

Vom Stadtklima zum adaptivem Komfort

TRANSSOLAR KlimaEngineering
Stuttgart – München – New York
Matthias Schuler
Alexandra von Bartschikowski

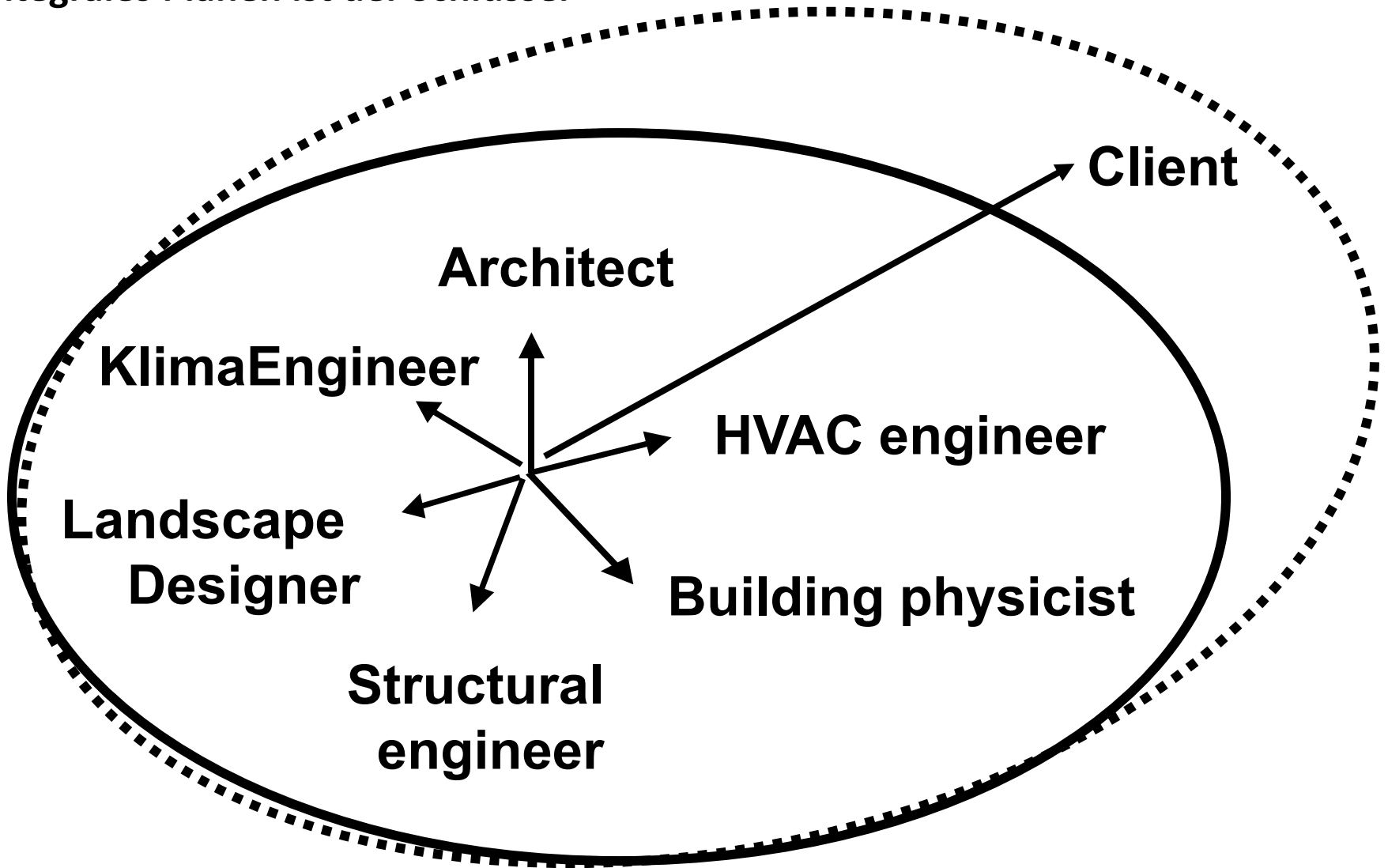
12.11.2021

„Statt Klima Architektur - Strategien zur Hitzeminderung“
10. Fachtagung des gemeinnützigen Wohnungsbaus 2020:

Übersicht

- Transsolar
- Stadtklima – Beispiel Dreispitz Areal Basel
- Status und Verbesserungsstrategien
- Adaptiver Komfort
- Beispiel Singapur

Lektion aus der IEA Task 11 (1990):
Integrales Planen ist der Schlüssel



Design team – integraler Entwurfsansatz

Transsolar Übersicht

Gründungsjahr: 1992

Geschäftsführer: M. Schuler, T. Auer, S. Holst, V. Bleicher,
D. Schnelle, E. Olsen

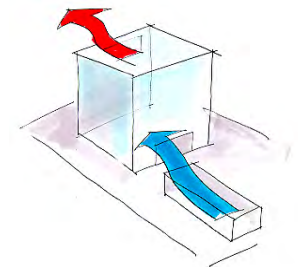
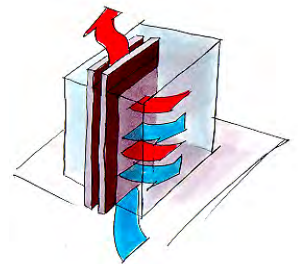
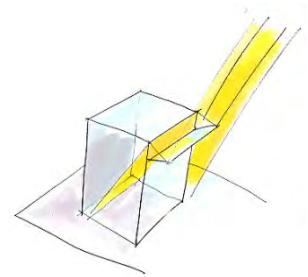
Umsatz 2020: 7.8 Mio €

Anzahl der Angestellten und ihre Qualifikation:

Mitarbeiter:	1	1992
	75	2021

Qualifikation : Maschinenbau Ingenieur,
Physiker,
Verfahrenstechnik Ingenieur,
Verwaltungsfachmannn,

Projektstandorte:	Deutschland	40%
	weiteres Europa	20%
	Asien/Mittlere Osten	10%
	Nord-Amerika	30%

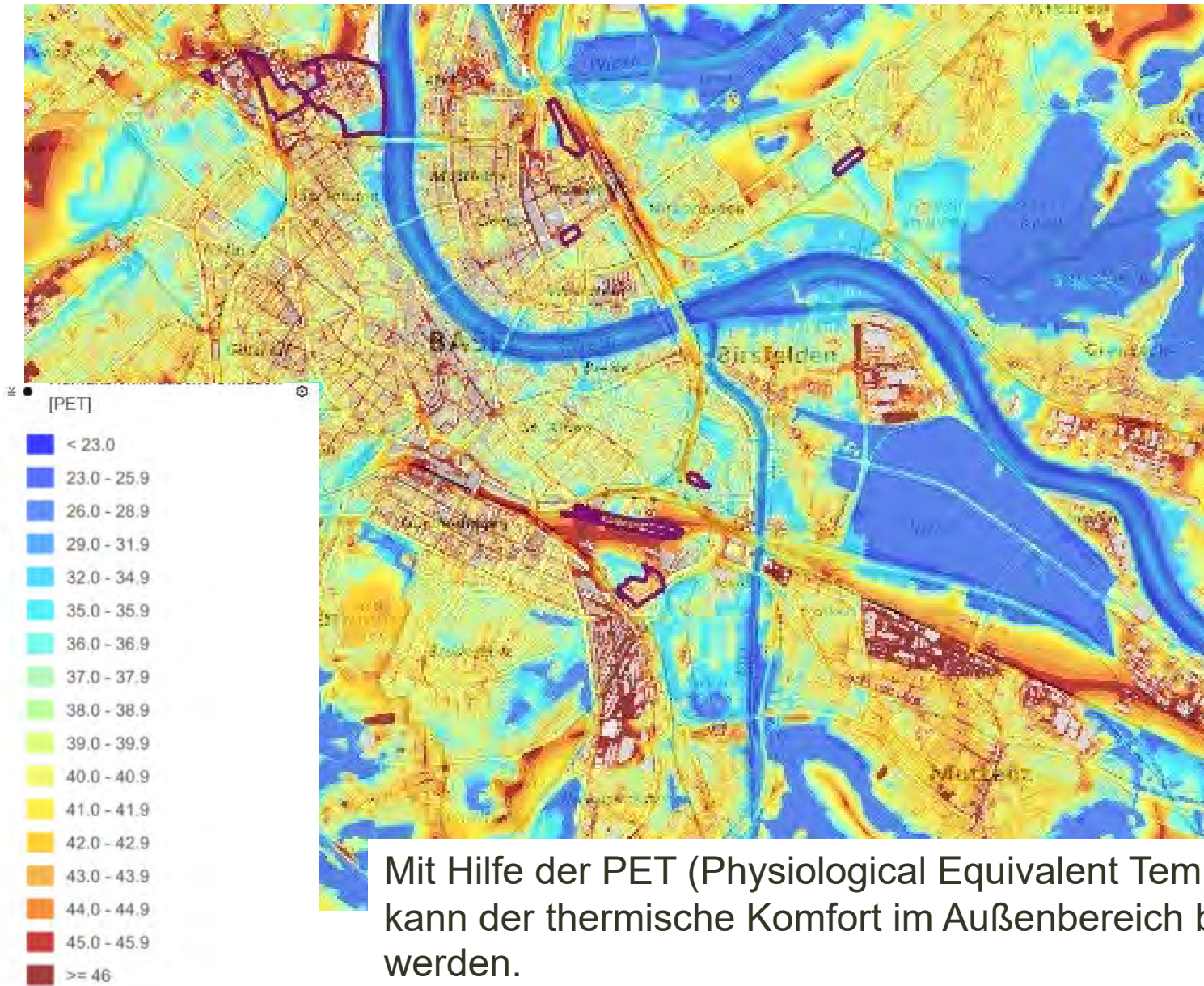


Definition der lokalen Identität eines neuen Projektes

- Klima
- Standort
 - Nachbarschaft
 - Baugrund
 - Grundwasser
 - Lärm
 - Luftqualität
- Mobilität
- Infrastrukture
- Lokale Kultur
- Lokales Handwerk
- Lokale Materialien
- Lokale Flora und Fauna

