

# Quo vadis Rechenzentrum

## - ist Gegenwart auch zukunftsfähig? -

10-Jahres-Prognose für Hochverfügbarkeit,  
green IT und Sicherheit

Gerhard Leo Büttner, Geschäftsführer, DIM Datacenter Infrastructure Munich GmbH

## DIM Datacenter Infrastructure Munich

**Gesamtplanung von Rechenzentren und Sicherheitsarchitektur.**  
**Seit über 40 Jahren Erfahrung mit RZ-Design in 10 DIM ensionen,**  
**gesammelt, aus weit über 500 abgewickelten Projekten.**

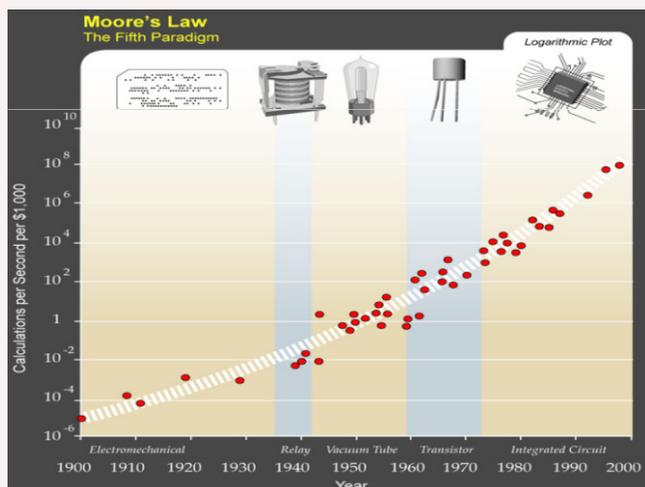


## Das Moore'sche Gesetz

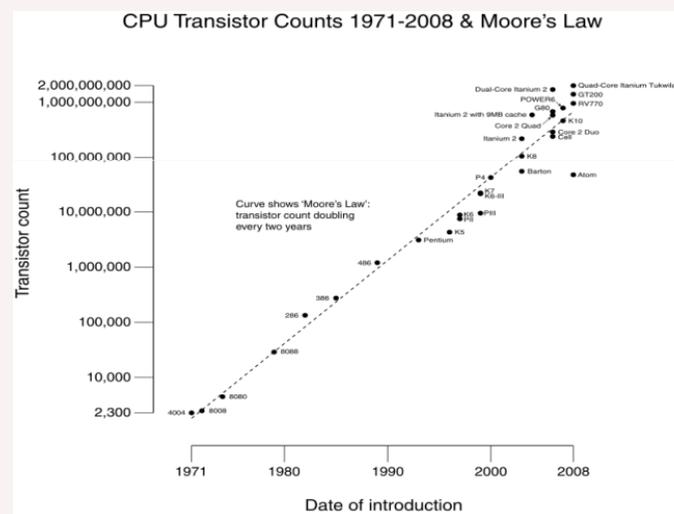


**Gordon Earle Moore** (\* 3. Januar 1929 in San Francisco) ist Mitgründer der Firma Intel und Urheber des Moore'schen Gesetzes.

Das Moore'sche Gesetz (engl. Moore's Law; „Gesetz“ im Sinne von „Gesetzmäßigkeit“) sagt aus, dass sich die Komplexität integrierter Schaltkreise mit minimalen Komponentenkosten regelmäßig verdoppelt - je nach Quelle werden 18 oder 24 Monate als Zeitraum genannt. (am 19. April 1965, erschienenen Artikel der Zeitschrift Electronics) Auf Intels Entwicklerforum (IDF) im Herbst 2007 sagte Moore das Ende seines „Gesetzes“ voraus: Es werde wahrscheinlich noch 10 bis 15 Jahre Bestand haben, bis eine fundamentale Grenze erreicht ist. Allerdings wurde ein halbes Jahr später von Pat Gelsinger, Chef der Digital-Enterprise-Sparte von Intel, prognostiziert, dass das Moore'sche Gesetz noch bis 2029 Gültigkeit behalten soll.



Quelle: Wikipedia



# Die Historie, 40 Jahre RZ-Geschichte - Fortschreibung

## 2000 - das Jahr der Netzersatzanlagen

Kriterium	1970 - 1980	1980 -1990	1990 - 2000	2000 - 2010	2010 - 2020
<b>Systemwelt</b>	Wechselplatten - Biolartechnik	Festplatten, Beginn unbediente Hardware, Biolartechnik	Mainframe - Verdichtung im Plattenbereich (double density, triple density) C-MOS-Technologie	serverbasierte Systeme, Rackserver, Enclosure, Bay- Verdichtung	fortschreitende Rechner- verdichtung bei sich reduzie- rendem Energieverbrauch - geringer Einfluss Cloud, - etablierte Mietflächen
<b>Betriebsstruktur</b>	ein großer Raum - manueller Plattenwechsel - Einblick ins Rechenzentrum	Diversifikation der Funktionen - ARZ, KOP, BRZ, URZ, DRZ, AV-NB; Kabellängenrestriktion - komplette unbediente Hardware in einem Raum	In Bezug auf Diversifikation unverändert - geringere Kabelrestriktionen (Bus and Tag; Escon) bieten Raum für Modularisierung; wasser- gekühlte Mainframes (400 Hz)	ARZ, KOP, DRZ, AV-NB verschwinden; strikte Ausbildung URZ - closed shop mit ZTR – Leistungsverdichtung - wassergekühlte Racks	Closed Shop URZ, innere Betriebsflächen - äußere Betriebsflächen – Verbindungselemente
<b>Betriebszeiten</b>	5 x 8	5 x 16	7x24 mit Wartungsunterbrechung	7x24 non stop computing; Wartung bei laufenden Betrieb ohne Verlust von Fehlertoleranz	7 x 24 im Clusterverbund
<b>Tier-Classification</b>	T I	T II	T II - T III	T III - T IV	T IV / AEC 4
<b>Energiedichte</b>	300 W/m <sup>2</sup>	bedient: 350 W/m <sup>2</sup> ; unbedient: 600 W/m <sup>2</sup> (Ministerialamtsblatt)	600 W/m <sup>2</sup> bis 1.000 W/m <sup>2</sup>	1.000 W/m <sup>2</sup> bis 2.000 W/m <sup>2</sup> , zusätzlich Wasserkühlung	bis 3.000 W/m <sup>2</sup> (technisch möglich über Einhausung bis 5.000 W/m <sup>2</sup> )
<b>Technologie Flächenkühlung</b>	meist Anhängsel an zentrale Lüftungsanlagen - häufig auch direkte AL- Kühlung	Umluftkühlgeräte - keine direkte Freikühlung	Umluftkühlung mit indirekter freier Kühlung	Umluftkühlung mit indirekter Kühlung und auch Freikühlsysteme (Kyoto-Cooling)	Flächenkühlsysteme
<b>Technologie Maschinenkühlung</b>	keine	keine	Wasserkühlung Mainframe	wassergekühlte Racks, Sidecooler, Overhead cooler, Einhausungen	deutliche Reduzierung heutiger Kaltwasserracks → Heißwasserkühlung, Direkt- wasserkühlung, Einhausung

