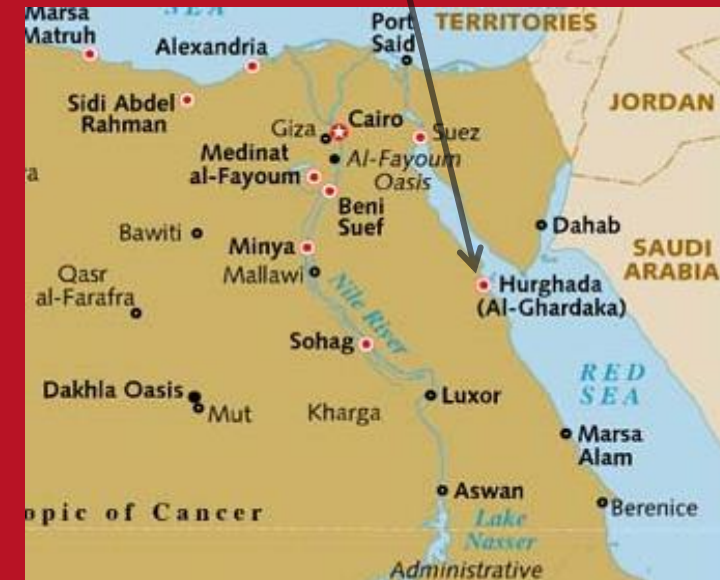


30 November 2019



Abwasserbehandlung, Fassadenbegrünung und Kühlung - Innovative Verfahrenskombination "WaterTreatmentCoolingStation"

Dipl. Ing. Carsten Riechelmann



Projektidee & Systementwicklung

Pilotanlage Campus El Gouna

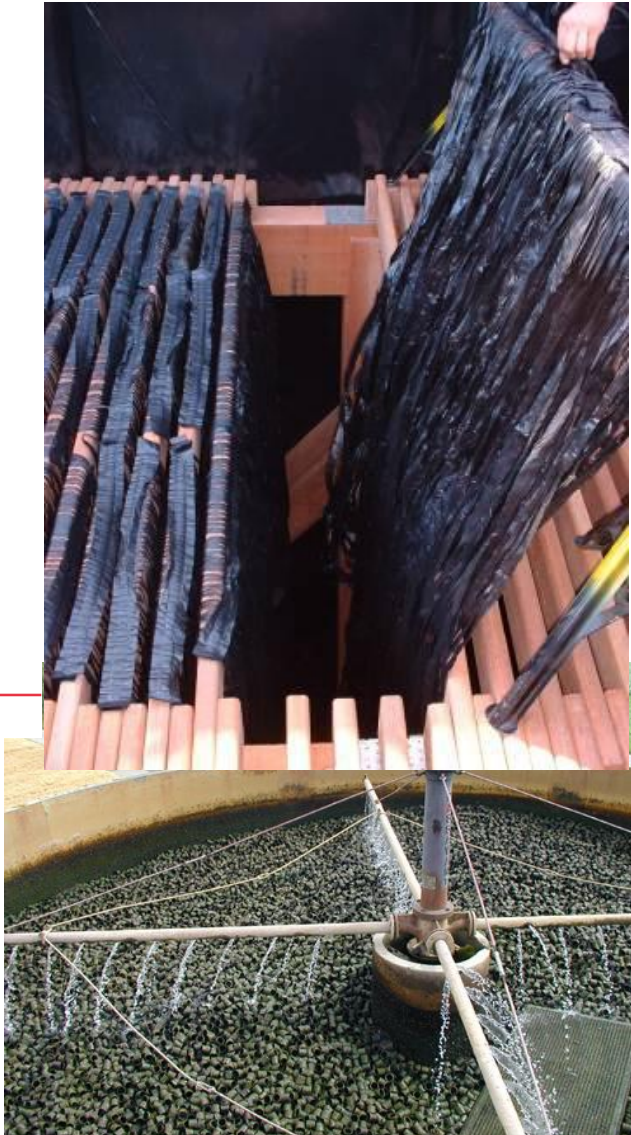
Ergebnisse

Weiterentwicklungen

Anwendungs- & Gestaltungsmöglichkeiten

Projektidee basierend auf ägyptischer Gebäuderealität

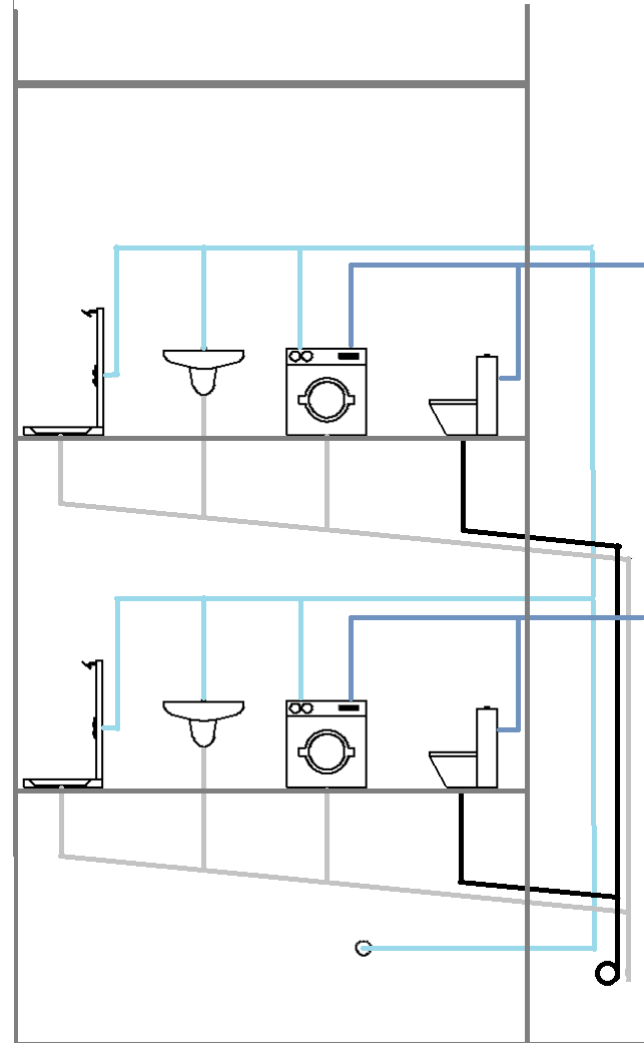
Biofilmträger
Sessil™ für
alternative
Formen von
schlanken
Tropfkörpern



