

Planungsrichtlinie Nichtionisierende Strahlung PR-NIS



Version: V 2.1
Dokumentdatum: 8. August 2011

Inhaltsverzeichnis

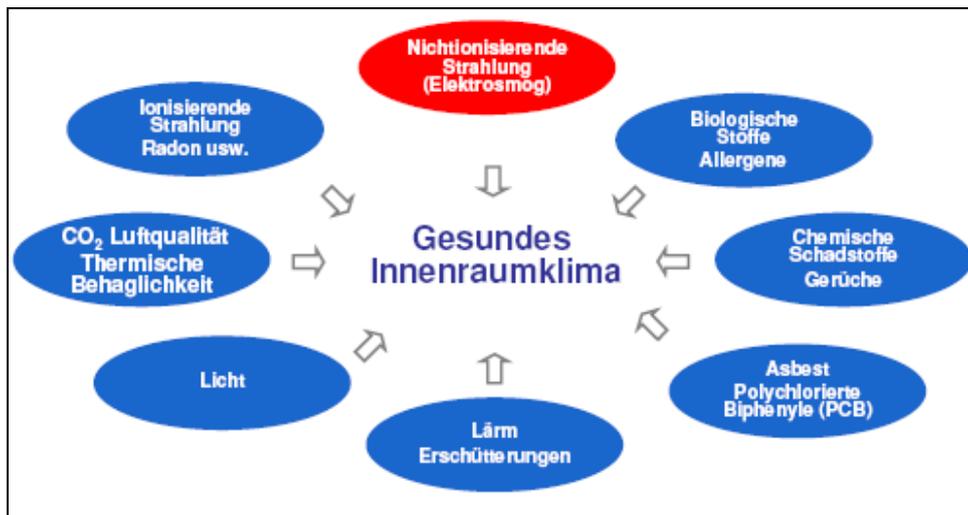
1	Einleitung	3
1.1	Ausgangslage	3
1.2	Ziele der Richtlinie	3
1.3	Gültigkeits- und Anwendungsbereich	4
1.4	Nutzungsbedingungen	5
1.5	Gesetzliche Grundlagen	5
1.6	Verantwortlichkeit / Aktualisierung	5
1.7	Mitgeltende Dokumente	6
1.8	Verfasser / Arbeitsgruppe	6
2	Richtlinie	7
2.1	Planung, Realisierung und Nutzung (gemäss SIA 102/108)	7
2.2	Zuordnung der Grenzwerte	8
2.3	Grenzwerte	10
2.4	Überprüfung der Immissionen	12
2.5	Kosten für die Massnahmen	12
3	Vorschriften, Normen, Empfehlungen und Literatur	14
4	Glossar	16
4.1	Begriffe und Definitionen	16
5	Anhang	19
5.1	Anhang A (informativ) Herleitung und Diskussion der Grenzwerte für die Stadt Zürich	19
5.2	Anhang B (informativ) Referenzmessungen von verschiedenen Starkstromleitungen	21
5.2.1	Gemessene Kabel	21
5.2.2	Messergebnisse	21
5.3	Anhang C (informativ) NIS-Zonenplan	23
5.4	Anhang D (informativ) Messempfehlung	24
5.4.1	Messung niederfrequenter Felder (NF-Felder)	24
5.4.2	Messung hochfrequenter Felder (HF-Felder)	24
5.4.3	Begriffe und Messgrundlagen	25
5.5	Anhang E (Muster) Messprotokolle für die Abnahme- und Kontrollmessungen	29

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Durch die Nutzung der Elektrizität werden elektromagnetische Felder erzeugt die unterschiedlich auf Menschen wirken. Die gesundheitliche Bedeutung im Alltag bezüglich der Wirkungen ist nach wie vor Gegenstand von zahlreichen wissenschaftlichen Studien und Diskussionen. Gemäss den „Massstäben für umwelt- und energiegerechtes Bauen“ (Stadtratsbeschluss 1094/2008) gilt für städtische Bauten und Bauvorhaben mit städtischen Unterstützungsleistungen: „Die Bauten bieten ein gesundes Innenraumklima. Grenzwerte oder anerkannte Richtwerte werden deutlich unterschritten.“ Für ein gesundes Innenraumklima müssen verschiedenste Faktoren stimmen (Figur 1). Allfällige gesundheitliche Symptome lassen sich von den Benutzenden in vielen Fällen nicht unterscheiden.