## Die Historie, 40 Jahre RZ-Geschichte - Fortschreibung

### 2000 - das Jahr der Netzersatzanlagen

Kriterium	1970 - 1980	1980 -1990	1990 - 2000	2000 - 2010	2010 - 2020
<b>Technologie Stromversorgung</b>	einpfadig am EVU-Netz	einpfadig über USV-Systeme (6-pulsig, rotierend); häufig bereits "n+1"	12-pulsige USV-Anlagen, Frequenzumformer (400 HZ) - rotierende USV meist "n+1" aber auch schon Beginn 2-Strang-Versorgungssysteme	12-pulsige modulare USV-Systeme, aber auch noch Block- und rotierende Systeme	12-pulsige - statisch - für Großleistungen Diesel-USV, wartungsreduzante A-B-Technologie
<b>Rechnerraumgrößen</b>	Prozesse Module häufig größer 1.000 m <sup>2</sup>	bis 1.000 m <sup>2</sup>	Großmodule 500 - 1.000 m <sup>2</sup>	Kleinmodule	vom Grundsatz her 2 Module 100 - 500 m <sup>2</sup>
<b>Doppelboden</b>	häufig keiner	40 - 60 cm	60 - 110 cm; vereinzelt begehbare Doppelböden 160 - 200 cm	80 cm +/- 20 cm	80 cm +/- 20 cm Tendenz niedriger (60 cm) Lastklasse III und höher
<b>Bodentragkraft</b>	1.000 kp / m <sup>2</sup>	1.000 kp / m <sup>2</sup>	1.000 kp / m <sup>2</sup>	1.000 kp / m <sup>2</sup>	1.000 kp / m <sup>2</sup>
<b>Raumhöhen</b>	höher 2,75 m	3,50 m	3,50 m	möglichst 4,00 m	Geschoss 4,50 - Raum 3,50 m
<b>Türen</b>	2-flügelig wie die sonstigen Türen in Technikbereiche	2-flügelig, H min 2,25	2-flügelig, H min 2,25	einflügelig 1,20 x 2,50 m	einflügelig 1,40 x 2,50 m
<b>Brandschutz</b>	keine Löschanlagen, manchmal Sprinkler	Sprinkler, HiFog, CO <sub>2</sub> , Argon, Stickstoff,	Sprinkler, HiFog, CO <sub>2</sub> , Argon, Stickstoff, Halon	Sprinkler, HiFog, CO <sub>2</sub> , Argon, Stickstoff, eingeschränkt FM 200, Novec, Dauerinertisierung	Sanftflutung mit anschließender Dauerinertisierung - Rechnerdurchlauf
<b>Verkabelung</b>	System-Cu	System-Cu Bus & Tag	Bus & Tag Escon		

## Fazit aus 40 Jahren RZ-Geschichte

- Die Rechnersysteme bestimmen Architektur und Energiewirtschaft.
- Die steigende Abhängigkeit der Unternehmen bestimmt Verfügbarkeit und Redundanz.
- Viele technische Grundprinzipien sind unverändert - Beispiel Doppelboden, Beispiel Umluftkühlung.
- Die Anforderungen an Brandschutz bestehen fort.
- 7 x 24 Betrieb DV-Systeme mit Wartung bei laufendem Betrieb der Rechner ohne Verzicht auf Fehlertoleranz ist Standard geworden.
- Die Energiedichte hat sich ständig erhöht.
- Flächenmehrbedarf wird mehr und mehr von technologischer Entwicklung der DV-Systeme (Miniaturisierung) kompensiert.

## Energiedichte - 10 Jahre Erleben in 10 Jahre Zukunft projiziert

### Die Fakten:

- 2000 - 2004: Einzug rackmounted Systems - 500 W/m<sup>2</sup> bis 1.000 W/m<sup>2</sup>
- 2005: Enclosure 1. Generation, 10 HE - je Enclosure 4 kW: 12 kW je Rack
- 2006: Enclosure 2. Generation, 10 HE - je Enclosure 8 kW: 24 kW je Rack
- 2007: Enclosure 3. Generation, 10 HE - je Enclosure 12 kW: 35 kW je Rack

### Anmerkung:

Ankündigungen, die Rackleistung wird bis 2010 auf 50 - 80 KW/Rack steigen, haben sich nicht erfüllt

