



Kanton Zürich
Baudirektion
Hochbauamt

Richtlinie Gebäudetechnik

Rechenzentren

26. März 2018

© 2017 Baudirektion Kanton Zürich, Hochbauamt

Fachkoordination Gebäudetechnik, Felix Schmid, Walter Kirchhofer, Luzia Lüssi

26. März 2018

Version V 2.0

Ingress: Die im vorliegenden Text zur Vereinfachung verwendeten Funktionsbezeichnungen gelten auch für weibliche Funktionsträger.
Die vorliegende Richtlinie wurde an der Sitzung der Geschäftsleitung HBA vom 18. Januar 2017 in Kraft gesetzt und am 26. März 2018 durch die Fachkoordination Gebäudetechnik überarbeitet.

Richtlinie Gebäudetechnik

Rechenzentren

1.	Allgemein	4
1.1	Geltungsbereich	4
1.2	Gesetzliche Vorschriften, Richtlinien	4
2.	Dimensionierung	4
3.	Anforderungen an die Räume	4
3.1	Getrennte Räume	4
3.2	Anordnung der Serverschränke	4
3.3	Doppelboden	4
3.4	Kabelmanagement	5
3.5	Überwachung auf Wasser	5
3.6	Zutrittsberechtigung	5
4.	Klimatisierung Rechnerraum	5
4.1	Raumkonditionen	5
4.2	Kühlverfahren	5
4.3	Freie Kühlung	7
4.4	Redundanz der Klimatisierung	8
5.	Brandschutz	9
6.	Stromversorgung	10
7.	Energieeffizienz	12
8.	Sicherheit und Überwachung	12
9.	Integrale Tests	12
10.	Wartungen und Betriebsoptimierung	13
11.	Projektdokumentation und Nachweise	14
12.	Referenzen	16

1. Allgemein

1.1 Geltungsbereich

- Diese Richtlinien gelten für alle vom Kanton genutzten Rechenzentren. Die Konzentration der kantonalen Informatik [1] sollte zu einer Zusammenführung von Serverräumen hin zu Rechenzentren führen. Werden dennoch Serverräume erstellt, so sind diese Richtlinien auch für diese gültig.

1.2 Gesetzliche Vorschriften, Richtlinien

- Kommunikationsverkabelung gemäss HBA Richtlinie RL-GT Universelle Kommunikationsverkabelung.
- Kälteerzeugung/-verteilung gemäss HBA Richtlinie RL-GT Heizungs- und Kälteanlagen.
- Für die Lieferung von Elektrokomponenten gelten die HBA Richtlinien RL-GT Schaltgerätekombinationen und RL-GT Stark- und Schwachstrominstallationen.
- Für die Erarbeitung von Messkonzepten gilt die HBA Richtlinie RL-GT Messkonzept

2. Dimensionierung

- Die Platzverhältnisse sowie die Dimensionen der Anlagen sind an die momentanen und zukünftigen (Prognose für 5 und 10 Jahre) IT-Lasten anzupassen. Diese Angaben müssen vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt werden.

3. Anforderungen an die Räume

3.1 Getrennte Räume

- Für den Rechnerraum und die Infrastruktur (Kälteerzeugung, USV-Versorgung) sind getrennte Räume vorzusehen.

3.2 Anordnung der Serverschränke

- Die Schränke haben eine Breite von 80 cm und eine Tiefe von 80, 100 oder 120 cm, sowie der Raumhöhe entsprechend maximale Rackhöhe. Sie sind in Reihen anzuordnen, wobei Warm- und Kaltluftbereiche zu trennen sind. Entsprechende Vorkehrungen werden getroffen, um das Vermischen der kalten Zuluft mit der warmen Abluft zu verhindern. Die Schränke müssen beidseitig zugänglich sein. Zwischen den Reihen ist ein Abstand von mindestens 120 cm (bzw. zwei Doppelbodenplatten à 60 cm) einzuhalten.