NSW



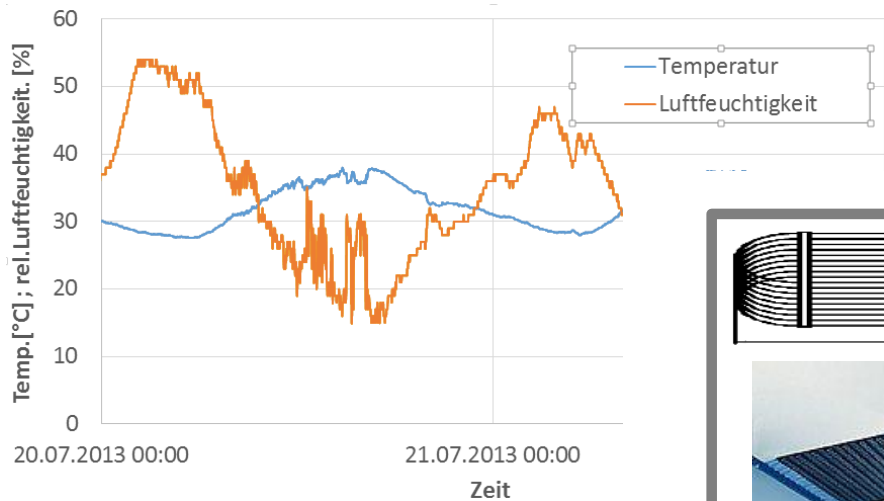
a General Cable company



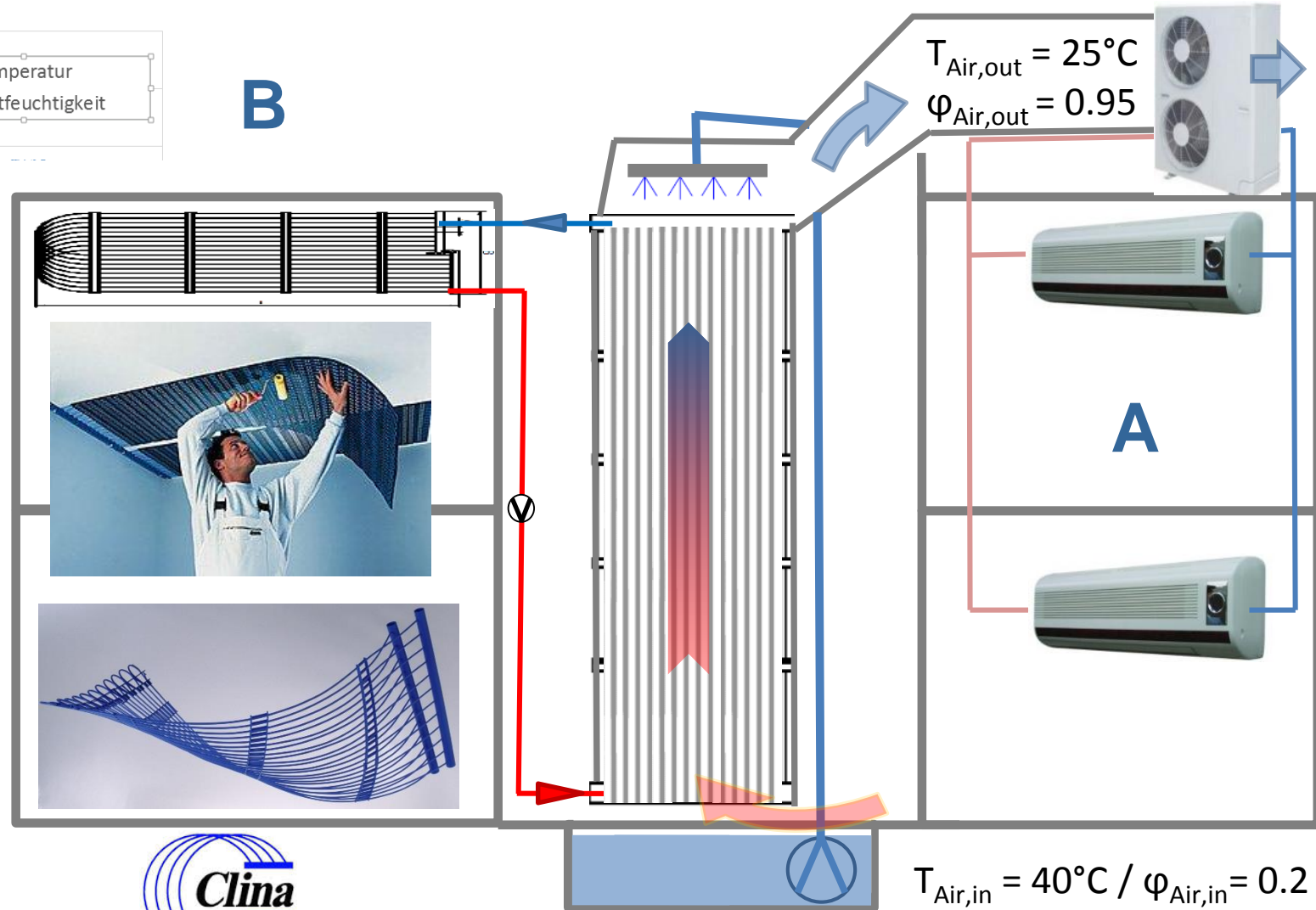
Situation in der MENA-Region



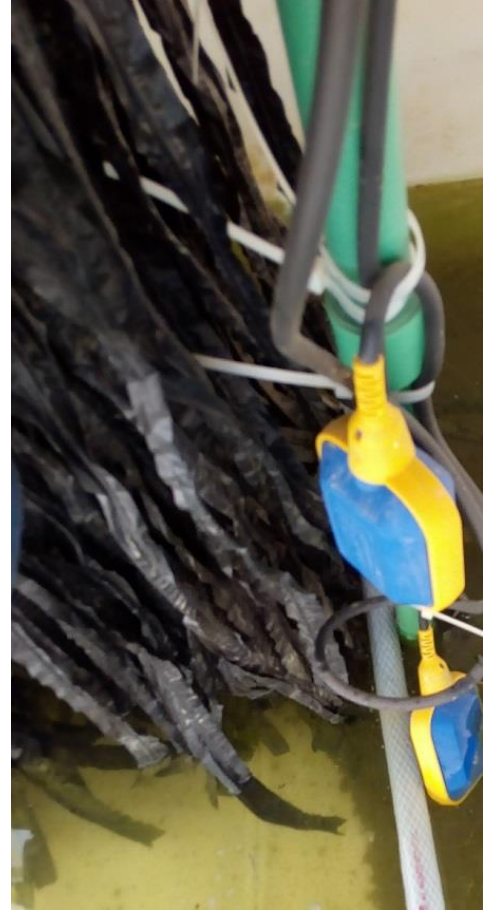
Nutzung des Tropfkörpers zur Verdunstungskühlung



Nutzung der Verdunstungskälte über Zuluft-Vorkühlung von Kompressionskältemaschinen (A) oder über Kapillarrohrmatten mit geschlossenem Kühlwasserkreis und eigener Umlaufpumpe (B)



Forschungsprojekt am TU Berlin Campus El Gouna



- CSB
- AFS
- NO₃
- O₂
- pH
- NH₄

Temperatur & rel. Luftf.
in 1, 3, 6, 9, 12 m Höhe

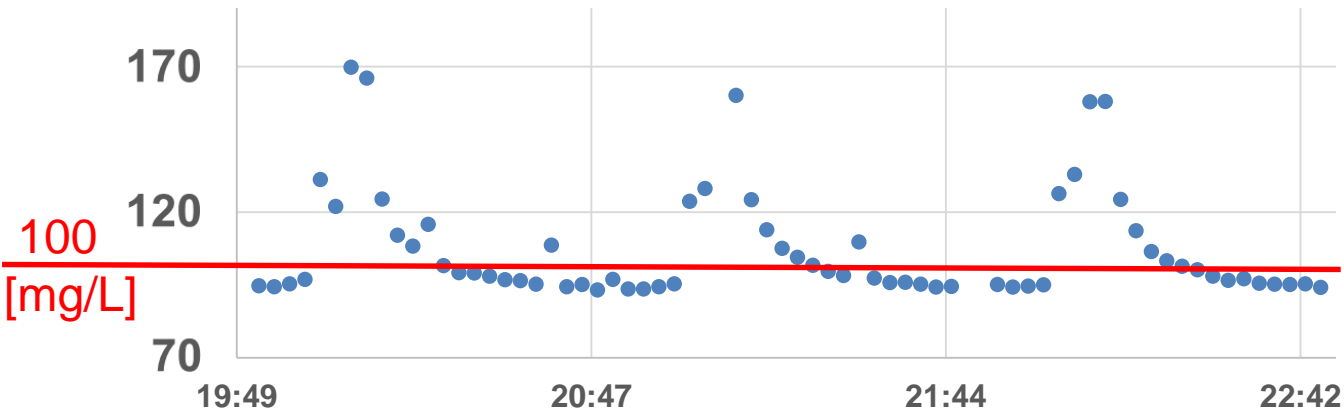
Abführbarer Wärme-
strom durch die Clina-
Kapillarrohrmatten



