
Richtlinie Elektroanlagen

Änderungsindex

Datum	Version	Begründung/Bemerkung
10. März 2008	2008-1	Gesamtrevision
28.07.08		6.4 „ Vernehmlassung „
28.07.08		6.7 „ Vernehmlassung „
28.07.08		7.1.5 „ Vernehmlassung „
13.10.08		6.8 „ Vernehmlassung „
5. Januar 2009	2009-01	Gesamtrevision
22. März 2010	2010-01	Überarbeitung durch NIN 2010

Inhaltsverzeichnis

1.	Allgemeines	4
1.1	Grundlagen	4
1.1.1	Zweck der Elektro-Richtlinien (RE).....	4
1.1.2	Grundlegende Anforderungen	4
1.2	Geltungsbereich	5
1.3	Wirtschaftlichkeit, Ökologie, Energie	5
2.	Bewilligungen, Meldewesen, Nachweis der Sicherheit, Kontrollen, Abnahmen.....	5
2.1	Eigentümer, Netzbetreiberin und deren Vertreterin	5
2.2	Melde- und Kontrollwesen Normalablauf	6
2.3	Bewilligung für Installationsarbeiten.....	7
2.4	Anschlussgesuche.....	7
2.5	Meldepflicht, Installationsanzeige, Installationsbewilligung.....	7
2.6	Baubegleitende Erstprüfung, betriebsinterne Schlusskontrolle	8
2.7	Sicherheitsnachweis, NIV-Schlussprotokoll, technische Kontrollen.....	8
2.8	Inbetriebsetzung, Provisorische Inbetriebnahme, Abnahmen, Prüf- und Abnahmeprotokolle, Stichprobenkontrolle und Mängelbehebung	8
2.9	Energie-Messgeräte ETHZ, GA-Aufschaltpunkte	9
3.	Elektro-Schemas, -Installationspläne und -Dokumente	9
4.	Kennzeichnungs- und Beschriftungssystem	9
4.1	Kennzeichnungssystem	9
4.2	Beschriftungssystem	9
5.	Stark- und Schwachstromanlagen.....	9
5.1	Energieversorgung	9
5.2	Spannungen, Frequenz.....	9
5.3	Schutzmassnahmen.....	10
5.3.1	Schutzsysteme	10
5.3.2	Erder, Potenzialausgleich, Überspannungsschutz	10
5.3.3	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	11
5.3.4	Schutz vor nichtionisierender Strahlung (Elektromagnetische Felder EMF)	11
5.3.5	Schutz vor nichtelektrischen Gefahren.....	12
5.3.6	Netzurückwirkungen	12
5.3.7	Blindstromkompensationsanlagen.....	12
5.4	Tonfrequenz-Rundsteuerung	12
5.5	Energiemessung	12
5.6	Transformatorstationen.....	12
5.7	Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)	13
5.8	Ersatzstromversorgung (ESV)	13
5.9	Rückbauten	13
6.	Starkstrominstallationen	13
6.1	Unterteilung Niederspannungsnetze.....	13
6.2	Anschlussbedingungen für Verbraucher.....	13
6.3	Steckdosen	14
6.4	Fehlerstromschutzeinrichtungen.....	14

6.5	Überspannungsableiter	14
6.6	Frequenzumrichter (FU)	15
6.7	Elektro Motoren	15
6.8	Stromschienen	16
6.9	Anschlüsse an Schaltgerätekombinationen (SGK)	16
6.10	Räume mit erhöhtem Gefahrenpotential	16
6.11	Laboratorien	16
6.12	Hörsäle, Auditorien, AV-Räume	16
6.13	Bauprovisorien	16
7.	Schaltgerätekombinationen (SGK)	17
7.1	Allgemeines	17
7.1.1	Normen.....	17
7.1.2	Zusammenfassen von Steuerungen, Steuerstromkreise	17
7.1.3	Farben, Oberflächenbehandlung.....	17
7.1.4	NS-Hauptverteilung	17
7.1.5	Differenzstrom-Überwachung (RCM)	18
7.1.6	Apparate und deren Montage, Auslegungen, Bedienung.....	18
7.1.7	Überstromunterbrecher	18
7.1.8	Messungen, Messwandlerkreise	19
7.1.9	Verdrahtung.....	19
7.1.10	Konstruktion und Aufbau	19
7.1.11	Richtwerte für ausgebaute Reserve und Reserveplatz	20
7.1.12	Kurzschlussberechnung, Selektivität.....	20
7.2	Beschriftungen, Schemas, Werkstattzeichnungen	21
7.2.1	Beschriftung der Schaltgerätekombinationen.....	21
7.2.2	Bezeichnung der Apparate der Schaltgerätekombinationen	21
7.2.3	Sicherungslisten	22
7.2.4	Werkstattzeichnungen	22
7.3	Kontrollen, Abnahmen	22
7.3.1	Kontrollen durch die Fachbauleitung	22
8.	Beleuchtung	23
8.1	Allgemeines	23
8.2	Beleuchtungsstärken	23
8.3	Lampen	23
8.4	Sicherheitsbeleuchtung	23
8.5	Beleuchtungs-Installationen	23
8.5.1	Allgemeines	23
8.5.2	Büros	24
8.5.3	WC-Anlagen, Garderoben, Duschen.....	24
8.5.4	Korridore, Durchgangsbereiche, Treppenhäuser	24
8.5.5	Aussenbeleuchtungen	25
8.5.6	Laboratorien	25
8.5.7	Hörsäle, Auditorien, AV-Räume	25
8.5.8	Technische Räume, Werkstätten etc.....	25
8.6	Vorschaltgeräte	25
8.7	Leuchten	25

1. Allgemeines

1.1 Grundlagen

1.1.1 Zweck der Elektro-Richtlinien (RE)

Diese Elektro-Richtlinien (RE) sind sowohl "Werkvorschriften", als auch "Andere Vorschriften" im Sinne der Norm SN SEV 1000:2010 NIN.

Über die verschiedenen Aus- und Umbauphasen der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich (ETHZ) hinweg, sollen sie eine möglichst einheitliche und koordinierte Ausführung der Elektroanlagen und einen vereinfachten Betrieb und Unterhalt gewährleisten. Dazu werden grundsätzliche und allgemein gültige Prinzipien, Randbedingungen und Ausführungsarten vorgeschrieben.

Bei Unklarheiten ist mit der Projektleitung ETH Bauten respektive mit der Fachstelle Elektro des Fachbereichs "Competence Center Betrieb" Kontakt aufzunehmen.

1.1.2 Grundlegende Anforderungen

Für Bau, Unterhalt, Ergänzen, Erweitern und Rückbau elektrischer Anlagen sind nach den zurzeit gültigen einschlägigen eidgenössischen, kantonalen und kommunalen Gesetzen, Verordnungen, Vorschriften, Richtlinien und Weisungen zu erstellen. Im Weiteren gelten die Vorschriften und Normen der Fachverbände.

Dies betrifft insbesondere:

- Bundesgesetz betreffend die elektrischen Schwach- und Starkstromanlagen (Elektrizitätsgesetz, EleG, SR 734.0)
- Verordnung über elektrische Schwachstromanlagen (Schwachstromverordnung, SR 734.1)
- Verordnung über elektrische Starkstromanlagen (Starkstromverordnung, SR 734.2)
- Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV, SR 734.26)
- Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (Niederspannungs-Installations-Verordnung, NIV, SR 734.27)
- Verordnung des UVEK SR 734.272.3
- Verordnung über elektrische Leitungen (Leitungsverordnung, LeV, SR 734.31)
- Verordnung über elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV, SR 734.5)
- Verordnung über Fernmeldeanlagen (FAV, SR 784.101.2)
- Verordnung über die Rückgabe, die Rücknahme und die Entsorgung elektrischer und elektronischer Geräte (VREG, SR 814.620)
- Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV, SR 814.710)
- Verordnung über Geräte und Schutzsysteme zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen (VGSEB, SR 734.6)
- Verordnung des EJPD über Messapparate für elektrische Energie und Leistung (SR 941.251)
- Niederspannungs-Installations-Norm (SN SEV 1000:2010 NIN)
- Als anerkannte Regeln der Technik gelten insbesondere die Normen von IEC (International Electrotechnical Commission) und CENELEC (Comité Européen de Normalisation ELECTrotechnique) und CEN (Comité Européen de Normalisation).
- Wo international harmonisierte Normen fehlen, gelten die einschlägigen schweizerischen Normen, Richtlinien, Leitsätze und Empfehlungen, insbesondere des SEV (Electrosuisse), des ESTI (Eidg. Starkstrominspektorat), der KBOB (Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes), des SIA (Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein) und der SLG (Schweizer Licht Gesellschaft)
- Einschlägige Werkvorschriften, z.B. WV ZH (Regionale Werkvorschriften Zürich), sofern die Stromversorgung direkt ab öffentlichem Niederspannungsnetz erfolgt.
- Einschlägige Empfehlungen, Richtlinien und Leitsätze des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE, des Verbandes Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen VSEI, Electrosuisse und der Swisscom.
- SN 41122 Massnahmen in Niederspannungsinstallationen zum Schutz von nicht elektrischen Gefahren

- SUVA Vorschriften (Sicherheitsschalter)
- Brandschutzvorschriften
- Einschlägige SIA – Normen

Die Aufzählung ist nicht abschliessend.