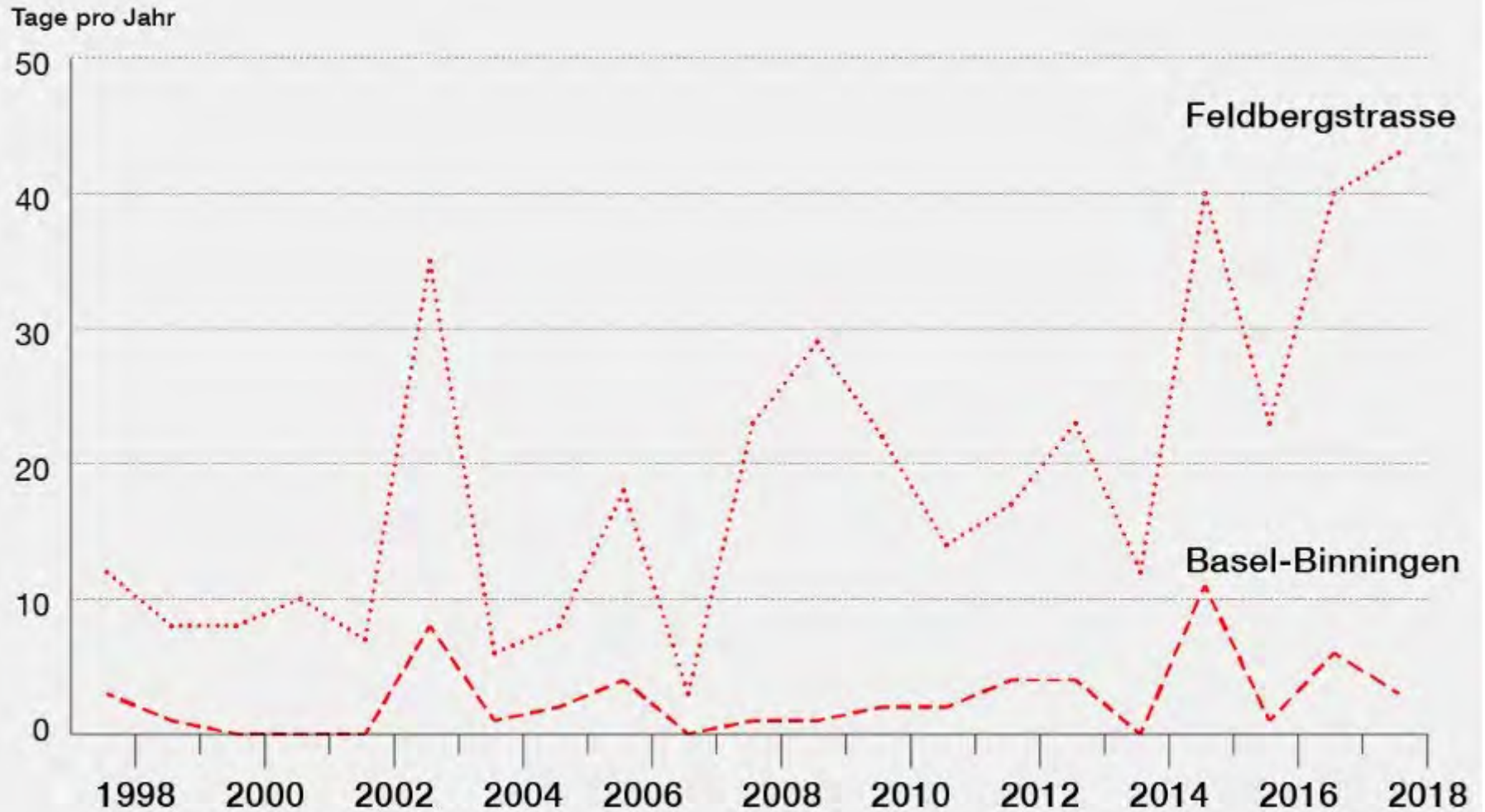


Ausblick Klima Basel Stadt Tag 14 Uhr, 2030, PET



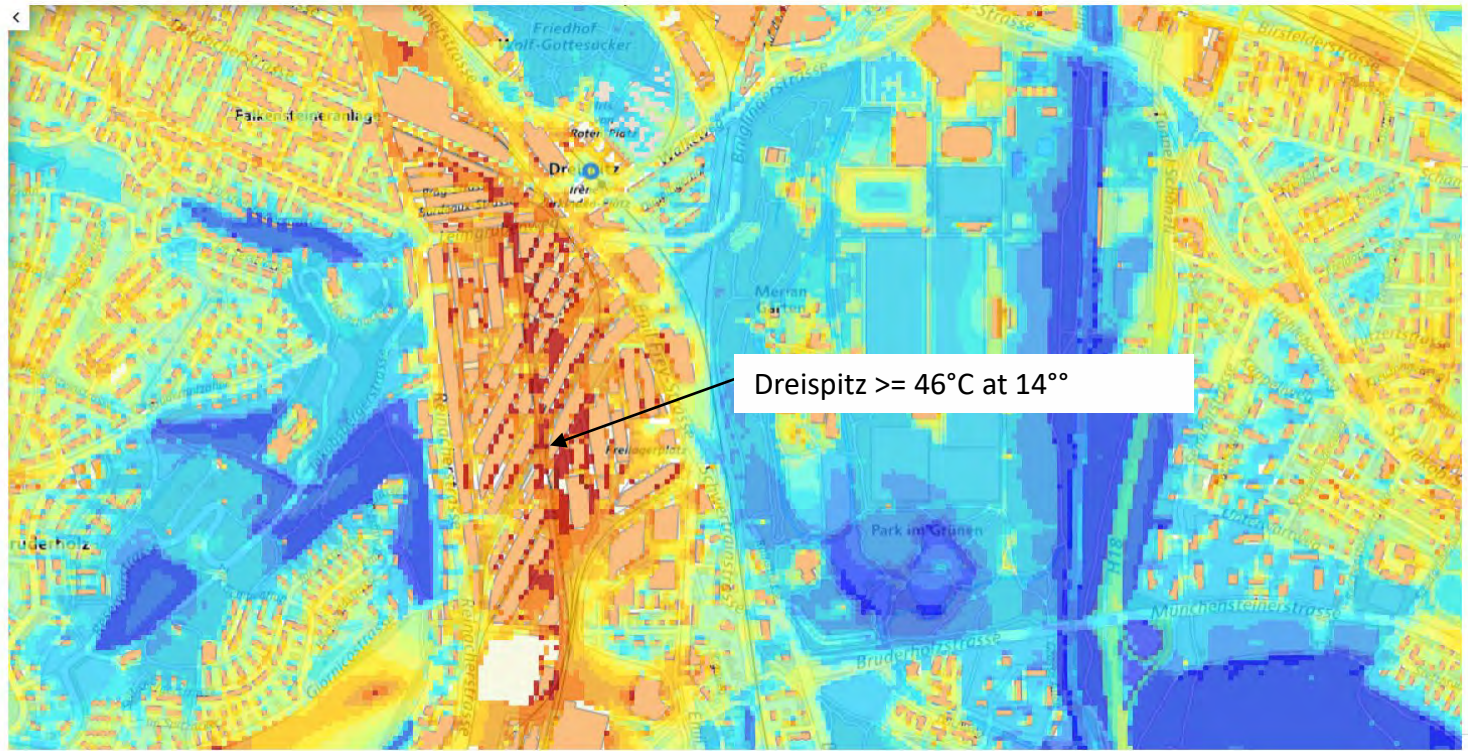
Mit Hilfe der PET (Physiological Equivalent Temperature) kann der thermische Komfort im Außenbereich beschrieben werden.

Basel - Ortsspezifische Anzahl der Tropennächte



Quelle: Meteodaten Nordwestschweiz: www.meteodaten-nordwest.ch

Klimaanalysekarte Tag 14 Uhr- 2019 - PET

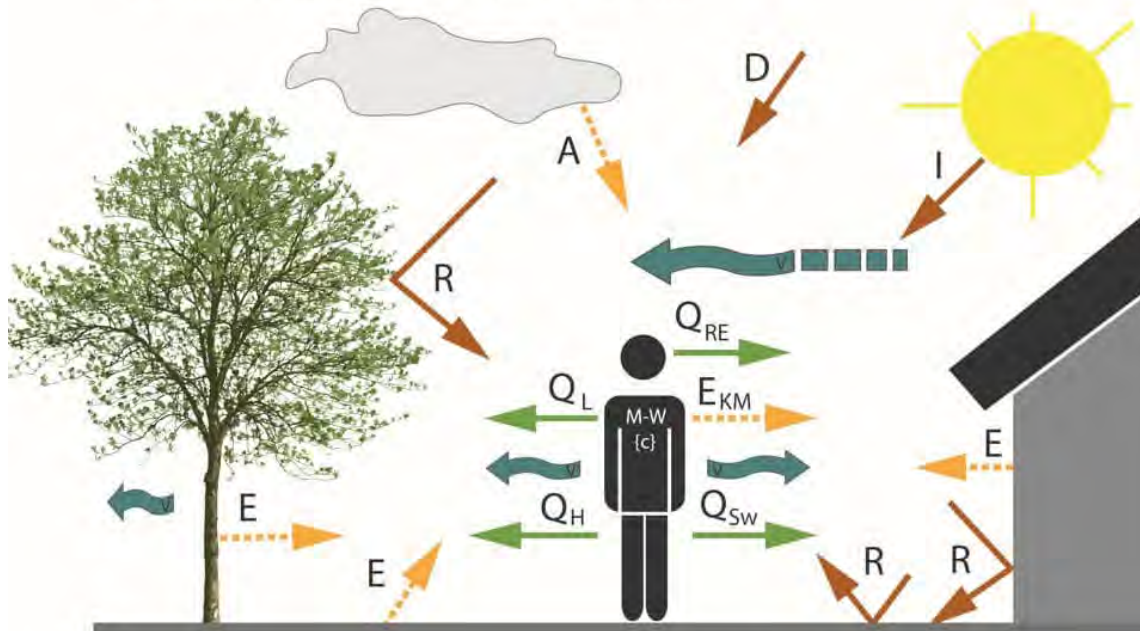


Status heute

PET – physiologisch empfundene Temperatur

Definition und Einflußgrößen

Variables of the heat balance of man



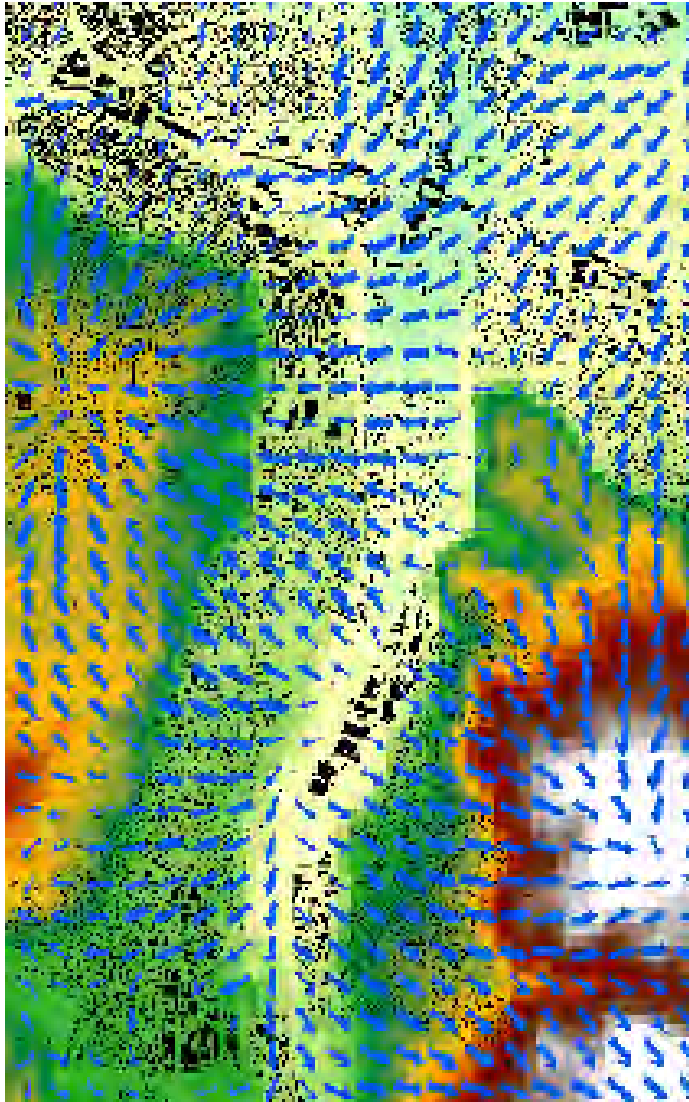
- Strahlung
- Wind
- Luftfeuchte
- Lufttemperatur

Diese meteorologischen Einflussgrößen werden durch die individuellen Charakteristika des Menschen ergänzt. So spielen Alter, Gewicht, Körpergröße sowie die Art der Bekleidung bei der Berechnung der menschlichen Energiebilanz eine wichtige Rolle. Innerhalb des Wirkkomplex' des Energiehaushaltes des Menschen kann so die thermische Belastungssituation beschrieben werden, welche weitergehend in die "Physiological Equivalent Temperature" (PET) überführt werden kann.

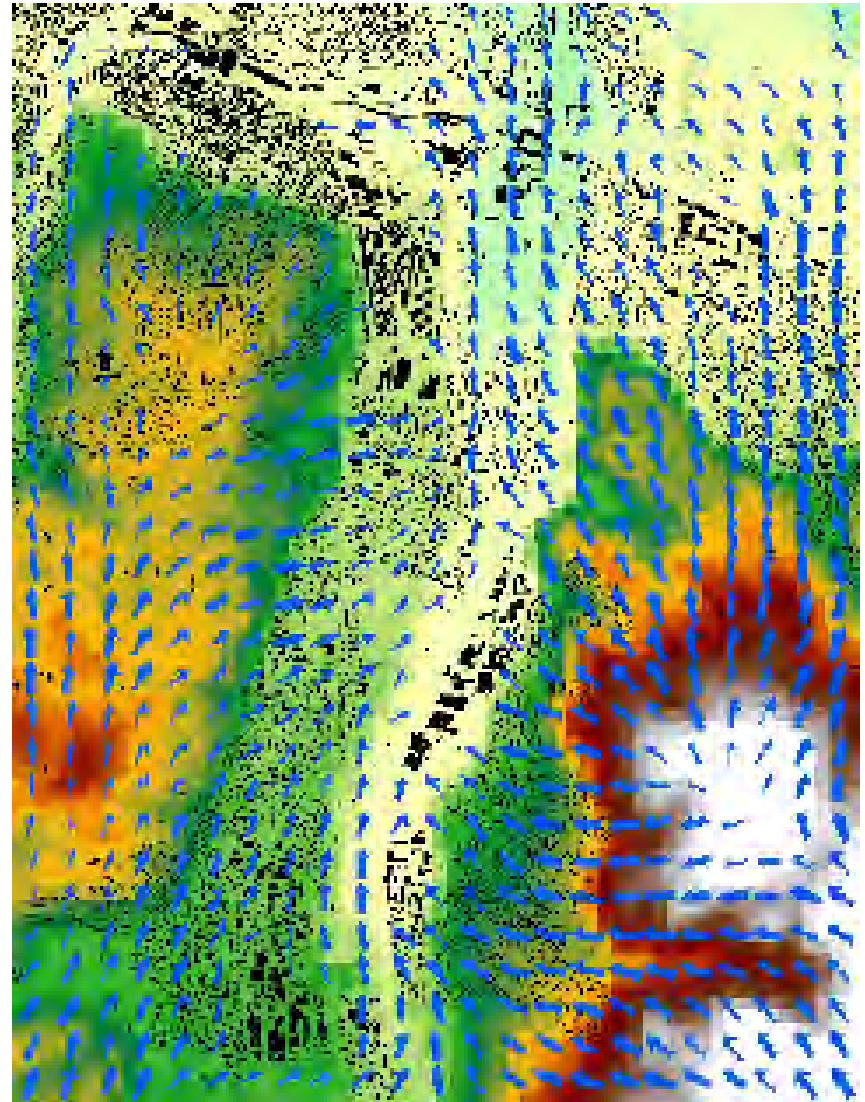
M	metabolic rate	I	direct solar radiation
Q _H	turbulent sensible heat fluxes	D	diffuse solar radiation
Q _{Sw}	turbulent latent heat fluxes	R	reflecting solar radiation
Q _L	latent heat fluxes by water vapour diffusion	A	atmospheric radiation
Q _{RE}	heat fluxes by respiration (sensible and latent)	E	long-wave emission of the surrounding surface
V	wind speed	E _{KM}	infrared radiation of human surface
M-W	heat production by energy metabolism	(c)	thermal isolation of clothing

(nach VDI 3787 1998)
 Verein Deutscher Ingenieure (1998): VDI-Richtlinie 3787
 Blatt 2, Umweltmeteorologie: Methoden zur human-
 biometeorologischen Bewertung von Klima und Lufthygie-
 ne für die Stadt- und Regionalplanung, Teil I: Klima, Berlin.