- 2010: Enclosure 4. Generation, 10 HE - je Enclosure 6 kW: 18 kW je Rack
- **Ausblick/Vermutung:** für die nächsten 10 Jahre ist der Hype an Energiedichte gebrochen
- **wahrscheinlich:** keine kaltwassergekühlten Racks mehr im Rechenzentrum
- **möglich:** Heißwasserkühlung, Direktwasserkühlung, Standard Einhausung
- **Technologien:** durch intelligente Luftführung (konsequente Trennung kalte - warme Seite) Steigerung der Flächenkühlung auf 5 kW/m<sup>2</sup> möglich

### Treiber für neue Chance Flächenkühlung

- Wasserführende Leitungen im Rechenzentrum gehören zu den gravierenden Risikopotenzialen
- Verfahren zur besseren Energienutzung standardmäßig erhältlich
- Im Energieverbrauch liegen Realwert und Spezifikationswert oftmals weit auseinander → Mut zum Effektivwert (Realwert)
- Auch Enclosures (zumal 32 Bay) arbeiten mit erheblichem Gleichzeitigkeitsfaktor

## Aspekt Green IT – Ökologie - Nachhaltigkeit

**POWER**

Computer wandeln elektrische Energie in Wärme



Geringer Stromverbrauch → geringe Wärmeezeugung

**Gutachten Uni Flensburg:**

**2050: Die Zukunft der Energie  
(August 2010):**

Stand „Ist“ Anteil erneuerbare Energie:

16 % (Rest Erdgas, Kohle, Atom)

Stand 2050 Anteil erneuerbare Energie:

100 %

→ extreme Umverteilung der lokalen Erzeugungsstruktur von zentral auf dezentral

→ enorme Netzanpassung → erhebliche Ausfallrisiken

## Aspekt Green IT – Ökologie - Nachhaltigkeit

### COOLING

#### KALTWASSERKÜHLUNG FREIKÜHLUNG (Funktionsgrenze bei $T_A > 40^\circ \text{C}$ )

Direkte freie  
Kühlung

Medium  
rein AL

Indirekte freie  
Kühlung

Medium  
rein AL und  
Umlauf  
Wasser

Kyoto Cooling

Medium Luft  
und „rotieren-  
der Wärme-  
tausch“

#### NATURWASSER- KÜHLUNG

- Brunnen
- Flusswasser
- Seewasser
  
- oberflächennahe  
Geothermie

#### HEISSWASSER- KÜHLUNG

Vorlauf  $40^\circ \text{C}$   
Rücklauf  $60^\circ \text{C}$

ganzjährige Frei-  
kühlung möglich

Komplettentfall  
mechanischer  
Kälteerzeugung

Für alle Kühlsysteme zusätzliche Kälteerzeugung ab  $T_A > 30^\circ \text{C}$

## Verfügbare Backup-Systeme Power

**NEA**



**nur Strom**

**BHKW**

**erprobte Technik**



**Strom**



**Kälte**

**Brennstoffzelle**

**zögerliche  
Durchsetzung**



**Strom**



**Kälte**

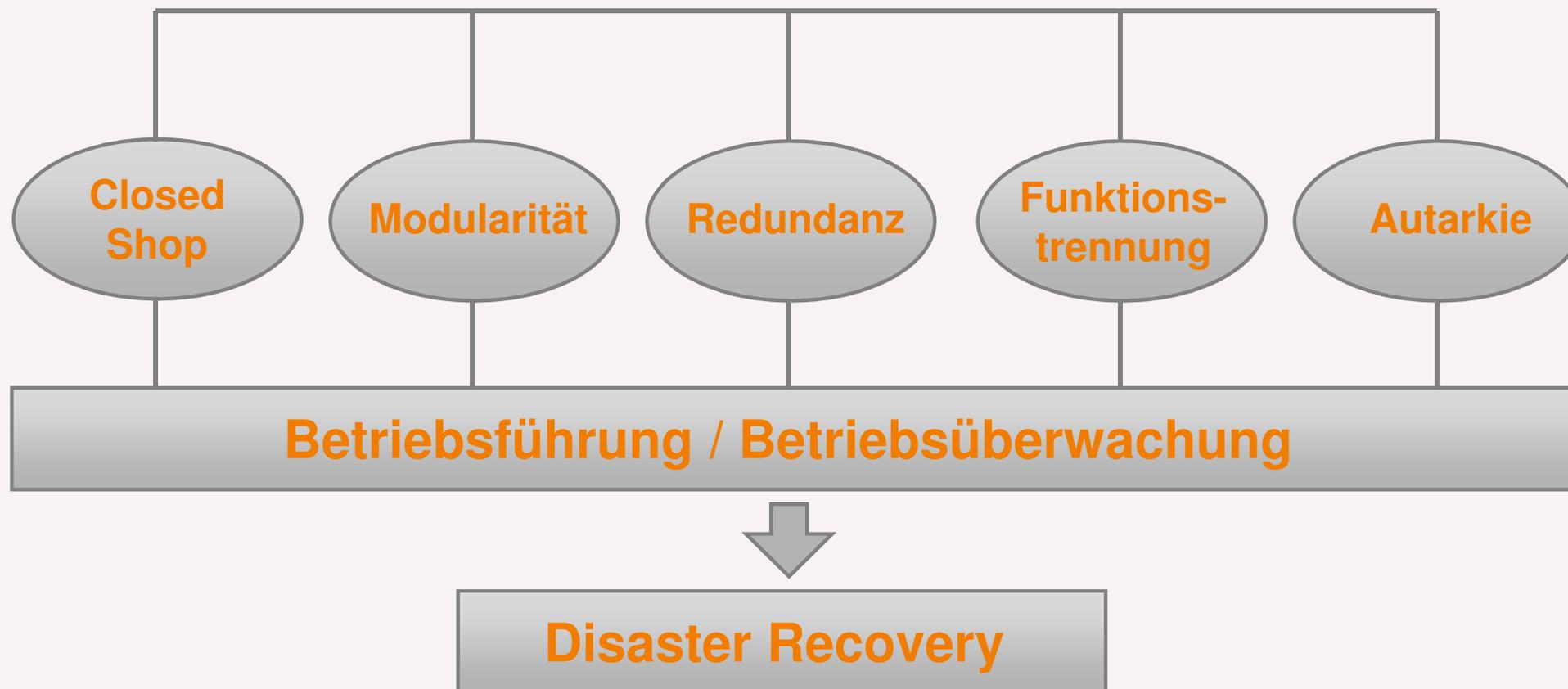
## Die (gewagte) Prognose

- Die Arten (Rack, Domain, Mainframe) von DV-Komponenten werden vielfältig bleiben.
- Kalt- und Warmgänge dominieren, Heißwasserkühlung partiell.
- Der Anteil an Flächenkühlung wird steigen, wassergekühlte Racks heute bekannter Art werden verschwinden.
- Der Doppelboden als luftführende Komponente ist auch in Zukunft notwendig und wird an Bedeutung gewinnen.
- Die Doppelbodenhöhe bestimmt sich im wesentlichen aus Luftströmung und Luftverteilung (tendenziell 60 cm +/- 20 cm).
- Die Verfügbarkeitsansprüche werden steigen - 7 x 24 ohne Einschränkung der Verfügbarkeit wird sicher Standard.
- Wartungsarbeiten dürfen den betrieblichen Alltag nicht beeinflussen oder verändern.
- RZ-Betriebsstätten erhalten mindestens 2 Processingmodule.
- Einstandort-Konzepte erhalten Emergency Backup Units.

## Die (gewagte) Prognose (2)

- Synchroncluster werden größere Abstände (derzeit ca. 15 km) erhalten.
- Ergebnis: Es werden die Anforderungen an Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit zunehmen aber auch die Möglichkeiten zu deren Erreichung.
- Eigenstromversorgungssysteme werden kommen (Kraftwärmekopplung).
- Direkte freie Kühlung bleibt Einzelfällen vorbehalten.
- Verzicht auf mechanische Kälteerzeugung wo immer möglich.
- PUE nicht größer als 1,25.
- Zunehmende Bedeutung von Energiespeicher.
- Im Netzwerkbereich Verschiebung von Cu hin zu LWL.

## Die 5 Tugenden im Rechenzentrum



## AWM Auswahlmatrix RZ-Qualifikation – ein Beispiel

### Planungseckwerte:

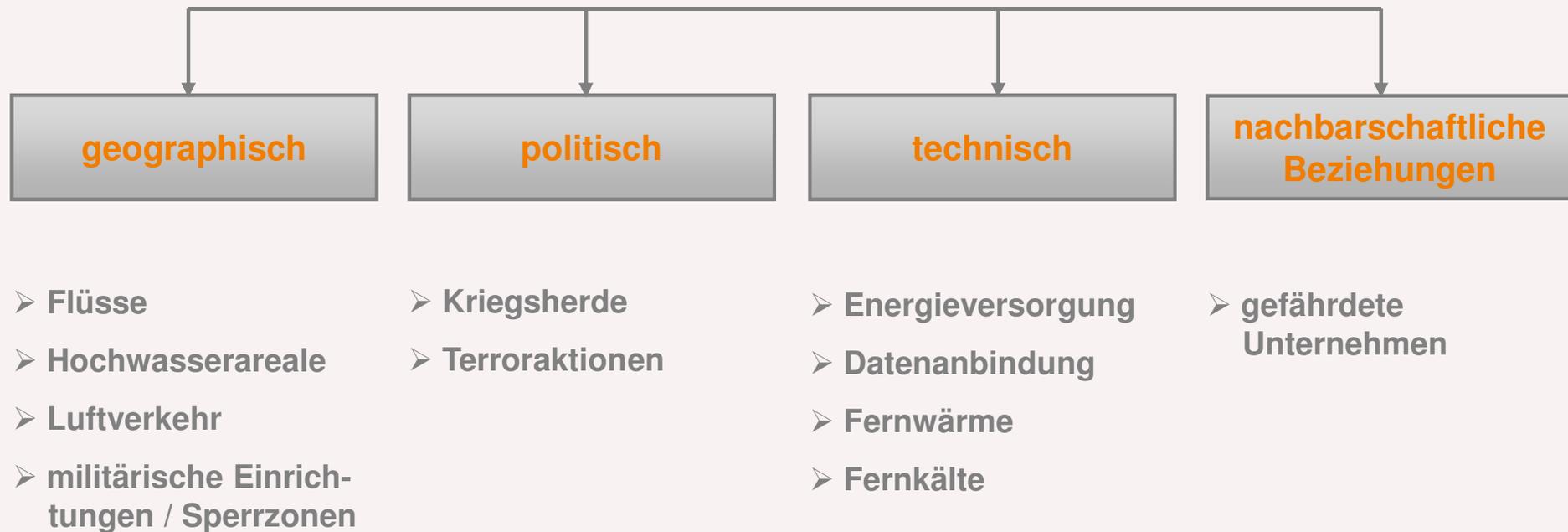
- Betriebstechnische Anlagen müssen ununterbrochen aufrecht erhalten werden, 7 Tage x 24 h
- Schutz gegen alle Spontanereignisse und gezielt angreifende Fremde
- keine Arealrisiken