Mit geltende Richtlinien der ETHZ:

- GA (Gebäudeautomation)
- EMMS (Energie- und Medienmesssystem)
- UKV (Universelle Kommunikationsverkabelung)
- Sicherheit

1.2 Geltungsbereich

Die Elektro-Richtlinien gelten generell für alle Stark- und Schwachstromanlagen der ETHZ. Dort wo die Stark- und Schwachstromanlagen ab öffentlichem Niederspannungsnetz und nicht ab Mittelspannungs-Stromversorgungsnetz der ETHZ gespiesen werden, haben die Werkvorschriften der Netzbetreiberin vor den Elektro-Richtlinien ETHZ Vorrang.

1.3 Wirtschaftlichkeit, Ökologie, Energie

Es sind Materialien zu verwenden, deren Zusammensetzung deklariert und deren Belastung im Materialkreislauf bekannt und gering ist.

Es ist halogenfreies Installationsmaterial zu verwenden.
Der Einsatz von halogenfreien Kabeln ist zwingend.

Für die elektrischen Anschlusswerte gelten die verschärften Richtwerte der SIA-Empfehlung 380/4 "Elektrische Energie im Hochbau"

2. Bewilligungen, Meldewesen, Nachweis der Sicherheit, Kontrollen, Abnahmen

2.1 Eigentümer, Netzbetreiberin und deren Vertreterin

Die ETHZ ist für alle an das Mittelspannungs-Stromversorgungsnetz der ETH Zürich (ETHZ) angeschlossenen Installationen sowohl Eigentümer nach NIV Art. 5, als auch Netzbetreiberin nach NIV, Art. 33. Deren zuständige Vertreterin ist die ETHZ Fachstelle Elektro (FSE).

2.2 Melde- und Kontrollwesen Normalablauf

Im folgenden Normalablauf sind die Verantwortlichkeiten von Instandsetzungen, Erneuerungen und Neubauten ersichtlich, welche ab dem Mittelspannungsnetz der ETHZ gespiesen werden.

Zuständigkeit	Tätigkeit	Beschreibung	Dokumente
ETHZ (Bauabteilung, Bereiche, Benutzer)	Vergabe	Vergabe von Instandsetzung oder Erneuerung an Fremdfirma mit Installationsbewilligung	Auftragsbestätigung
Fremdfirma	Installationsanzeige	Anmeldung an Competence Center der Abteilung Betrieb, Fachstelle Elektro	Installationsanzeige
Fachstelle Elektro	Freigabe	Freigabe für Installationsausführung Info an Gebäudebereich	Installationsanzeige Liste Neuinstallationen
Fremdfirma	Arbeitsausführung	Installationsausführung	
Fremdfirma	Erstprüfung	Dokumentieren der Erstprüfung durch Fremdfirma	
Kontrollberechtigter Fremdfirma	Schlusskontrolle	Durchführen der Schlusskontrolle	„Mess- und Prüfprotokoll“
Kontrollberechtigter Fremdfirma	Sicherheitsnachweis	Ausstellen von Sicherheitsnachweis	Sicherheitsnachweis
Fremdfirma	<20 Jahre	Ist die Kontrollperiode < 20 Jahre	Sicherheitsnachweis
	ja		
	nein		
	Nächste Seite		
	Nächste Seite		

Zuständigkeit	Tätigkeit	Beschreibung	Dokumente
Unabhängiges Kontrollorgan Akkreditierte Inspektionsstelle Inspektorat	<pre> graph TD A[Abnahme-Kontrolle] --> B[Unterschrift] B --> C[Einreichen an Gebäudebereich] C --> D[Archivierung] C --> A </pre>	Abnahmekontrolle in Absprache mit Fachstelle Elektro	Sicherheitsnachweis
Kontrollberechtigter Akkreditierte Inspektionsstelle Inspektorat		Unterschrift bei Mängelfreien Installationen von Sicherheitsnachweis	
Fremdfirma		Einreichen von „Mess- und Prüfprotokoll“ Sicherheitsnachweis und Fertigstellungsanzeige an Gebäudebereich	„Mess- und Prüfprotokoll“ Sicherheitsnachweis Fertigstellungsanzeige
Gebäudebereich		Archivierung	Archivierung von Mess- und Prüfprotokoll sowie Sicherheitsnachweis

2.3 Bewilligung für Installationsarbeiten

Für die Bewilligung zur Ausführung von Installationsarbeiten an der ETHZ gilt die NIV, Kapitel 2.

2.4 Anschlussgesuche

Für folgende Geräte und Anlagen sind der FSE schriftliche Anschlussgesuche, vor Eingabe der Installationsanzeige und unter Beilage der technischen Spezifikationen einzureichen:

- Geräte und Anlagen, die Oberschwingungen und/oder Spannungsänderungen verursachen (Aufzüge, Kräne)
- Elektrisch angetriebene Wärmepumpen
- Elektrische Raumheizungen
- Elektrische Energieerzeugungsanlagen
- Kompensations- und Saugkreisanlagen.
- Ersatzstrom
- USV

2.5 Meldepflicht, Installationsanzeige, Installationsbewilligung

1. Es gilt die NIV, Kapitel 3, insbesondere Art. 23.
2. Dort wo die ETHZ Netzbetreiberin ist, muss frühzeitig, vor Beginn der Arbeiten, in folgenden Fällen eine Installationsanzeige an die Fachstelle Elektro eingereicht werden:
 - Neuanlagen
 - Erweiterungen oder Änderungen, inkl. Rückbau, sofern sie eine Anschlussänderung >3,6 kVA betreffen (NIV Art. 23) oder ein Anschlussgesuch gemäss ER 2.4 erfordern
 - Neuerstellung, Änderung oder Erweiterung von Elektro-Zählern (s. Richtlinie Energie- und Medienmesssystem)
 - Temporäre Anlagen wie Baustellen, Provisorien etc.

3. Mit der Installationsanzeige ist ein Prinzipschema der projektierten Installationen in 2 Exemplaren einzureichen. Darin sind unter anderem die Elektro-Zähler (Energie- und Medienmesssystem EMMS ETHZ) sowie die Verbraucherdaten anzugeben.
4. Soweit zur Beurteilung von Installationsanzeigen notwendig, müssen neben den vorgesehenen Installationserweiterungen auch die bestehenden Installationen mit Angabe der Anschlusswerte vermerkt werden
5. Mit der Genehmigung der Installationsanzeige gibt die Fachstelle Elektro die gemeldeten Arbeiten frei. Dabei wird nichts darüber ausgesagt, ob die angemeldete Installation in allen Teilen der NIN 2010 oder den Richtlinien der ETHZ entspricht. Für die vorschriftsgemässe Ausführung ist allein der Installateur verantwortlich.
6. Dort wo ein Elektroplaner eingesetzt ist oder bei Grossprojekten (Elektrobausumme CHF. 100'000), ist bereits bei Beginn der Projektierung mit der Fachstelle Elektro Kontakt aufzunehmen. Wird die Ausführung der Installationen an mehrere Installateure vergeben, ist vom Elektroplaner ein Blockschema der ganzen Anlage einzureichen, aus dem die Aufteilung der Arbeiten ersichtlich ist.
7. Gemäss NIV Art. 24.3 ist bei Installationen, an denen gemeinsam mehrere Unternehmen beteiligt sind, vom Eigentümer eine verantwortliche Person für die Schlusskontrolle zu bestimmen. Diese wird durch die Fachstelle Elektro, nach Rücksprache mit der jeweiligen Projektleitung ETHZ, zum Zeitpunkt der Installationsanzeige festgelegt. Sie muss die Schlusskontrolle persönlich durchführen oder überwachen.

Die ETH-Installationsanzeige kann im Internet unter www.immobilien.ethz.ch/bau heruntergeladen oder in Papierform bei der Fachstelle Elektro bezogen werden.

2.6 Baubegleitende Erstprüfung, betriebsinterne Schlusskontrolle

1. Es gilt die NIV, Kapitel 3, insbesondere Art. 24.
2. Gemäss NIV Art. 24.2 muss, vor der Übergabe an die ETHZ, eine fachkundige Person nach NIV Art. 8 oder ein Elektro-Kontrolleur/Chefmonteur eine betriebsinterne Schlusskontrolle durchführen.

