

# Optimierung Kälteanlagen

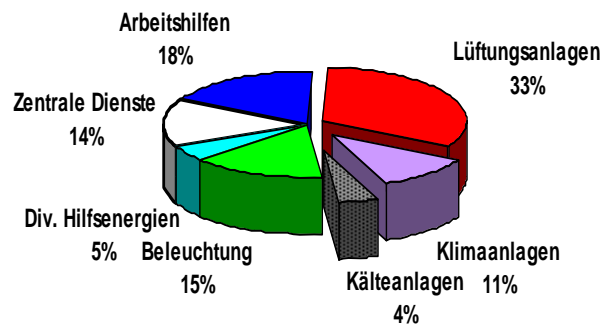
FEZ 14.6.2007

Bernhard Brechbühl Universität Zürich

## Einflussmöglichkeiten

- Wahl des Kältemittels
- Wahl des Maschinenantriebs, -stufen
- Temperatur Kälteseite
- Temperatur Abwärmeseite
- Wahl des Kühlturms
- Wasserbassin Kühlturm
- Verteilsysteme Kälte und Rückkühlung

## Universität Zürich Struktur des Elektrizitätsverbrauchs



FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

3

## Anwendungsbereich Kältemittel

Wärme-pumpen	Klima	Normal-kühlung	Tief-kühlung	Einteilung
	R22	R22	R22	H-FCKW
		R402A	R402A	H-FCKW
		R403A	R403	H-FCKW
R134A	R134A	R134A		FKW
	R152A	R152A		FKW
	R32	R32	R32	FKW
		R404A	R404A	FKW
		R507	R507	FKW
	R410A	R410A	R410A	FKW
	R407C	R407C		FKW
	R290	R290	R290	Propane
R717	R717	R717	R717	Ammoniak

FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

4

# Umweltgefährdungspotential

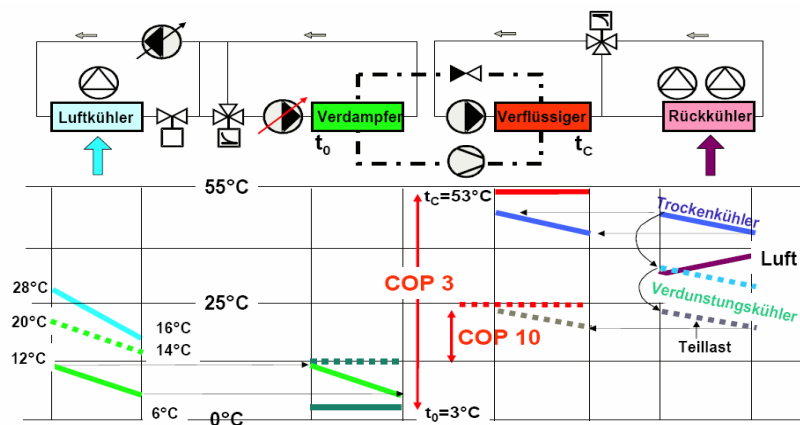
Gefährdungs-potential	Ozon-killer ODP	Treib-haus GWP	COP Wirkungsgrad	Einsatz Neu-anlagen
	[R11=1]	[CO2=1]	in %	
R22	0.05	1700	100	verboten
R402A	0.02	2570		verboten
R403A	0.04	2670		verboten
R32	~	580		erlaubt
R134A	~	1300	96	erlaubt
R152A	~	140		erlaubt
R404A	~	3750	86	erlaubt
R407C	~	1610	97	erlaubt
R410A	~	1890	93	erlaubt
R507C	~	3800		erlaubt
R290	0	0		Propane
R717	0	0	118	Ammoniak

FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

5

# Funktionsschema Kälteanlage

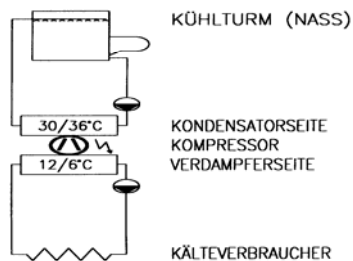


FEZ 14.6.07

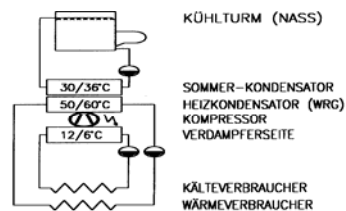
B. Brechbühl UZH

6

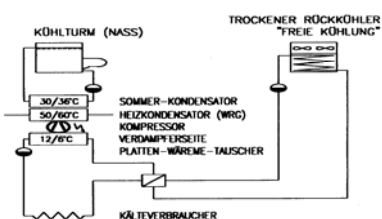
## UNI ZÜRICH VARIANTEN KÄLTERZEUGUNG/RÜCKKÜHLUNG



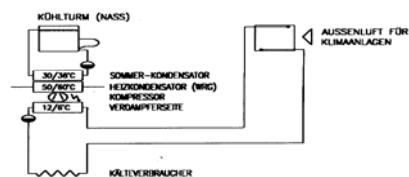
VARIANTE 1



VARIANTE 2



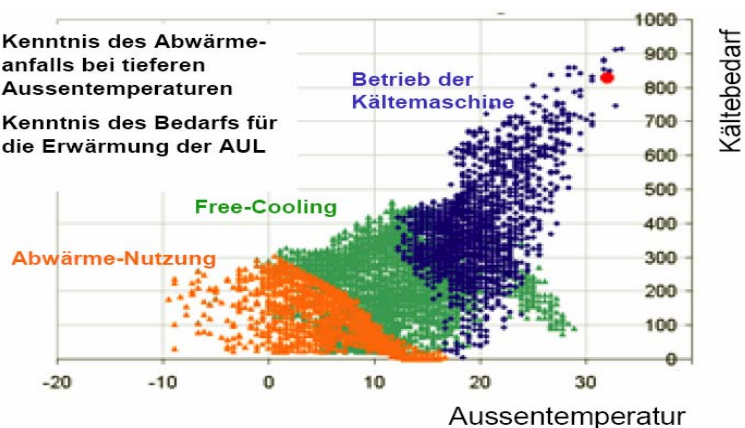
VARIANTE 3



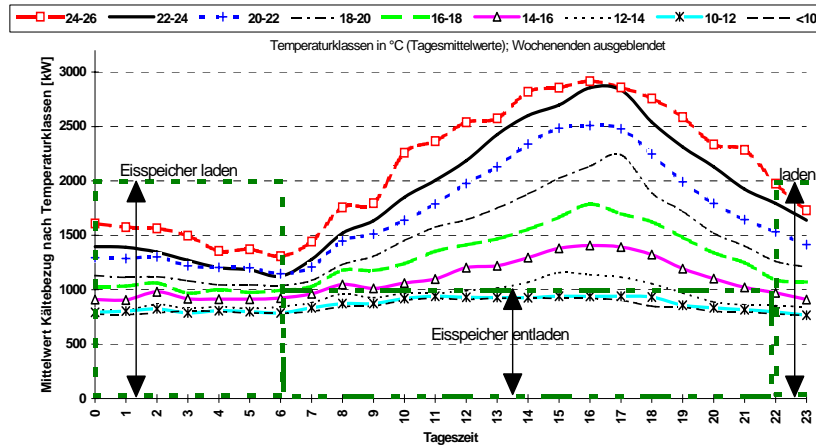
VARIANTE 4

## Bedingungen für optimale Kältenutzung

- Kenntnis des Abwärmefalls bei tieferen Aussentemperaturen
- Kenntnis des Bedarfs für die Erwärmung der AUL