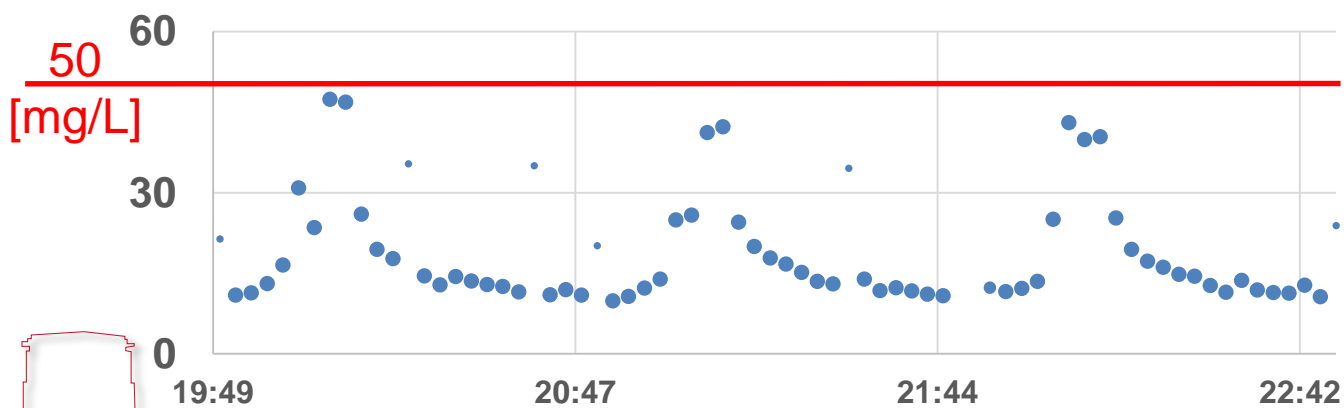
Wasserqualität während Betriebszyklen und Abbauleistung

- | | | | |
|-----------------|--------|-------------------|--------|
| 1. Zulauf: | 10 min | 3. Sedimentation: | 5 min |
| 2. Zirkulation: | 35 min | 4. Ablauf: | 10 min |

CSB [mg/L]

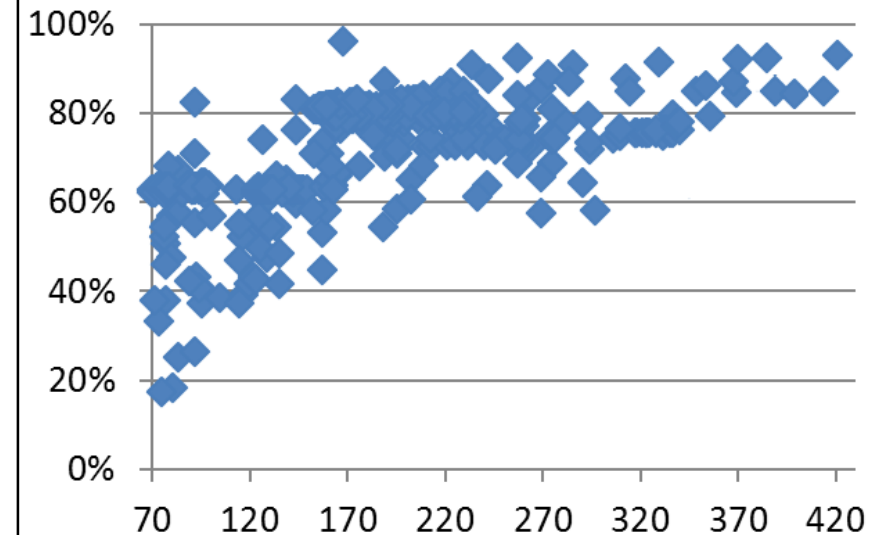


AFS [mg/L]



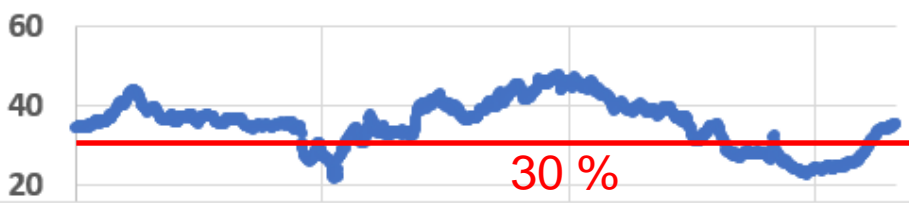
Erfüllt z.B. Anforderungen Klasse A des jordanischen Standards für Bewässerung (Code 893/2006)

Abbauleistung [%] über CSB-Zulaufkonzentration [mg/L]

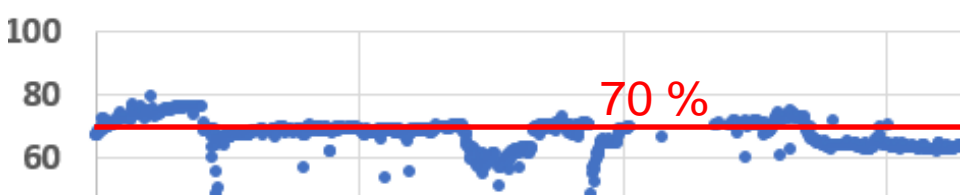


Erreichbare Ablufttemperaturen & Einfluss auf Klimaanlageleistung

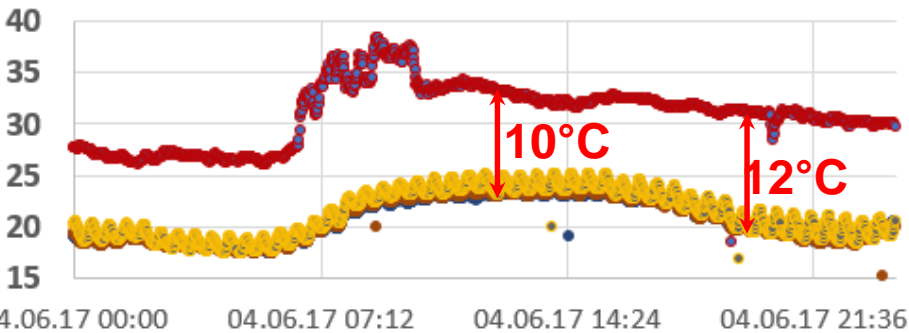
Relative Humidity_inlet [%]