2.7 Sicherheitsnachweis, NIV-Schlussprotokoll, technische Kontrollen

1. Es gilt die NIV, insbesondere Kapitel 3 und 4.
2. Vor der Übergabe an die ETHZ muss eine kontrollberechtigte Person eine betriebsinterne Schlusskontrolle durchführen und in einem Sicherheitsnachweis (SiNa) die Ergebnisse dieser Kontrolle festhalten.
3. Die ausgeführten Installationen sind der ETHZ Fachstelle Elektro, nach Beendigung der Arbeiten, spätestens jedoch bei der „Provisorischen Inbetriebnahme“, mit dem Sicherheitsnachweis SiNa und dem NIV-Schlussprotokoll (Mess- & Prüfprotokoll), im Doppel zu melden (Original + Kopie).
4. Die ETHZ Fachstelle Elektro, in der Funktion als Vertreterin des Eigentümers, entscheidet gemäss NIV Art. 32, wer die unabhängigen technischen Kontrollen durchführt.
5. Weicht die ausgeführte Installation von den Angaben auf der Installationsanzeige ab, sind die tatsächlich ausgeführten Installationen auf der Fertigstellungsanzeige, als Beilage zum Sicherheitsnachweis und NIV-Schlussprotokoll, aufzuführen und mit dem geänderten Schema einzureichen.

2.8 Inbetriebsetzung, Provisorische Inbetriebnahme, Abnahmen, Prüf- und Abnahmeprotokolle, Stichprobenkontrolle und Mängelbehebung

1. Eine Installation darf erst in Betrieb gesetzt werden, wenn die baubegleitende Erstprüfung gemäss NIV Art. 24.1 erfolgt ist.
2. Eine Provisorische Inbetriebnahme darf erst nach Vorliegen des Sicherheitsnachweises (SiNa) mit Mess- und Prüfprotokoll (NIV-Schlussprotokoll) erfolgen. Auf Anordnung der ETHZ Fachstelle Elektro hat der Installateur für die Provisorische Inbetriebnahme einen Monteur, der mit der ausgeführten Installation vertraut ist, zur Verfügung zu stellen.
3. Bei der Abnahme geht das Werk an den Bauherr ETHZ über.

4. Prüf- und Abnahmeprotokolle⁴ dienen der Dokumentation der allgemeinen, quantitativen, qualitativen und funktionellen Prüfungen und Abnahmen. Sie werden durch den Ingenieur (Planer) für die Prüfung und Abnahme vorbereitet.
5. Bezüglich Stichprobenkontrollen und Mängelbehebung gilt NIV Art. 40.
6. Beanstandungen durch das ESTI oder anderer Kontrollorgane gelten als verdeckte Mängel und sind innerhalb der vertraglich definierten Fristen kostenlos zu beheben.

2.9 Energie-Messgeräte ETHZ, GA-Aufschaltpunkte

Die In- oder Ausserbetriebnahme von Energie-Messgeräten der ETHZ sowie GA-Aufschaltpunkten ist mindestens 3 Arbeitstage vorher mit der Abteilung Betrieb, Fachbereich GA abzusprechen.

3. Elektro-Schemas, -Installationspläne und -Dokumente

Für die Dokumente elektrotechnischer Anlagen gelten die Vorgaben gemäss Richtlinie ETHZ Anlagedokumentation Haustechnik (Anlagedokumentation Elektro).

4. Kennzeichnungs- und Beschriftungssystem

4.1 Kennzeichnungssystem

Für die Kennzeichnung elektrotechnischer Anlagen, gelten die Vorgaben gemäss Richtlinie ETHZ "Kennzeichnungssystem".

4.2 Beschriftungssystem

Für Beschriftungen und Beschilderungen elektrotechnischer Anlagen, gelten die Vorgaben gemäss Richtlinie ETHZ "Beschriftungskonzept Haustechnik".

5. Stark- und Schwachstromanlagen

5.1 Energieversorgung

Die Energieversorgung ist mit der Fachstelle Elektro abzuklären.

5.2 Spannungen, Frequenz

Für die Stromversorgung der Niederspannungs-Installationen steht das Einheitsnetz mit der Spannung $3 \times 400/230 \text{ V} \pm 10\%$, 50 Hz zur Verfügung.
Installationen in Verteilnetzen mit andern Spannungen dürfen nur nach Rücksprache mit der Fachstelle Elektro erweitert werden.

Die Mittelspannungsversorgung erfolgt in Form von Drehstrom bei einer verketteten Spannung von:

- EWZ 22 kV, 50 Hz (ETH Zentrum)
- EWZ 11 kV, 50 Hz (ETH Hönggerberg)
- EKZ 16 kV, 50 Hz (Schwerzenbach, Lindau)

Die wesentlichen Merkmale der Versorgungsspannung entsprechen der EN 50160 „Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“.

Steuerspannungen:

Generell 230 V oder 24 V, bevorzugt Gleichspannung (siehe auch RE 7.1.2).

Signalisierung/interne Steuerkreise: 24 V=, Absicherung 2 A.

5.3 Schutzmassnahmen

5.3.1 Schutzsysteme

Als Schutzsystem ist generell das System TN-S gemäss NIN 2010, anzuwenden. Sondernetze sind nur nach Absprache und mit schriftlicher Zustimmung mit der Fachstelle Elektro zulässig.

Bezüglich Fehlerstromschutzeinrichtungen siehe RE 6.4.

5.3.2 Erder, Potenzialausgleich, Überspannungsschutz

Planung, Ausführung und Abnahme des Erdungs- und Überspannungsschutzes:

1. Das Risiko und der Schaden von Überspannungsschäden ist durch geeignete Massnahmen wie Erdung, Potenzialausgleich, innerer und äusserer Blitzschutz, Nullung nach Schema TN-S und EMV-konforme Leitungsführung auf ein Minimum zu beschränken.
2. Sofern nicht bereits vorhanden und auf dem letzten Stand der Technik, ist bei sämtlichen Projekten (Neubauten, Umbauten, Erweiterungen, Änderungen etc.) ein Erdungs- und Überspannungsschutz-Konzept zu erstellen. Darin müssen alle Anschlusspunkte für die Erdungs- und Potenzialausgleichsleitungen, für den inneren und äusseren Blitzschutz mit EMV-konformem Blitz-Schutz-zonenkonzept und die besonderen Vorkehrungen zum Schutz der Universellen Kommunikationsverkabelung (UKV) ersichtlich sein. Dabei ist dem Problemkreis der Elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV, siehe RE 5.3.3) besondere Beachtung zu schenken. Dieses Konzept ist Bestandteil der Anlagedokumentation.
3. Das Erdungs- und Überspannungsschutz-Konzept ist sowohl durch die Fachstelle Elektro, als auch durch die ETHZ Informatikdienste Kommunikation (ID Kom) genehmigen zu lassen.
4. Die Messwerte der Erdungsimpedanzen sind zu dokumentieren.
5. Für Haupterdungs- und Potentialausgleichsschiene sind Kupfer-Erdschienen (40 x 10mm, bzw. 50mm²) mit Einpressmuttern M10 zu verwenden. Der Lochabstand zwischen den einzelnen Anschlusspunkten muss min. 60mm betragen.
6. In Hörsälen ist das Erdungskonzept (AV-Sondererde) vorgängig mit der Fachstelle Elektro abzusprechen. Wenn die Sondererdung zur Anwendung kommt muss diese auch konsequent angewendet werden und die Messwerte sind zu protokollieren. Siehe RE 6.12.
7. Verbindliche Dokumente für die Ausführung von Erdungsanlagen sind:
 - SEV 3755 Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen
 - SN SEV 4022 Leitsätze des SEV: Blitzschutzanlagen
 - EN 62305-4 Blitzschutz Teil 4 Elektrische- und Elektronische- Systeme in baulichen Anlagen.
 - SN SEV 4113 Leitsätze des SEV: Fundamenterder
 - EN 50310 Anwendung von Massnahmen für Potenzialausgleich und Erdung in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik

5.3.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

1. Allgemeines, Normen:

Wichtigste Voraussetzung für ein wirkungsvolles Überspannungsschutzsystem ist ein nach den gültigen Normen ausgeführter, vollständiger und umfassend vermaschter Potentialausgleich mit entsprechenden Verbindungen zur Erdungs-Anlage.

Die Einhaltung der Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV, SR 734.5) ist gesetzlich vorgeschrieben. Sie gilt für Geräte und Systeme die elektromagnetische Störungen verursachen können und für Geräte und Systeme, deren Betrieb durch solche Störungen beeinträchtigt werden kann.

Die Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (NIV, SR 734.27) verlangt in Art. 4 die Vermeidung von Störungen und verweist auch auf die VEMV.

In der NIN 2010 sind Erdung, Potenzialausgleich, Blitzschutz und Schutzmassnahmen im System TN als EMV-Schutzmassnahmen in Kapitel 4 (Schutzmassnahmen, Teil I und II) aufgeführt (siehe auch ER 5.3.2).

Nachstehend ein einschlägiger Auszug, sie sind nicht abschliessend und müssen allenfalls Systembezogen durch weitere ergänzt werden:

- SN EN 50160 Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen.
- IEC 61000 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- TRN D.A.CH.CZ.2007 Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen.

