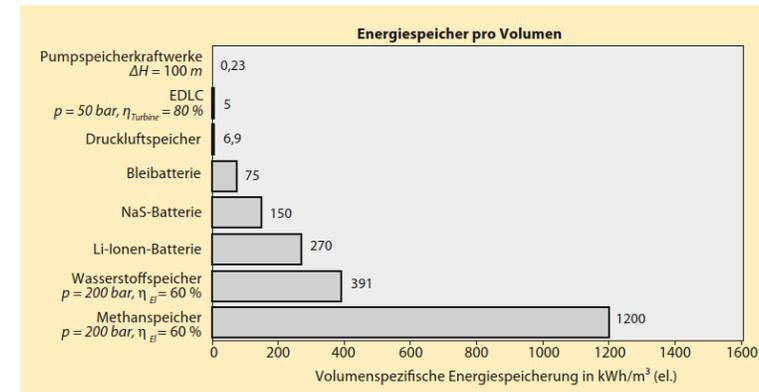
Vergleich Erzeugung - Bedarf



MEEE – Energiedesign

Energiespeicherung

Die Basis für die Dimensionierung der PV-Anlage liegt auf der Grundannahme, der Solarstudie der HTW-Berlin (2 kWp-Leistung pro 1 MWh-Verbrauch) einen Autarkiegrad von ca. 70 % zu erreichen. Prinzipiell ist das Primärziel den produzierten Strom möglichst direkt zu nutzen, sofern dies nicht möglich ist, wird ein Kurzzeitspeicher zwischengeschaltet, der bei maximaler Füllung den Langzeitspeicher mit der Power-to-X Technologie aktiviert. Die Langzeitspeicherung weist geringe Wirkungsgrade auf, sodass nur eine bilanzielle Autarkie möglich ist, denn die Be- und Entladeprozesse sind energieintensiv. Die Langzeitspeicher wurden auf Basis der GES-Simulation eines Hörsaales dimensioniert und über einen Flächenfaktor korrigiert.



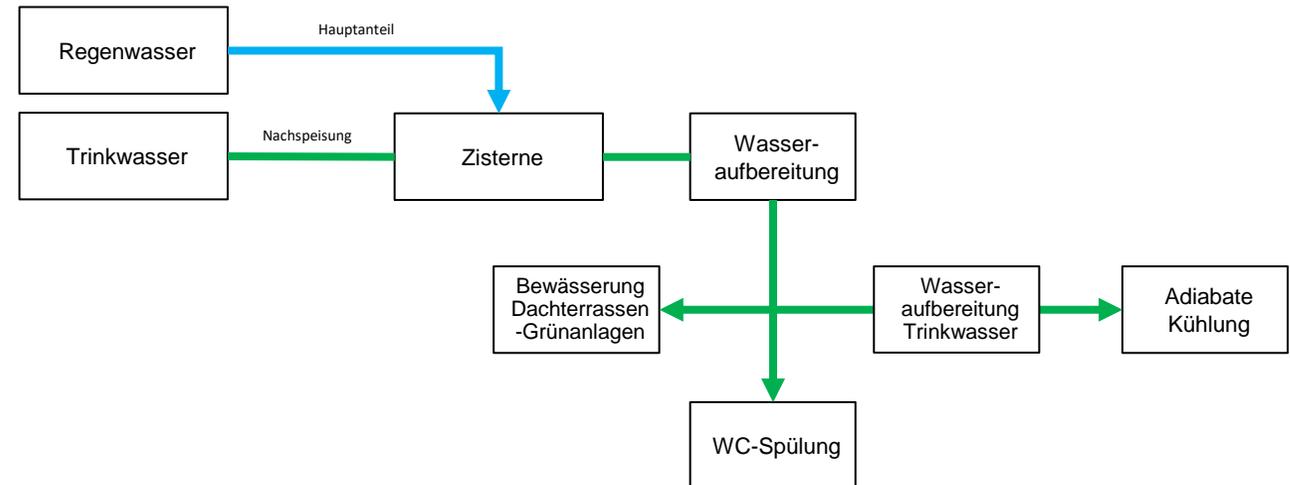
MEEE – Energiedesign

Regenwassernutzung

Regenwasser ist ein wichtiger Teil im Wasserkreislauf. Es füllt Gewässer auf und trägt so zu ihrem Erhalt bei. Ein nachhaltiger Umgang mit Regenwasser im Projekt The Faculty hilft Mensch und Umwelt hinsichtlich des Klimawandels einen resilienten Campus zu entwerfen.

Bewertung:

- geringer Wasserbedarf für Garten und adiabate Kühlung
- maximale Einsparung bei WC-Spülung möglich
- Einsatz in Mensa nur unter hohen Hygieneauflagen möglich
 - 2. Aufbereitungsstufe wie bei Adiabatik notwendig



MEEE – Energiedesign

Weitere Faktoren

Tageslicht	DIN 5034-1
Beleuchtungsstärke	DIN 12464-1
Komforttemperatur Sommer / Winter	DIN 1946-2 / DIN 7730
Luft- und Trittschall	DIN 4109 / VDI 4100
Akustik	DIN 4109 / VDI 4100
Schallschutz	DIN 4109 / VDI 4100
Luftwechselraten	ASR 3.6, DIN EN 16798
Sommerlicher Wärmeschutz	DIN 4108-2
Luftdichtigkeitswert	DIN 12207
Witterungsschutz	DIN EN 12208
Einbruchschutz	DIN EN 12210
Brandschutz	BayBO, DIN 4102
Baurechtliche Rahmenbedingungen	Bebauungsplan, BayBO
Stadtbild	Umfeldanalyse