### Anforderungen an den RZ-Betrieb:

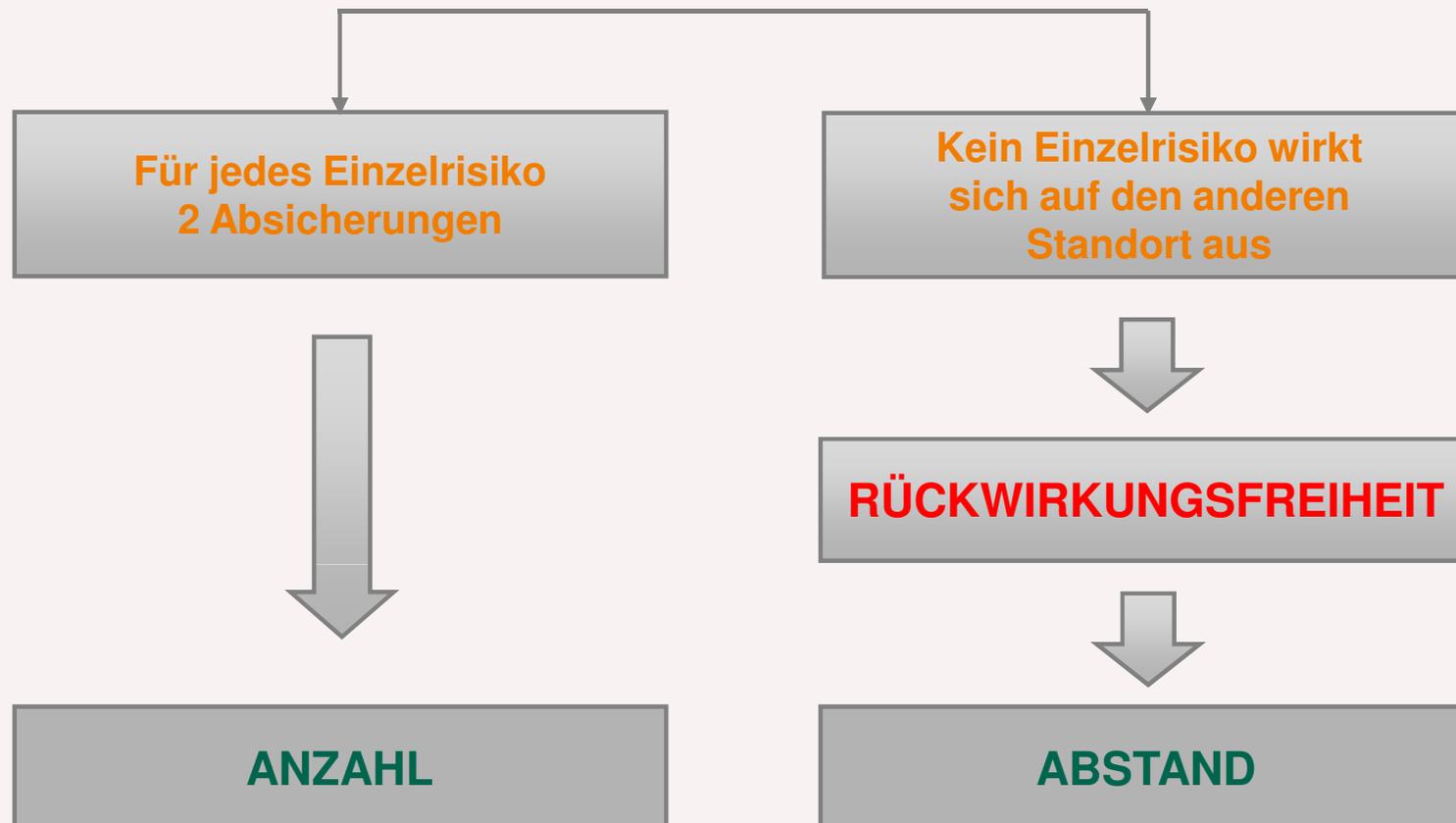
- ✓ AEC – 4 – fault tolerant

**Die RZ-Funktion muss ununterbrochen aufrecht erhalten werden.**

## Arealrisiken



## Disaster- / Arealschutz – Sicherheitsabstand und Standortanzahl



## Disaster- / Arealschutz

### Ereignis

- Flugzeugabsturz
- Explosion
- Erdbeben
- Seuchengefahr
- Hochwasser

### Mindestabstand Standorte

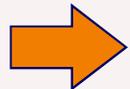
Trümmerradius (bis 1.500 m)

Trümmerradius (bis 2.000 m)

gewählte Gefährdungsstufe  
(mehr als 100 km)

Quarantäneverordnungen  
(mehrere km)

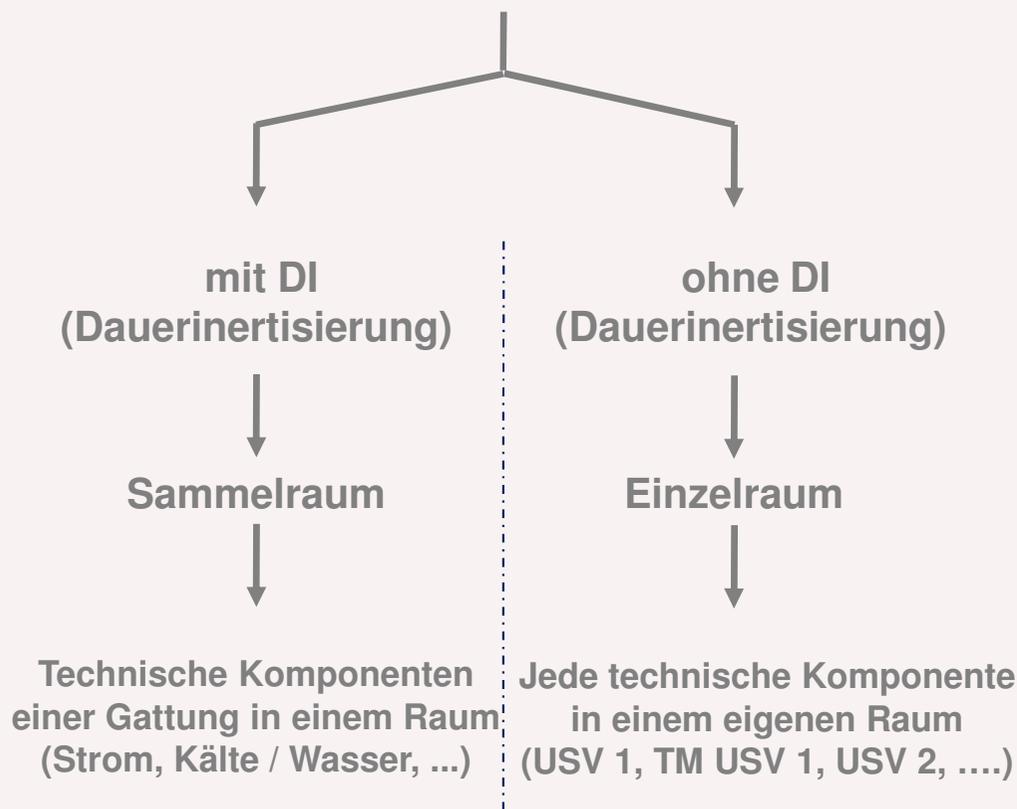
nicht am gleichen Hochwassergebiet  
(mehrere km)