2. EMV-Massnahmen im Installationsbereich und in Schaltgerätekombinationen:

Um einen störungsfreien Betrieb aus Sicht der EMV sicherzustellen, sind folgende Aspekte bei der Planung und Ausführung von Installationen zu berücksichtigen:

- Definiertes Erdungs- und Überspannungsschutz-Konzept (ER 5.3.2) mit EMV-konformem Potenzialausgleich und Blitz-Schutzzonenkonzept.
- Geschirmte Kabelleitungen sind mittels EMV-Kabelverschraubungen in die Schaltgeräte- Kombination einzuführen und oder mittels speziellen EMV-Kabelschnellverleger mit dem Potentialausgleich zu verbinden.
- EMV-konforme Anordnung von grossen Niederspannungsspeiseleitungen. Einleiterkabel so verlegen, dass das resultierende Magnetfeld möglichst gering ist. Es ist darauf zu achten, dass zueinander gehörende Pol- und Neutralleiter ausgekreuzt und prinzipiell als Leiterbündel zu führen sind. Der Neutralleiter darf nicht reduziert werden.
- Die Energieversorgungs-, Signalleitungs- und Kommunikationsinfrastruktur ist in einem gemeinsamen Verkabelungskonzept zu behandeln. Es ist eine gemeinsame Baumstruktur anzustreben.
- Vorzugsweise sind metallene, durchverbundene Kabelkanäle, Pritschen oder Kabelleitern zu verwenden. Diese sind in regelmässigen Abständen elektrisch gut leitend, grossflächig und zuverlässig mit dem Potentialausgleich (Gebäudearmierung) zu verbinden. Unterbrechungen müssen mit min. 25mm² Kupfer Flachband verbunden werden.
 - Horizontaltrasse ca. alle 20 m
 - Steigzonen pro Geschoss einmal bei Deckendurchführung
 - Technische Betriebsräume mindestens einmal pro Raum
- Kabeltrasse sind so anzuordnen, dass sie eine räumliche getrennte Führung von Starkstrom-, Kommunikations-, Daten-, und Signalisationsleitungen ermöglichen.
- Die Trassen sind an ihren Enden mit den Metallgehäusen, resp. mit dem PE-Leiter der Geräte oder Schaltgerätekombinationen gut leitend zu verbinden.
- Die tatsächliche Ausführung des Potenzialausgleiches muss in einem Prinzipschema dokumentiert werden.

5.3.4 Schutz vor nichtionisierender Strahlung (Elektromagnetische Felder EMF)

Die Einhaltung der Grenzwerte der Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV, SR 814.710) ist gesetzlich vorgeschrieben.

5.3.5 Schutz vor nichtelektrischen Gefahren

Es gelten NIN 2010, die spezielle SN Norm 41122 „Massnahmen in den Niederspannungs-Installationen zum Schutz vor nichtelektrischen Gefahren produktions- und betriebstechnischer Anlagen“ und die Publikation SUVA (Sicherheitsschalter).

Für sämtliche Antriebe müssen vor Ort abschliessbare Sicherheitsschalter installiert werden.

Ausnahmen sind nur durch die Fachstelle Elektro mit schriftlicher Zustimmung zulässig.

5.3.6 Netzurückwirkungen

Bei Anlagen die Netzurückwirkungen in Form von Oberschwingungen, Spannungsänderungen oder Flicker verursachen, hat der Installateur rechtzeitig mit der Fachstelle Elektro abzusprechen, ob spezielle Massnahmen getroffen werden müssen.

5.3.7 Blindstromkompensationsanlagen

Die Fachstelle Elektro ist zwingend im Projekt mit einzubeziehen

Dimensionierung

In Netzen mit Stromrichtern und/oder hohem Oberwellengehalt sind die Kondensatoren einzeln zu verdrosseln, hierbei gelten die verbindlichen Angaben der lokalen Netzbetreiber.

In jedem Fall ist die Anlage so zu dimensionieren, dass der nachträgliche Einbau von Drosselspulen sowie von mindestens einer zusätzlichen Stufe möglich ist. Die Elektroinstallationen sind (Zuleitung, Absicherung, Regler usw.) dementsprechend auszulegen. Anlagen ab 25kVAR sind grundsätzlich zu verdrosseln. Weiter dürfen die Blindstromkompensationsanlagen die Funktion der Netz-Rundsteueranlagen in keiner Art und Weise beeinträchtigen.

Bauart

Die Blindleistung ist so zu berechnen dass der mittlere Leistungsfaktor von mindestens $\cos \phi$ 0.95 resultiert. Die Kompensation erfolgt zentral und in Form von Modultechnik mit hochwertiger MPP-Kondensatoren-Technik (Mischdielektrikum: Papier / Polypropylen).

Es sind nur Kreis-Regler mit 4 Quadranten-Technik einzusetzen.

5.4 Tonfrequenz-Rundsteuerung

Das vom Mittelspannungs-Stromversorgungsnetz der ETHZ versorgte Niederspannungs-Netz enthält ein Rundsteuersignal zur Steuerung von Aussenbeleuchtungen. Die elektrischen Anlagen sind so auszulegen, dass die im übergeordneten Versorgungsgebiet der Energieversorgungsunternehmen verwendeten Rundsteuerfrequenzen (beispielsweise EWZ 1600Hz & 315Hz / EKZ 721Hz) nicht gestört werden. Diesbezüglich gilt VSE 2.66d: „Tonfrequenz-Rundsteuerung: Empfehlungen zur Vermeidung unzulässiger Rückwirkungen“.

5.5 Energiemessung

Für elektrotechnische Anlagen gelten die Vorgaben der ETHZ Richtlinie Energie- und Medienmesskonzept (4.5 /4.6)“ siehe RE 7.1.8.

5.6 Transformatorenstationen

Transformatorenstationen sind rechtzeitig mit der Fachstelle Elektro abzusprechen.

5.7 Unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV)

Spezialnetze für USV werden in der Regel nicht mehr aufgebaut, sondern dezentrale Lösungen gesucht. Vor der Planung einer USV ist eine Risikoanalyse durchzuführen. USV-Anlagen sind rechtzeitig mit der Fachstelle Elektro zu planen. Die Betriebskosten trägt der Nutzer.

5.8 Ersatzstromversorgung (ESV)

Es sind nur Verbraucher an das Ersatzstromnetz anzuschliessen, die bei Spannungsunterbruch Personen-, Tier- respektive grosse Sachschäden verursachen könnten. Der Anschluss hat erst nach erfolgter Bewilligung durch die Fachstelle Elektro zu erfolgen. Die Fachstelle Elektro entscheidet über die Erschliessung der Gebäude mit ESV.

Generell ist bei Anschlüssen an das Ersatznetz zu beachten, dass bei den periodischen Testläufen kurze Versorgungs-Unterbrüche entstehen.

5.9 Rückbauten

Bei Rückbauten sind nicht mehr benötigte und nicht in Betrieb stehende Leitungen rückzubauen.

6. Starkstrominstallationen

6.1 Unterteilung Niederspannungsnetze

Die Unterteilung des Niederspannungs-Verteilnetzes in folgende Netzarten ist im Einzelfall mit der Fachstelle Elektro abzuklären:

Netz für Grundinstallationen, Beleuchtung.

Grobnetz für Verbraucher mit erheblichen Stromstössen oder Oberschwingungen, Aufzüge, haustechnische Anlagen.

Ersatznetz für ersatzstromberechtigte Verbraucher (früher Notnetz genannt). Bedingt durch die periodischen Testläufe, treten im Ersatznetz jeweils kurze Versorgungsunterbrüche auf.

Exitnetz Für Sicherheits- und Antipanikbeleuchtung (RE 8.4), mit Funktionserhalt von mindestens E60 (60 Minuten).

Spezialnetze für USV, Gleichstrom, Spezialspannungen etc. werden in der Regel nicht mehr aufgebaut. Es sind örtliche Lösungen zu suchen.

Licht- und Steckdosengruppen sind generell separat einzuspeisen.

6.2 Anschlussbedingungen für Verbraucher

Die Last ist möglichst gleichmässig, z.B. durch zyklisches Drehen der Polleiter auf SGK oder Steckdose, auf alle drei Phasen zu verteilen.

Anlaufbedingungen für Motoren:

- Drehstrommotoren > 7,5 kW Anlaufstrombegrenzung auf < 3 x Nennstrom ab 20 kW sind dem Stand der Technik entsprechende Sanftanlasser oder Frequenzumrichter vorzusehen.
- Bei mehreren grossen Motoren muss zusätzlich eine gestaffelte Einschaltverzögerung vorgesehen werden. Die Emissionsgrenzwerte für Spannungsänderungen (3% bzw. 6%) gemäss TRN D.A.CH.CZ. sind einzuhalten (siehe auch RE 5.3.3).
- Gerätekomponenten dürfen pro Polleiter bis 3.6 kW an 230 V angeschlossen werden.