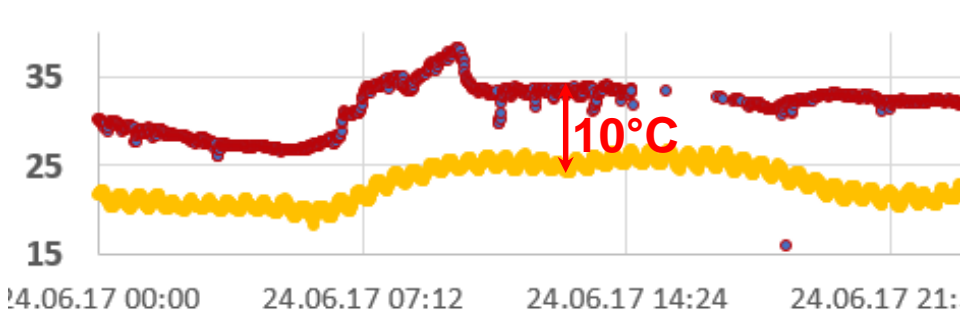
Relative Humidity_inlet [%]



Temperatures [°C] during hot & dry day 4/6/2017



Temperatures [°C] during hot & humid day 24/6/2017



• t_inlet • t_21 • t_22 • t_23

• t_inlet • t_11

Selbst bei höherer relativer Luftfeuchtigkeit wurden mindestens 10 Kelvin Temperaturreduktion gemessen

Arbeitet eine Klimaanlage statt bei 40°C bei 10-12°C geringerer Umgebungstemperatur verbraucht sie 25-30% weniger Energie

Ambient Temperature [°C]		25	28	35	40	46
COP [kW_th./kW_el.]	R-22	4.11	3.79	3.11	2.72	2.26
Coefficient of Performance	R-410A	4.37	3.99	3.19	2.74	2.19
Energy demand for 1kW	R-22	0.243	0.264	0.322	0.367	0.442
therm. Energy transf. [kW]	R-410A	0.229	0.251	0.313	0.366	0.457
Energy demand if temperature at	R-22		71.9%	87.6%	100%	
compressor unit is	R-410A		68.6%	85.8%	100%	
reduced 10 - 12 K	R-22	75.6%	82.1%	100.0%		
	R-410A	73.0%	79.9%	100.0%		- 25 %



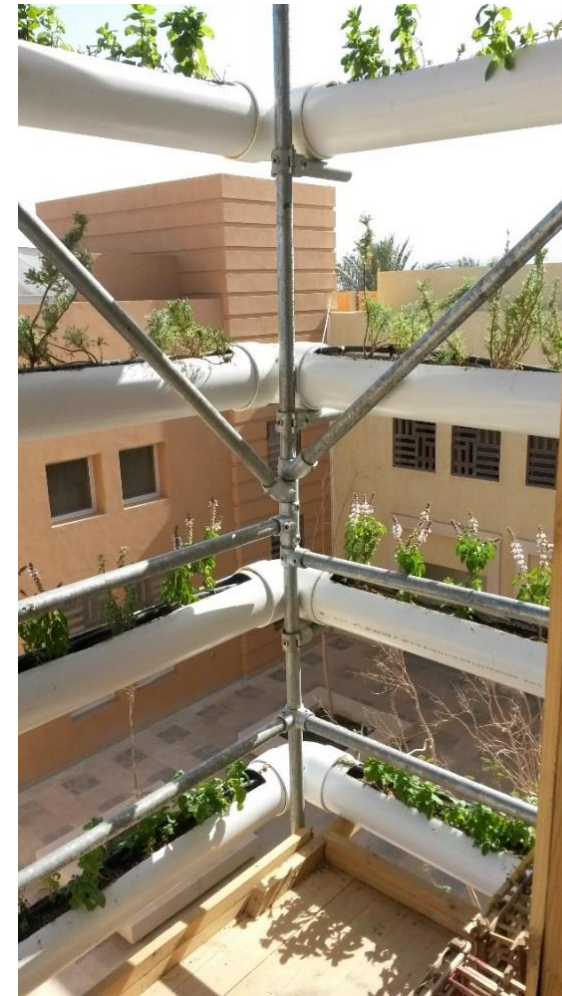
Entwicklung der Pilotanlage zu begrünten Balkonen



PVC-Rohre als Pflanzenträger mit Drainage und Tröpfchenbewässerung



Zugang über Fenster zum Balkongarten ermöglicht Konstruktionen für Bestandsgebäude



Problemlose Wartung der Begrünung & grüne Verschattung der Nutzfläche



Wasserbehandlungssystem übernimmt Bewässerung & Drainage

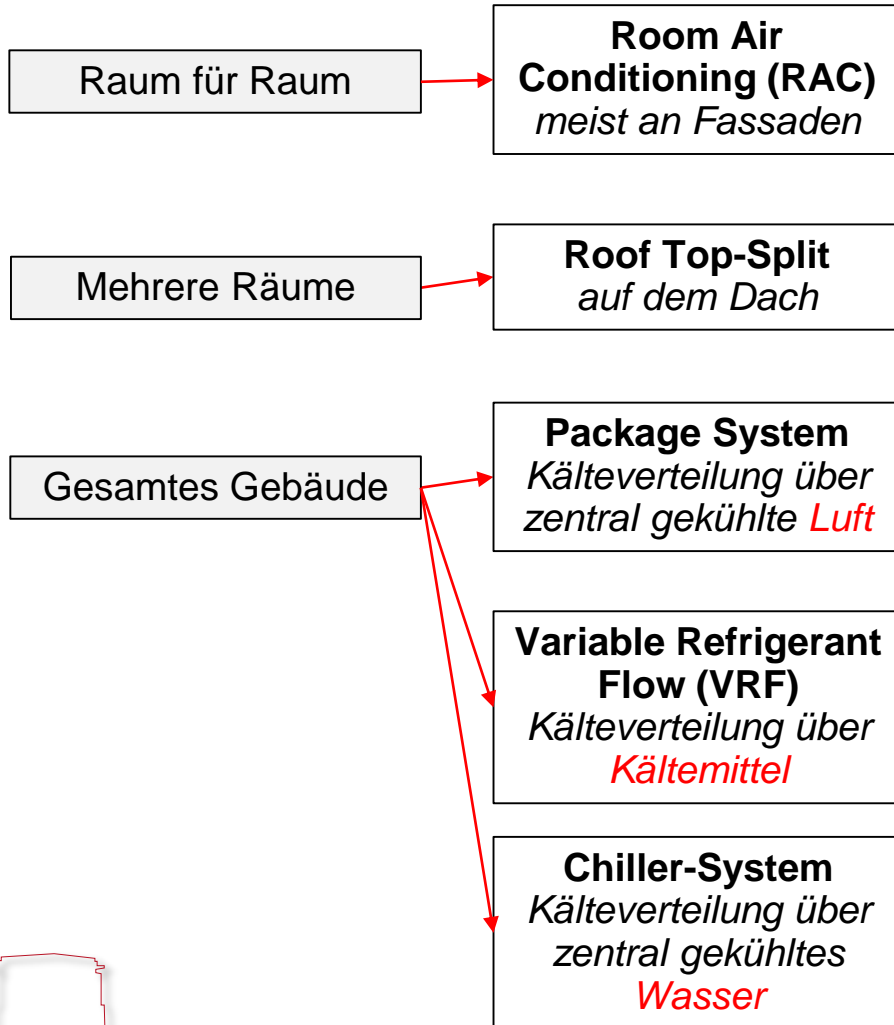
Effekt des behandelten Abwassers auf einen mitbewässerten Baum