Figur 1 Faktoren für ein gesundes Innenraumklima



Zum Schutz der Bevölkerung hat der Bundesrat die Verordnung über Nicht-Ionisierende Strahlung (NISV) erlassen und am 1. Februar 2000 in Kraft gesetzt. Der NISV sind international angewendete Immissionsgrenzwerte für elektromagnetische Felder zu Grunde gelegt (ICNIRP-Grenzwert). Um dem Vorsorgeprinzip des Umweltschutzgesetzes (USG) zu entsprechen, werden für Orte mit empfindlicher Nutzung (OMEN) qualitative Massnahmen zur vorsorglichen Emissionsbegrenzung und teilweise quantitative Anlagegrenzwerte festgelegt. Diese besonderen Massnahmen und Anlagegrenzwerte der NISV gelten nur für bestimmte Anlagentypen: Frei- und Kabelleitungen, Transformatorenstationen, Unterwerke und Schaltanlagen, Eisenbahnen und Strassenbahnen, Sendeanlagen für Mobilfunk und drahtlose Teilnehmeranschlüsse, Sendeanlagen für Rundfunk und übrige Funkanwendungen sowie Radaranlagen. Für elektrische Hausinstallation gibt die NISV nur vor, dass neue Installationen nach dem Stand der Technik auszuführen sind, ein Anlagegrenzwert ist nicht festgelegt. Dies kann dazu führen, dass innerhalb eines Gebäudes für gleichermassen betroffene Menschen je nach Anlagentyp unterschiedliche Grenzwerte gelten. So ist beispielsweise nur in der Umgebung einer Transformatorenstation der Anlagegrenzwert einzuhalten, während in der Nähe einer elektrischen Hauptverteilung oder Steigzone der hundertmal höhere Immissionsgrenzwert gilt. Für stadt-eigene Gebäude wurde die neue Planungsrichtlinie nichtionisierende Strahlung (PR-NIS) als Ergänzung zur NISV geschaffen. Zur Abgrenzung gegenüber der NISV wurden eigene Bezeichnungen für die Nutzungszonen und die zugeordneten Grenzwerte definiert

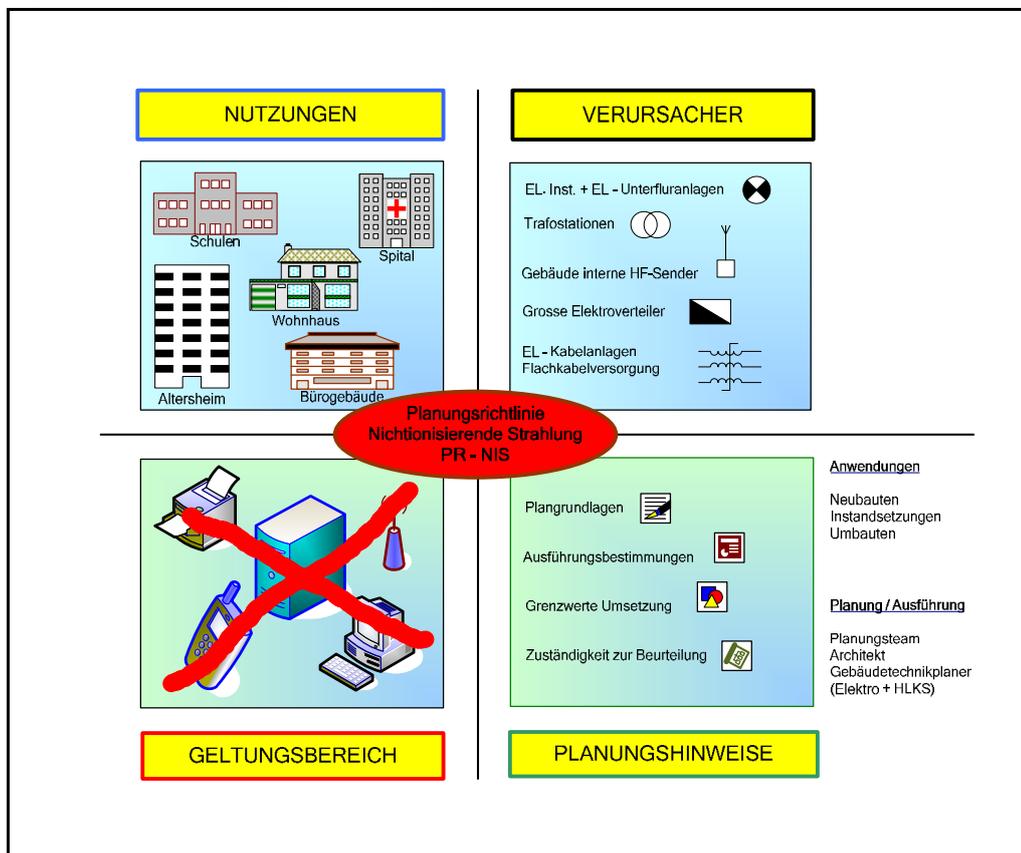
1.2 Ziele der Richtlinie

- **Allgemein**

Die Stadt Zürich will sämtliche gebäudetechnischen Grundinstallationen stadteigener Gebäude bezüglich ihrer elektromagnetischen Immissionen nach einheitlichen Vorgaben behandeln, um damit für alle Nutzer gleiche Bedingungen zu schaffen.