6.3 Steckdosen

In allen Korridoren sind bei Neuinstallationen oder Sanierungen Steckdosen Typ 25, über FI-Schalter angeschlossen, zu installieren.

Zugelassene Steckdosen-Typen:

Generell sind Steckdosen mit Schutzkragen zu verwenden (keine T12).

- 1 LNPE T13, T23, CEE 16A (T63)
- 3 LNPE T15, T25, CEE 16A, 32A, 63A, 125A (T75 – T78)

Steckdosen LNPE sind 1-phasig zu erschliessen. Eine 3-phasige Erschliessung kann in Betracht gezogen werden, wenn die Belastung des Neutralleiters und dessen Verbindungsstellen in allen Betriebs- und Störungsfällen innerhalb der zulässigen Belastungsgrenzen bleibt (NIN 2010). Der 3-phasige Anschluss von Steckdosen 3 x Typ 13 / 3 x T 12 ist nicht zulässig.

In Technikräumen sind Industrie-Steckdosen CEE 32A Typ 76 zu installieren.

Weitere Typen dürfen nur nach vorheriger Genehmigung durch die Fachstelle Elektro installiert werden.

6.4 Fehlerstromschutzeinrichtungen

Zusätzlich zu den gesetzlich vorgeschriebenen Räumen, gemäss den Grundlagen der technischen Norm NIN, müssen folgende Bestimmungen zum Schutz von Personen und Sachen in jedem Fall eingehalten werden.

Grundsätzlich gilt:

Sämtliche Steckdosen bis und mit 32A Nennstrom müssen mit kurzzeitverzögerten / immunisierten Fehlerstromschutzeinrichtungen max. Nennauslösestromstärke I_n 30 mA ausgerüstet sein. In Anlagen wo mit Gleichstrom Fehlerströme gerechnet werden muss sind FI-Schalter Typ B einzusetzen.

Ausnahmen:

Bei IT- und Computerräumen.

6.5 Überspannungsableiter

Beim Einbau von Überspannungsableitern sind die Einbauvorschriften der Hersteller strikte zu beachten. Ebenso ist darauf zu achten das pro Gebäude ein koordinierter Überspannungsschutz mit Komponenten desselben Herstellers verwendet wird.

Es muss durchgehend aufeinander abgestimmt (selektiv) sein und der jeweiligen LPZ (Lighting Protection Zone) entsprechen. Es ist auf kürzest mögliche und korrekt dimensionierte Anschlussleitungen, sowie auf die Auswechslung der Überspannungselemente ohne Betriebsunterbrüche zu achten.

Eine notwendige Vorsicherung ist nach dem Hauptschalter als grösstmögliche NH-Sicherung zu dimensionieren. Bei einem Defekt hat eine Signalisierung auf das GA-System zu erfolgen.

Das zu wählende System, ist rechtzeitig mit der Fachstelle Elektro, abzusprechen.

6.6 Frequenzumrichter (FU)

Es dürfen nur typengeprüfte, den Normen entsprechende Frequenzumrichter (FU) eingesetzt werden. Bezüglich der EMV-Normen müssen die Kategorien C1 – C3 gemäss EN 61800-3 dem einzusetzenden Umfeld entsprechen. Die Kategorie C1 ist an der ETHZ der Standard. Der Einsatz von Frequenzumrichtern der Kategorien C2 + C3 ist nur nach Absprache und mit schriftlicher Zustimmung mit der Fachstelle Elektro zulässig.

Die Installationsvorschriften des Herstellers sind dabei strikte zu beachten.

Beim Einsatz von Frequenzumrichtern (FU) ist darauf zu achten, dass die netzrückwirkenden und abgestrahlten Emissionen niedrig gehalten werden, so dass nicht durch galvanische oder feldgebundene Kopplungen elektronische Geräte oder Systeme beeinflusst werden. Diesbezüglich siehe auch RE 5.3.3.2.

Bei Umrichterinstallationen sind folgende Massnahmen zu beachten:

- Um elektromagnetische Verträglichkeit zu erlangen, müssen die FU's mit eingebauten oder externen Funkstörfiltern betrieben werden. Externe Filter sind in unmittelbare Nähe zum FU anzuordnen und impedanzarm mit der Masse zu verbinden (für Filter und FU möglichst das gleiche Montageblech verwenden).
- Frequenzumformer müssen so nahe wie möglich beim Verbraucher montiert werden.
- Für Masseverbindungen nur grossflächige breite Erdbänder verwenden.
- Alle Steuer- und Antriebskabel müssen immer mit einer engmaschigen Kupfergeflecht-Abschirmung versehen sein.
- Steuerkabel sollten möglichst keine Antriebskabel kreuzen. Wo sich das nicht vermeiden lässt, muss rechtwinklig gekreuzt werden.
- Eine getrennte Verlegung von Steuer- und Motorkabeln ist anzustreben. Müssen die Kabel parallel verlegt werden, z.B. auf dem gleichen Kabeltrasse, ist ein möglichst grosser Abstand (> 20 cm) zu wählen.
- Die Abschirmung der verlegten Kabel muss eine möglichst niedrige HF-Impedanz haben.
- Der HF-Übergangswiderstand an den Verbindungspunkten zwischen Abschirmung und Gehäuse muss so niedrig wie möglich gehalten werden. Schmutz-, Farb- und Isolationsreste auf Gehäuse und Abschirmung im Bereich der Verbindungen sind deshalb zu entfernen. Für die Verbindung der Abschirmung müssen prinzipiell die dafür vorgesehenen EMV-Kabelschellen, EMV-Kabelbriden, EMV-Kabelverschraubungen usw. verwendet werden. Vorteilhaft ist die Verwendung von EMV-Kabelverschraubungen.
Die Abschirmung sollte so nah wie möglich an den Kabelklemmen auf das Gehäuse aufgelegt sein. Längere, freie Kabelenden wirken als Antennen.

Wenn aus Gründen der Redundanz ein Überbrückungsschütz für den FU vorgesehen werden muss, ist dieser aus EMV-Gründen, zusammen mit seinem FU, abgesetzt in einem separaten Metallgehäuse möglichst direkt beim Antrieb zu platzieren.

6.7 Elektro Motoren

Für die Auswahl der Motoren gelten die Vorgaben gemäss ETHZ Richtlinie Heizung, Lüftung, Klima, Kälte, Sanitär (HLKKS).

6.8 Stromschienen

Für Verbindungsschienen sind wartungsfreie, korrosionsfeste und typengeprüfte, giessharzvergossene Stromschienen zu verwenden. Metallgekapselte Verteiler-Stromschienen sind nur nach Absprache und schriftlicher Zustimmung mit der Fachstelle Elektro zulässig. Der Neutralleiter muss mindestens den gleichen Querschnitt wie die Polleiter aufweisen. Die Stromschienen – Abgangseinheiten mit LS-Schalter oder NHS müssen zu kontrollzwecken im eingeschalteten Zustand geöffnet werden können. Die Abgangseinheiten müssen leicht zugänglich sein. In den Abgangseinheiten sind Leistungsschalter vorzusehen. NHS – Sicherungen sind nur nach Absprache und schriftlicher Zustimmung mit der Fachstelle Elektro zulässig.

6.9 Anschlüsse an Schaltgerätekombinationen (SGK)

Kabel müssen genügend abgemantelt und so angeschlossen werden, damit jederzeit ohne Abschaltung Strommessungen mit Zangenamperemetern durchgeführt werden können.

Pressungen von Kabelschuhen müssen mit geeigneten zentrischen Pressverfahren (Sechskant-Pressung, Vierdorn-Pressung, Oval-Pressung) erfolgen.

Für Schraubanschlüsse sind Drehmomentschlüssel zu verwenden. Die Anziehdrehmomente gemäss den Herstellerangaben sind verbindlich.

Für Stromschienenverbindungen sind die Anziehdrehmomente nach DIN 43673 massgebend.

6.10 Räume mit erhöhtem Gefahrenpotential

Bei Räumen mit erhöhtem Gefahrenpotential (z.B. Ex-Schutz, Med.-Räume usw.), ist die Fachstelle Elektro einzubeziehen.

6.11 Laboratorien

Die Laboratorien sind gemäss gültiger ETHZ-Laborrichtlinie zu installieren. Bezüglich Beleuchtung siehe RE 8.5.6.

6.12 Hörsäle, Auditorien, AV-Räume

Bei Projektierungsbeginn hat sich der Elektroplaner bei den ETHZ Informatikdiensten Kommunikation (ID Kom) über die aktuellen, projektspezifischen Vorgaben für Hörsäle und Auditorien zu erkundigen. Diese werden durch die Projektleitung abschliessend bewilligt. Bezüglich Beleuchtung siehe RE 8.5.7.

Bezüglich Sondererde für AV-Anlagen siehe RE 5.3.2.5. Siehe auch RL MMU.