3.3 Doppelboden

- Die lichte Höhe des Doppelbodens ist grundsätzlich an die Verwendung des Hohlraumes anzupassen. Sofern der Hohlraum als Kaltluftzuführung genutzt wird, ist eine lichte Höhe von mindestens 50 cm [2] vorzusehen. Im Falle der Kaltluftzuführung

über den Doppelboden sind entsprechende Loch-/Gitterplatten miteinzuplanen. Der Einsatz von einem Metallrahmen unter den Racks ist zu prüfen.

3.4 Kabelmanagement

- Die Stromversorgung sowie die Datenkabel sind möglichst über die Decke, Luft und allenfalls Kühlwasser sind über den Boden zu führen.

3.5 Überwachung auf Wasser

- Der Doppelboden ist auf Wasser zu überwachen mit auf den Rechnerraum angepassten Sensoren (z.B. Punkt- oder Bandsensoren).

3.6 Zutrittsberechtigung

- Die Zutrittsberechtigung und die Sicherheitsanforderungen sind durch den IT-Betreiber zu definieren, auch im Zusammenhang mit der Versorgungstechnik und deren nötigen Redundanz.

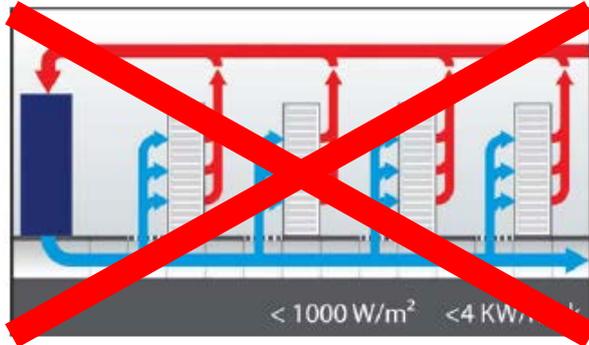
4. Klimatisierung Rechnerraum

4.1 Raumkonditionen

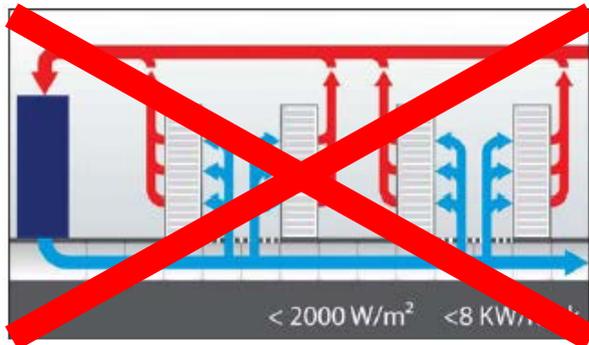
- Im Rechnerraum sollte die Luft einerseits möglichst wenig gekühlt werden (Energieeffizienz), andererseits sind die IT-Komponenten vor Überhitzung zu schützen. Die Geräte können ohne Einschränkung mit Eintrittstemperaturen von 27°C bis 35°C betrieben werden [Herstellerangaben, 5]. Im Doppelboden sollte die Zulufttemperatur nicht unter 18°C und nicht über 26°C liegen.
- Im Batterieraum der USV-Anlage ist eine Temperatur von maximal 26°C einzuhalten.
- Eine Be- oder Entfeuchtung ist nicht erforderlich, die Luftfeuchtigkeit zu überprüfen wird empfohlen.

4.2 Kühlverfahren

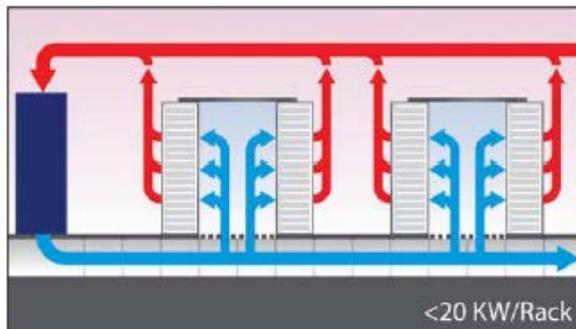
- Grundsätzlich ist vor dem Einsatz einer aktiven Kühlung die Möglichkeit einer direkten Kühlung mittels Aussen- oder Umgebungsluft in Betracht zu ziehen. Die Wahl des Kühlverfahrens richtet sich nach der Wärmedichte und der erforderlichen Kühlleistung. Abbildung 2 und Tabelle 1 zeigen mögliche Klimatisierungslösungen. Bei der Wahl des Kühlverfahrens sind diese über die Gesamtjahreskosten (Kapitalkosten, Wartungs- und Unterhaltskosten, Energiekosten) zu bewerten. Eine ungeordnete Luftführung beziehungsweise die Vermischung von Kalt- und Warmluft ist strikt zu vermeiden. Für zukünftige Gerätegenerationen sind in jedem neu erstellten Raum Kühlwasseranschlüsse vorzusehen.