- **Für die Nutzenden und Betreibenden**
 Die Nutzenden und Betreibenden erhalten ein elektromagnetisch immissionsarmes Innenraumklima in Räumen, wo sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten. Für Personen, welche möglicherweise als besonders empfindlich einzustufen sind (z.B. Kinder und pflegebedürftige Personen), wird ein erhöhter Schutz vor nichtionisierender Strahlung angestrebt.
- **Für die Eigentümerversammlung (IMMO / LV)**
 Durch die Vorgaben erhalten die Eigentümer elektromagnetisch immissionsarme Gebäude. Die Einhaltung der Vorgaben ist messtechnisch überprüfbar.
- **Für die Bauherrenvertretung (AHB)**
 Mit den Vorgaben und den phasenbezogenen Planungs- und Umsetzungshinweisen erhält die Bauherrenvertreterin ein Instrument zur kostenoptimierten Realisierung von immissionsarmen gebäudetechnischen Installationen.
- **Für die Planungsfachleute (Architekt/in, Gebäudetechnikplaner/in)**
 Die Planungsfachleute erhalten Planungs- und Ausführungshinweise sowie messtechnisch überprüfbare Vorgaben hinsichtlich der zulässigen Immissionen.

Figur 2 Umfang der Planungsrichtlinie



Die Planungsrichtlinie regelt die maximalen Immissionen abhängig von der Art der Nutzung von Gebäuden und Aussenräumen. Die Verursacher nichtionisierender Strahlung sind technische Einrichtungen wie Elektroinstallationen, Elektroverteiler, Sendeanlagen usw. Um die Grenzwerte der PR-NIS einhalten zu können, liefert die Richtlinie Planungs- und Installationshinweise. Die PR-NIS macht keine Vorgaben zur Strahlungsbegrenzung von mobilen Geräten (PC, Drucker, mobile Telefone).

1.3 Gültigkeits- und Anwendungsbereich

- **Geltungsbereich**
 Die Planungsrichtlinie gilt für sämtliche technischen Installationen von städteigenen Gebäuden (gemäss Baukostenplan BKP 2), ausgenommen sind Installationen durch Dritte (z.B. Ladenausbauten). Die Planungsrichtlinie gilt nicht für elektrische Geräte (wie Koch-

herde, Mikrowellenöfen, Elektrowerkzeuge, Mobiltelefone) oder medizinische Geräte. Die PR-NIS regelt zudem nicht die zulässigen Immissionen von externen Strahlungsquellen (Hochspannungs-Freileitungen, Bahnlinien, Rundfunk-, Funkrufsende- und Mobilfunkanlagen, usw.). Die Planungsrichtlinie behandelt elektromagnetische Immissionen im Frequenzbereich zwischen 0 – 300 GHz (nichtionisierende Strahlung). In den Anwendungsbereich fallen alle Gebäudekategorien der Stadt Zürich mit den entsprechenden Raumnutzungen gemäss Tabelle 3 "Grenzwerte nach Nutzung".

- **Neubauten**
Bei allen Neubauten ist die vorliegende Planungsrichtlinie umzusetzen. Abweichungen müssen durch den Projektausschuss und die Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik bewilligt werden.
- **Instandsetzungen und Umbauten**
Bei Instandsetzungen, Erweiterungen und Umbauten sind die Vorgaben der vorliegenden Richtlinie frühzeitig auf Verhältnismässigkeit zu prüfen und gegebenenfalls ist mit der Fachstelle Energie und Gebäudetechnik des Amtes für Hochbauten Rücksprache zu nehmen. Die Nutzungen sind unter der Berücksichtigung der Gegebenheiten (z.B. Trafostationen, Steigzonen, usw.) zu planen und festzulegen. Die Anwendung der Richtlinie darf keine Sanierungen auslösen.
- **Gebäude in Betrieb**
Es besteht kein Anspruch der Nutzenden und Betreibenden auf eine Anpassung von bestehenden Bauten. Bei Gebäuden die in Betrieb sind können im Beschwerdefall Kontrollmessungen gemäss der Ziffer 2.4 beantragt werden.

1.4 Nutzungsbedingungen

Die Anforderungen an die Emissionsbegrenzung sind abhängig von der Nutzung. Grundsätzlich gelten für Orte, an denen sich Menschen in der Regel längere Zeit aufhalten höhere Anforderungen als für Orte, an denen sich Menschen meist nur kurzzeitig aufhalten. Es werden folgende Arten der Nutzung unterschieden:

Nutzungszone B (NZZ):

Als Nutzungszonen B gelten:

- a. Räume in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten.
- b. Flächen von unüberbauten Grundstücken, auf denen Nutzungen nach den Buchstaben a. zugelassen sind.

Nutzungszone A (NZA)

Als Nutzungszonen A_ gelten Orte an denen sich vorwiegend Nutzer aufhalten, die als besonders empfindlich eingestuft werden z.B. Kinderkrippen, -horte, -gärten und -spielplätze, Schlafzimmer, Bettzimmer.

Orte für den kurzfristigen Aufenthalt (OKA):

Orte für den kurzfristigen Aufenthalt sind alle Orte, an denen sich Menschen aufhalten können. Jede NZA resp. jede NZZ ist damit gleichzeitig immer auch ein OKA.

1.5 Gesetzliche Grundlagen

Die gesetzliche Grundlage für den Schutz des Menschen vor nichtionisierender Strahlung bildet das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) und im Besonderen die Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV).