# Tagesgang Kältebezug

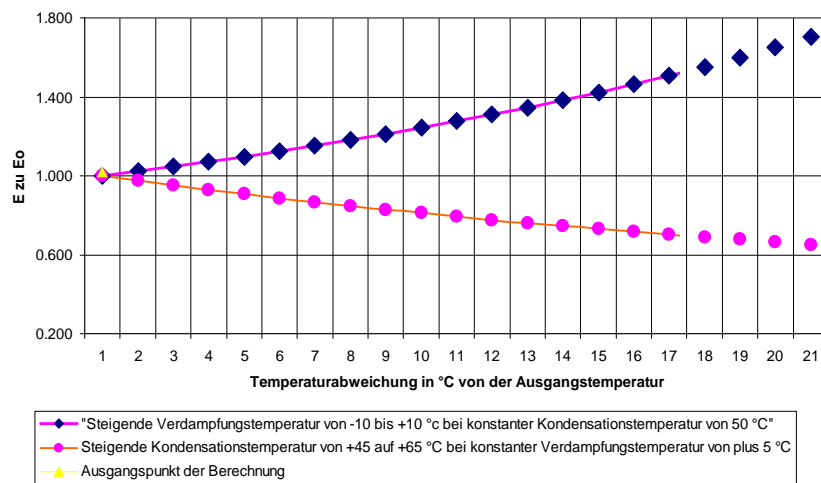


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

9

## Einfluss der Verdampfungs- und der Kondensationstemperatur auf die Leistungsziffer

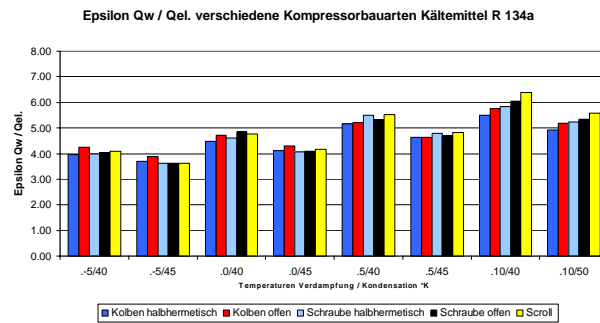


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

10

## Wahl Kältemaschine bzw. Verdampfungs- und Kondensationstemperaturen

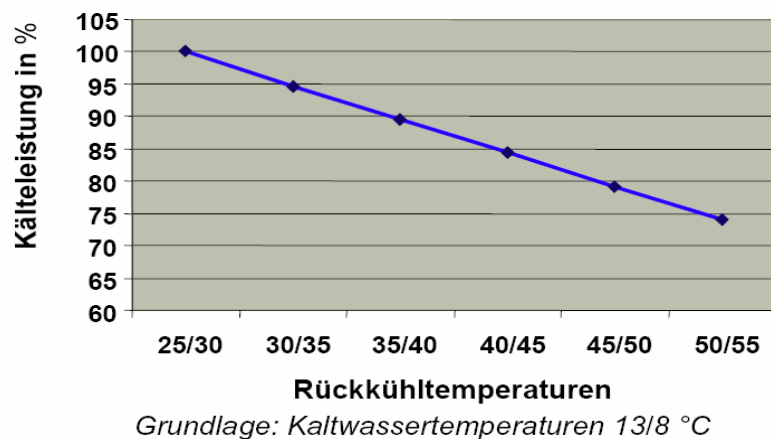


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

11

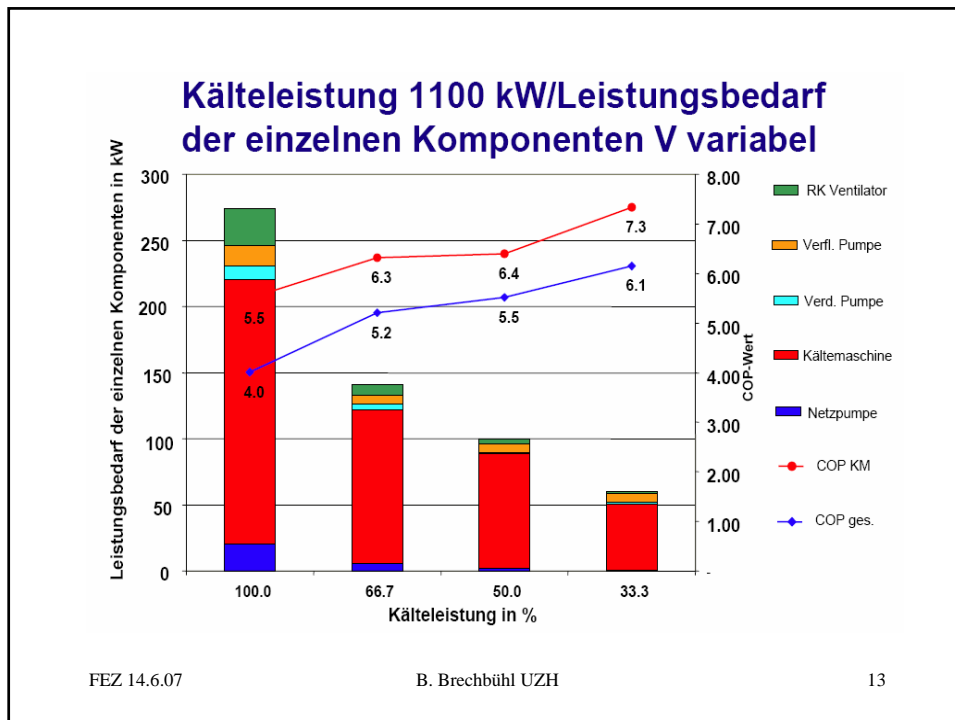
## Kälteleistung und Rückkühltemperaturen



FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

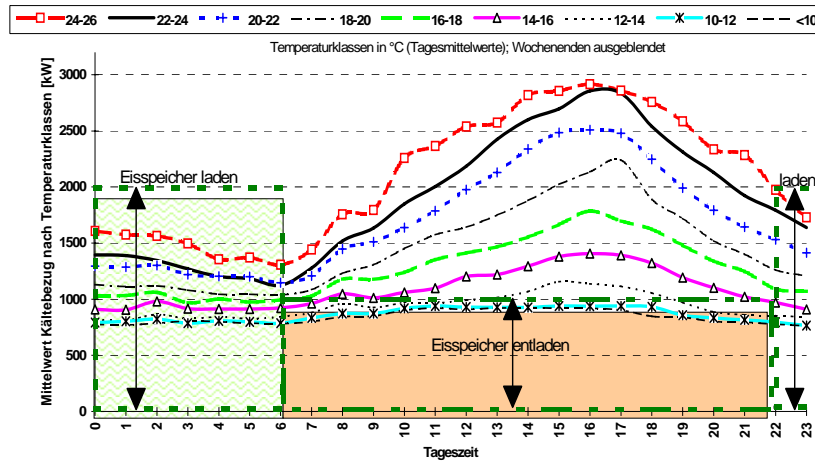
12



## Merkmale Eisspeicher

- Ausnützung Schwachlastzeiten nachts
- Reduktion Tages-Stromspitzen
- Bei knapper Auslegung der Kälteproduktion ist die Anschaffung eines Eisspeichers billiger als eine zusätzliche Kältemaschine
- Lange Lebensdauer, kein Verschleiss
- Stromkosteneinsparung
- Nachteil: schlechterer Jahreswirkungsgrad

# Eisspeicherbetrieb

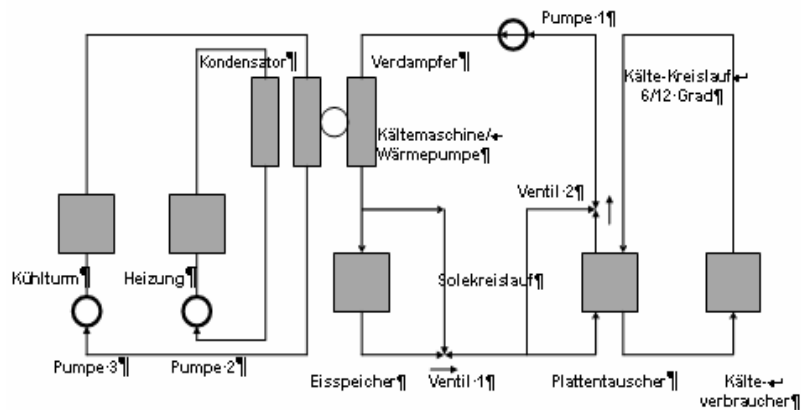


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

15

# Prinzipschema Kälteanlage mit Eisspeicher



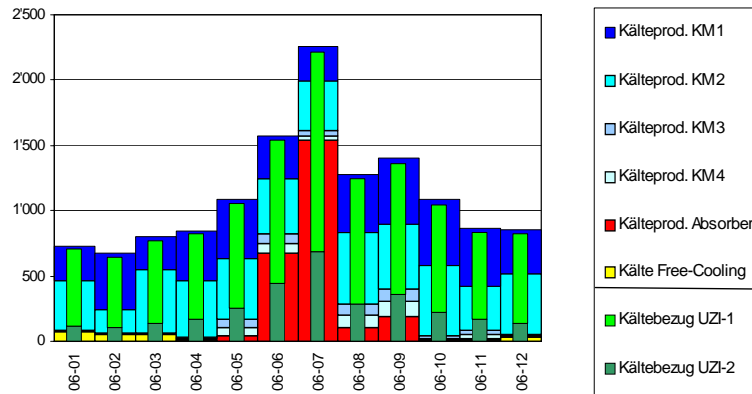
FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