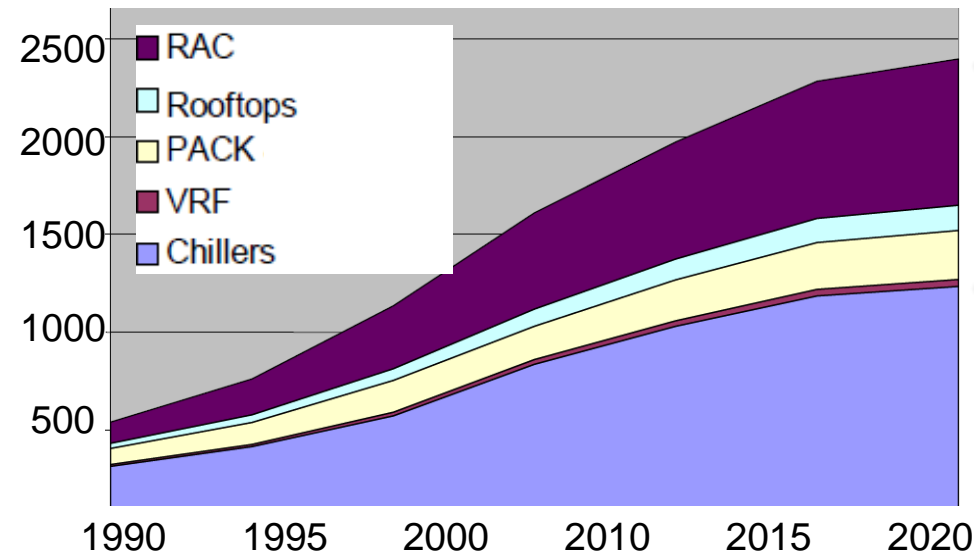
Ausgangszustand der mit Leitungswasser bewässerten Hofbegrünung

Positiver Einfluss der Pflanzrohrdrainage auf Blattentwicklung des mitversorgten Baumes

Verbreitung von Klimasystemen & angestrebte Kompatibilität



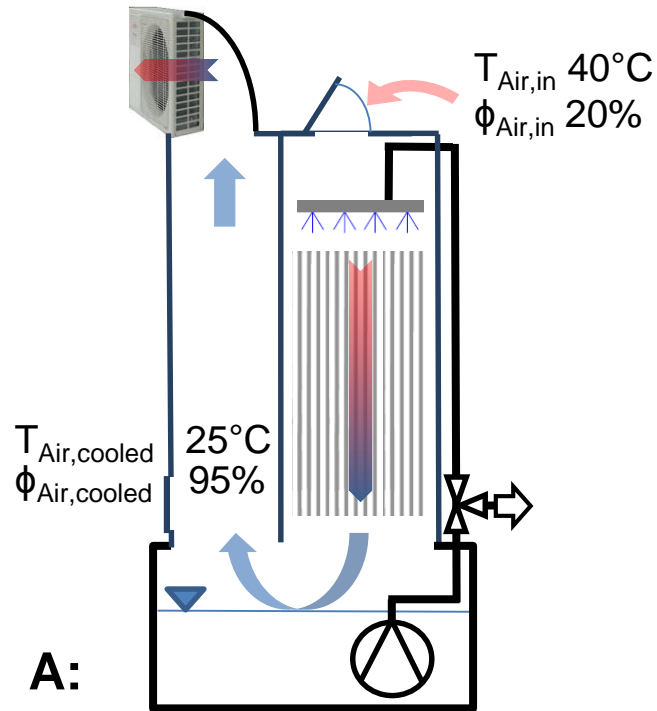
Gekühlte Nutzfläche in Europa bis 2020
in Millionen m²



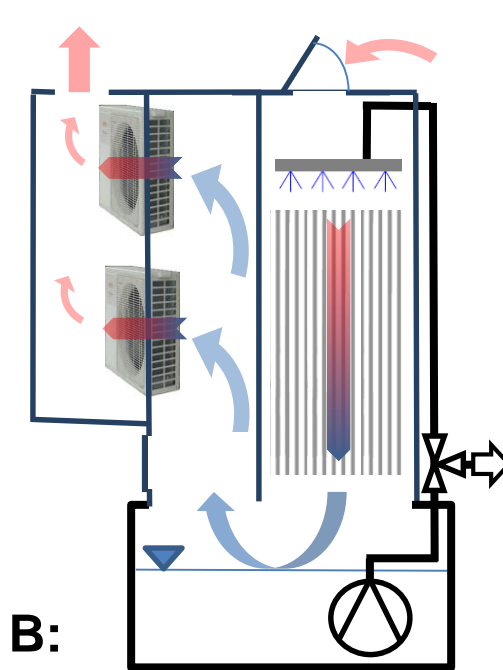
Systemauslegung für RAC, Rooftops & Package Systems ermöglicht Kompatibilität mit 50% der Systeme

Integrierbar in Fassadenstrukturen: Luftführung und Klimasysteme

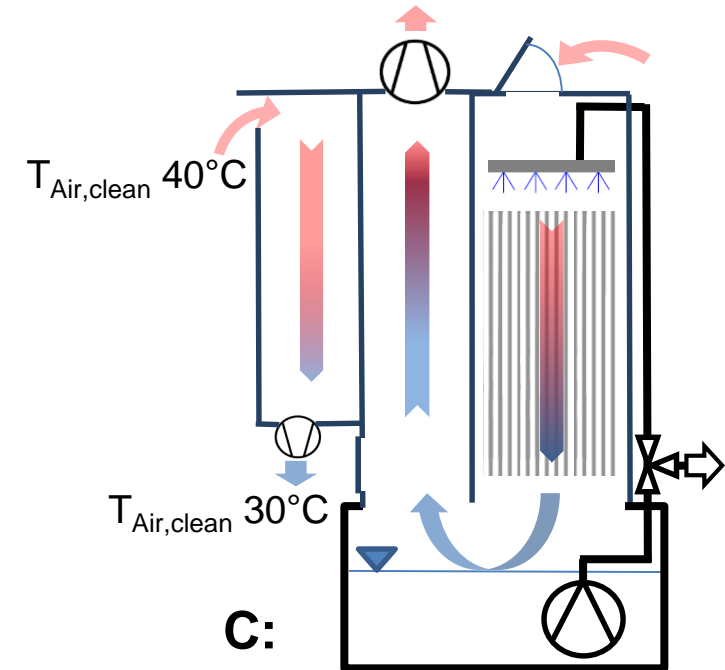
Anschluss auf Dach:
Roof Top Split



Anschluss an Fassade:
RAC in beliebiger Höhe



Wärmetauscher > Frischluftkühlung
als Zuluft zu Package Systemen



Vermeidung von Aerosolaustrag
durch Richtungsumkehr

Abfuhr von Lärm und Abwärme
der RAC Einheiten übers Dach

Ohne Klimasysteme kann teilgekühlte
Luft auch direkt genutzt werden

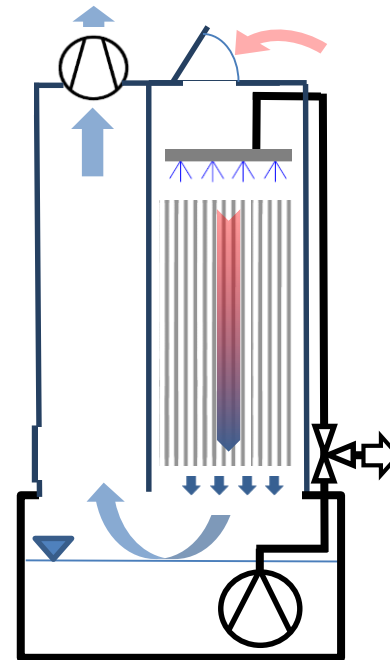
Regelbare Luftführung für Befeuchtung & Schutz des Biofilms

Eine biologische Reinigung des Wassers ist nur bei feuchtem, vitalem Biofilm möglich. Ein Austrocknen führt zu einem reversiblen Funktionsausfall.

