

# Seewasserkühlung CSCS, Lugano

PEAK-Vertiefungskurs V44/17 – Heizen und Kühlen mit Seen und Flüssen

Ladina Gilly, CSCS

November 8, 2017

# Themen

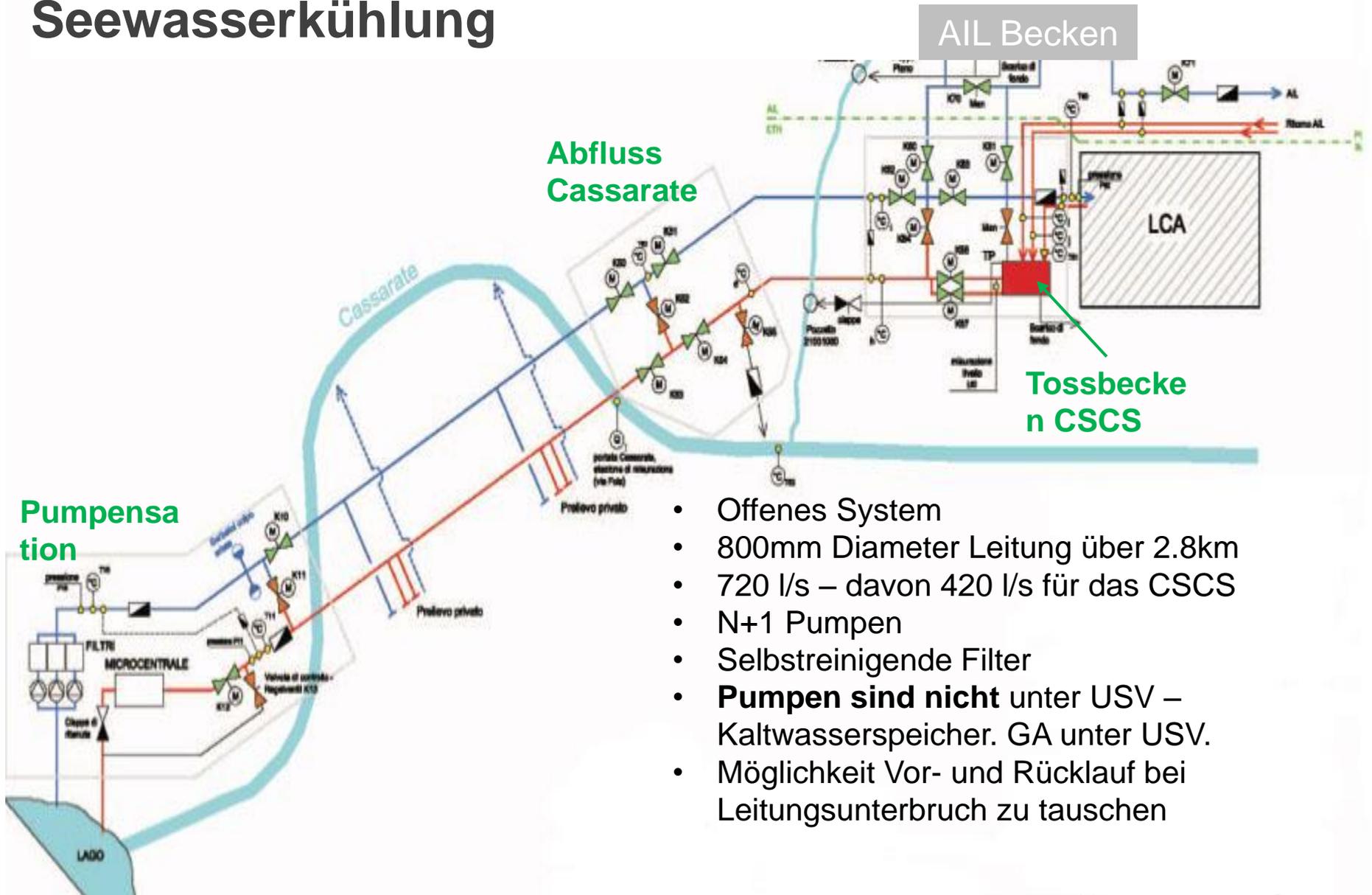
1. Vorstellung CSCS und Seewasserkühlungsanlage
2. Erfahrungen im Betrieb
3. Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