Lokale Windfelder 12 und 23 Uhr, Klimaatlas Basel 2019

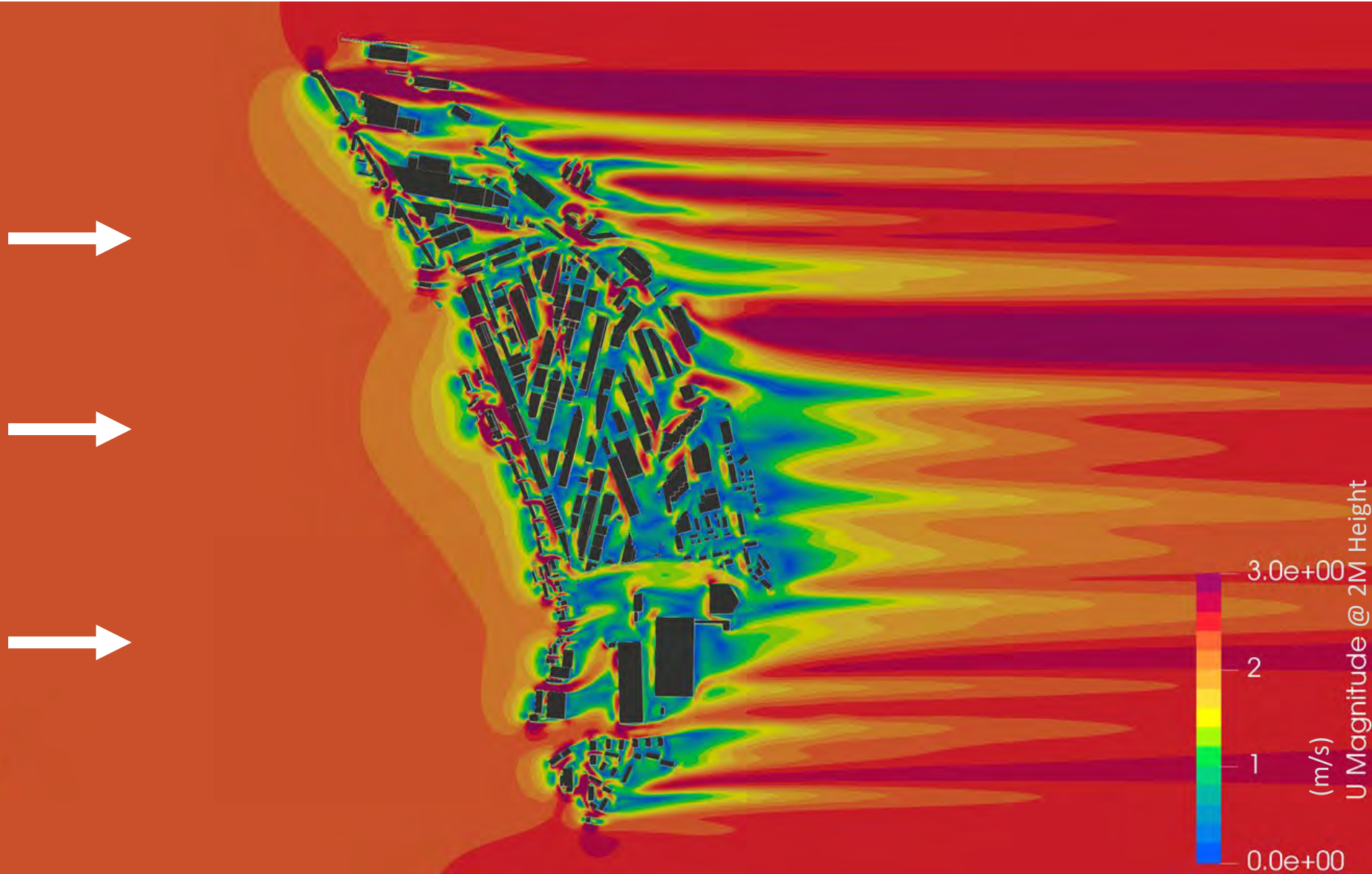


12 Uhr



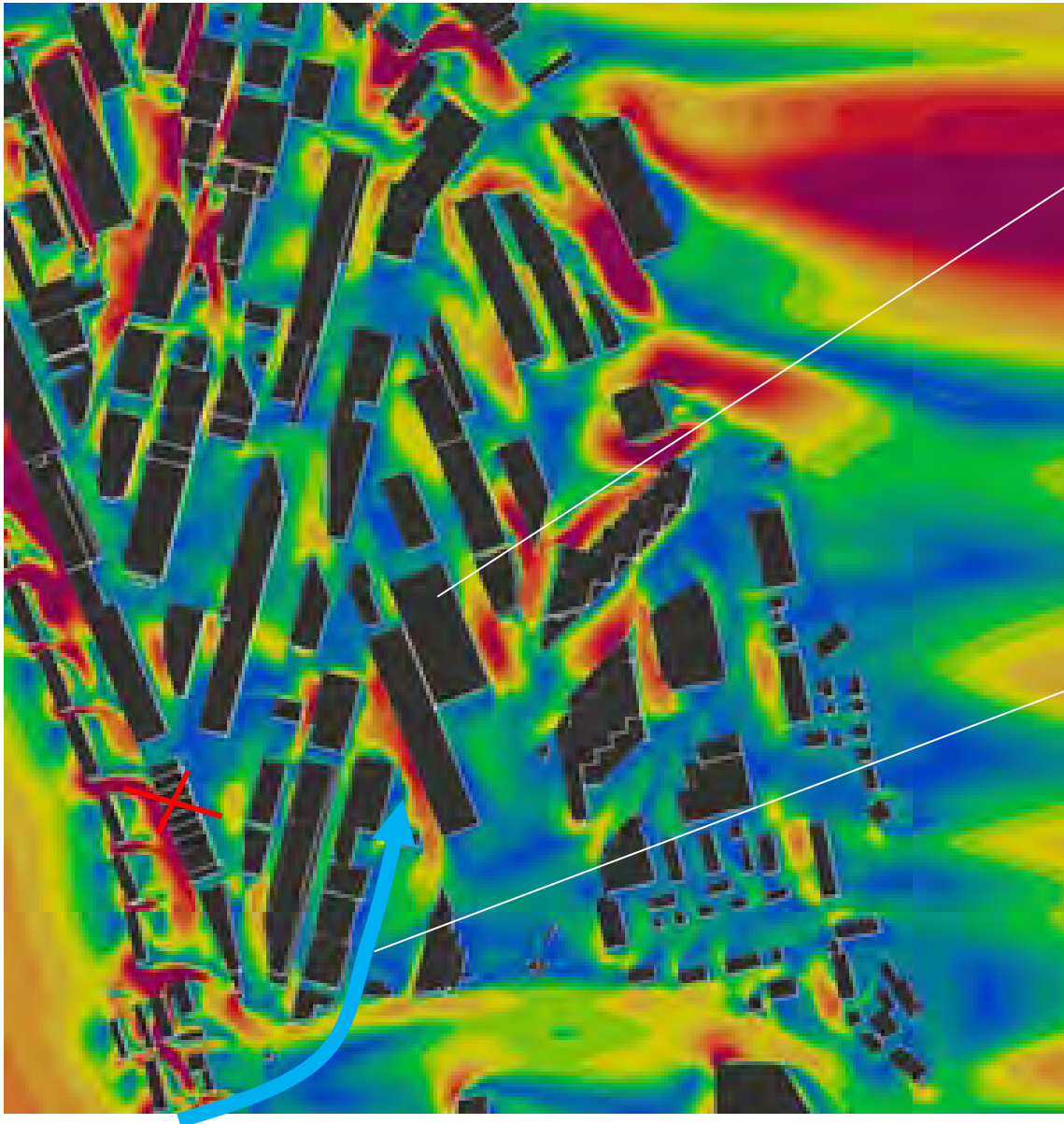
23 Uhr

Nächtliches Windfeld bodennahe Kaltluft vom Bruderholz für CMS mit Herzog de Meuron



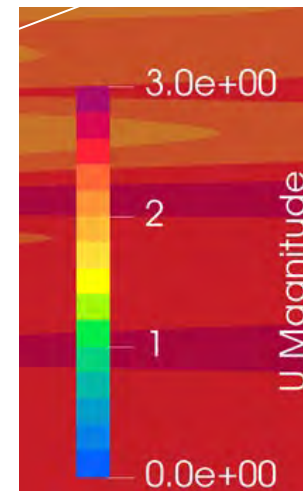
Städtische Achsen - Nächtliche Durchlüftung fördern

Bodennaher Kaltwind vom Bruderholz



Universitätscampus
muß Durchlüftung
sicherstellen

Nächtliche Durchlüftung
des grünen Gleisbogens
durch Wegnahme de
Randgebäudes



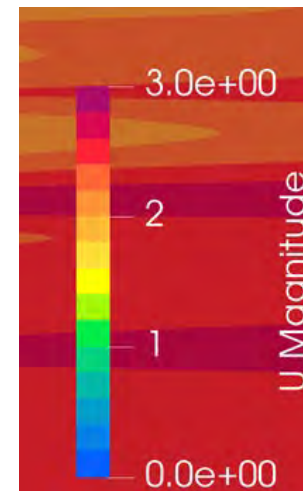
Städtische Achsen - Nächtliche Durchlüftung fördern