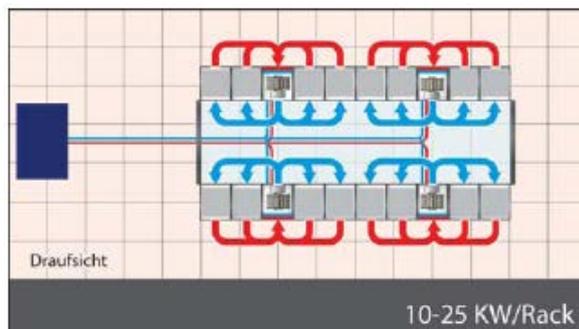
Die Klimatisierung über den Doppelboden ohne Ordnung der Racks aus lüftungstechnischer Sicht ist zu vermeiden.



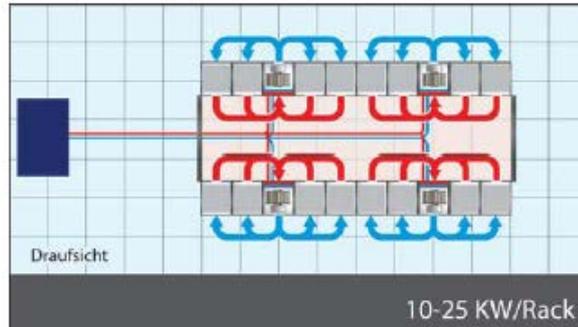
Die Klimatisierung über den Doppelboden und Ordnung der Racks in kalte/warme Gänge ohne Einhausung ist zu vermeiden.



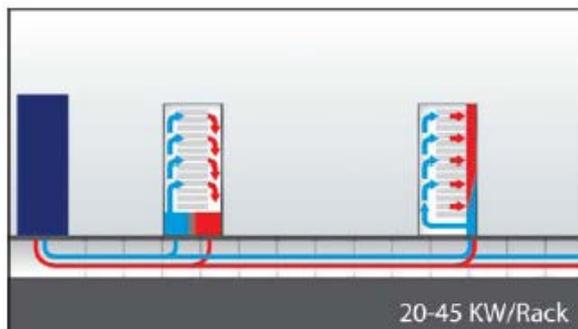
Klimatisierung über den Doppelboden und Einhausung der Kaltgänge bzw. Warmgänge. Zusätzliche Abschottungen in den Racks (z.B. Blindblenden) und Abdichtungen der Schränke zum Doppelboden entsprechend dem Konzept Kalt-oder Warmgang.



Klimatisierung wassergekühlt
Einhausung der Kaltgänge



Klimatisierung wassergekühlt
Einhausung der Warmgänge



Klimatisierung mit wassergekühltem Rack
(geschlossenes System)

- Abbildung 2: Mögliche Klimatisierungslösungen in Abhängigkeit der Wärmedichte [4]

4.3 Freie Kühlung

- Die Rückkühlung hat so lange wie möglich über Freecooling zu erfolgen. Es ist eine Prognose gemäss den örtlichen Klimadaten vorzuweisen, an wie vielen Tagen kein Freecooling möglich ist.