# Vorstellung CSCS und Seewasserkühlungsanlage

Das CSCS kurz und knapp:

- Nationale Hochleistungsrechenzentrum
- Eine autonom arbeitende Einheit der ETH
- Entwicklung und Bereitstellung technischer und wissenschaftlicher Dienste im Bereich Hochleistungsrechnen für Forscher in der Schweiz
- Ziel: Spitzenforschung zu ermöglichen und die Wettbewerbsfähigkeit der Schweiz sichern und ausbauen
- Standort: Lugano – Cornaredo (seit 2012)

# Seewasserkühlung

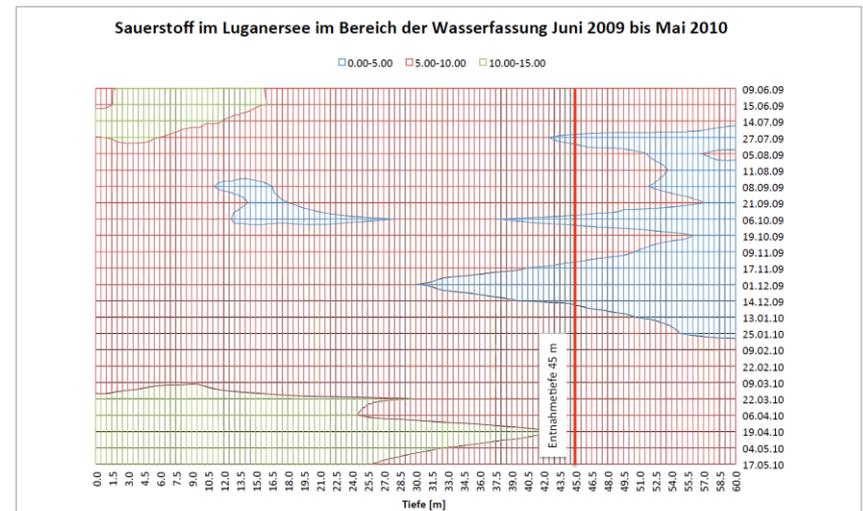


Pumpensa  
tion

- Offenes System
- 800mm Diameter Leitung über 2.8km
- 720 l/s – davon 420 l/s für das CSCS
- N+1 Pumpen
- Selbstreinigende Filter
- **Pumpen sind nicht** unter USV – Kaltwasserspeicher. GA unter USV.
- Möglichkeit Vor- und Rücklauf bei Leitungsunterbruch zu tauschen

# Evaluationen Position Ansaugkörbe

- Messungen von Temperatur, Sauerstoffgehalt und Verschmutzung während 12 Monaten vor Entscheid für Ansaugposition.
- Untersuchung durch ETH Zürich Ansaugwinkel und –höhe,
- Wahl der Position auf 45m Tiefe:
  - Konstante Temperatur von 6°C
  - Sauerstoffgehalt fällt nie zu tief
  - Keine Zebrauscheln
  - Kein natürliches Licht
  - Reinigung relativ einfach -> normales Tauchbrevet
- Position von Ansaug- und Rücklauf in Wassertemperaturstrata von ähnlicher Temperatur -> Einfluss auf Flora und Fauna.
- Ansaugtemperatur von 6°C (-45m)
- Rücklauftemperatur von max. 25°C (-15m)



# Vergleich zw. Traditioneller- und Seewasserkühlung

Max ELE Kapazität (IT) : 20 MW – durchschnittlicher PUE 1.18 (07.11.2017)

Nötige Kühlleistung:

- Tieftemperaturnetz 14 MW
- Mitteltemperaturnetz 7 MW

Stromkosten: ~0,15 CHF/Kwh

Vergleich für 20MW	Seewasserkühlsystem	Kühlsystem mit Chiller
Investitionskosten	17 MCHF	7 MCHF (geschätzt)
Stromverbrauch Kühlung	496kW	3405 KW
COP für ganzes Kühlsystem	40.3	5.87 (COP Chiller 6.5*)
Unterhaltskosten (jährlich)	~30KCHF	200KCHF (geschätzt)
Renovation (15 Jahre)	5% der Erstinvestitionskosten	80% der Erstinvestitionskosten
Jährliche Stromrechnung	609 KCHF	3300 KCHF