Bodennaher Kaltwind vom Bruderholz

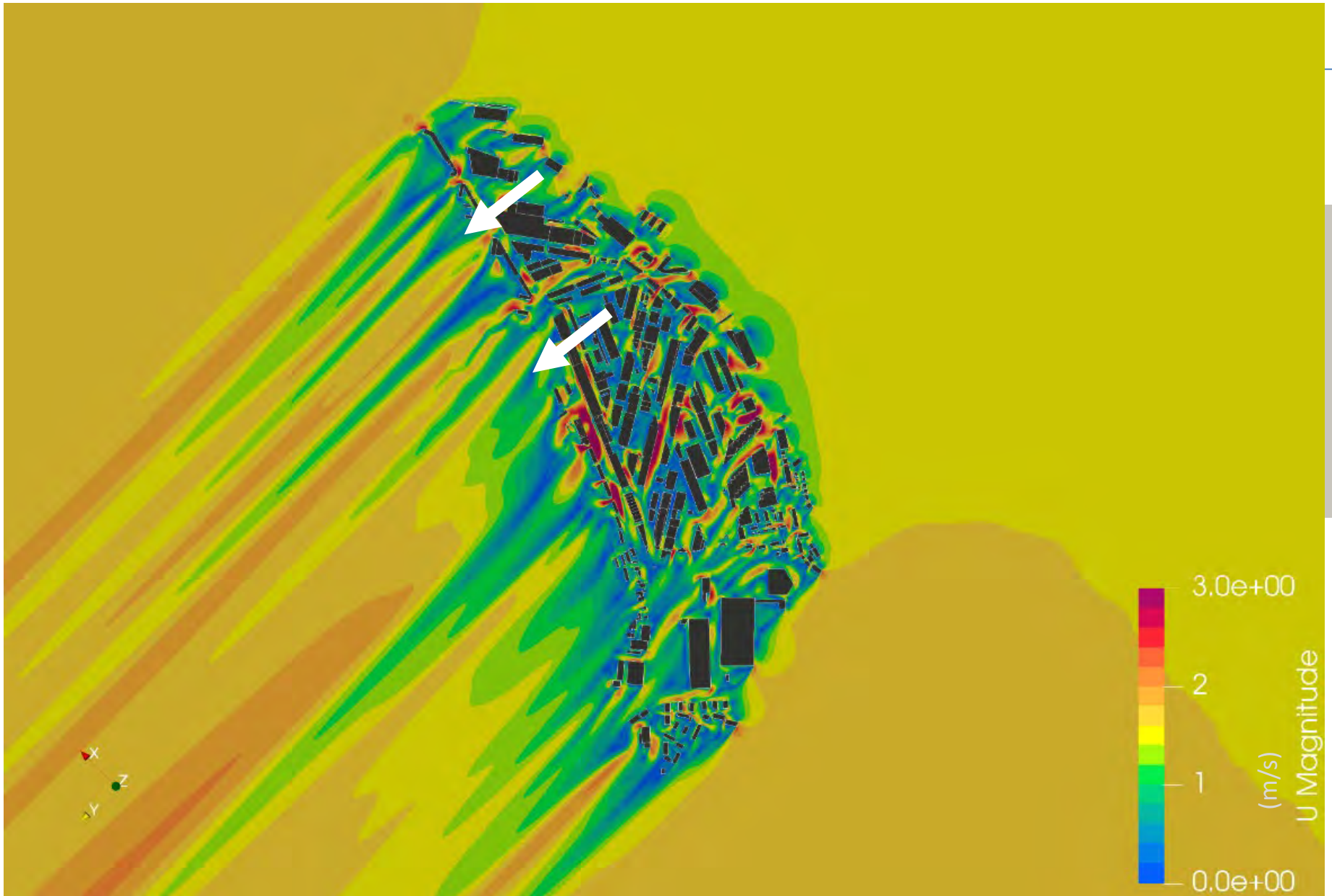


Durchlässigkeit neues Wohnen sicherstellen

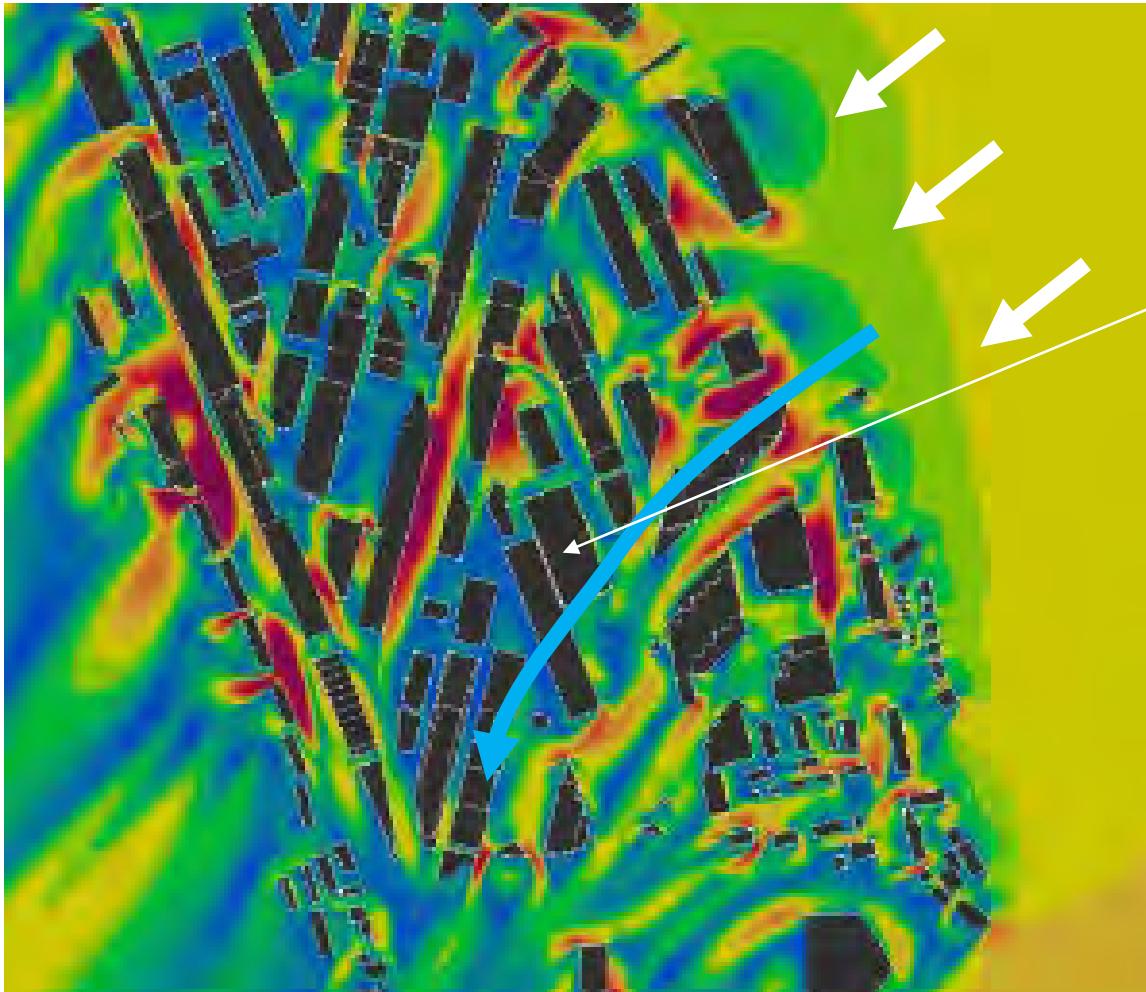
Dreispitz Süd offen für Kaltwinde vom Bruderholz
Umlenkung der Luftströme zum neuen Wohnen