1.6 Verantwortlichkeit / Aktualisierung

Verantwortlich für den Inhalt der Richtlinie ist die Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik des Amtes für Hochbauten in Zusammenarbeit mit der Immobilien-Bewirtschaftung und der Liegenschaftenverwaltung. Die Richtlinie wird durch das Amt für Hochbauten alle vier Jahre unter Einbezug der beteiligten Amtsstellen überprüft und bei Bedarf überarbeitet, ergänzt und/oder bestätigt. Die vorliegende Version wurde am 18. Mai 2011 durch die Geschäftsleitung des AHB freigegeben.

Revisionsdatum	Version	Hauptänderungen
8. August 2011	2.1	Figur 4, Grenzwerte

1.7 Mitgeltende Dokumente

Mitgeltende Dokumente sind die übrigen **Richtlinien Gebäudetechnik** (Richtlinien^{GT}) des Hochbaudepartementes der Stadt Zürich.

Download unter:

<http://www.stadt-zuerich.ch/egt>

1.8 Verfasser / Arbeitsgruppe

Martin Arnold	ARNOLD Engineering und Beratung m.arnold@arnoldeub.ch
Dr. Heinrich Gugerli Dipl. Ing. ETH/SIA	Stadt Zürich, Amt für Hochbauten Fachstelle nachhaltiges Bauen heinrich.gugerli@zuerich.ch
Dr. Georg Klaus Dipl. El.-Ing. ETH	maxwave AG klaus@maxwave.ch
Jürg Müller	ewz, Energieberatung KMU-Kunden juerg.mueller@ewz.ch
Markus Simon Dipl. Energietechniker HF	Stadt Zürich, Amt für Hochbauten Fachstelle Energie- und Gebäudetechnik markus.simon@zuerich.ch
Alois Gloggner	Stadt Zürich, Immobilien-Bewirtschaftung ISTG Gebäudetechnik aloes.gloggner@zuerich.ch
Emil A. Wettach Elektroinstallateur	Elektroinstallationen und Bio. Elektrotechnik info@bio-wetta.ch

2 Richtlinie

2.1 Planung, Realisierung und Nutzung (gemäss SIA 102/108)

Im Sinne des Bundesgesetzes über den Umweltschutz sind unabhängig von der bestehenden Umweltbelastung Emissionen im Rahmen der Vorsorge so weit zu begrenzen, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Um diesen Grundsatz – mit möglichst geringen Mehrkosten - Folge zu leisten sind präventive Massnahmen frühzeitig in die Planung einzubeziehen. Die Massnahmen müssen in den Projektphasen, gemäss SIA 102/108, phasengerecht berücksichtigt werden. Die Projektdokumentationen und Nachweise sind pro Projektphase zu erstellen. Sie sollen die Beurteilung des jeweiligen Projektstandes in Bezug auf die Vorgaben und Zielsetzungen ermöglichen und bilden die Basis für die Freigabe der nächstfolgenden Projektphase.

Als erste Planungsmassnahme ist ein NIS-Zonenplan mit der entsprechenden Raumzuordnung nach Nutzung zu erstellen (NIS-Zonenplan gemäss Anhang C).

Figur 3 Beispiel NIS-Zonenplan

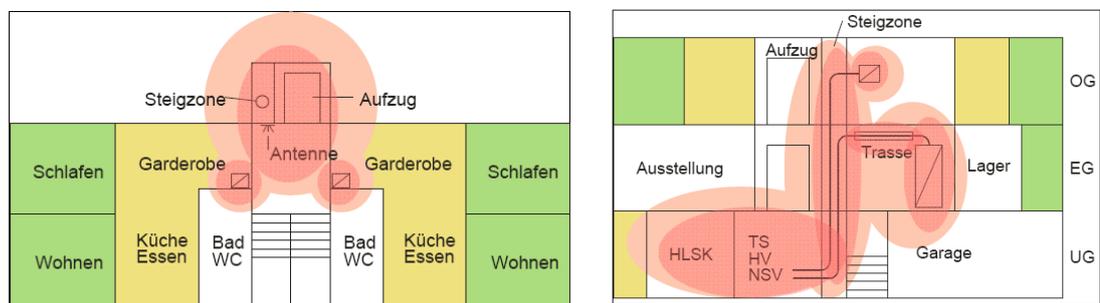


Tabelle 1 Planungshinweise, Massnahmen und Nachweise

Vorstudien P21	Vorprojekt P24	Bauprojekt P25	Ausschreibung P26	Realisierung P27	Betrieb	Massnahmen	Nachweis / Projekt- dokumentation	Zuständigkeit
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			Raumzuordnung nach Nutzung (NZA, NZB, übrige Nutzung)	NIS-Zonenplan	Planungsteam ¹
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			Transformatorstationen, MS- und NS-Schaltanlagen, Energiezentralen, Liftanlagen	NIS-Zonenplan	Planungsteam
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			Steigzonen, Verteilerstandorte, Hauptleitungen festlegen	NIS-Zonenplan	Planungsteam
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Leitungsführungen Hauptleitungen inkl. Trassen nicht in Räumen mit NZA und NZB	NIS-Zonenplan / Installationsplan	Planungsteam
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			Werkleitungseinführungen ins Gebäude an einem Ort (Single-Point-Entry)	Werkleitungsplan	Elektro + HLKS
<input checked="" type="checkbox"/>		Standorte Verteilanlagen, Racks usw. nicht in Räumen mit NZA und NZB	Grundrissplan	Elektro				
<input checked="" type="checkbox"/>		Standorte Steigzonen nicht in Räumen mit NZA und NZB	Grundrissplan	Elektro + HLKS				
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		TN-S-Erdungssystem für gesamte Elektroinstallation	Stromversorgungskonzept	Elektro