# Erfahrungen im Betrieb

---

# Durchflussmengen: geplante Werte vs. effektive Werte

- Leistungstest Kälte bei Abnahme aufgeschoben mangels Wärmelast
- Oktober 2013 werden zum ersten Mal jährliche Anlagetests durchgeführt.
- Beginn des Abenteuers... erste Signale
  - Alarm auf selbstreinigende Filter
  - Kälteleistung deckt Bedarf temporär nur knapp
- Weitere signale
  - Leistung Wärmetauscher liegt dauerhaft unter dem Planwert ( $\Delta p$  geplant 0.5 mbar; effektiv 1.2mbar)
  - Geplante maximale Kälteleistung ist nicht gewährleistet

# Hauptverdächtiger



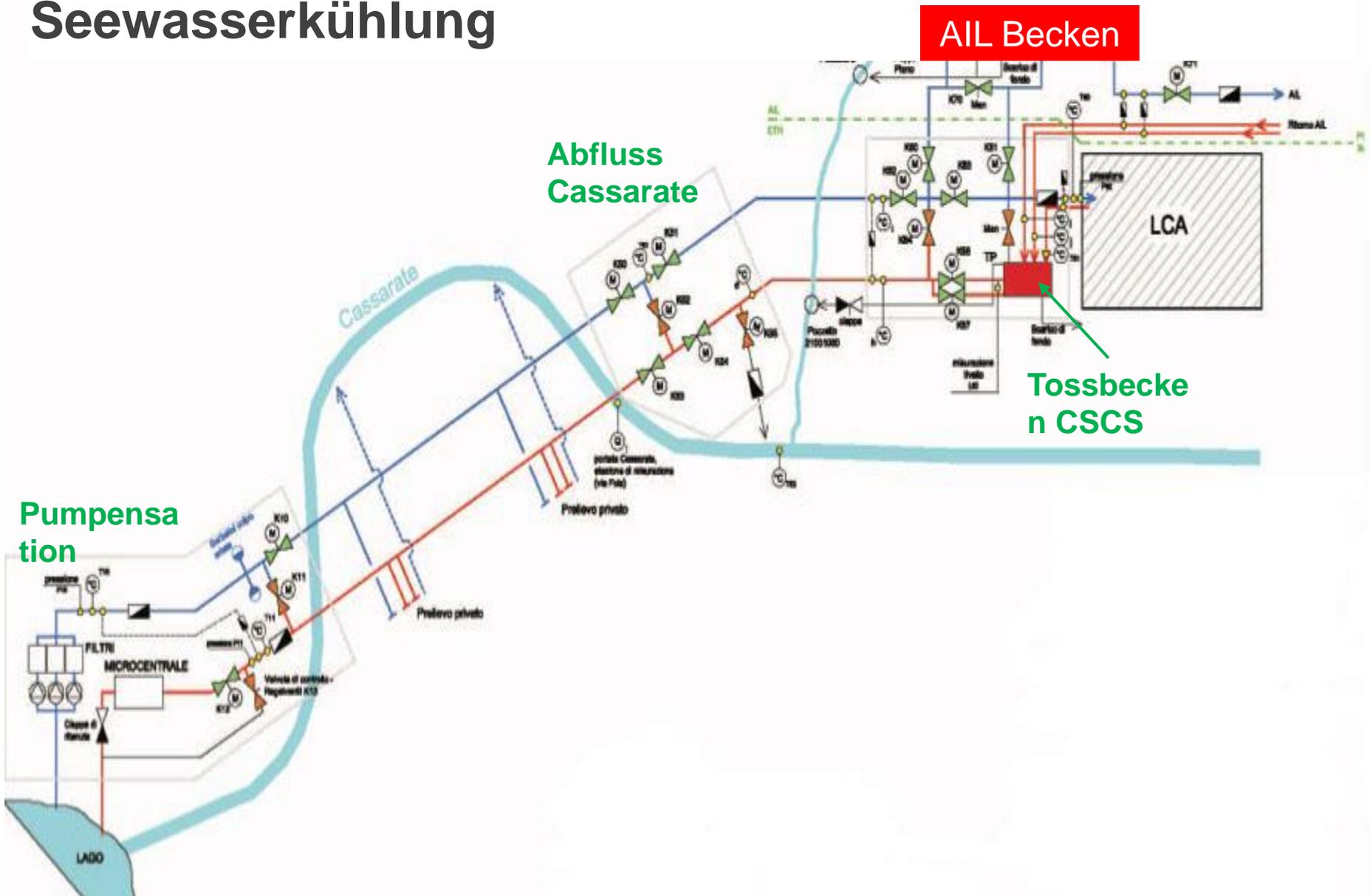
Die Eisenbakterie  
*Leptothrix*  
*ochracea*