4.4 Redundanz der Klimatisierung

- In Abhängigkeit der zulässigen Ausfallzeit werden die in Tabelle 1 angegebenen Redundanzen empfohlen.

zulässige RZ Ausfallzeit/a	Serverschrank bis zu 7 kW	Serverschrank ab 7 kW bis zu 40 KW	Rechenzentrum / Serverraum 500 bis zu 2500 Watt/m ²
12 h	Klimatisierung notwendig, Redundanz optional	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig, USV- Unterstützung	Präzisionskühlung, Redundanz, Kalt- Warmgang-Trennung, ggfs. USV- Unterstützung
1 h	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig, USV- Unterstützung	Präzisionskühlung, Redundanz, Kalt- Warmgang-Trennung, USV-Unterstützung
10 min	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig, USV-Unterstützung	Klimatisierung notwendig, Redundanz notwendig, USV- Unterstützung	Präzisionskühlung, Geräte und Rohrleitungen redundant, Kalt- Warmgang-Trennung, USV-Unterstützung
höchste Verfügbarkeit	Klimatisierung notwendig, komplette Redundanz notwendig, USV- Unterstützung	Klimatisierung notwendig, komplette Redundanz notwendig, USV-Unterstützung	Präzisionskühlung, Geräte und Rohrleitungen redundant, Kalt- Warmgang-Trennung, USV-Unterstützung, Notkühlfunktionen über ein zusätzliches Klimasystem

Tabelle 1: Empfohlene Ausstattung bei unterschiedlichen Ausfallzeiten [4]

5. Brandschutz

- In Abhängigkeit der zulässigen Ausfallzeit werden die in Tabelle 2 angegebenen Ausstattungen empfohlen:

zulässige RZ Ausfallzeit/a	Serverschrank bis zu 7 kW	Serverschrank ab 7 kW bis zu 40 KW	Rechenzentrum / Serverraum 500 bis zu 2500 Watt/m ²
12 h	Überwachungseinheit mit Brandfrüherkennung und Löschtechnik (mit passiver Löschmittelreserve)		Brandmeldeanlage, Überwachungseinheit mit Brandfrüherkennung und eigenständiger Löschtechnik (mit passiver Löschmittelreserve) oder Sauerstoffreduzierungssystem (Brandvermeidungssystem)
1 h	Überwachungseinheit mit Brandfrüherkennung und Löschtechnik (mit passiver Löschmittelreserve)		Brandmeldeanlage, Überwachungseinheit mit Brandfrüherkennung und eigenständiger Löschtechnik (mit passiver Löschmittelreserve) oder Sauerstoffreduzierungssystem (Brandvermeidungssystem)
10 min	Brandmeldeanlage, Überwachungseinheit mit Brandfrüherkennung und eigenständiger Löschtechnik (Brandlöschanlage) oder Sauerstoffreduzierungssystem (Brandvermeidungssystem) in redundanter Ausführung		
höchste Verfügbarkeit	Brandmeldeanlage, Überwachungseinheit mit Brandfrüherkennung und eigenständiger Löschtechnik (Brandlöschanlage) oder Sauerstoffreduzierungssystem (Brandvermeidungssystem) in redundanter Ausführung		

Tabelle 2: Empfohlene Brandschutz-Massnahmen bei unterschiedlichen Ausfallzeiten [4]

6. Stromversorgung

- Die Anforderungen an die unterbrechungsfreie Stromversorgung und die Notstromversorgung richten sich nach der geforderten zulässigen Ausfallzeit des Rechenzentrums. Folgende Lösungen (Tabelle 3) werden empfohlen:

zulässige RZ Ausfallzeit/a		Serverschränke bis 30 kW und Rechenzentrum/Serverraum 500 bis zu 2500 Watt/m ²
12 h	EVU-Einspeisung	Standard: Einpfadig
	USV	Optional USV- und Batterieraum mit Belüftung, Minimaldauer der Überbrückungszeit abhängig von der Shutdownzeit der IT-Geräte
	Notstrom	Generator optional
	Verteilung	Standard: Einpfadig Jedoch Anbindung der Server über USV- und Normalnetz empfehlenswert, Verteilung in den Racks mit intelligenten Stromleisten empfehlenswert
1 h	EVU-Einspeisung	Standard: Einpfadig, N+1 Redundanz für Transformator, räumliche Trennung
	USV	Redundant (N + 1) oder 2N, Separater USV- und Batterieraum mit eigener Klimatisierung Minimaldauer der Überbrückungszeit abhängig von der kontrollierten Shutdownzeit der IT-Geräte
	Notstrom	Ein Generator notwendig, 2. Generator optional, Verfügbarkeit in 15 sec, Brennstoffvorrat: 24 Stunden
	Verteilung	Standard: Einpfadig, Verteilung in den Racks mit intelligenten Stromleisten empfehlenswert Jedoch Anbindung der Server über USV- und Normalnetz empfehlenswert
10 min	EVU-Einspeisung	Redundante, zweipfadige Einspeisungen, räumliche Trennung der Transformatoren
	USV	Separater USV- und Batterieraum mit eigener Klimatisierung, 2N-Redundanz, mind. 10 Minuten Überbrückungszeit
	Notstrom	Redundant, Verfügbarkeit in 15 sec, Brennstoffvorrat: 72 Stunden, Kraftstoffreinigungsanlage
	Verteilung	Standard: Zweipfadige Ausführung (A / B), Verteilung in den Racks mit intelligenten Stromleisten