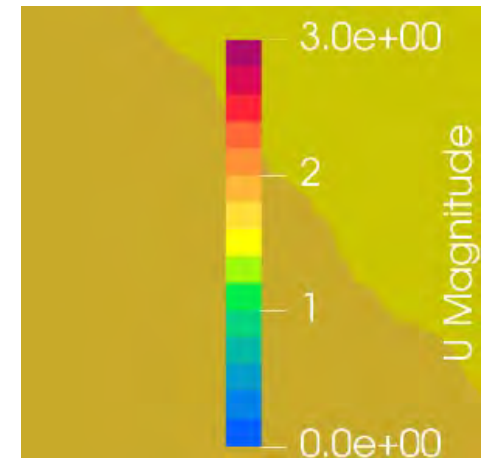
Tagwind von für städtische Durchlüftung



Tagwind von Osten für städtische Durchlüftung



Unicampus sollte Durchlüftung am Tag sicherstellen





Wasser Management - Flächenangaben



Status Quo
GRÜNANTEIL
2%

**VERSIEGELTE
FLÄCHEN**
98%



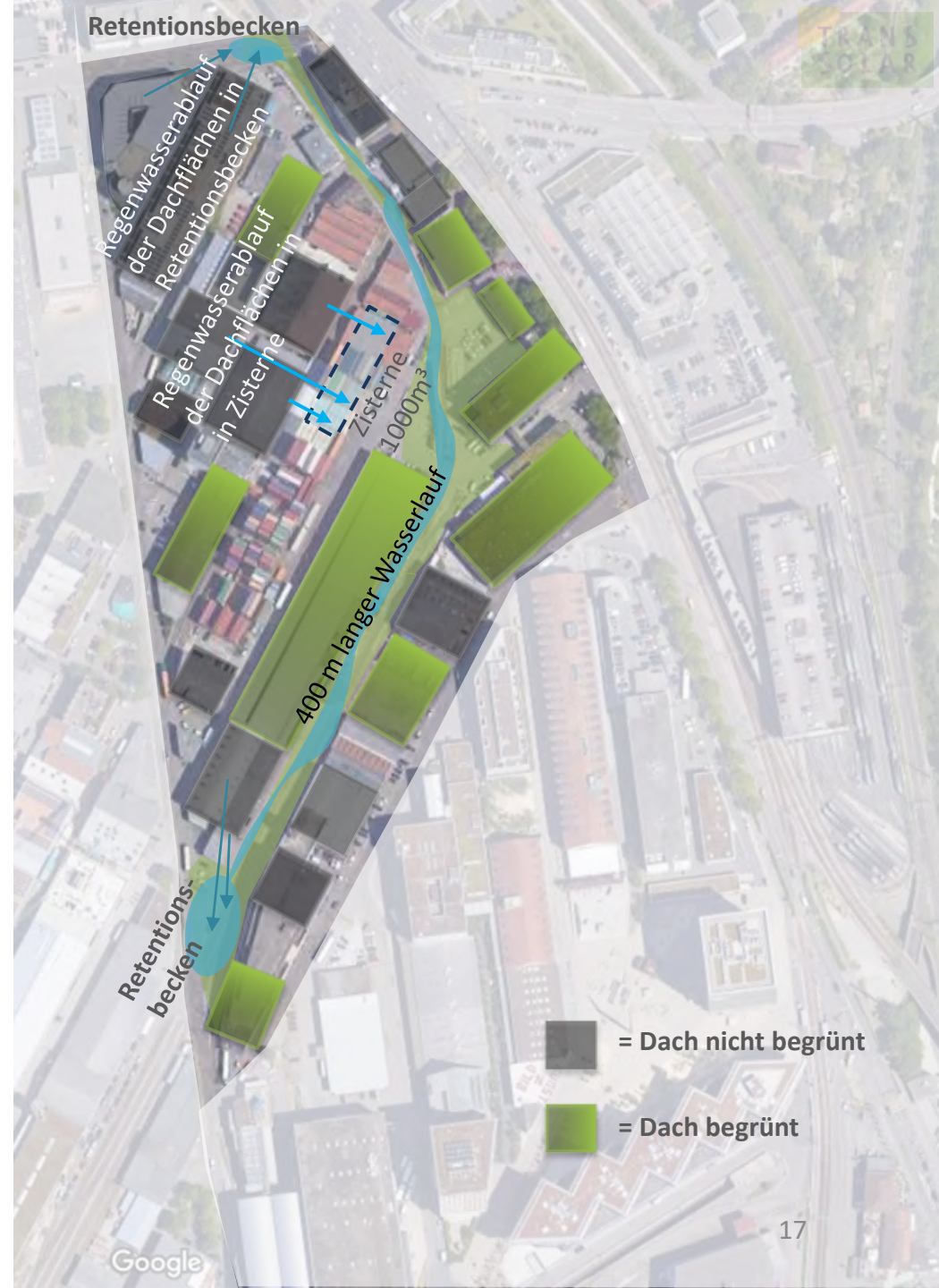
Vision
GRÜNANTEIL
40%

**VERSIEGELTE
FLÄCHEN**
60%

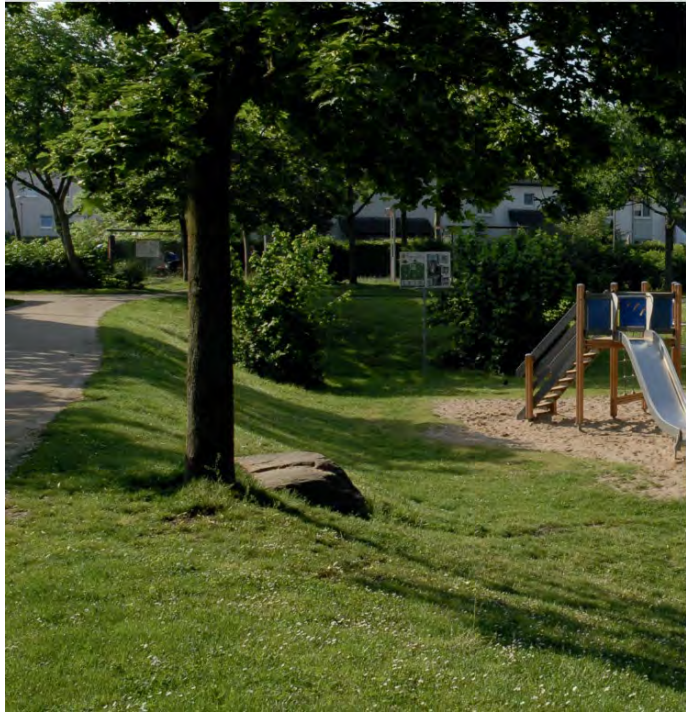
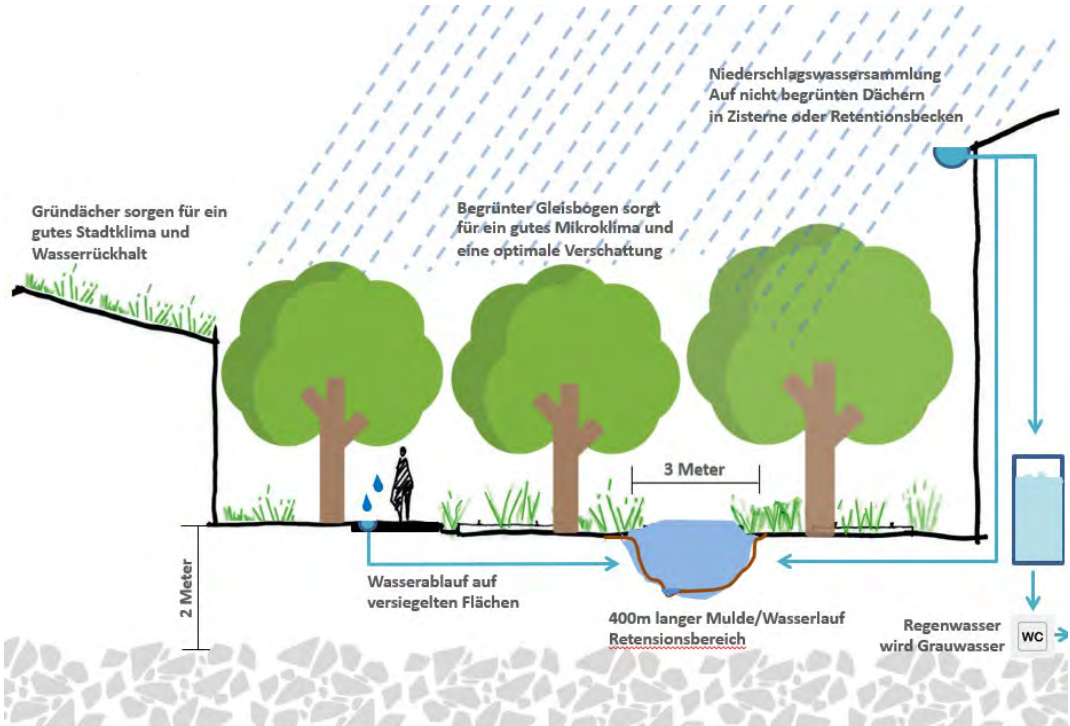
Wassermanagement Souk Dimensionierung

		m ²
Gesamtflächen		62300
Grünfläche	40%	11000
Dachflächen (gesamt)		26800
Dach begrünt	50%	13400
Dach nicht begrünt	50%	13400
Strassenflächen		24500

- Grüner Gleisbogen 8000m²
- Bewertete Flächen 37000m²
- Regenevent 100 l/m²Tag
- Wasseranfall 3700 m³
- Zisterne 2000 m³
- Retentionsbecken 1700 m³
- Wasserlauf 400 lang;
3m breit; 1,3m tief



Wassermanagement und soziale Nachhaltigkeit im Souk



Städtische Belüftung im Gleisbogen



Durchschnittliche
Windgeschwindigkeit im
Gleisbogen = 0.67 m/s

Heute

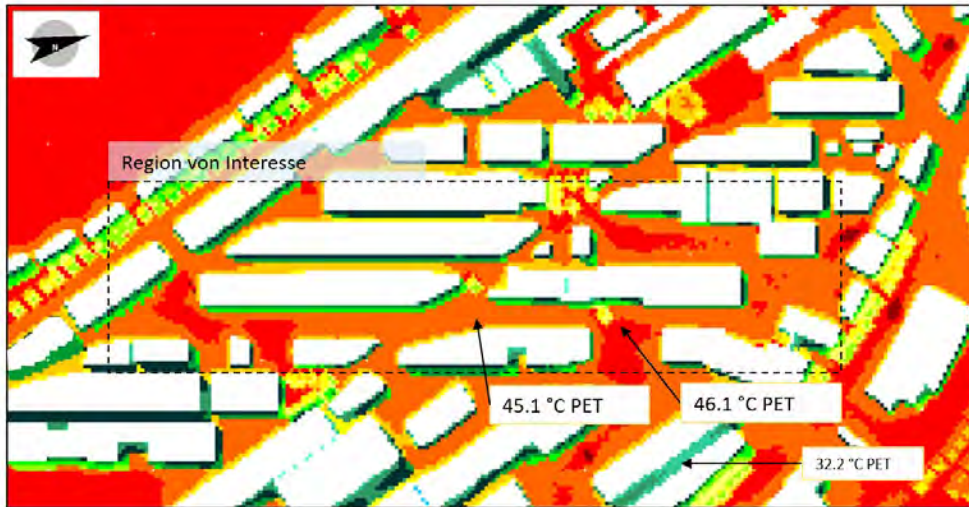


Morgen



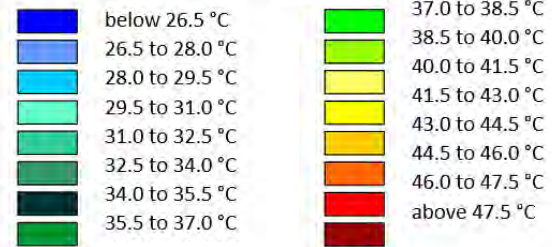
PET – physiologisch empfundene Temperatur - Bewertung

Bestand



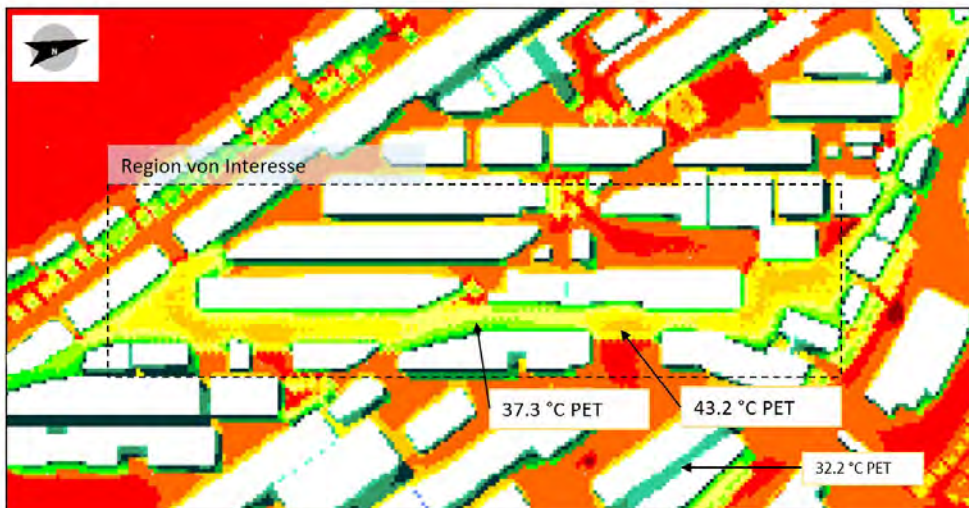
PET

in 2,1 m Höhe über dem Boden



Auf der Grundlage der Klimadatenanalyse und den thermischen Simulationen in TRNSYS wurde 14:00 Uhr am 23. Juni als Referenz Hochsummer-Spitzenauslegung Stunde für die Analyse der Hochsummerbedingungen ausgewählt.

Bewertung inklusive begrünten Gleisbogen



Verbesserung von fast 8 Kelvin durch

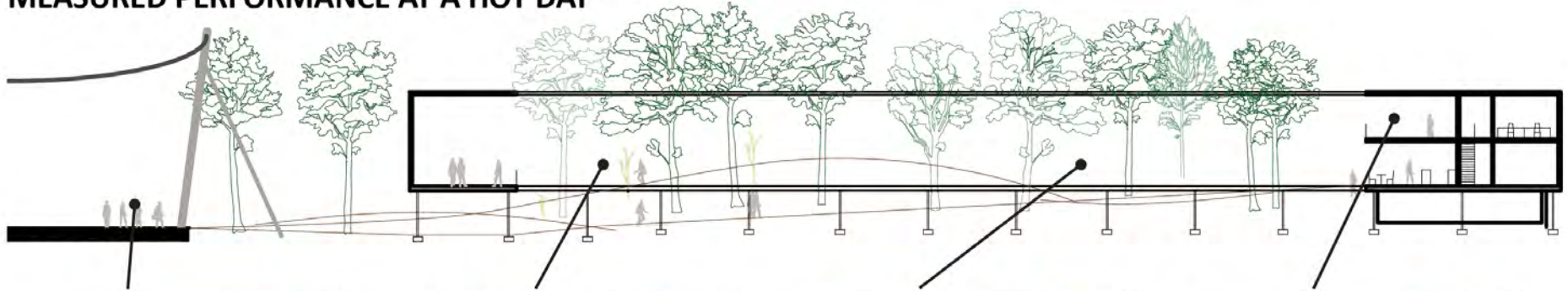
- Verschattung
- Durchlüftung
- Verdunstungskühlung

BREATH, Expo 2015 Mailand, Österreichischer Pavillon



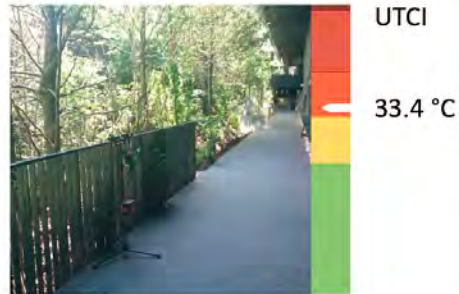
Mailand 2015, Gemessene Komforttemperaturen

MEASURED PERFORMANCE AT A HOT DAY



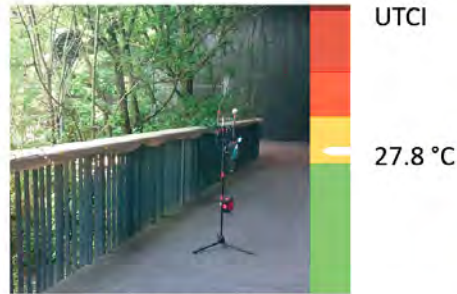
Shade, EXPO Pathway

Air temperature:	34.5 °C
Relative humidity:	44.0%
Mean Radiant Temperature:	38.4 °C
Air velocity:	0.3 m/s



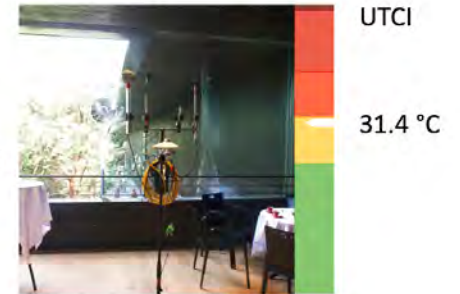
Shade, Vegetation

Air temperature:	32.5 °C
Relative humidity:	50.0%
Mean Radiant Temperature:	32.5 °C
Air velocity:	0.3 m/s



Shade, Dry Mist Fans

Air temperature:	27.0 °C
Relative humidity:	74.0%
Mean Radiant Temperature:	34.3 °C
Air velocity:	2.6 m/s



VIP-Lounge

Air temperature:	31.0 °C
Relative humidity:	61.0%
Mean Radiant Temperature:	31.0 °C
Air velocity:	1.8 m/s

Themenmatrix Stadtklima für CMS „Plan Guide Dreispitz Areal“ mit Herzog de Meuron

Stadtklima Strategien					
Quartiere	Licht	Temperatur	Luftqualität	Lärm	Besonnung
	Baukörperhöhe	Grüne Flächen	Grüne Schneise	Grüne Wände	Baukörperausrichtung
	Baukörperabstände	Wasserflächen	Stadtwald	Baumaterial	Wohnen
	Nutzung	Abwindhochhaus	Aufwindhochhaus	Verkehrsreduktion	Verschattung
	Reflektion	Albedo – Reflektionsvermögen	Wasserpuffer für Grünflächen		
		Lokale Geologie			

Adaptiver Komfort – ganzheitliche Bewertung mit PET oder SET (PET .. Physiologisch empfundene Temperatur SET .. Standard effektiv temperatur)



Neben der Lufttemperatur:

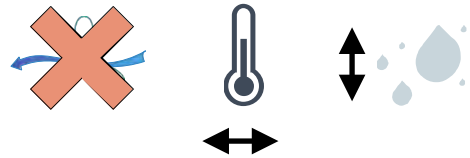
- Luftfeuchte
- Strahlungstemperatur
- Luftgeschwindigkeit
- Solarstrahlung
- Aktivität
- Bekleidung
- ..
- Verbindung nach Aussen