¹ ArchitektIn mit den zuständigen Gebäudetechnikplanenden (Elektro- und HLKS-Fachplanende)

Vorstudien P21	Vorprojekt P24	Bauprojekt P25	Ausschreibung P26	Realisierung P27	Betrieb	Massnahmen	Nachweis / Projekt- dokumentation	Zuständigkeit
	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Konzept Erdungsanlage	Erdung, Schutz- Potenzialaus- gleich, Blitz- und Überspannungs- schutz	Elektro
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Einbezug der Versorgungsleitun- gen von Heizung, Lüftung, Kälte und Sanitär in die Erdungsanlage	Prinzipschema HLKS	Elektro + HLKS
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Punktsymmetrische Leiteranord- nung bei Einzelleiteranwendung	Hinweis im Stromversor- gungskonzept	Elektro
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Rohrverlegung im Wandbereich in Räumen mit NZA und NZB (keine raumquerende Ver- legung)	Installationsplan	Elektro
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Streifeldarme Gruppenleitungen in Räumen mit NZA und NZB	Baubeschrieb bzw. Installati- onsplan	Elektro
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Antennenstandorte DECT, WLAN	Grundrissplan	Elektro
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>		Schaltgerätekombinationen in Metallausführung	Disposition	Elektro + HLKS
				<input checked="" type="checkbox"/>		Schirmanbindung grossflächig	Stromlaufsche- ma / Disposition der Schaltgerä- tekombinationen	Elektro
				<input checked="" type="checkbox"/>		Periodische Ausführungskontrol- len	Qualitätskon- trolliste / - protokoll	Elektro + HLKS
				<input checked="" type="checkbox"/>		Abnahmemessungen	Messprotokolle	Elektro
					<input type="checkbox"/>	Kontrollmessungen	Messprotokolle	Eigentümer

fallweise

zwingend

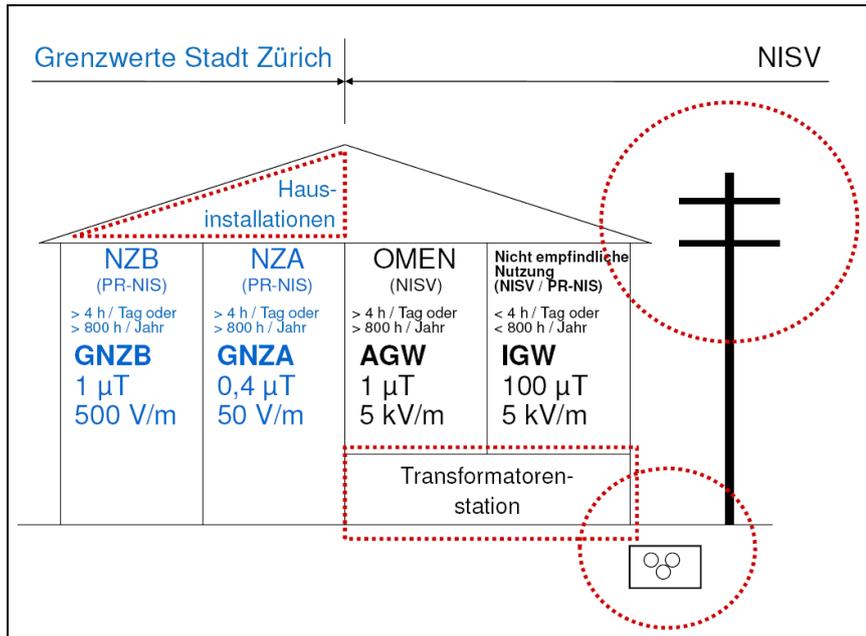
2.2 Zuordnung der Grenzwerte

Abhängig von der Nutzung und von den technischen Installationen, gemäss Kapitel 1.3, sind folgende Grenzwerte einzuhalten:

Tabelle 2 Zuordnung von Nutzung und Grenzwerten

Nutzung	Grenzwert
Nutzungszone B (NZB)	Grenzwert Nutzungszone B (GNZB)
Nutzungszone A (NZA)	Grenzwert Nutzungszone A (GNZA)
übrige Nutzung	Grenzwerte der NISV

Figur 4 Grenzwerte der Stadt Zürich im Vergleich mit den Grenzwerten der NIS am Beispiel der Immissionen bei 50 Hz



Die Nutzung wird den Grenzwerten gemäss Tabelle 3 wie folgt zugewiesen:

Tabelle 3 Grenzwerte nach Nutzung

Kategorie	Nutzung	SIA 2024	NZB GNZB	NZA GNZA	Bemerkungen
Allgemein	Verkehrsfläche (Korridor, Eingang)	X			zu allen Kategorien
	Nebenräume (Lager, Technik, Archiv)	X			zu allen Kategorien
	WC, Bad, Dusche	X			zu allen Kategorien
	Lagerhalle, Spedition	X	X		nur Arbeitsbereich Personal
	Parkhaus (öffentlich, privat)	X			
	Wasch- und Trockenraum	X			
	Kinderspielplätze			X	
	Serverraum	X			
	Baugrundstücke		X		auf denen empfindliche Nutzung zugelassen ist
Wohnen	Wohnraum, Schlafzimmer	X		X	
	Küche (Wohnküche)	X	X		
	Arbeitszimmer, Bastelraum		X		
Verwaltung	Einzel-, Gruppenbüro	X	X		zu allen Kategorien
	Grossraumbüro	X	X		zu allen Kategorien
	Sitzungszimmer	X	X		zu allen Kategorien
	Schalterhalle, Empfang	X	X		nur Arbeitsbereich Personal
Schulen und Sportgebäude	Schulzimmer	X		X	
	Kindergarten, Kinderhort			X	
	Lehrerzimmer	X	X		
	Bibliothek	X	X		
	Hörsaal	X	X		
	Spezialräume (Physik-, Chemiezimmer, Schulküche)	X	X		

Kategorie	Nutzung	SIA 2024	NZB GNZB	NZA GNZA	Bemerkungen
Schulen und Sportgebäude	Turnhalle, Sporthalle	X	X		
	Fitnessraum	X	X		
	Schwimmhalle	X	X		
	Garderoben, Duschen	X			
Versammlungslokale	Vorstellungsraum (Theater, Kino)	X			
	Mehrzweckhalle	X			
	Ausstellungshalle	X			
Spitäler, Krankenhäuser	Bettzimmer	X		X	
	Stationszimmer	X	X		
	Behandlungsräume	X	X		
Restaurant	Restaurant	X			
	Selbstbedienungsrestaurant (Kantine)	X	X		nur Arbeitsbereich Personal
	Küche zu Restaurant	X	X		
	Küche zu Selbstbedienungsrestaurant	X	X		
	Kühlraum	X			
Hotel	Hotelzimmer	X	X		
	Empfang, Lobby	X			
Industrie	Produktion (grobe Arbeit)	X			gemäss SUVA
	Produktion (feine Arbeit)	X			gemäss SUVA
Verkauf	Verkauf: Möbel	X			
	Lebensmittelverkauf	X			
	Bau+Garten	X			
	Supermarkt (Food/Nonfood)	X			
	Fachmärkte, Warenhäuser	X			
	Bijouterie	X			
	Kassierbereich			X	

2.3 Grenzwerte

Der Verlauf der Grenzwerte der PR-NIS orientiert sich an den international weit verbreiteten Grenzwerten der ICNIRP und an den darauf aufbauenden Grenzwerten der NISV. Über die ICNIRP-Empfehlungen hinausgehend kennt die NISV eine vorsorgliche Emissionsbegrenzung für verschiedene Anlagentypen. Die diesen Anlagentypen zugeordneten Anlagegrenzwerte gelten dabei nur für die heute typischen Betriebsfrequenzen der entsprechenden Anlage. Die Anlagegrenzwerte der NISV decken somit das Frequenzband der nichtionisierenden Strahlung nicht lückenlos ab. Die PR-NIS schliesst diese Lücken und deckt damit auch die Immissionen von neueren oder künftigen technischen Entwicklungen ab. Für eine Diskussion der Grenzwerte wird auf den Anhang A verwiesen.

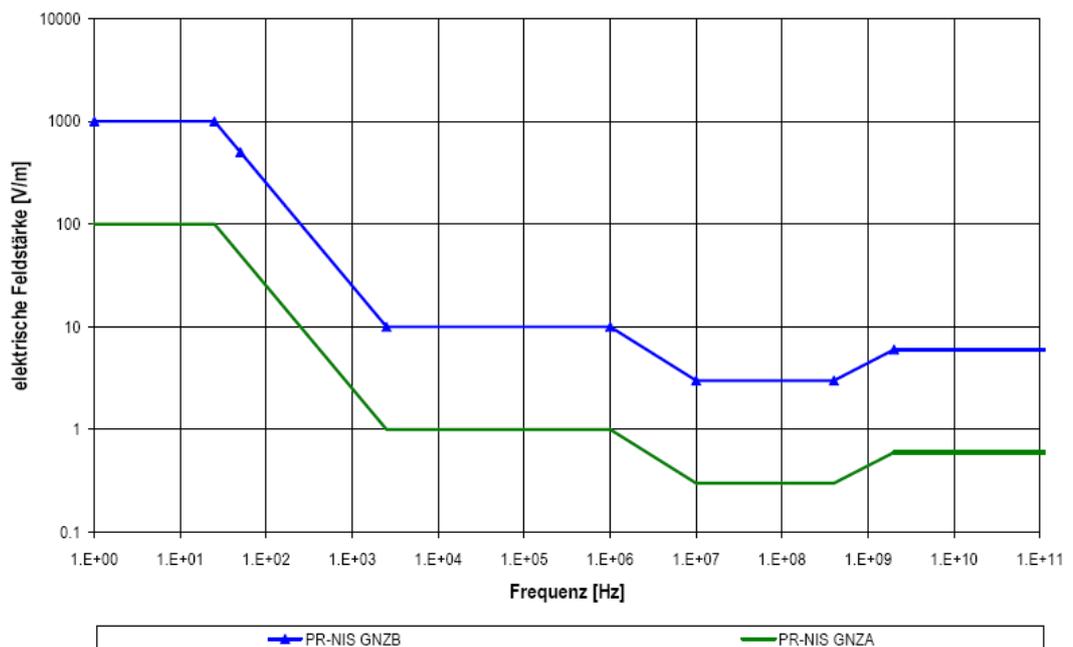
Die Grenzwerte der PR-NIS sind bei der für den Dauerbetrieb vorgesehenen maximalen Auslastung der Anlagen einzuhalten (z.B. Nennleistung, Auslastung aller Funkkanäle etc.).