höchste Verfügbarkeit	EVU-Einspeisung	Redundante Einspeisungen von verschiedenen Umspannwerken, N+1 Redundanz für Transformator je Versorgungsweg, räumliche Trennung der Transformatoren
	USV	Separater USV- und Batterieraum mit eigener Klimatisierung, N+1 Redundanz pro Versorgungsweg, mind. 10 Minuten Überbrückungszeit
	Notstrom	Notstromaggregate pro Versorgungsweg, optionale Redundanz, Verfügbarkeit in 15 sec, Brennstoffvorrat: mind. 72 Stunden, Betankungsmanagement, Kraftstoffreinigungsanlage
	Verteilung	Standard: Redundante, zweipfadige Ausführung, 2 x (A / B) , Verteilung in den Racks mit intelligenten Stromleisten

Tabelle 3: Empfohlene USV-und Notstromversorgung in Abhängigkeit der zulässigen Ausfallzeiten [4]

7. Energieeffizienz

- Die Energieeffizienz ist von Anfang an in der integralen Planung zu berücksichtigen. Eine Einbindung der Abwärme in die Wärmebedarfsdeckung ist in jedem Fall zu prüfen und sofern sinnvoll, umzusetzen. Ein optimiertes Kühlungskonzept soll den Energieaufwand für die Kühlung minimal halten. Die Energieeffizienz hat einen PUE-Faktor (Power usage effectiveness) kleiner oder gleich als 1.3 aufzuweisen. Die Messung hat nach Leitfaden [6] zu erfolgen.

8. Sicherheit und Überwachung

8.1 Messeinrichtungen

- Ein Energie-Messkonzept muss frühzeitig erstellt werden. Anforderungen für die Verifizierung der Planungsvorgaben, das Energiecontrolling, die Betriebsoptimierung und eine allfällige Energiekostenverrechnung sind zu berücksichtigen. Es sind die zur Ausweisung des PUE-Faktors relevanten Messungen zu installieren.
- Temperatur- und allenfalls Feuchtigkeitsmessungen an unterschiedlichen Punkten im Raum:
 - Zur Bestimmung der Raumlufttemperatur
 - Ansaugtemperaturen der Server
 - Bei kritischen IT-Systemen
 - An Stellen besonders hoher Leistungsdichte
- Messgeräte zur Verifizierung des Stromverbrauchs der IT-Geräte/Kühlung/Sicherheitssysteme und weiterer Installationen
- Wasserleckage

8.2 Alarmierung/Notfallkonzept

- Es ist ein Alarmierungskonzept zu erstellen, welches die unterschiedlichen Alarmstufen und entsprechenden Benachrichtigungen (IT/Hausdienst/Feuerwehr etc.) definiert. Zum Beispiel in Form einer Alarmierungsmatrix.
- Im Rahmen des Risikomanagements ist die Erstellung eines Notfallkonzepts zu prüfen, welches definiert was für Handlungen in Notfallsituationen von welchen Personen auszuführen sind.
- Der Einsatz einer Data Center Infrastructure Management (DCIM) Software ist abzuklären. Sämtliche Messeinrichtungen und mögliche Auswertungsanforderungen sind in diese Betrachtung miteinzubeziehen.