16



# Kälteproduktion UZI 2006

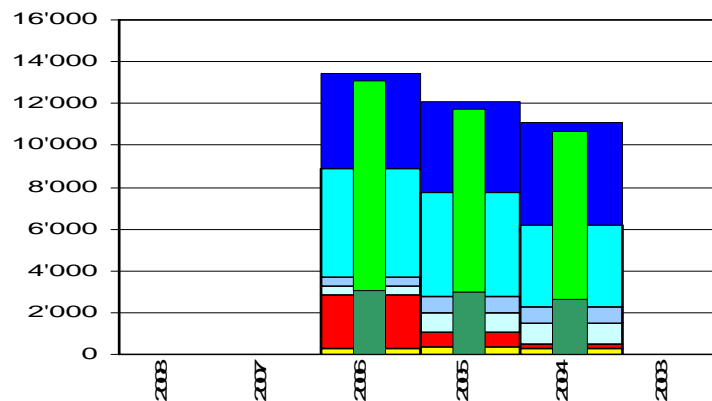


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

17

# MWh-Kälteverbrauch Uni-Irchel 2004 - 2006

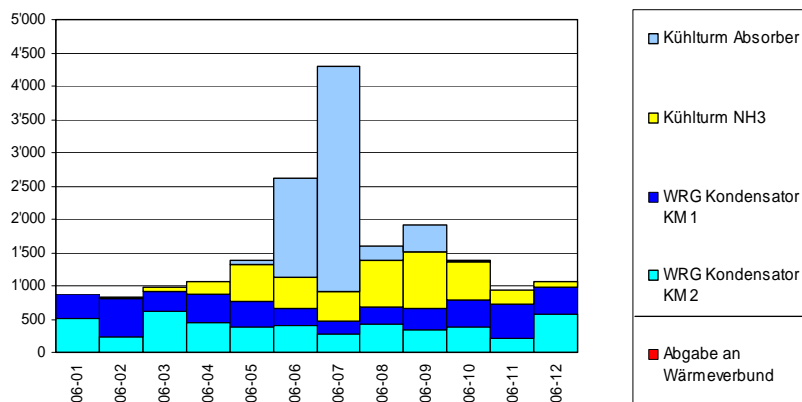


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

18

## Abwärmeverwertung (MWh) Kälteanlagen UZI 2006

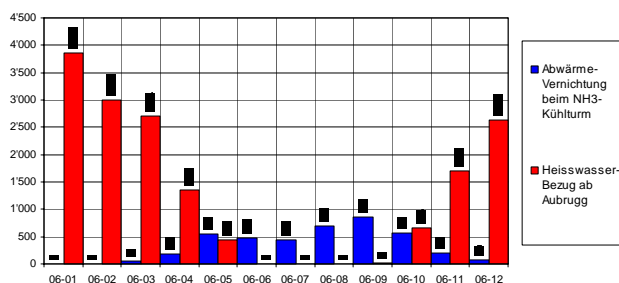


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

19

## Fernwärmebezug und Abwärmevernichtung Kühlturm

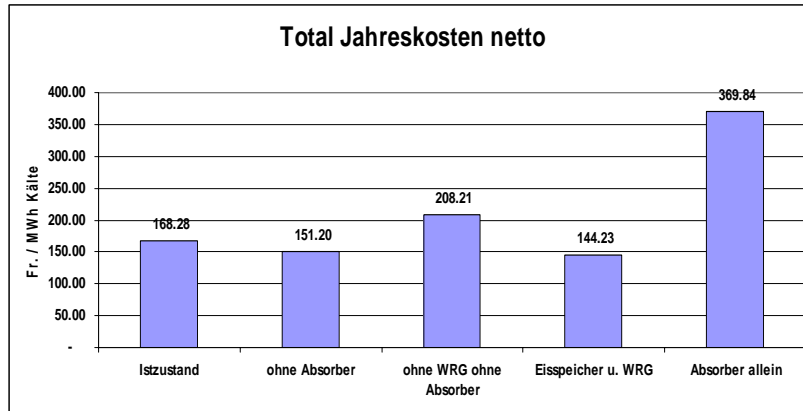


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

20

## Gestehungskosten Kälte mit Versch. Systemen Fr./MWh

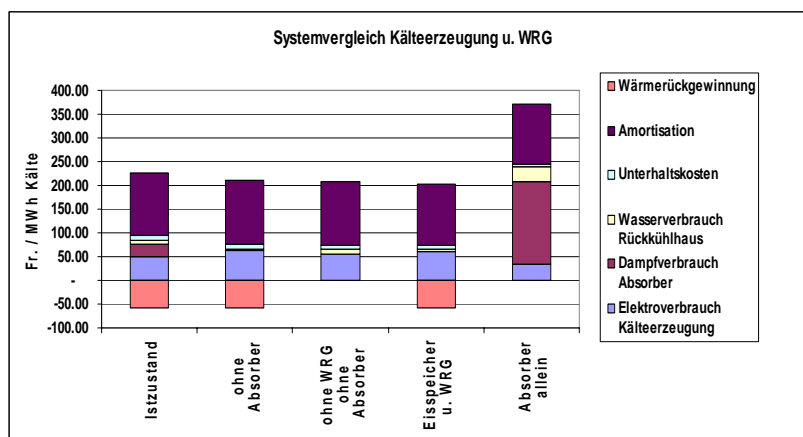


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

21

## Einzelkosten Kälteerzeugung Fr./MWh



FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