Tabelle 4 Grenzwerte für niederfrequente (NF) und hochfrequente (HF) Felder

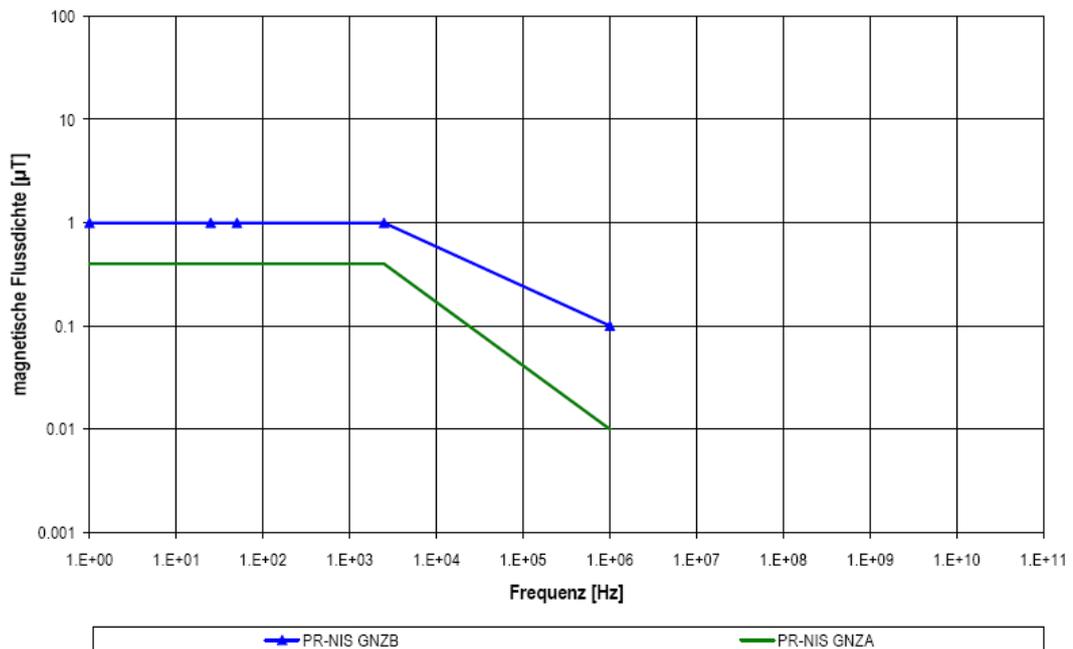
Frequenz	Grenzwerte Nutzungszone B (GNZB) der Stadt Zürich		Grenzwerte Nutzungszone A (GNZA) der Stadt Zürich	
	Magnetische Flussdichte [μT]	Elektrische Feldstärke [V/m]	Magnetische Flussdichte [μT]	Elektrische Feldstärke [V/m]
1 Hz	1	1'000	0.4	100
25 Hz	1	1'000	0.4	100
50 Hz	1	500	0.4	50
2.5 kHz	1	10	0.4	1
1 MHz	0.1	10	0.01	1
10 MHz	---	3	---	0.3
400 MHz	---	3	---	0.3
2 GHz	---	6	---	0.6
300 GHz	---	6	---	0.6

Die Grenzwertkurven sind gerade Streckenzüge in doppelt logarithmischer Darstellung. Unter der Annahme einer freien Wellenausbreitung werden die Grenzwertwerte oberhalb von 1 MHz nur für das elektrische Feld spezifiziert (in Übereinstimmung mit den Anlagegrenzwerten der NISV).

Figur 5 Grenzwerte für die elektrische Feldstärke



Figur 6 Grenzwerte für die magnetische Flussdichte



2.4 Überprüfung der Immissionen

Bei der Überprüfung der Immissionen wird zwischen Abnahme- und Kontrollmessungen unterschieden.

Abnahmemessungen sind nach der Fertigstellung eines Neubaus sowie bei Instandsetzungen mit PR-NIS-Umsetzung vorzunehmen. Während den Abnahmemessungen sind die Verbraucher und Systeme der Grundinfrastruktur sowie bei NZA zusätzlich die Verbraucher der Nebenräume in Betrieb zu nehmen. Mit den Abnahmemessungen wird festgestellt, ob die Grenzwerte (GNZA resp. GNZB) eingehalten werden.