# Lösungsansätze / Optimierung der Anlage

- Mechanische Reinigung der Wärmetauscher
- Reduktion Maschenweite selbstreinigende Filter in der Pumpenstation von 500 $\mu$  auf 100 $\mu$
- Einbau von zusätzlichen Filter vor den Pumpen und WT im RZ Gebäude (1mm, spätere Reduktion auf 0.5mm Maschenweite)
- Ansaugkörbe auf 45m Tiefe werden regelmässig gereinigt (Einsatz Unterwasser Staubsauger)
- Chemische Reinigung der Wärmetauscher
- Änderung des Wasserflusses – gesamte Menge wird über AIL Reservoir geleitet um Sedimentierung zu ermöglichen
- Untersuchung der Leitungen (Schweissungen, Leitungsführung und Durchmesseränderungen)



# Seewasserkühlung



Pumpensa  
tion

Abfluss  
Cassarate

AIL Becken

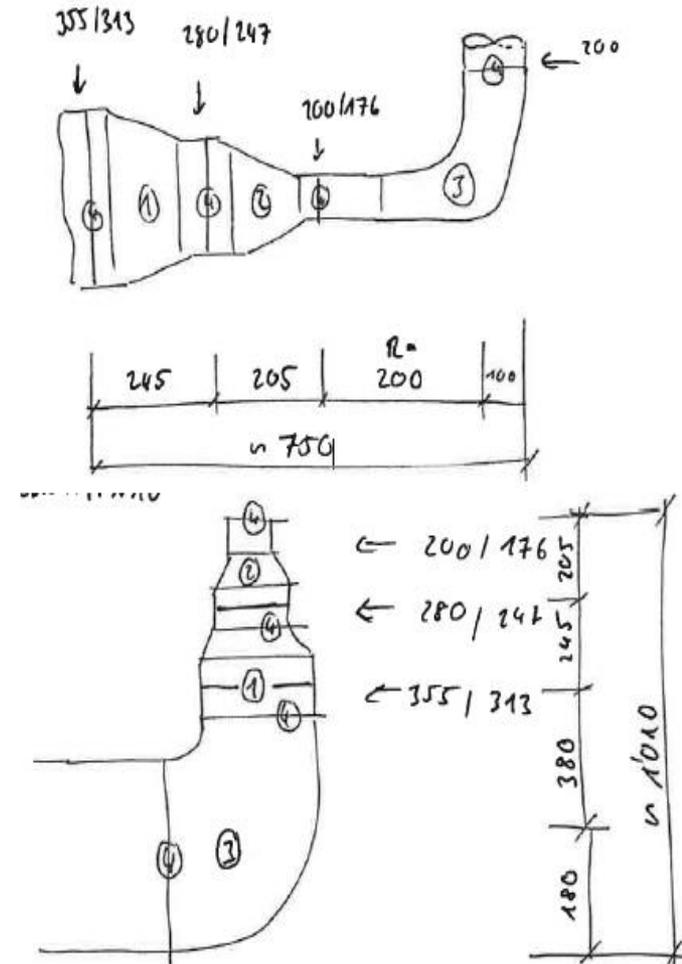
Tossbecke  
n CSCS

# Hauptverdächtige unschuldig! Der Knopf lag anderswo

- Schweissungen von PE-Leitungen vor den WT suboptimal ausgeführt.
  - Schweisslippen
  - Leitungsführung
  - Durchmesseränderungen
- ⇒ starke Turbulenzen im Wasser vor Eintritt im WT
- ⇒ stark erhöhter  $\Delta p$  über den WT
- ⇒ WT bringt nicht die erwartete Leistung

Alle PE-Leitungen vor den WT werden mit Chromstahlleitungen ersetzt. Optimierte Leitungsführung und Durchmesseränderungen.