Komfortverbesserung mit erhöhter Luftgeschwindigkeit

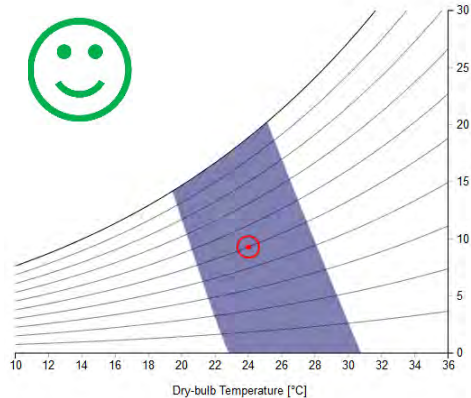
Akzeptanz von:

- Erhöhter Lufttemperatur
- Erhöhter Strahlungstemperatur (schließt absorbierte Solarstrahlung und Wärmestrahlung ein)
- Erhöhte Feuchte

AC Komfort

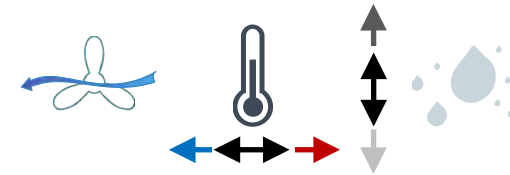


Air temperature (°C)	24
Mean radiant temperature (°C)	24
Air speed (m/s)	0.1
Humidity (%RH)	50
Metabolic rate (met)	1.2
Clothing level (clo)	0.6

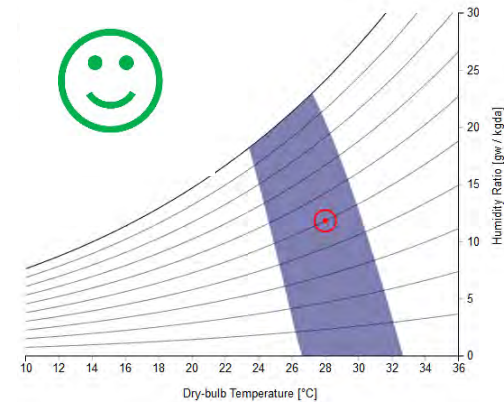


Predicted Mean Vote	0.02
Sensation	Neutral
Standard Effective Temp.	25.1 °C

Adaptiver Komfort

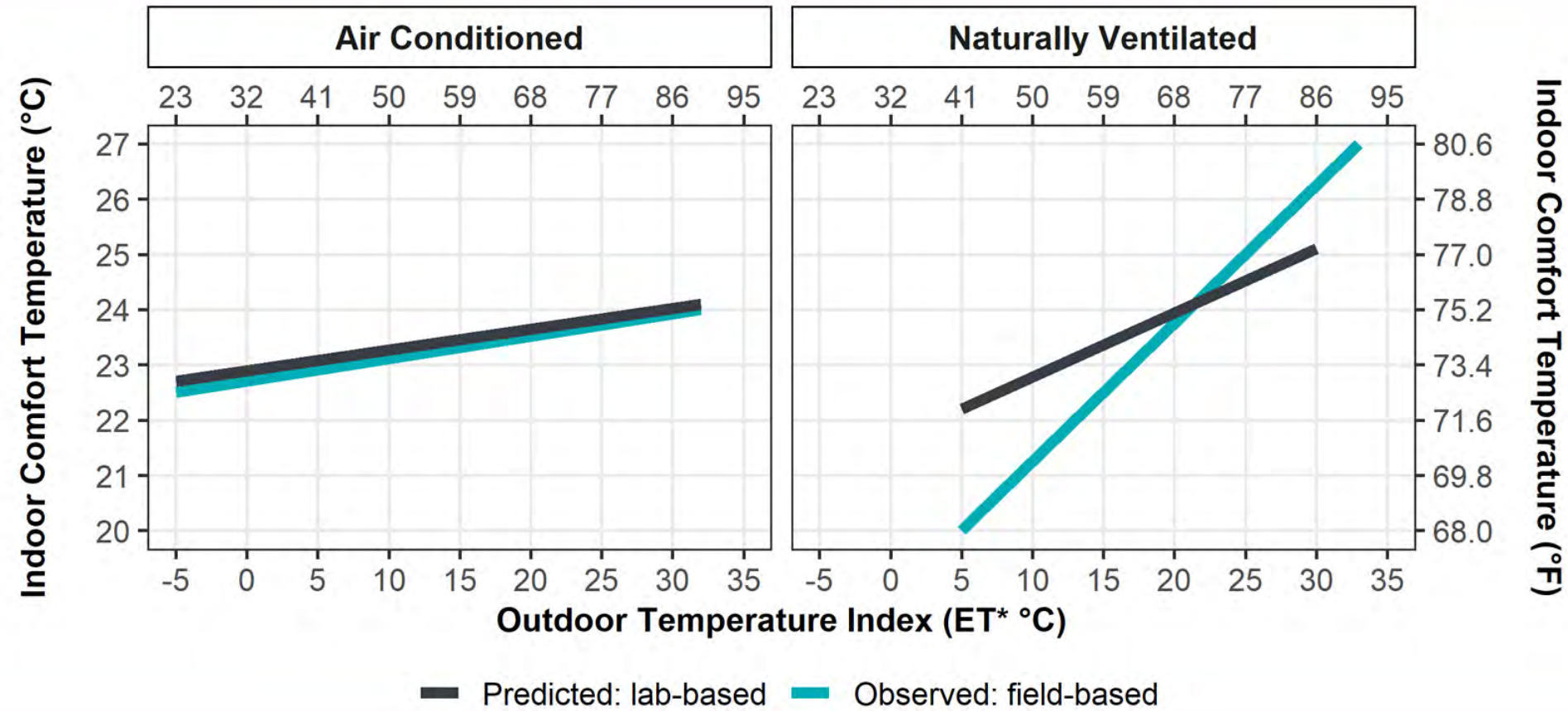


Air temperature (°C)	28
Mean radiant temperature (°C)	28
Air speed (m/s)	0.8
Humidity (%RH)	50
Metabolic rate (met)	1.2
Clothing level (clo)	0.6



Predicted Mean Vote	0.13
Sensation	Neutral
Standard Effective Temp.	25.6 °C

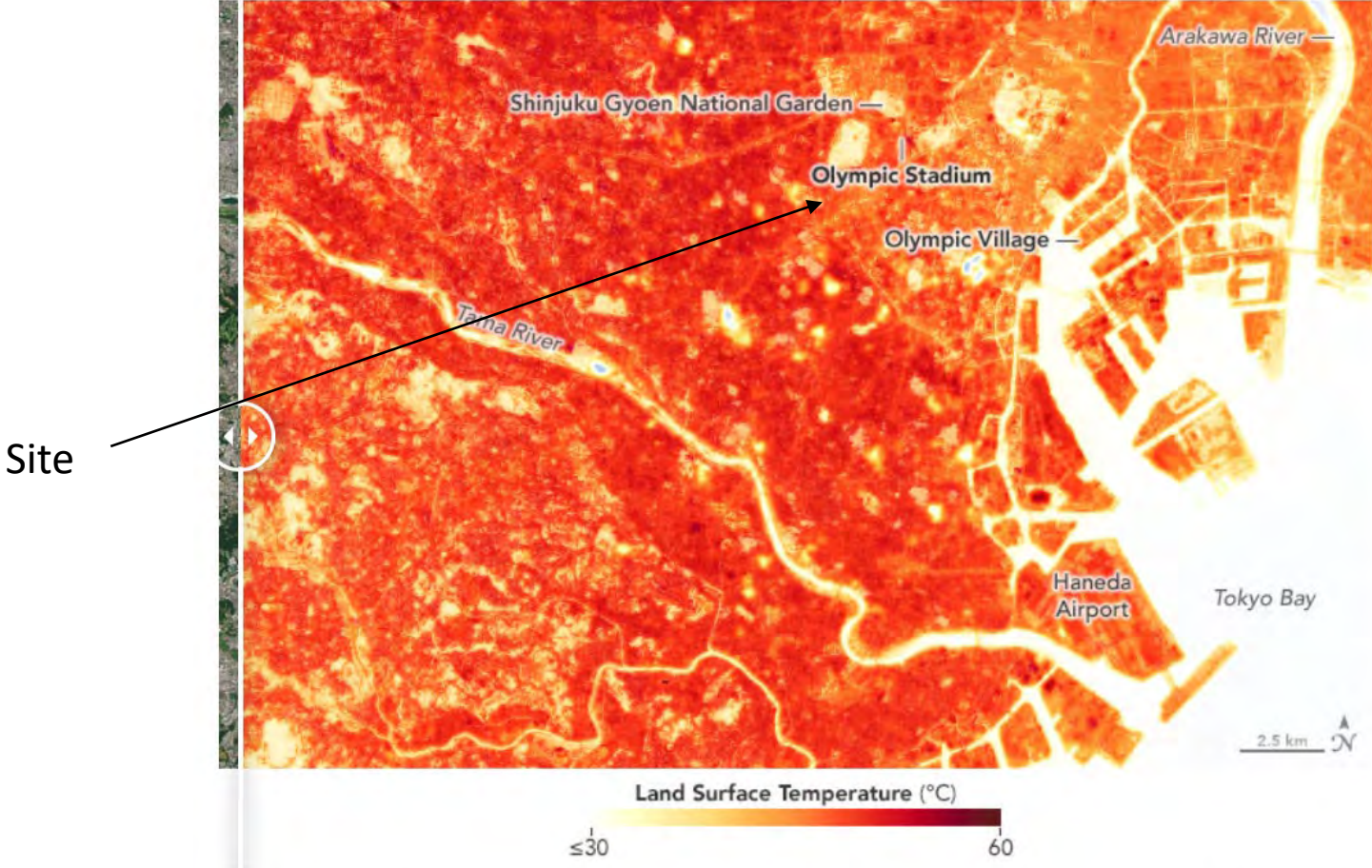
Empfundene Komforttemperatur für konditionierte und natürlich gelüftete Räume – LBL Berkeley