22

## Optimierung Kühltürme

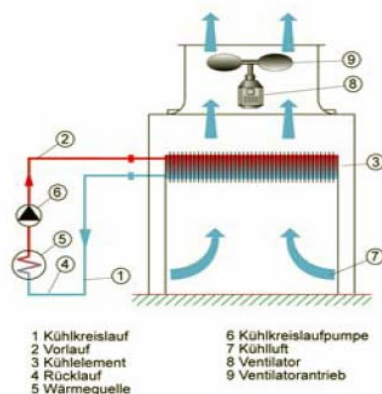
- Bei Ganzjahresbetrieb: Wasserbassin frostsicher aufstellen: keine Wannnenheizung
- Wasserbassin als Speicher zur Verminderung hoher Ventilator Drehzahlen, kleinere Nachspeiseleitung für Wasser
- Verwendung von Regenwasser (Strafgebühr Stadt Zch: Fr. 80/min-Liter a für Trinkwasser)
- Naturzugkühlturm im Winter, statt Ventilator

FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

23

## Emissionen Trocken-Rückkühler



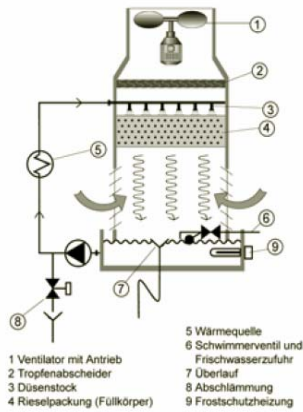
- Luftschall
- Körperschall
- warme Abluft

FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

24

# Emissionen Verdunstungs- Rückkühler



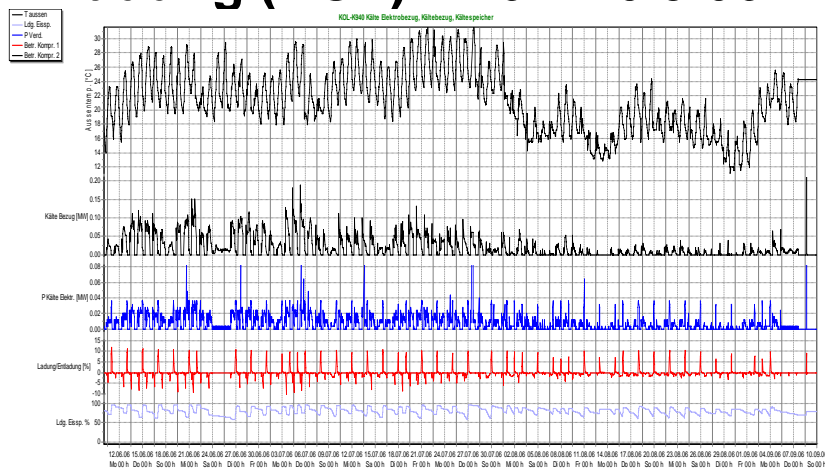
- Luftschall
- Körperschall
- feuchte Abluft
- Schwaden
- Tropfenflug
- Abwasser (Abschlammung)