⇒  $\Delta p$  über WT normalisiert. WT bringt die korrekte Leistung.



# Energieeffizienz und Nachhaltigkeit

---

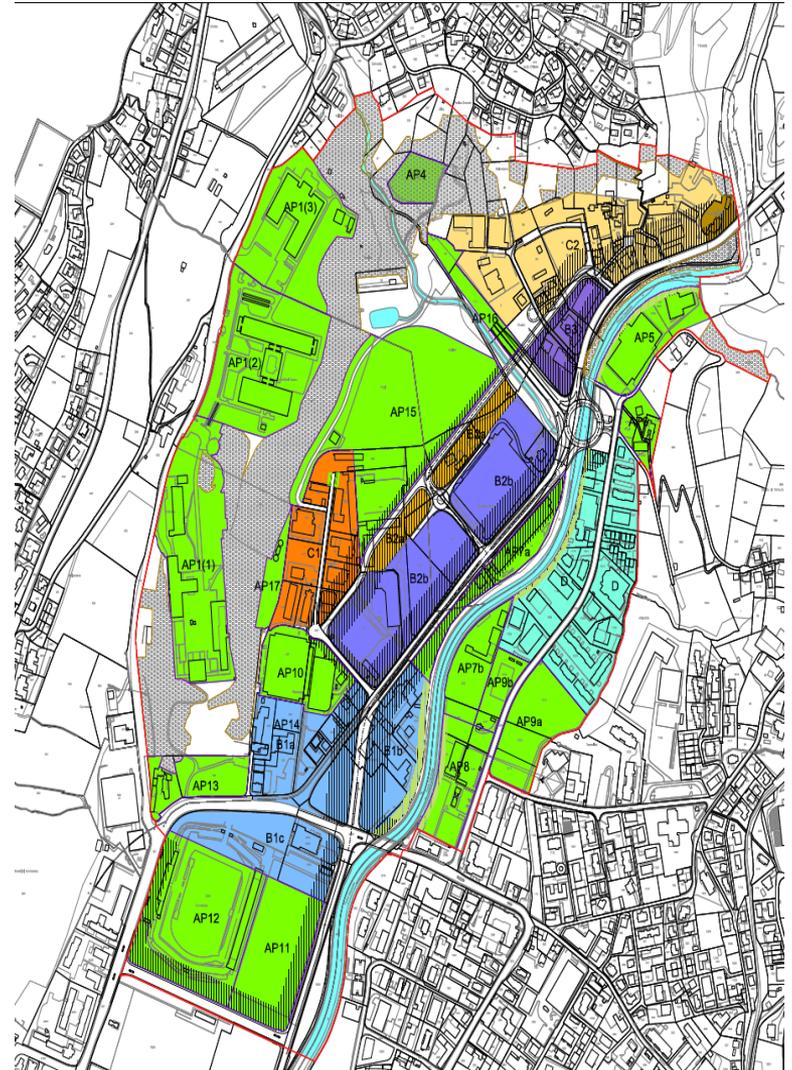
# Mikroturbinen



- Einbau 2015
- Zwei Turbinen mit Kapazität von 150L respektive 100L erlauben die Produktion von bis zu 60 kWh Energie.
- Möglichkeit die Anlage mit einer dritten Turbine zu erweitern.
- Die Turbinen erlauben den freien Fall des Kühlwassers über einen Höhenunterschied von 30m zwischen CSCS und Pumpenstation für Energierückgewinnung zu nutzen.
- Heute produziert die Anlage rund 1/3 des Stroms, welche die Pumpen brauchen um das Wasser vom See bis zum CSCS zu befördern.