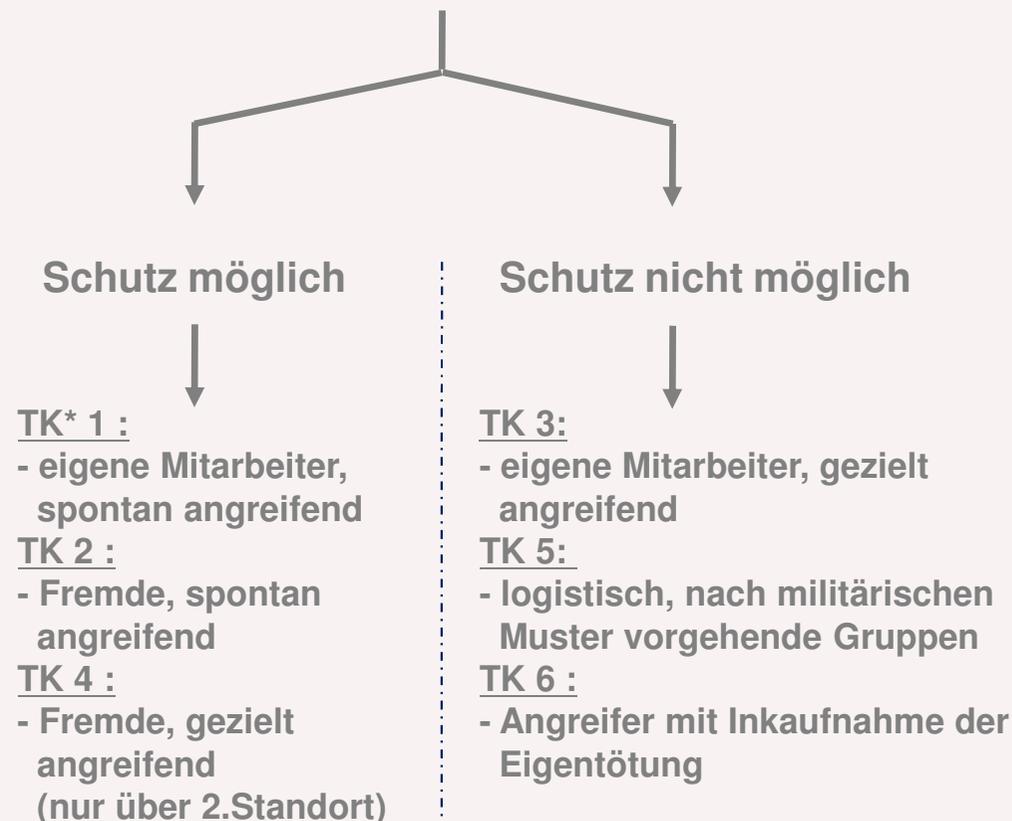
**Der Abstand der Standorte kann je nach Arealrisiko 3,5 km bis hin zu mehreren 100 km länderübergreifend sein, oder sogar global umspannende Entfernungen notwendig machen.**