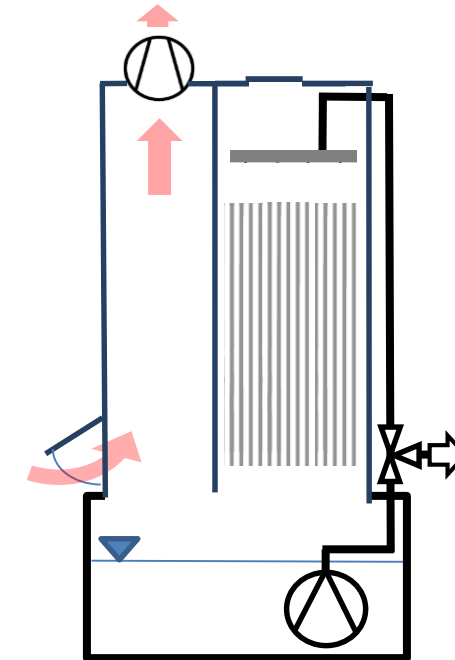
Versuche an der ägyptischen Pilotanlage zeigten, dass bereits nach 24 h wieder die ursprüngliche CSB-Abbauleistung erreicht wurde.

Über das System mit einer Bypass-Klappe am unteren Schachtende kann der Biofilm geschützt und der Befeuchtungsgrad der Luft geregelt werden

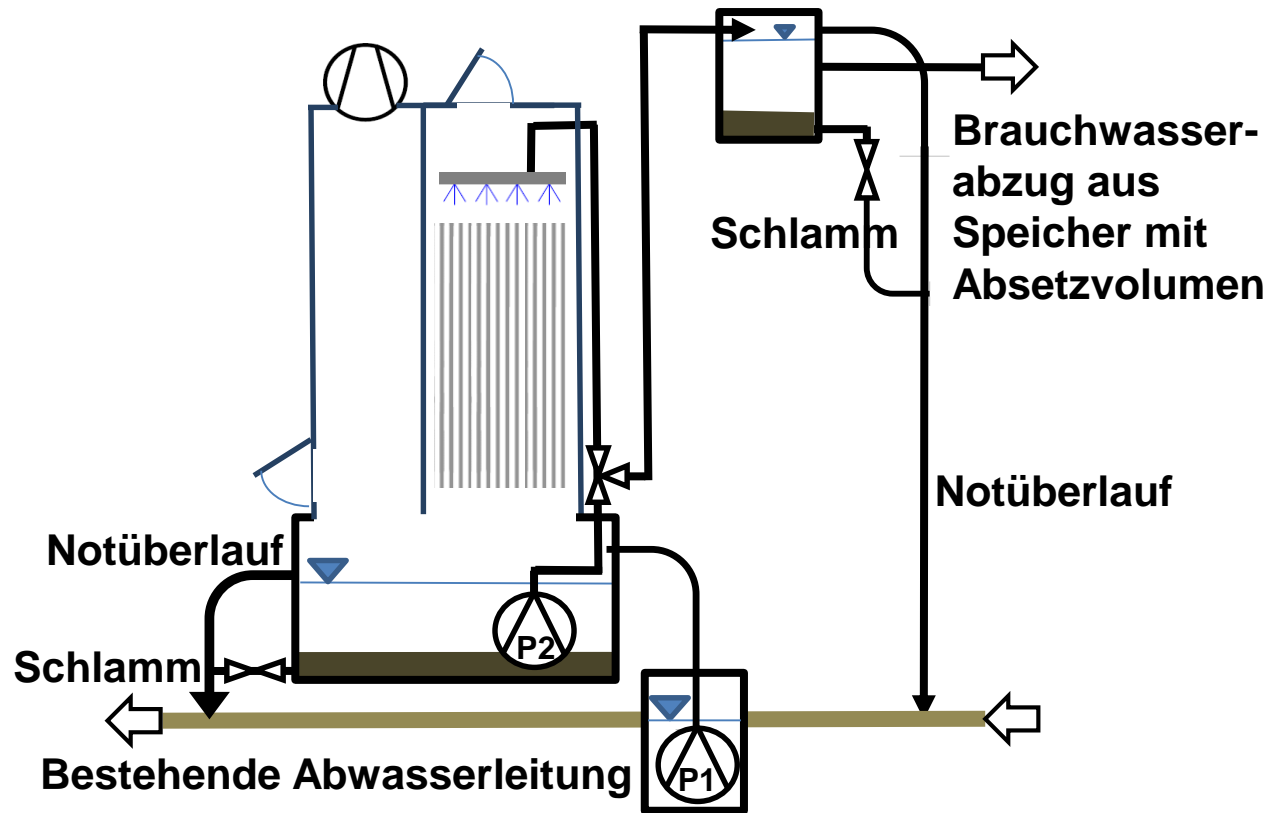
1) Zulauf an:
Klappenstellung für
Verdunstungskühlung



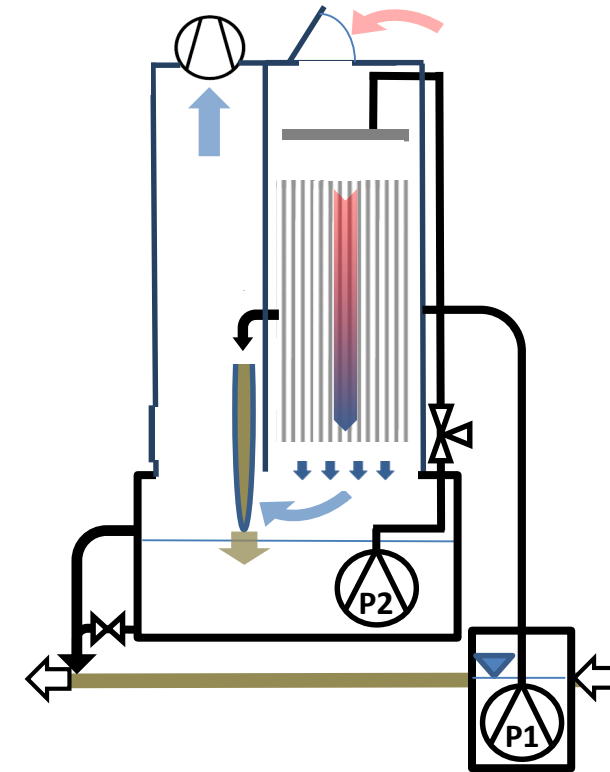
2) Zulauf aus
Klappenstellung zum
Schutz des Biofilms