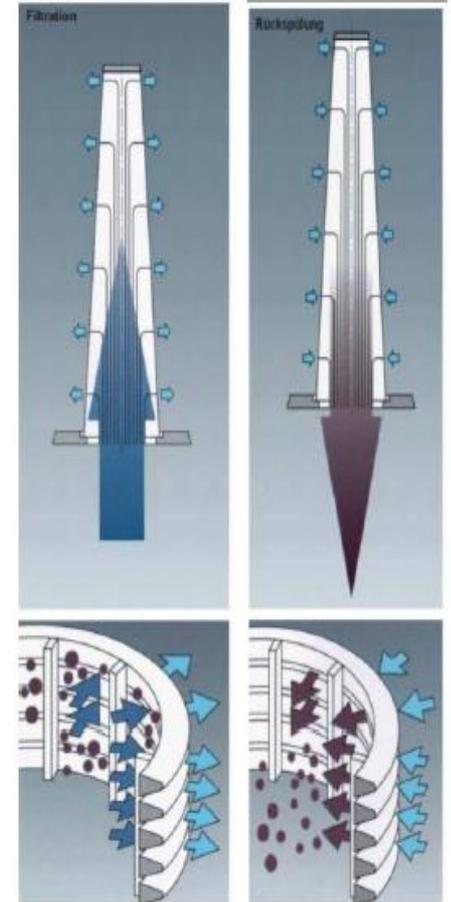
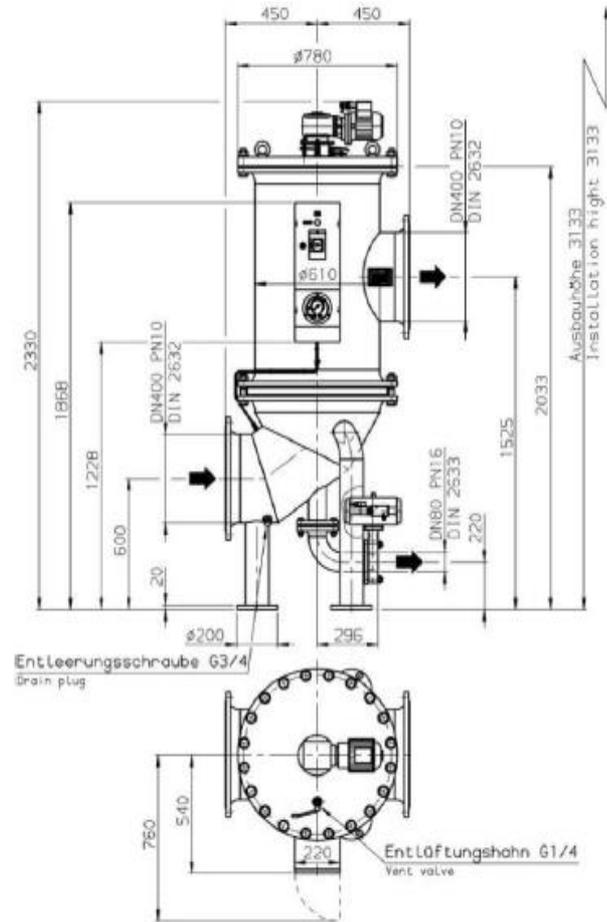
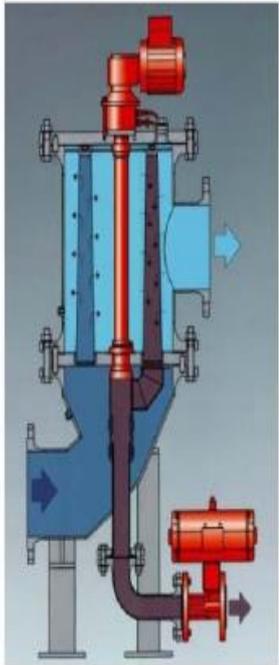
# Abwärmennutzung - Stadtentwicklung

- Juli 2012 neuer Strassentunnel. Direkte Verbindung Stadtzentrum zu Autobahnachse.
- Eröffnet dem bisher peripheren Quartier Cornaredo neue Entwicklungsperspektiven.
- Das "Nuovo Quartiere Cornaredo" soll auf ca. 1 Million Quadratmeter über die nächsten ca. 10 Jahre umgesetzt werden.
- Das NQC wird als grosser intermodaler Verkehrsknoten mit Parkräumen für die Pendler (Park & Ride) eine Schlüsselrolle im Mobilitätsmanagement der Stadt einnehmen.
- CSCS stellt den lokalen Industriewerken die Abwärme vom RZ entgeltlos zur Verfügung für die Verwertung in einem Fernwärmenetz für das NQC. Das Projekt ist zur Zeit in Erarbeitung.





# Selbstreinigende Filter – Hydac



# Unterwasser Staubsauger