Unsere Erwartungen beeinflussen unser Empfinden

Tokyo heat island

Wettbewerb für Hochhausprojekt in Tokyo



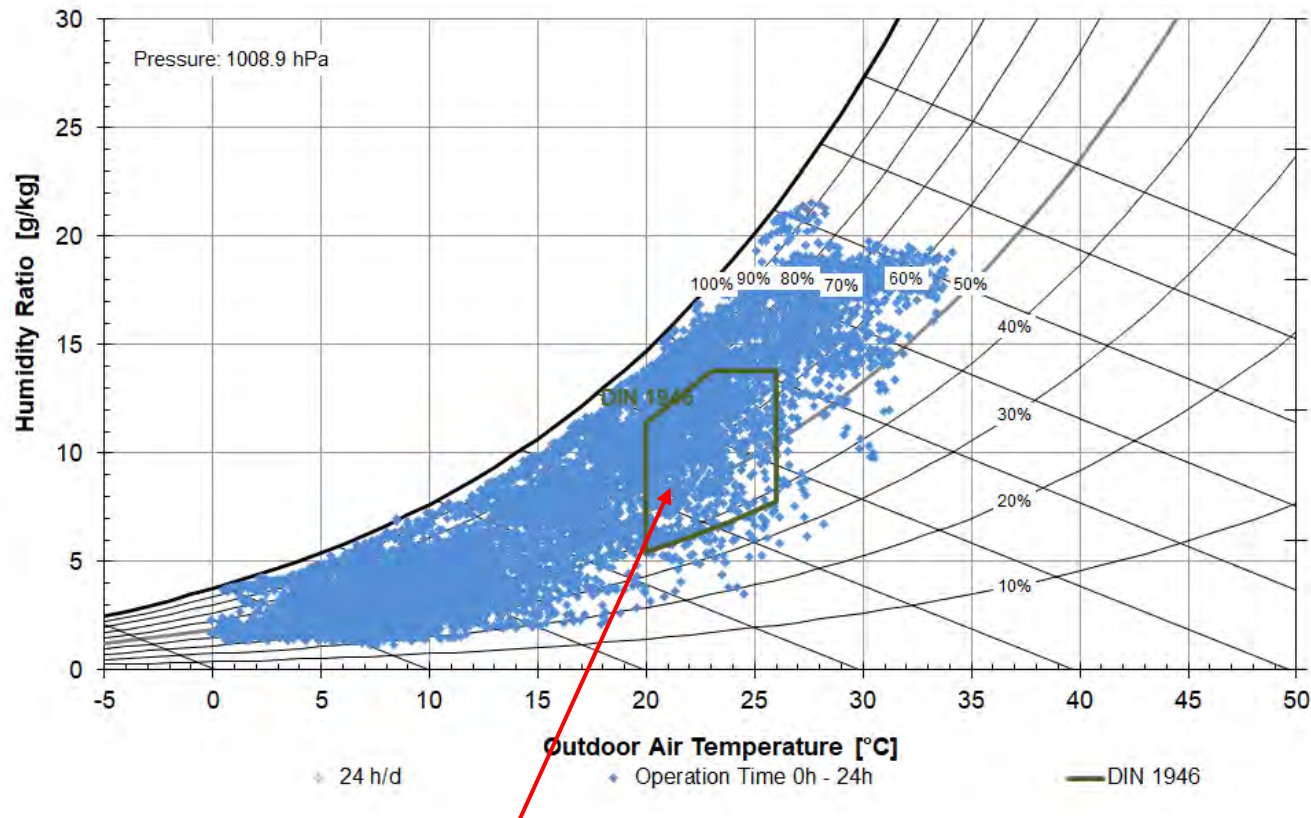
August 17, 2019

August 17, 2019

Temperatur-Feuchte Diagramm für Tokyo

Seasonal strong swings, summer peak upto 34°C at 60%

IWEC 2.0 Tokyo

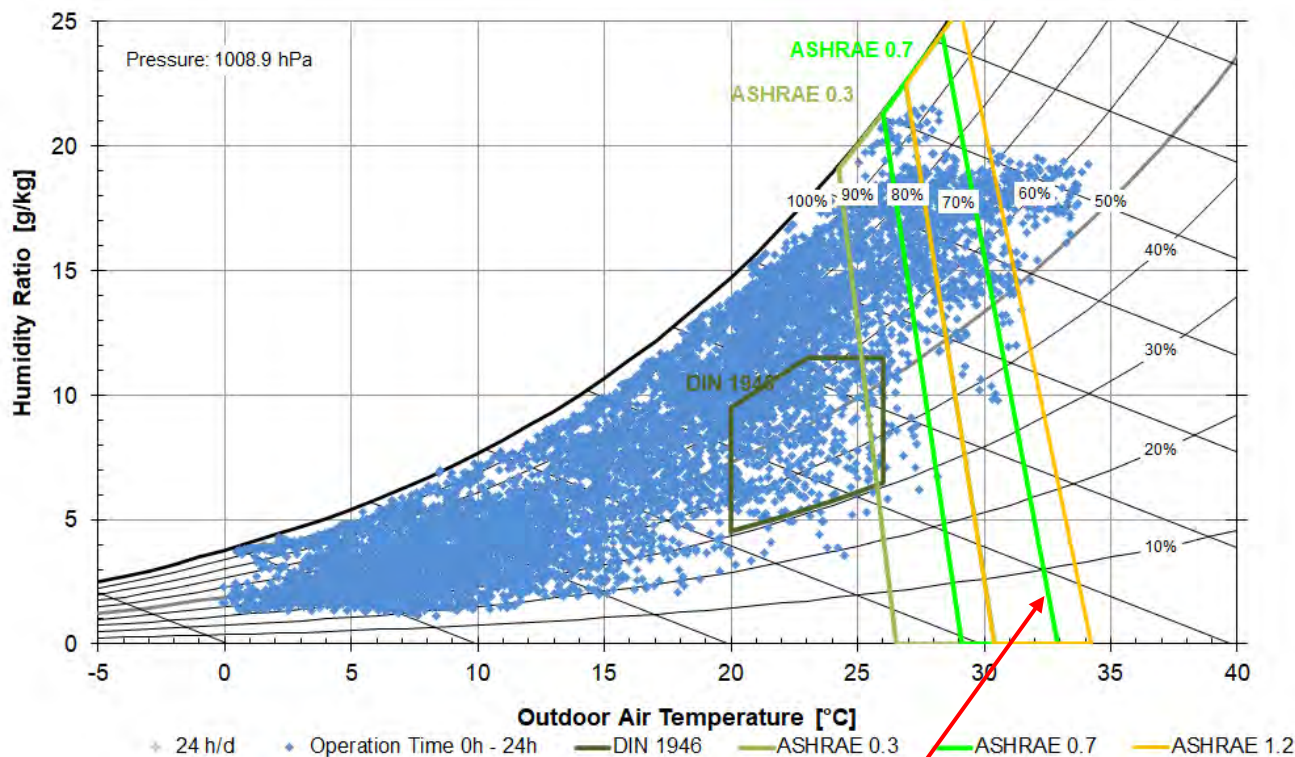


Komfortbereich für Vollkonditionierung – 20 – 26°C, 35 – 70% Feuchte

Komfortverbesserung durch erhöhte Luftgeschwindigkeit

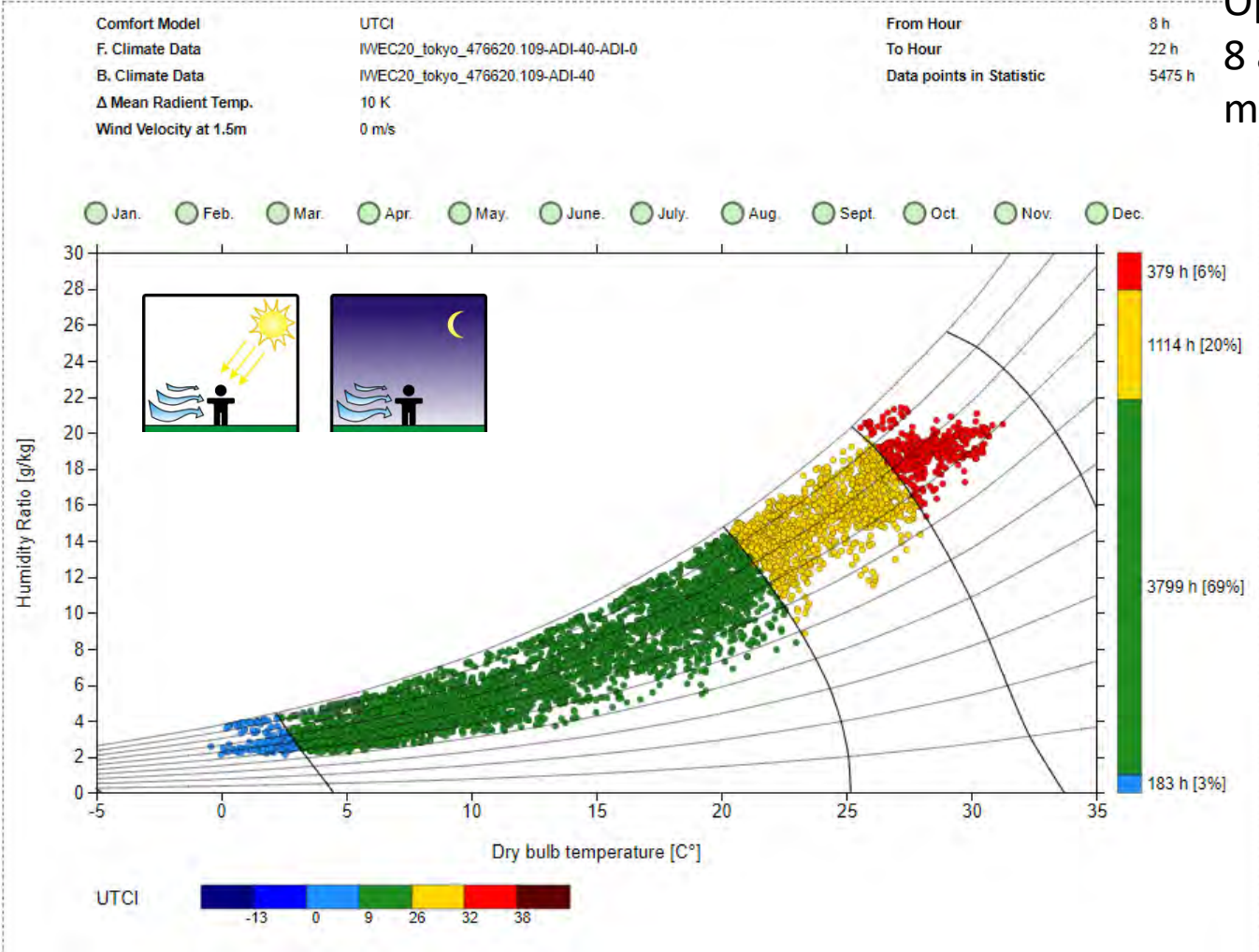
Comfort lines for different air velocities following
Ashrae 55

IWEC 2.0 Tokyo

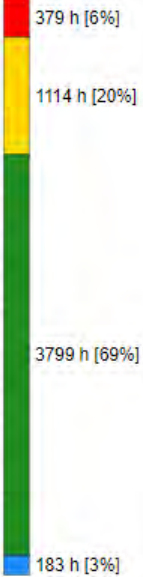


Komfortbereich bei natürlicher Lüftung und Verbindung nach Aussen
Temperaturen bis 30°C, Feuchten bis 90%

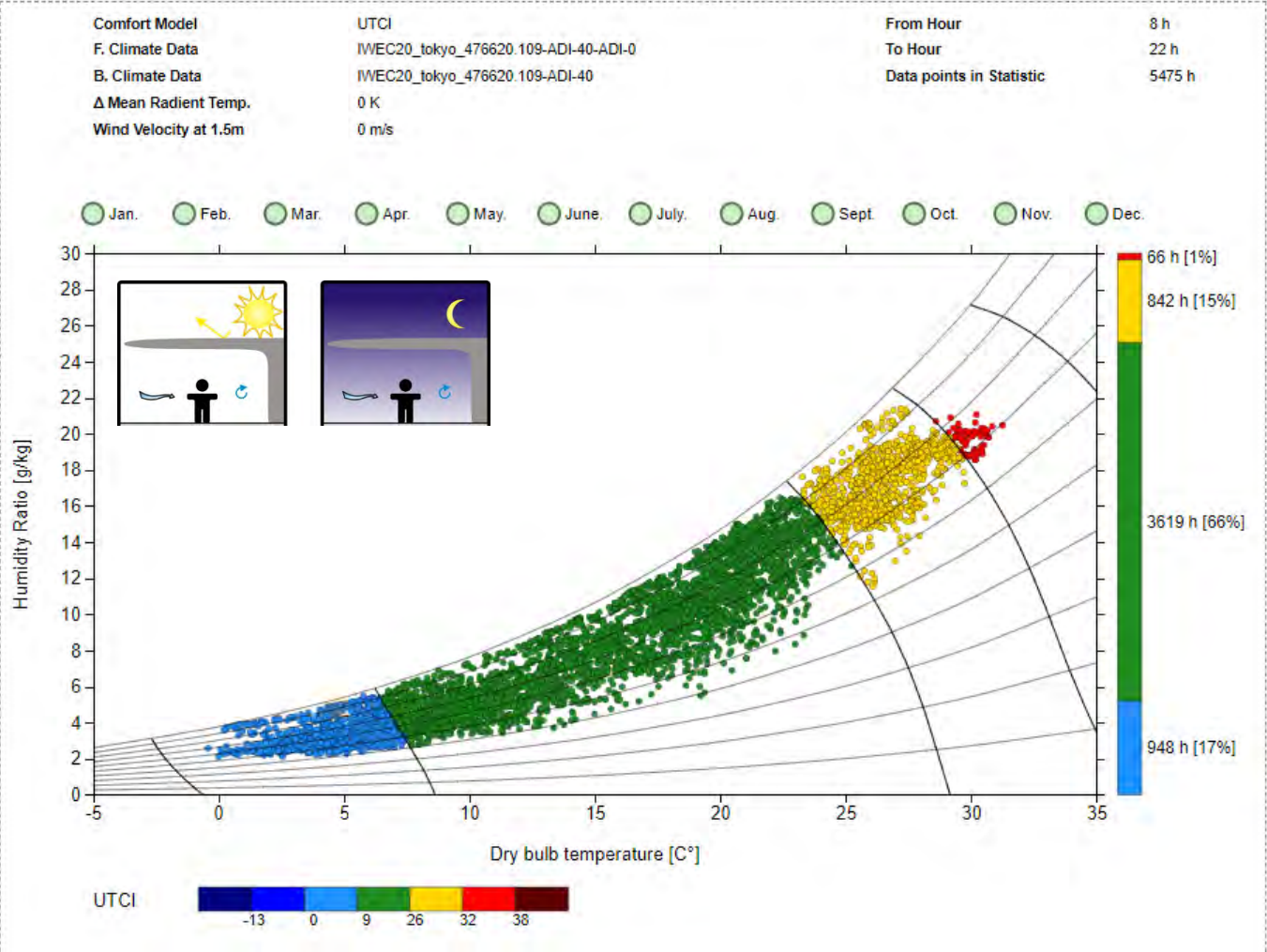
Thermal comfort evaluation - UTCI from 8 am to 10 pm – outdoor full sun exposed