9. Integrale Tests

- Nach Abschluss der Arbeiten ist ein Integraler Test durchzuführen mit unterschiedlichen Lastverhältnissen. Anhand eines übergreifenden Testkonzepts sollen unterschiedliche Szenarien ausgearbeitet und getestet werden. Es wird empfohlen einen Langzeittest (mind. 24 Stunden) mit zu integrieren.

10. Wartungen und Betriebsoptimierung

- Es muss definiert werden, für welche Anlagen eine Wartung in welchen Zeitabständen durchgeführt wird. Im ersten Betriebsjahr sind Termine zur Betriebsoptimierung beziehungsweise Einregulierung der Anlagen auf die entsprechende Auslastung des Rechnerraums zu vereinbaren.

11. Projektdokumentation und Nachweise

- Die geforderten Dokumente und der Detaillierungsgrad sind an die Projektgrösse und das Umsetzungskonzept anzupassen. [11]

Projektphasen						Anforderungen
S	V	P	A	R	B	Legende: VorStudien, Vorprojekt, Projekt, Ausschreibung, Realisierung, Betrieb (✓) Provisorisch / Entwurf ✓ Definitiv ✓ Kontrolle/anpassen
(✓)	✓					Bedarf Rechenzentrumgrösse und Leistungsbedarf, inklusive möglichem Wachstum
(✓)	✓	✓				Leistungsbedarf Lüftungs- (Luftmengen pro Raum und Anlage), Kälte-, Elektroversorgung
(✓)	✓	✓				Energiekonzept (Variantenentscheid in der Vorprojektphase)
(✓)	✓	✓				Lüftungskonzept, inkl. Schallschutz-Angaben, sofern nötig aufgrund der Lage; Allfällige Variantenstudien (zentrale / dezentrale Lüftungsgeräte, alternative Lüftungs- Kühlungskonzepte etc.)
(✓)	✓	✓				Kommunikationsverkabelungskonzept
	✓	✓	✓			Konzept Verfügbarkeit (Betriebssicherheit, Redundanz, Ausfallzeiten, etc.)
(✓)	✓	✓				Topologie Gebäudeautomation, Elektroschema
	✓	✓	✓	✓		Stromversorgungskonzept: Netzeinspeisung, Verteileranlagen, Notstromversorgung (Diesel/USV), Solarstromnutzung
	✓	✓	✓	✓		Konzept für Notstrombetrieb (Notstromanlagen übernehmen Energieversorgung bei Ausfall der allgemeinen Stromversorgung) inkl. Festlegung der Übernahmedauer und Autonomiezeit
	✓	✓	✓	✓		Konzept für Erdung, Potentialausgleich, Blitz- und Überspannungsschutz (Verantwortung beachten: Elektroingenieur -> innerer Blitzschutz und Koordination Korrosionsschutz; Spengler -> äusserer Blitzschutz)
(✓)	✓	✓	✓	✓		Sicherheitskonzept mit Sicherheitszonenplan/Sicherheitsbereichsplan, inkl. Brandschutz, Massnahmenplan
(✓)	✓	✓	✓	✓		Gesamtenergiemesskonzept HLKSE
(✓)	✓	✓	✓	✓		Konzept für das Ein- und Ausbringen aller grossen Apparate und Komponenten (Kältemaschinen, Lüftungsgeräte, Speicher, Racks etc.)
(✓)	✓	✓	✓	✓		Konzept / Prinzipschema Notbeleuchtung, Fluchtwegtechnik
(✓)	✓	✓	✓	✓		Zusammenstellung der Heizungs- und Kälteanlagekosten (Aufstellung nach BKP-Positionen)
(✓)	✓	✓	✓	✓		Zusammenstellung der Elektroanlagekosten (Aufstellung nach eBKP-H Positionen)