6.13 Bauprovisorien

Bauprovisorien, für Umbauten und Neubauten, sind gemäss RE vor Beginn der Arbeiten mit einer Installationsanzeige der Fachstelle Elektro zu melden (Melde- und Kontrollwesen inkl. SiNa gem. RE 2.2). Diese klärt ab, in wie weit eine separate Messung erforderlich ist oder nicht.

7. Schaltgerätekombinationen (SGK)

7.1 Allgemeines

7.1.1 Normen

Sämtliche Schaltgerätekombinationen sind nach den gültigen Normen und Vorschriften auszuführen. Im Speziellen sind die EN 60439 und die EN 60204-1 zu beachten.

Für Schaltgerätekombinationen, die auch für Laien zugänglich sind, gelten die EN 60439-3.

Anlagen für betriebstechnische Einrichtungen (Lüftungen, Hebe- Förderanlagen usw.) mit Steuerungen müssen zusätzlich die Anforderungen gemäss EN 6204-1 erfüllen.

Für Anlagen mit Einspeisungen von über 750A Nennstrom sind nur typengeprüfte Schaltgerätekombinationen einzusetzen.

Generell muss vom Ersteller der SGK immer ein vollständiges Stückprüfungsprotokoll gemäss EN 60439-1 sowie eine Konformitätserklärung abgegeben werden.

7.1.2 Zusammenfassen von Steuerungen, Steuerstromkreise

Sind mehrere Betriebstechnische Anlagen (BTA) im gleichen Raum vorhanden, so sind deren Steuerungen in der Regel in einem gemeinsamen Steuerschrank zusammenzufassen. Dabei ist auf eine übersichtliche und betrieblich zweckmässige Gruppierung zu achten. Für jede Anlagegruppe ist eine separate Steuersicherung vorzusehen.

Steuerstromkreise müssen gemäss EN 60204-1, Punkt 9.1.1, mittels Trenntransformatoren erzeugt werden (ebenfalls 230 V AC). Gleichspannung 24 V ist zu bevorzugen. Ein Pol der Steuerstromkreise muss geerdet werden, sonst ist eine Isolationsüberwachung nötig.

7.1.3 Farben, Oberflächenbehandlung

- Mittelspannung RAL 2000 orange, halbmatt, Struktur
- Übrige Verteilungen RAL 1004 goldgelb, halbmatt, Struktur
- Brandmeldeanlagen RAL 3000 feuerrot, halbmatt, Struktur
- Sockelrahmen RAL 9005 schwarz

Apparate- und Leiterbefestigungen sollen aus Aluminiumprofilen bestehen und dürfen nicht gestrichen werden. Schränke aus Stahlblech sind mit einer dauerhaften Rostschutz-Grundierung zu versehen. Alle übrigen Metallteile sind zweimal zu grundieren und mit einer Deckfarbe in Strukturlack zu spritzen (min. 80 µm). Es sind lösungsmittelfreie Farben zu verwenden.

7.1.4 NS-Hauptverteilung

Gebäudehauptverteilungen sind rechtzeitig mit der Fachstelle Elektro abzusprechen. Für Niederspannungs-Hauptverteilungen und Gebäudehauptverteilungen gilt zusätzlich:

- Hohlboden im HV-Raum
- Modulares Schaltanlagen-System mit hoher Störlichtbogenfestigkeit
- Abschottungen sind so auszuführen, dass bei einem Störlichtbogen benachbarte Schaltgeräteeinsätze und Anschlussfelder keinen Schaden erleiden
- Eingangs- und Kuppelschalter sind so anzuordnen, dass die Kurzschlussleistungen möglichst klein und Schäden bei einem Störfall möglichst lokal bleiben. Nach einem Störfall sollen, nach Möglichkeit, Ersatzschaltungen durchgeführt werden können.

7.1.5 Differenzstrom-Überwachung (RCM)

Bei NS-Hauptverteilungen und Haustechnikverteilern ist ein RCM (Residual Current Monitor) einzusetzen. Bei EDV Anlagen, wichtigen und sensiblen Anlagen / Verbraucher sind RCM ebenfalls vorzusehen. Das Fabrikat und der Typ muss mit der Fachstelle Elektro abgesprochen werden.

7.1.6 Apparate und deren Montage, Auslegungen, Bedienung

1. Die Apparate sind eindeutig und dauerhaft zu beschriften. Bei steckbaren Apparaten sind immer auch die Apparatesockel zu beschriften. Handnot- und Bedienungsmodule innerhalb der SGK müssen auf einer nützlichen Arbeitshöhe montiert sein (ca. 1.0 – 1.7m ab Boden, inkl. Sockel).
2. Erweiterungen müssen ohne Demontage von vorhandenen Einbauten möglich sein. Systeme, die eine Erweiterung unter Spannung ermöglichen, werden bevorzugt.
3. Wärmeentwickelnde Apparate sind oben zu montieren. Für genügend Wärmeabfuhr ist zu sorgen.
4. In jedem Verteiler muss eine vor dem Hauptschalter angeschlossene, FI geschützte und entsprechend beschriftete Arbeitssteckdose Typ 25 eingebaut werden. RE 7.1.10/15
5. Falls SGK mit GA-Komponenten bestückt wird ist zusätzlich eine UTP-Dose mit 2 Anschlüssen (RJ45) vorzusehen.
6. Apparate mit Ausschnitten in den Abdeckplatten sind dauerhaft zu bezeichnen.
7. Die Signalisation von Anlagen erfolgt mittels LED-Signalbausteinen in der SGK-Türe
 - Grün Oben Betrieb (Hauptaggregat)
 - Gelb Mitte Vorort (nicht Normalbetrieb)
 - Rot Unten Störung (der betreffenden Anlage)
8. Einbauhöhen von Bedienelementen auf der SGK-Türe
 - Vorortbedienpanel 1.5m ab Boden, mittig (inkl.Sockel)
 - LED-Signalbausteine 1.3m ab Boden, mittig (inkl.Sockel)
 - Steuerschalter 1.2m ab Boden, mittig (inkl.Sockel)
 - Anlageschilder direkt unterhalb Steuerschalter
 - Quittiertaster Sammelalarm 1m ab Boden (Höhe Türschloss)

7.1.7 Überstromunterbrecher

Neue Verteilungen und Steuerschränke sind bis zu Auslösestromstärken von 63 A in der Regel mit Leitungsschutzschaltern aufzubauen. In Unterverteilungen müssen diese Leitungsschutzschalter unter Spannung ausgewechselt werden können. Fein-Geräteschutzsicherungen dürfen nur verwendet werden wenn sie mit dem Apparat eine Einheit bilden.

Abgänge von Niederspannungs-Hauptverteilungen (NS-HV), Gebäudehauptverteilungen und Schwerpunktverteilungen sind vorzugsweise mit Leistungsschaltern auszurüsten. Die Leistungsschalter müssen in steck- oder ausfahrbarer Ausführung geliefert werden und unter Spannung auswechselbar sein.

Wo NH-Sicherungen für Abgänge verwendet werden müssen, sind generell Lasttrennsicherungen vorzusehen. Es dürfen nur die folgenden Sicherungsmodelle, unter Berücksichtigung des Kurzschluss-Ausschaltvermögens, verwendet werden:

- bis 125 A Hochleistungssicherungen NH 00
- ab 125 A Hochleistungssicherungen NH1 bis NH 3

Nur für schwach belastete Stromkreise wie (z.B. Messungen, usw.), exkl. Überspannungsableiter, können auch DIN 000 verwendet werden.

7.1.8 Messungen, Messwandlerkreise

Haupteinspeisungen, gebäudeübergreifende Versorgungen und Betriebstechnische Anlagen (BTA) sind mit Stromwandlern inkl. Prüfklemmen (3ph-Messung) und einem Multifunktions-Messgerät nach Absprache mit der Fachstelle Elektro auszurüsten.

7.1.9 Verdrahtung

1. Es sind ausschliesslich Federdruckklemmen zu verwenden (Anschluss ohne Kabelndhülsen und max. ein Draht pro Anschluss).
2. Doppelstockklemmen sind zu vermeiden
3. Zur Zugsentlastung der ankommenden und abgehenden Kabel sind Zugsentlastungsschienen vorzusehen.
4. Verdrahtungskanäle sind in der Grösse so zu wählen, dass eine Platzreserve von mindestens 25% enthalten ist. Sie sind mit sauber angepasstem Deckel abzuschliessen. Bezüglich Grösse und Strombelastbarkeit siehe auch EN 60439-1.
5. Die vom Abdeckrahmen der Türe in den Schaltschrank führende flexible Verdrahtung, ist in einem mechanisch befestigten Kunststoffrohr zu führen.
6. EMV- verträgliche Verdrahtung: siehe RE 5.3.3 und RE 6.6.
7. Steuerverbindungen über Transportteilungen sind mit unverwechselbaren Trennklemmen zu realisieren.
8. Als Verdrahtungs- und Verkabelungsmaterial in Schaltgerätekombinationen dürfen nur halogenfreie, selbstlöschende Materialien verwendet werden.