Prozessstabilität durch Störstoff- & Schlammmanagement

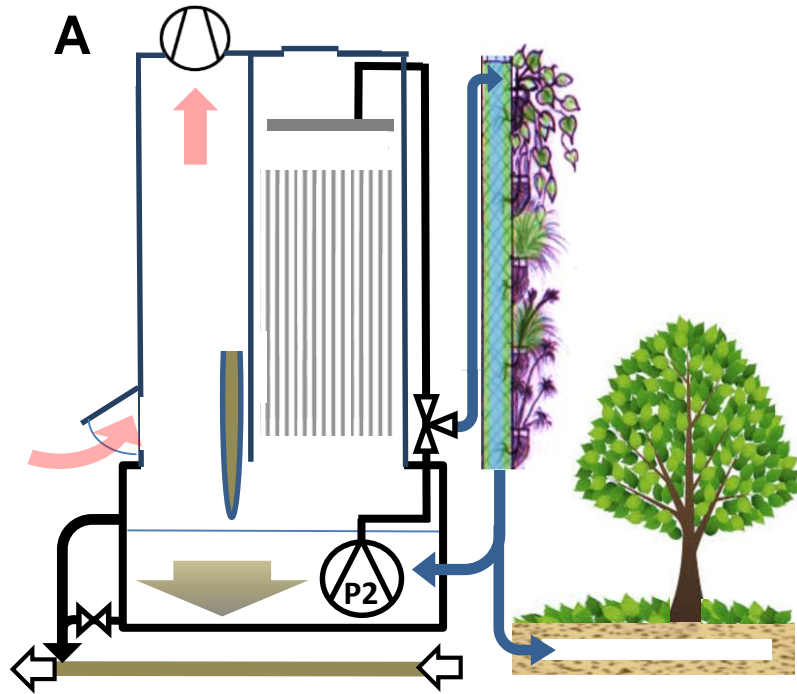


Teilstrom-Wasserfassung aus einer bestehenden Abwasserleitung erfolgt über einen Vorabscheider der den Einzug von Primärschlamm vermeidend und diese Fraktion weitestgehend in die Kanalisation durchleitet



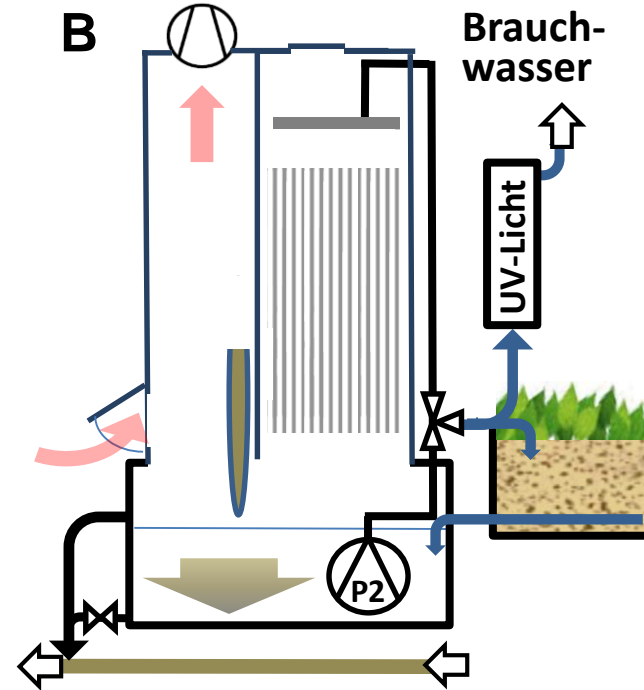
Befüllen aus Vorklärung (P1)
Störstoffabtrennung über Filtersack
Behandlung durch Rezirkulation (P2)

Qualität A: verdeckte Bewässerung - B: vollwertiges Brauchwasser



Abtrennung des
Behandlungsschlamm
ausschließlich über
Sedimentation

Qualität zulässig für
Wiederverwendung in
berührungsfreier,
verdeckter Bewässerung



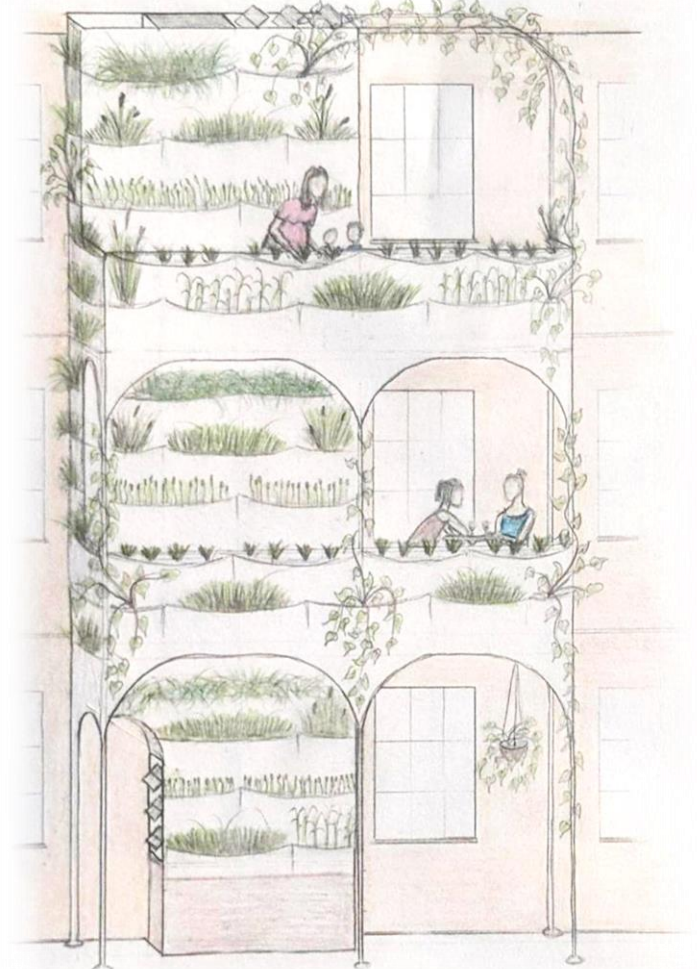
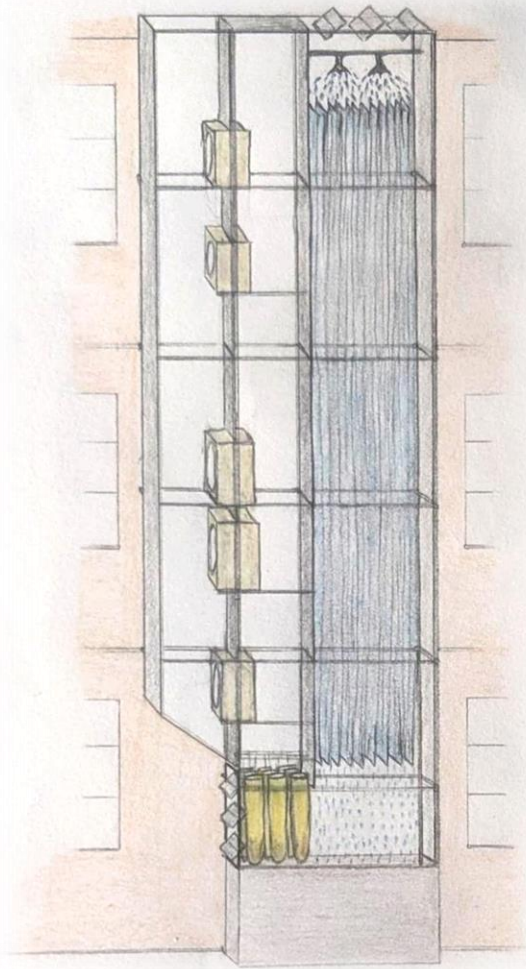
Abtrennung des
Behandlungsschlamm über
bewachsenen Sandfilter
>>UV-Desinfektion vor
Wiederverwendung

→ Passage einer Sandschicht
und erneute Wasserfassung
über Drainage reduziert
Wasserbelastungen deutlich!

→ Landschaftsgärtnerische
Elemente & Aufgabenstellung
der Abwasseraufbereitung
lassen sich kombinieren!