(✓) ✓ ✓ ✓	Zusammenstellung der Gebäudeautomationskosten (Aufstellung nach BKP-Positionen)
(✓) ✓ ✓ ✓	Zusammenstellung der Lüftungsanlagekosten (Aufstellung nach BKP-Positionen)
(✓) ✓ ✓ ✓	Zusammenstellung der Sicherheitsanlagekosten (Aufstellung nach BKP-Positionen)
(✓) ✓ ✓ ✓	Zusammenstellung der voraussichtlichen Betriebskosten (Energie + Wartung)
✓ ✓ ✓ ✓	Prinzipschemata Lüftungsanlagen (inkl. Brandschutzklappen, Schalldämpfer, Volumenstromregler etc.)
(✓) ✓ ✓ ✓	Grundrisspläne mit eingezeichneten Leuchten und eingetragenen Flächenangaben der Räume.
✓ ✓ ✓ ✓	Prinzipschema Leit- / Sicherheitsleitsystem inkl. Alarmierung, Speicherung, Auswertung mit Anschluss an die GA (Sicherheits- und Betriebskonzepte weiterer Beteiligten müssen vorliegen)
✓ ✓ ✓ ✓	Prinzipschemata RWA- und RDA inkl. Steuerung und Verknüpfungen mit Brandmeldeanlage etc. (auf der Basis des Brandschutzkonzeptes sowie der Steuerung der Entrauchungslangen)
✓ ✓ ✓ ✓	Prinzipschemata ZUKO / Schliessanlage mit Anpassung an Sicherheitskonzept / Alarmorganisation (Sicherheits- und Betriebskonzepte weiterer Beteiligten müssen vorliegen)
✓ ✓ ✓ ✓	Prinzipschema der Heizungs- und Kälteanlagen mit Leistungs- und Temperaturangaben
(✓) ✓ ✓ ✓	Prinzipschema Videoüberwachungsanlage inkl. Alarmierung, Speicherung, Auswertung etc. (Sicherheits- und Betriebskonzepte weiterer Beteiligten müssen vorliegen)
✓ ✓	Alarmkonzept, Kriterienplan, Alarmmatrix
✓ ✓	Konzept Sicherheitsanlage EMA, ZUKO, Videoüberwachung, BMA, SPA, RWA, Evakuationsanlage (Elektroakustische Notfallwarnsysteme EN54-16), usw.
✓ ✓ ✓	Unterhaltskonzept: Zugänglichkeit der Anlagen, Bedienung, Wartungsmassnahmen, ...
✓ ✓ ✓	Funktions- und Regelbeschrieb sämtlicher Anlagen: Steuerung der Anlagen, Überwachung, Sicherheit etc.
(✓) ✓	Gesetzlich und vom Bauherren geforderte Nachweise und Abnahmen der Anlagen (evtl. projektspezifische Nachweise)
(✓) ✓	Abnahmetests (Inbetriebnahme, Übergreifende Funktionstests, Integrale Tests): Drehbuch, Testplan, Protokoll
✓	Erfolgskontrolle, Betriebsoptimierung: Messresultate, Massnahmen

12. Referenzen

- [1] Informatik-Strategie der kantonalen Verwaltung Zürich, KITT, 2008
- [2] DIN EN 50600 Informationstechnik- Einrichtungen und Infrastrukturen von Rechenzentren, 2012
- [3] Energieeffizientes Kühlen von IT-Räumen – auch ökonomisch interessant, Bundesamt für Energie, 2005
- [4] Betriebssichere Rechenzentren, Leitfaden, BITKOM, Bundesverband für Informationswirtschaft und neue Medien, Dezember 2013
- [5] Energieeinsparung im Rechenzentrum durch Erhöhung der Raumtemperatur, Schweizerische Informatik Gesellschaft, Fachgruppe Green IT; 2013
- [6] Wie messe ich den PUE richtig?, Leitfaden, BITKOM, Bundesverband für Informationswirtschaft, 2011
- [7] 26°C in EDV-Räumen – eine Temperatur ohne Risiko, Bundesamt für Energie, 2004
- [8] Green-IT, Ein Leitfaden zur Optimierung des IT-Betriebes
- [9] Gestaltung von energieeffizienten Serverräumen, Bundestelle für Informationstechnik, 2011.
- [10] 2013 Best Practices for the EU Code of Conduct on Data Centres; EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE, Institute for Energy and Transport; 2013
- [11] KBOB Empfehlung Gebäudetechnik, Stand: April 2014