7.1.10 Konstruktion und Aufbau

1. Es sind möglichst normierte, handelsübliche Metallschränke, Kästen und Verteiler vorzusehen.
2. Feldbreiten im Normalfall mindestens 600 mm.
3. Frontseitig sind die Schränke mit Türen mit Stangenschloss und Vierkantdorn 6 mm oder Doppelbart auszurüsten. Das Stangenschloss muss für den nachträglichen Einbau von Griffen mit Kaba- oder Keso-Zylindern geeignet sein.
4. Die Türscharniere müssen verdeckt sein. Türdichtungen aus Gummi. Die Türöffnungen müssen so begrenzt werden, dass Nachbarfelder nicht beschädigt werden können (minimaler Öffnungswinkel 120°).
5. Bei der Auswahl der Türbandseite ist bei der Planung auf allfällige Fluchtwegrichtungen am Schaltschrankstandort zu achten.
6. Die Schränke sind seitlich und hinten geschlossen, unten offen, oben mit demontierbaren Abschlussblechen für die Kabeleinführungen zu liefern. Bei den Kabeleinführungen ist ein Kantenschutz anzubringen. In trockenen, staubfreien Räumen sind Abdeckungen mit Bürsten vorzusehen.
7. Die Schutzart von Schaltgerätekombinationen richtet sich nach den örtlichen klimatischen und betrieblichen Anforderungen (NIN 2010).
8. Mehrfeldrige Schränke sollen einer Normschrankreihe für anreihbare Konstruktion entsprechen. Zwischenwände können weggelassen werden, wenn sie nicht aus Gründen der Sicherheit (Abschottung, Abschirmung, Abtrennung, etc.) erforderlich sind.
9. Für die Aufbewahrung loser Zubehörteile (Kurbeln, Griffe, etc.) sind geeignete Aufhängungen vorzusehen. Bei mehrfeldrigen Schaltschränken ist bei der Fachstelle Elektro abzuklären, ob ein Reservefeld als Materialschrank mit Tablaren vorzusehen ist.
10. In jeder Anlage ist ein Schemabehälter passender Grösse im Einspeisefeld mechanisch dauerhaft anzubringen.
11. Zum Abführen der Verlustwärme sind die nötigen Massnahmen zu treffen. Lüftungsgitter sind mit Staubfiltern zu versehen. Falls Schrankventilatoren eingebaut werden müssen, sind diese über einen Thermostaten zu steuern.
12. Für einfache Schaltgerätekombinationen dürfen, nach Absprache mit der Fachstelle Elektro, auch Kasten (Wandmontage) und Alu-Selbstbaurahmen verwendet werden.

13. Spannungsführende Teile sind, entsprechend den Normen, mit transparentem, schwerbrennbarem, halogenfreiem und antistatischem Isoliermaterial (Makrolon) von mindestens 4mm Dicke abzudecken. Bei Schränken mit Sichtfenster zum Beobachten der eingebauten Geräte, ist dieses in Sicherheitsglas oder einem andern, geeigneten Material auszuführen.
14. Die Abdeckplatten sind partiell nach Klemmen, Schützen und Sicherungen zu unterteilen. Sie müssen allseitig aufliegen und sind mit unverlierbaren Schrauben zu befestigen. Bevorzugt werden Sechskant-Schrauben. Die Abdeckungen müssen jederzeit demontierbar sein ohne dass der Anlageschalter betätigt werden muss.
15. Alle Einspeisungen der Unterverteiler haben über einen allpoligen Lastschalter zu erfolgen. In der "Aus"-Stellung muss der Lastschalter mit Vorhängeschlössern gesichert werden können. Die unter RE 7.1.6 /4 verlangte Steckdose muss vor dem Lastschalter angeschlossen werden.
16. Die Einspeisung der SGK für BTA hat mit einem von aussen bedienbaren allpoligen und abschliessbaren Lastschalter zu erfolgen. Bis 60A Nennstrom ist der Schalter in der Türe einzubauen. Grösser 60A Nennstrom ist der Lastschalter als Festeinbau auszuführen. Die Schaltgerätekombination muss im eingeschalteten Zustand geöffnet werden können (ohne Werkzeug). Die Lastschalter sind mit Funktion und Herkunft zu beschriften.
17. Ist für Arbeiten und Kontrollaufgaben in den SGK nicht genügend Umgebungslicht vorhanden (<150 Lux), muss in jedem Schrankfeld eine über Bewegungsmelder oder über Türendschalter betätigte Schaltschrankleuchte installiert werden (bei mit USV versorgten Anlagen muss die Innenbeleuchtung zwingend ab USV versorgt werden).

7.1.11 Richtwerte für ausgebaute Reserve und Reserveplatz

- Ausgebaute Reserve Unterverteilungen 15 ... 20%
- Ausgebaute Reserve Hauptverteilungen 10 ... 15%
- Zusätzlicher Reserveplatz für Ausbau 20 ... 30% (z.B. Steuerschrank BTA)

7.1.12 Kurzschlussberechnung, Selektivität

Für jede grössere Schaltgerätekombination ist vom Elektroplaner eine Kurzschlussstrom- und Selektivitätsberechnung durchzuführen (**für alle Netze**). Sie ist der Anlagedokumentation beizulegen. Aus Netzqualitäts- und EMV Gründen ist ein möglichst niedrige Netzimpedanz (grösserer Kabel-Querschnitt) anzustreben.

Der SGK-Hersteller hat sich beim Elektroplaner über den zu erwartenden Kurzschluss-Strom am Aufstellungsort der Schaltgerätekombination zu erkundigen, falls dies nicht eindeutig im Schema oder auf einer Dispositionszeichnung angegeben ist.

7.1.13 Leiterfarben

Die Leiterfarben sind gem. NIN 2010 zu verwenden.
Sammelschienen sind bei Verbindungen, Abzweigungen und Anschlüssen mit den entsprechenden Farben, respektive mit ihrer Funktion (L1, L2, L3, N, PE) zu kennzeichnen.

Steuerstrom

Niederspannung 230V AC	Polleiter Neutralleiter	braun blau (hellblau)
Steuerspannung AC (0-230V) ab Trafo	Polleiter Rückleiter	rot rosa geerdet
Steuerspannung DC (0-230V) für Steuerung Regulierung / Signalisierung	Polleiter (+) Rückleiter (-)	grün violett geerdet
Kleinspannung 24V DC für GA (digitale / analoge Ein- & Ausgänge)	alle Leiter	weiss

Fremdspannung

Fremdspannungsstromkreise und Verriegelungsstromkreise Kleinspannung (GA)	orange weiss
--	-----------------

Jede Farbe darf im SGK eine einzelne Funktion haben. Sind mehrere AC/DC Spannungen vorhanden sind diese unverwechselbar zu kennzeichnen.

7.2 Beschriftungen, Schemas, Werkstattzeichnungen

7.2.1 Beschriftung der Schaltgerätekombinationen

Für Beschriftungen und Beschilderungen elektrotechnischer Anlagen, gelten die Vorgaben gemäss Richtlinie ETHZ "Beschriftungskonzept Haustechnik (3.6)".

7.2.2 Bezeichnung der Apparate der Schaltgerätekombinationen

Apparatebezeichnungssystematik siehe RE Kapitel 4.

Alle Apparate der Schaltgerätekombinationen sind grundsätzlich auf der Abdeckplatte, auf dem Apparat selbst, sowie auf dessen Sockel (sofern vorhanden) zu bezeichnen.

Befestigung: Klebestreifen bedruckt, temperaturbeständig und abriebfest. Bei mehreren Netzarten in einer Schalt- und Verteilanlage sind farbige Bezeichnungsschilder zu verwenden.

- Netz schwarz mit weisser Schrift
- Ersatznetz (Notnetz) rot mit weisser Schrift und Bezeichnung „Ersatznetz“
- USV -Netz gelb mit schwarzer Schrift und Bezeichnung „USV“
- Sicherheitsnetz grün mit weisser Schrift

Typenschilder sind in den Eingangsfeldern oder an Türen gut sichtbar anzubringen.

7.2.3 Sicherungslisten

Alle Verteilungen sind mit einer entsprechenden „Sicherungsliste“ auszurüsten. Im Schema wird auf die Angabe des Klartextes verzichtet, sofern eine Direktverbindung von Überstromunterbrechern nach Klemmen erfolgt.

Die "Sicherungslisten" sind immer auf dem EDV-System der ETH zu erfassen. Vorlagen für Import kann bei Fachstelle Elektro bezogen werden.

7.2.4 Werkstattzeichnungen

Alle Dispositionszeichnungen und Schemas sind, bevor sie für die Fabrikation freigegeben werden, dem Elektroplaner zur Prüfung vorzulegen.

Trotz dieser Kontrolle und Genehmigung bleibt der SGK-Hersteller für seine Lieferung voll verantwortlich. Allfällige Kosten die durch den notwendigen Umbau von zu früh aufgebauten Anlagen entstehen gehen vollumfänglich zu Lasten der ausführenden Unternehmung.