## Anforderungen / Planungseckwerte

### Aufrechterhalten der technischen Funktion

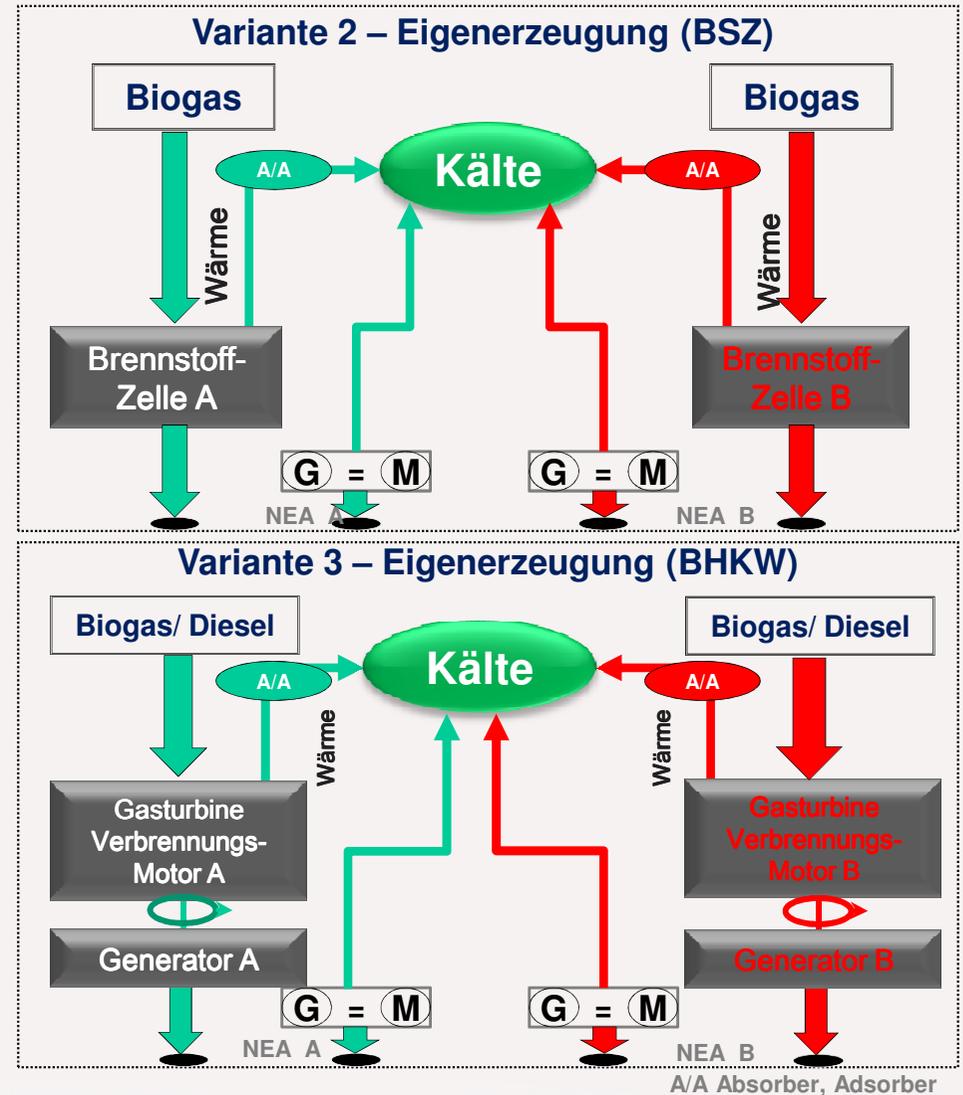
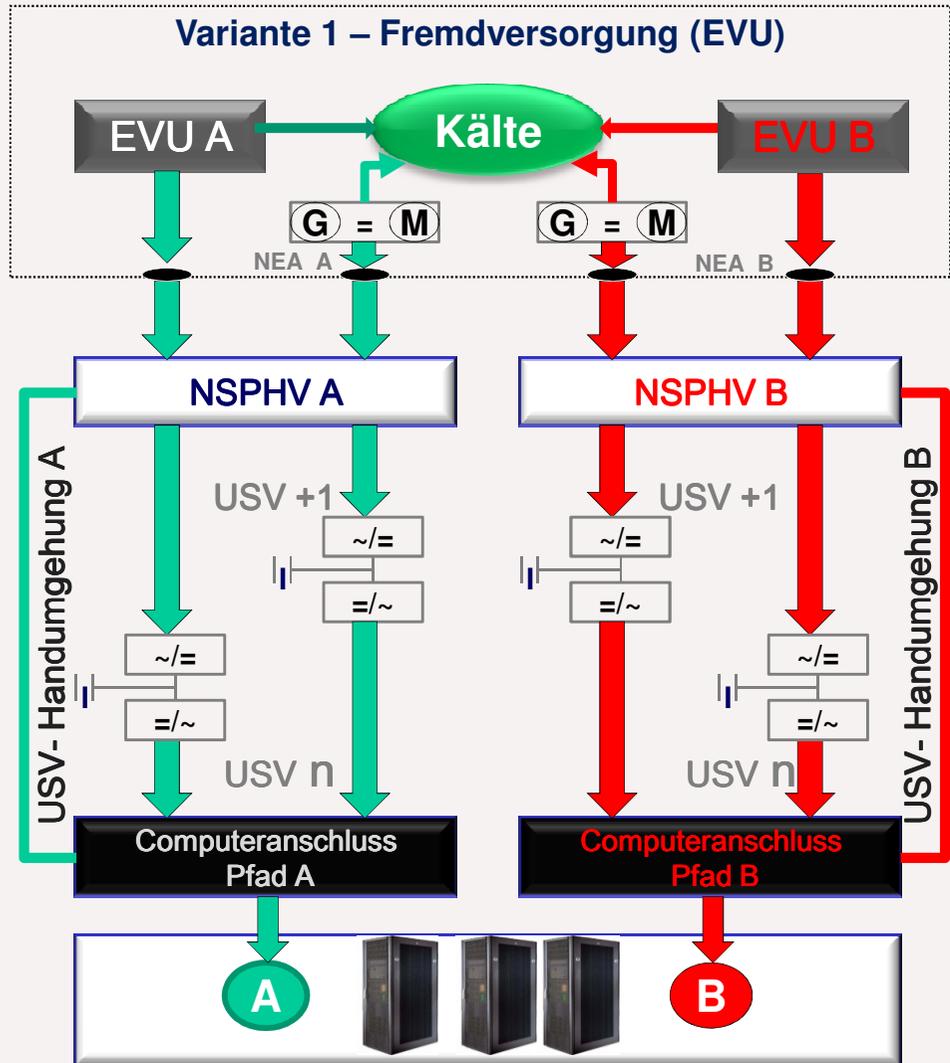