26% or 1423 hours of the operation time would be too warm

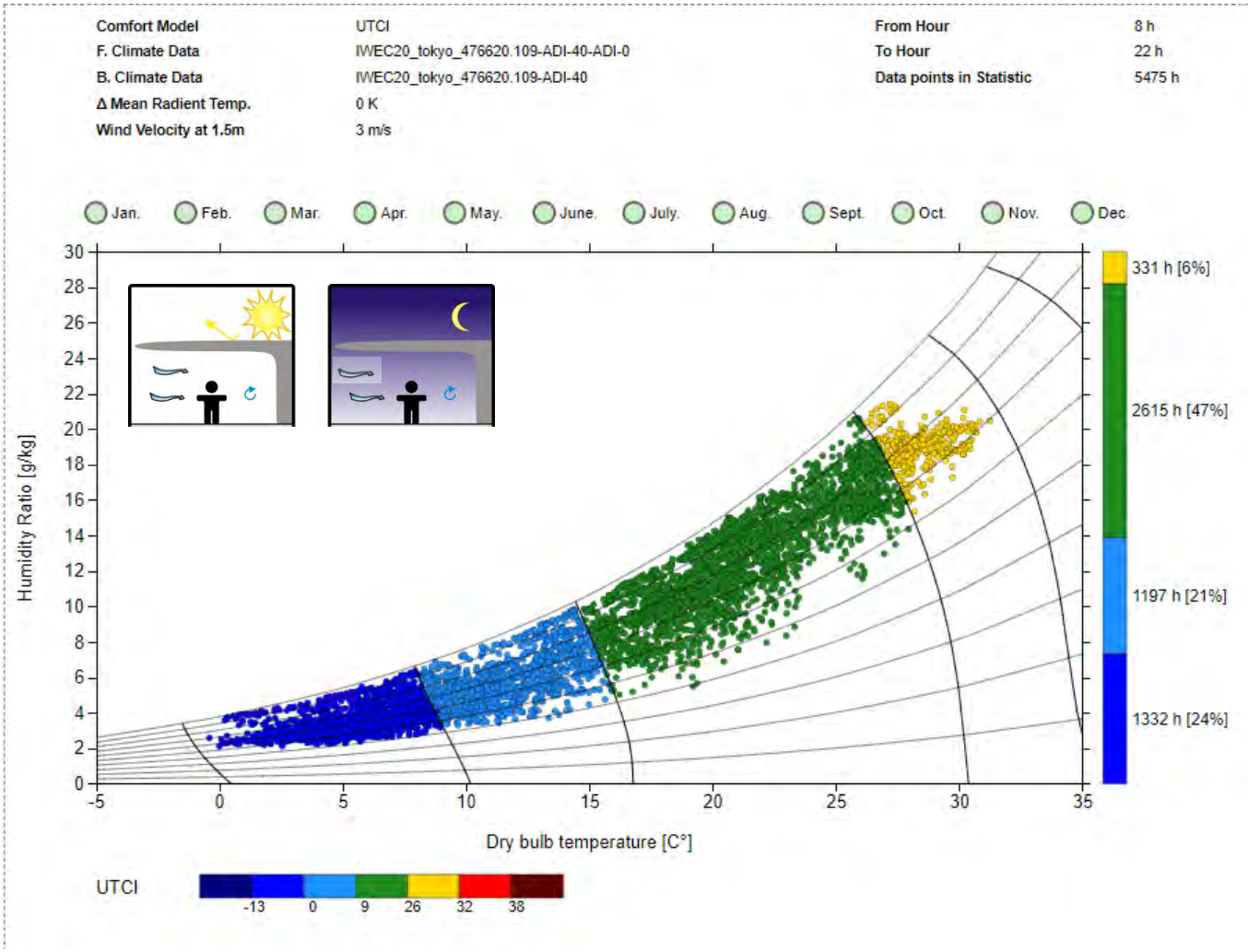


UTCI from 8 am to 10 pm – outdoor shaded from direct sun



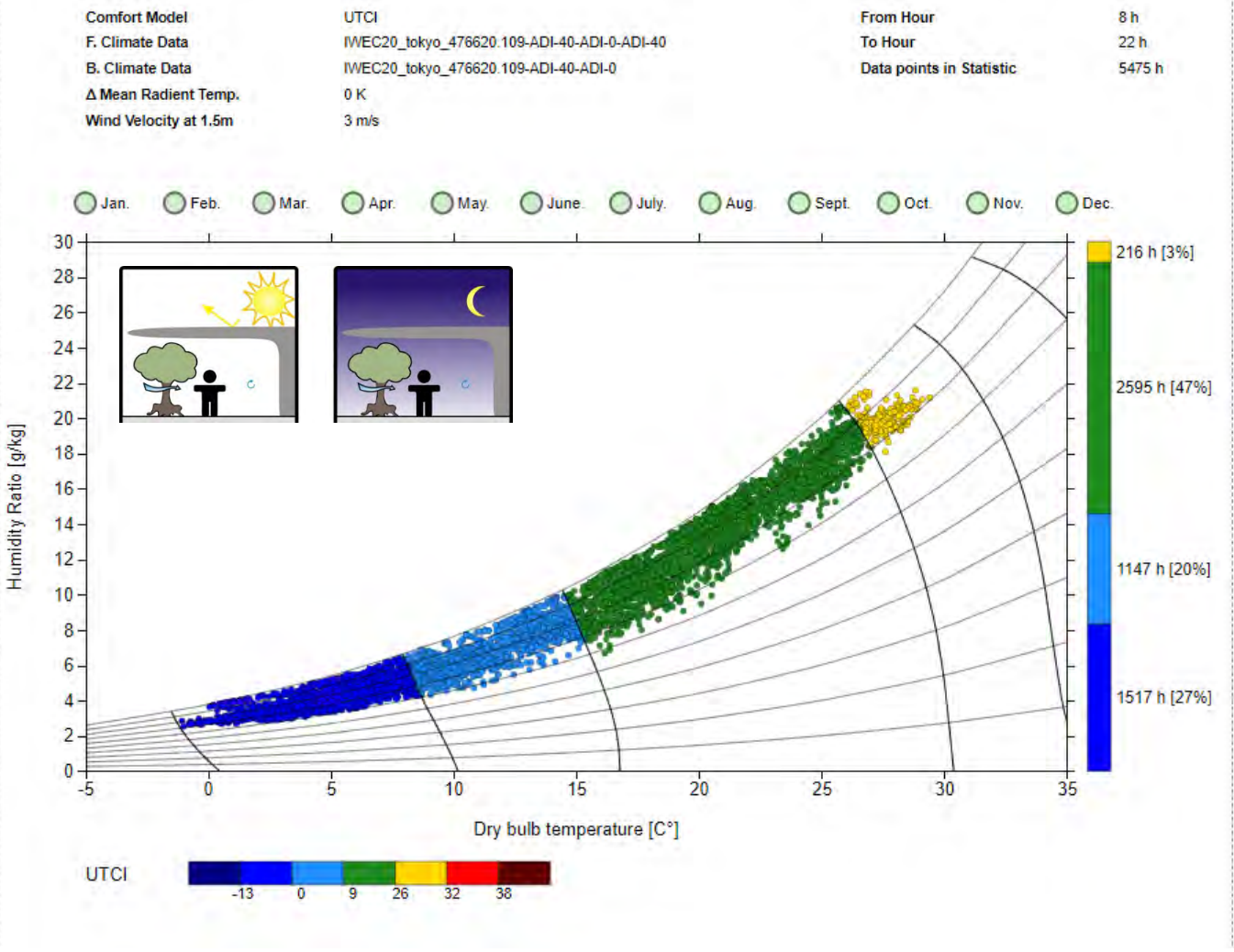
16% or 876 hours of the operation time would be too warm

UTCI from 8 am to 10 pm – outdoor shaded with elevated air speed



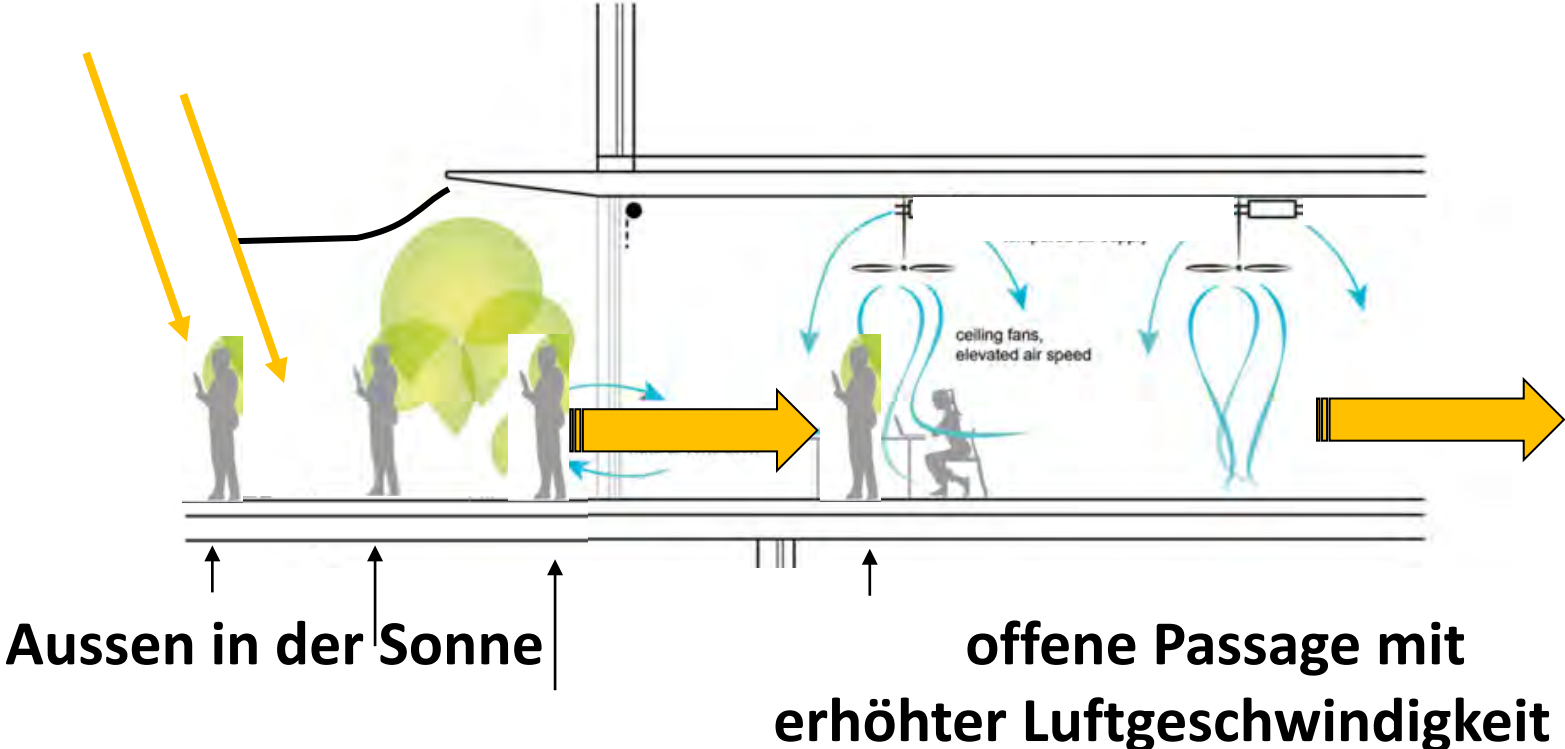
6% or 329 hours of the operation time would be too warm

UTCI from 8 am to 10 pm – outdoor shaded with elevated air speed and evaporative cooling



**3% or
164 hours of
the operation
time would
be too warm**

Strategien für die Komfortverbesserung für ein offenes Gebäude in Tokyo



Aussen in der Sonne

offene Passage mit erhöhter Luftgeschwindigkeit

Aussen verschattet

Aussen mit Verdunstungskühlung

1425 h zu heiß

876 h zu warm

329 h zu warm

164 h zu warm

Nachweis offenes Gebäudekonzept – Institut of Design and Environment NUS, Singapore, im Betrieb seit 2019



Photovoltaic
renewable energy

Adaptiver Komfort, 26%
library, design studios
Theatre, offices

Klimatisiert, 17%
green building technology lab
energy lab, computer lab

Offen, natürlich quergelüftet,
46%

with elevated air speed
social Plaza and social
interaction spaces
modeling areas, work shops
smart green home

Erschließung
micro climate, wind
vegetation, green and blue

mech and aux rooms 10%



**NUS School of Design and Environment, Singapore, Multiply architects
zero energy, no air conditioning, occupancy 2019**



Zusammenfassung

- Städtische Hitzeinseln sind ein Fakt und werden ohne Gegenmaßnahmen zunehmen
- Bewertung über Physiologisch empfundene Temperatur PET
- Verschattung, erhöhte Luftgeschwindigkeit und Verdunstungskühlung spielen entscheidende Rolle
- Beispiel für Singapur belegt Strategieansatz

- Wenn es im heiß-feuchten Singapur funktioniert, sollte es in Zürich auch möglich sein

- Mehr Schatten, mehr Grün, gute Durchlüftung