7.3 Kontrollen, Abnahmen

7.3.1 Kontrollen durch die Fachbauleitung

Bei grösseren Anlagen können Werkabnahmen beim Hersteller stattfinden. Der Zeitpunkt der Kontrollen wird von Fall zu Fall festgelegt.

8. Beleuchtung

8.1 Allgemeines

Bei der Planung von Beleuchtungsanlagen sind die einschlägigen Euronormen (EN) und Leitsätze der Schweizer Licht Gesellschaft (SLG), insbesondere SN EN 12464-1: (Licht und Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen) und die darin aufgeführten Kriterien der Beleuchtungsplanung einzuhalten.

8.2 Beleuchtungsstärken

Für die Beleuchtungsplanung von Innenräumen gilt SN EN 12464-1 (Licht und Beleuchtung von Arbeitsstätten - Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen) und die darin angegebenen Wartungswerte der Beleuchtungsstärken.

8.3 Lampen

Wenn immer möglich, sind für Beleuchtungsanlagen Leuchtstofflampen als Leuchtmittel vorzusehen. Dabei ist dem Stand der beleuchtungstechnischen Entwicklung Rechnung zu tragen (Lichtausbeute, Lebensdauer, Langzeitwirkungsgrad, allgemeine Entwicklung der Beleuchtungstechnik). Halogen-Niedervolt-Lampen sind Energie- und Unterhaltsintensiv und daher zu vermeiden. Der Einsatz von Glühlampen ist verboten, dafür sind LED-Alternativen zu prüfen. Die Netzgeräte für die LED-Leuchten müssen der EN 61000-3-2 (PFC-Norm) entsprechen.

8.4 Sicherheitsbeleuchtung

Es gelten die SN EN 50171, die VKF 17-03d sowie die NIN 2010. Sicherheitsbeleuchtungen müssen in jedem Fall und rechtzeitig mit der Abteilung Sicherheit und der Fachstelle Elektro abgesprochen werden. Stromquellen für die Sicherheitsbeleuchtung haben der NIN 2010 zu entsprechen. Die Anwendungen von Fluchtwegbeleuchtung erfolgt grundsätzlich dort, wo es behördliche Auflagen verlangen. Die Planung von Fluchtwegbeleuchtung hat gemäss der Wegleitung der VKF, BIGA, SUVA, und der objektbezogenen Auflagen der zuständigen Behörden zu erfolgen.

8.5 Beleuchtungs-Installationen

8.5.1 Allgemeines

Zur Steuerung/Abschaltung der Beleuchtung sind in der Regel PIR-Präsenzmelder (Passiv-Infrarot-Präsenzmelder) mit integriertem Tageslichtsensor, nachstehend Melder genannt, unter Berücksichtigung folgender Richtlinien einzusetzen:

1. Die Beleuchtungen in Arbeitsräumen werden über Melder nur automatisch abgeschaltet; die Einschaltung hat manuell zu erfolgen (Ausnahme siehe unten).
2. Es sind Melder mit folgenden Eigenschaften zu verwenden:
 - Bei der Messung der Beleuchtungsstärke sollen sie dem Farbspektrum von Leuchtstofflampen Rechnung tragen und den effektiven Tageslichtanteil bewerten. Falls getönte Fenstergläser

- vorhanden sind, ist diesem Umstand Rechnung zu tragen.
- Die Melder sollen vorzugsweise mit getrennten Schaltkreisen für den Lichtsensor und den Bewegungssensor ausgerüstet sein.
 - Abschaltverzögerung und Tageslicht-Schaltswelle müssen einstellbar sein.
 - Die Melder sollen über Impulstasten ansteuerbar sein.
 - Sie sollen nicht leicht und nicht ohne Werkzeuge demontiert werden können.
 - Nach Möglichkeit mit Fernbedienung zur Parametrierung.
3. Die Melder sind so anzuordnen, dass eine minimale Anzahl nötig ist, die zu überwachenden Räume aber trotzdem möglichst ohne Totzonen erfasst werden.
 4. In der Regel sind die fensternahen und –fernen Leuchtenreihen separat zu schalten, wobei der Lichtsensor nur auf die Fensterreihe, und der Bewegungssensor auf den ganzen Raum wirkt. Es können auch 2-Kreis Melder mit zwei getrennt einstellbaren Lichtsensoren eingesetzt werden.
 5. Bei Räumen mit Lüftungsanlagen kann das rein präsenzabhängige Signal auch zur bedarfsabhängigen Steuerung der Lüftung herangezogen werden.
 6. Ausser in speziellen Anwendungsfällen, werden keine kontinuierlichen Steuerungen mit Regelung der Beleuchtungsstärke in Funktion des Tageslichtes eingesetzt.
 7. Kleinkombinationen wie Sch 3 / T13 und Sch 3+3 Gr.1 sind nicht zulässig.

8.5.2 Büros

Die Einschaltung der Beleuchtung erfolgt von Hand. Die Abschaltung erfolgt automatisch über den Melder mit einer Zeitverzögerung von ca. 15 Minuten, wenn genügend Tageslicht vorhanden ist oder sich keine Person mehr im Raum befindet. Wird der Impulstaster innerhalb der Abschaltverzögerung des Melders, resp. aktivem Anwesenheitssignal betätigt, wirkt dieser Befehl als Hand-Ausschaltung (Schrittschalterfunktion).

8.5.3 WC-Anlagen, Garderoben, Duschen

Die Beleuchtung wird nur über den Melder gesteuert (Ein- und Ausschaltung, „Vollautomat“). In WCs sind die Melder im Vorraum anzuordnen und mit relativ langer Nachlaufzeit einzustellen. Bei Neuinstallationen werden keine Schalterleitungen vorgesehen. Steckdosen sind aber so anzuordnen, dass an deren Stelle auch ein Schalter installiert werden könnte.

8.5.4 Korridore, Durchgangsbereiche, Treppenhäuser

Die Beleuchtung wird über Bewegungsmelder ein- und ausgeschaltet. Die Nachlaufzeit ist relativ lange einzustellen. Bei Anbindung an die GA werden zu definierten Blockzeiten die Bewegungsmelder übersteuert. Vor Ort ist ein Steuerschalter "Hand-Automat" anzubringen. Die Zusammenfassung der Beleuchtung in Gruppen ist logisch auf die Gegebenheiten des Gebäudes und der Nutzung abzustimmen. Es ist darauf zu achten, dass die Erfassung der Räume durch die Melder keine Totzonen aufweist.

8.5.5 Aussenbeleuchtungen

Die Aussenbeleuchtung ist, falls verfügbar, in Abhängigkeit vom Netzkommando EW ein- und auszuschalten und mit den eingesetzten Komponenten der Gebäudeautomation abzustimmen. Das Netzkommandosignal ist auf dem Gebäudeleitsystem an den grösseren Standorten verfügbar. Für alle anderen Fälle ist ein einzustellender Dämmerungsschalter vorzusehen. Die notwendige Synergie für die Bedienung der Aussenbeleuchtung (Zusammenfassung in Gruppen, Schalthierarchie etc.) wird auf dem jeweiligen Gebäudeserver der Gebäudeautomation realisiert. Für eine Handbedienung sind entsprechende Schalter als Notbedienung bei der digitalen Ausgangseinheit des eingesetzten Automationssystems zu integrieren. Für spezielle Anwendungen (z.B. KNX-EIB) gelten entsprechende Richtlinien.

8.5.6 Laboratorien

Sofern keine speziellen Anforderungen bestehen, sind diese wie Büros zu betrachten. In speziellen Fällen, wo durch die automatische Abschaltung des Lichtes Gefahren entstehen könnten (z.B. in Chemielaboratorien) oder wo aus anderen technischen Gründen, z.B. Arbeitssicherheit, die Beleuchtung unbedingt von Hand gesteuert werden muss, ist auf den Einsatz von Meldern zu verzichten. Bezüglich der übrigen Starkstrominstallationen, siehe RE 6.11.

8.5.7 Hörsäle, Auditorien, AV-Räume

Die Steuerung der Beleuchtung erfolgt über Melder. Wo erforderlich, sind kontinuierliche Lichtregelungen vorzusehen. Dabei ist der Flimmerfreiheit besondere Beachtung zu schenken. Bezüglich der übrigen Starkstrominstallationen siehe RE 6.12. Siehe auch ETHZ RL Seminarräume und Hörsäle und MMU.

8.5.8 Technische Räume, Werkstätten etc.

Die Beleuchtung wird über Schalter normal ein- und ausgeschaltet. In technischen Räumen sind bei der Tür Handnotleuchten zu installieren.

8.6 Vorschaltgeräte

Generell sind elektronische Vorschaltgeräte (EVG) der neuesten Technologie, mit Warmstart und wo erhältlich, mit Cut-Off-Technik einzusetzen.

8.7 Leuchten

Leuchten für T5-Leuchtstofflampen sind gut sichtbar mit einer Anschrift der einzusetzenden Lampenleistung zu versehen.