>> vollwertiges Brauchwasser
für Waschmaschine, Toilette
oder offene Bewässerung

Gestaltungsmöglichkeiten Rohrgerüst + PVC-Planenmaterial



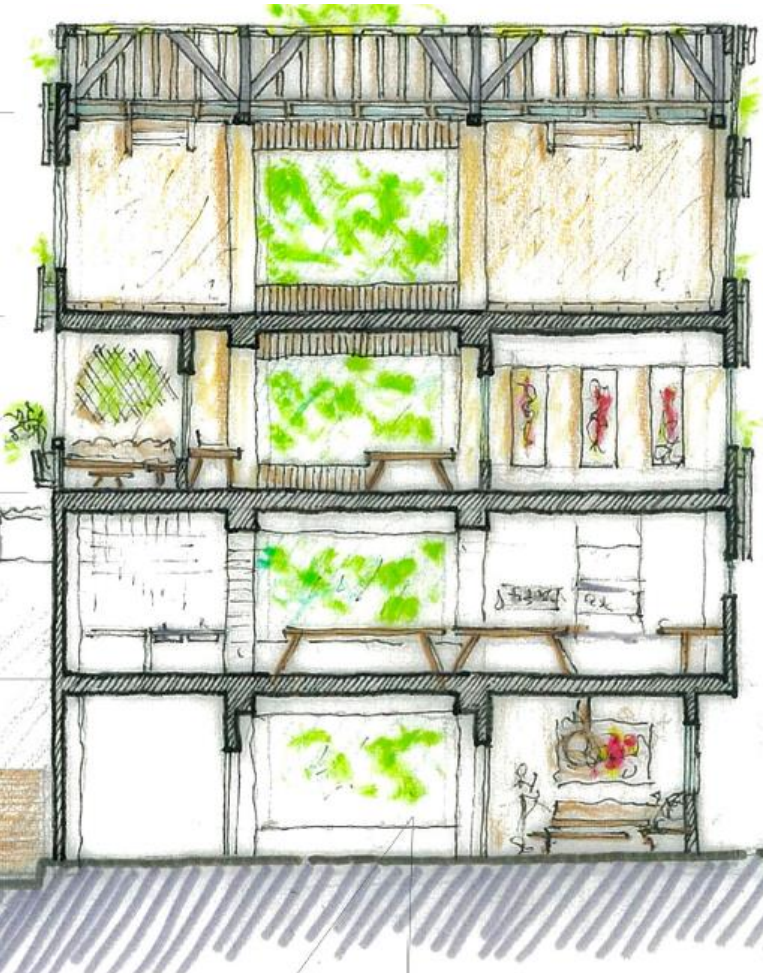
Konstruktionsgerüst, Trägermaterial & verschiedene RAC Einheiten in beliebiger Höhe

Günstigste Verkleidung über bedruckbares Planen-Material

Verkleidung mit Begrünungssystem aus Plane

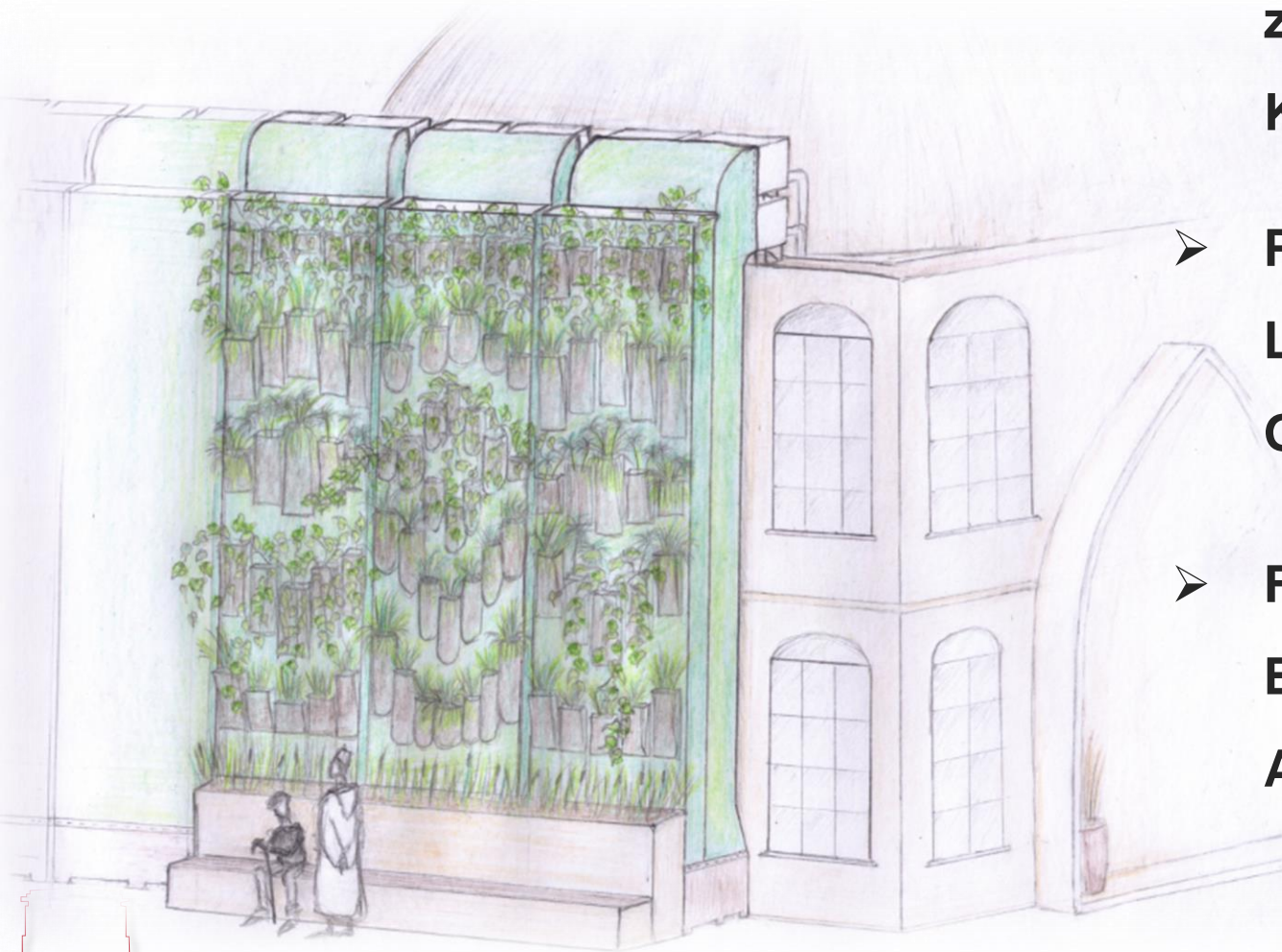
Kombination mit Balkonsystem ermöglicht einfache Wartung und bessere Nutzbarkeit der Begrünung

30 m² Prototyp Kairoer informeller Siedlung „Dawar Cultural Center“



- Aufbau aus PVC Plane als verdeckt bewässerte Fassadenbegrünung:
- 1.) Berührung mit Bewässerungswasser wird vermieden
 - 2.) Transportvolumenoptimierte Konstruktion mit genähten Drainagen

Zusammenfassung



- **Technisch einfaches Verfahren kann Synergien zum Nährstoffrecycling, Bewässern & zur Kühlung bringen**
- **Prozesskombination kann zusammen mit Luftschächten und AC-Einheiten in Grünfassaden integriert werden**
- **Für Rückfragen zu Water-Reuse in Begrünungsinfrastruktur oder Anwendungsforschung in ariden Gebieten:**

carsten.riechemann@tu-berlin.de