FEZ 14.6.07

B. Brechtbühl UZH

25

# Kältebezug / Eisspeicher- ladung (KOL) 12.6 – 10.9.06

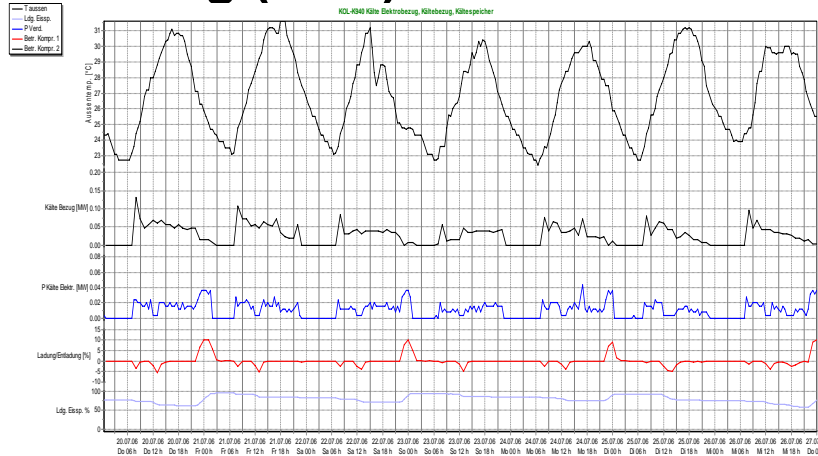


FEZ 14.6.07

B. Brechtbühl UZH

26

# Kältebezug / Eisspeicher- ladung (KOL) 20.7. – 27.7.06

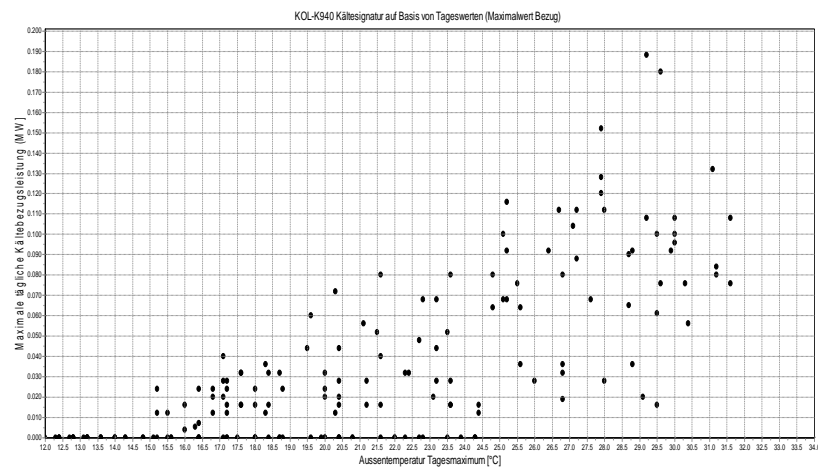


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

27

# Häufigkeitsverteilung Max. Kältebezug/d zu Max. Aussentemp

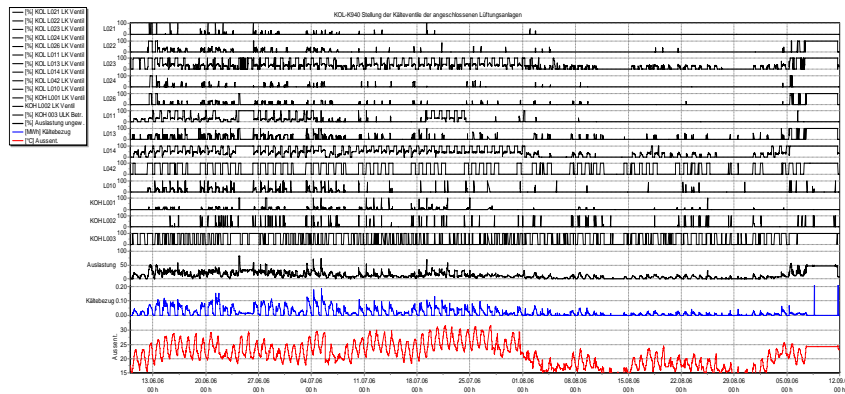


FEZ 14.6.07

B. Brechbühl UZH

28

# Anforderung Kühlerventile / Kälteverbrauch u. Aussent. (KOL)



FEZ 14.6.07

B. Brechtbühl UZH

29