### Schutz gegen deliktische Angriffe



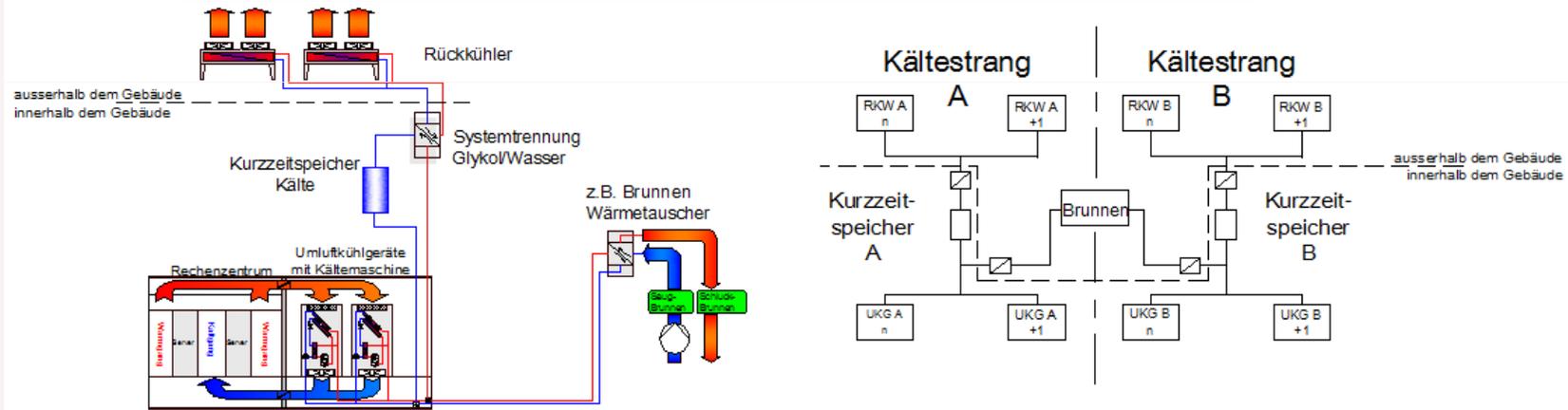
\* TK = Täterkreis

## Stromversorgung

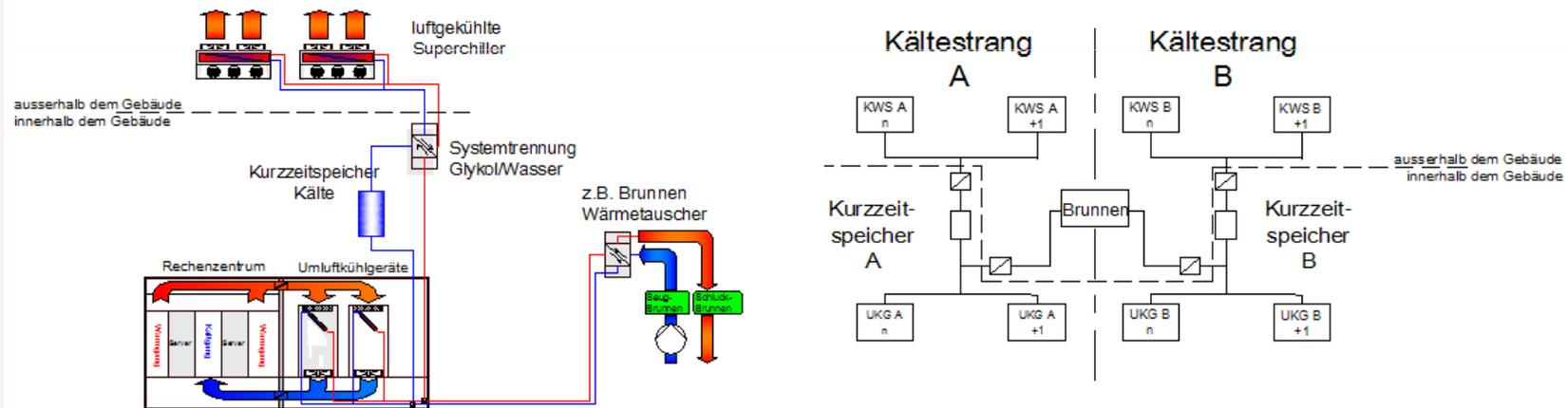


# Rechnerkühlung

**Indirekt freie Kühlung mit dezentraler Kälte und natürliche Kaltwasserressourcen**



**Indirekt freie Kühlung mit zentraler Kälte und natürliche Kaltwasserressourcen**



## Die Lösung für die nächsten 10 Jahre

### Closed Shop - Modularität - Redundanz - Funktionstrennung - Autarkie

Standort	Lage im Gebäude	Ausbau	Strom	Klima	Feuerlösch	Sicherheit	Monitoring für Bf-Bü
Für jedes Risiko 1 Absicherung an zwei verschiedenen Standorten	Randlage	Geschosshöhe: ca. 4,50 m	2-Strang-Prinzip, konsequent A-B; 2 alternativ wechselnde Quellen erlaubt	Prinzip der Flächenkühlung	Dauerinertisierung nach dem Prinzip der Sanftflutung mit nachfolgender Konstanthaltung	Überwachung aller Räume, video-gestützte Systeme, Zugangskontrolle - Einschleusung 4-Augen-Dialog-Prinzip	konsequentes Monitoring für Gebäudetechnik
Bei Einstandort - EBU	keine Durchgangszonen	lichter Raum: ca. 3.50 m	Jeder Versorgungsstrang wartungsredundant	Energiesparsysteme Freikühlung - auch Grundwasser	oberstes Ziel - Rechnerdurchlauf		konsequentes Monitoring für Gebäudetechnik - hier BS in Dunkelschaltung
	keine Fremdmedien	Türen 1,20 x 2,50 m	Kraft-Wärme-Kopplung				Monitoring des Energieverbrauches mit PUE
	Ideal Solitär	Doppelboden LK VI	BHKW - Brennstoffzelle				Energiemanagement
		Kaltgangeinhausung					
		konsequente Trennung der Brandabschnitte					
		Deckentragfähigkeit 1 to/m <sup>2</sup>					

## Next Date

### DC Expert Know-How-Transfer

am 13. November 2012

im DE-CIX Meeting Center  
Lindleystraße 12, 60314 Frankfurt am Main

### Themen von heute in der Vertiefung für Morgen



Gerhard Leo Büttner



Robert Ambros



Guntram Geiger