Kontrollmessungen haben einen anderen Zweck und liefern eine andere Aussage als die Abnahmemessungen. Mit Kontrollmessungen werden die NIS-Belastungen im realen Betrieb eines Gebäudes festgestellt. Kontrollmessungen können beispielsweise bei Nutzerwechsel oder Nutzungsänderungen erfolgen und können auch von Nutzern beantragt werden.

Ein Vergleich mit den Grenzwerten ist nur dann möglich und zulässig, wenn die Messergebnisse eine Unterscheidung zwischen den Einflüssen der Grundinfrastruktur und dem Mieterausbau zulassen.

Messungen dürfen nur durch sachkundige Personen ausgeführt werden und sind zu protokollieren.

Für das genauere Vorgehen bei Messungen wird auf den Anhang D und E verwiesen.

Die Bauherrschaft behält sich vor, die Einhaltung der Zielsetzungen und der vereinbarten Vertragsbedingungen anhand von Stichproben zu überprüfen oder überprüfen zu lassen. Werden Abweichungen festgestellt, sind Mess- und Folgekosten inkl. Sanierungsmassnahmen durch die Verursachenden zu tragen.

2.5 Kosten für die Massnahmen

Planung

Aus den Vorgaben der PR-NIS resultieren für das Planungsteam zusätzliche Leistungen. Diese sind in der Honorarberechnung pro Projektphase (gemäss SIA Ordnungen 102/108) zu erfassen. Gegebenfalls sind beim Schwierigkeitsgrad Anpassungen zu berücksichtigen.



Installationen

Da die aus der Planung resultierenden Massnahmen insbesondere die elektrotechnischen Einrichtungen (Stark- und Schwachstrom) betrifft, sind diese in den Leistungsbeschrieben und Kosten zu berücksichtigen.

Je nach Umfang der Installationen, Grösse der Anlage usw. ist bei den Elektroinstallationen (BKP 23) mit Mehrkosten von 1 - 3% zu rechnen.

Messungen

Zur Überprüfung der Immissionen sind Abnahme- und Kontrollmessungen durchzuführen. Die Art und der Umfang der Messungen sind durch das Planungsteam in einem Leistungsbeschrieb zu definieren und entsprechend in den Kosten einzurechnen.

3 Vorschriften, Normen, Empfehlungen und Literatur

SR 734.5 Stand 01.01.2010	Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV) vom 18. November 2009
SR 814.01 Stand 01.08.2008	Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz, USG) vom 2. Oktober 1993
SR 814.710 Stand 01.07.2009	Verordnung über den Schutz vor nichtionisierender Strahlung (NISV) vom 23. Dezember 1999
SN EN 50310	Anwendung von Massnahmen für Erdung und Potenzialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik
SN EN 50366	Elektrische Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke - Elektromagnetische Felder - Verfahren zur Bewertung der Messung
SN EN 50383	Grundnorm für die Berechnung und Messung der elektromagnetischen Feldstärke und SAR in Bezug auf die Sicherheit von Personen in elektromagnetischen Feldern von Mobilfunk- Basisstationen und stationären Teilnehmergeräten von schnurlosen Telekommunikationsanlagen (110 MHz bis 40 GHz)
SN EN 50174-2	Informationstechnik - Installation von Kommunikationsverkabelung - Teil 2: Installationsplanung und Installationspraktiken in Gebäuden
SEV 4113:2008	Leitsätze des SEV, Fundamentenerder
SEV 4022:2008	Leitsätze des SEV, Blitzschutzsysteme
VdS 2349:2000	Störungsarme Elektroinstallationen
SIA-Merkblatt 2024	Standard-Nutzungsbedingungen für die Energie- und Gebäudetechnik
VU-5801_D	Vollzug Umwelt, Nichtionisierende Strahlung, Mobilfunk- und WLL-Basisstationen, Vollzugsempfehlung zur NISV, BUWAL, Bern 2002
VU-5800-D	Vollzug Umwelt, Nichtionisierende Strahlung, Mobilfunk-Basisstationen (GSM), Messempfehlung, BUWAL, Bern 2002
VU-5800-D-N1	Vollzug Umwelt, Nichtionisierende Strahlung, Mobilfunk-Basisstationen (GSM), Messempfehlung, Nachtrag, BUWAL, Bern 2003
VU-UMTS	Vollzug Umwelt, Nichtionisierende Strahlung, Mobilfunk-Basisstationen (UMTS-FDD), Messempfehlung, BUWAL, Bern 2003
VU-Rundfunk	Vollzug Umwelt, Nichtionisierende Strahlung, Rundfunk- und Funkrufsendeanlagen, Vollzugsempfehlung zur NISV, BUWAL, Bern 2005
HSL	Hochspannungsleitungen, Vollzugshilfe zur NISV, Entwurf, BAFU 2007
suvapro	Grenzwerte am Arbeitsplatz 2007, Schweizerische Unfallversicherungsanstalt SUVA 1903.d-2007, Luzern 2007
ICNIRP Guidelines	ICNIRP Guidelines, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz), International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, 1998
UMWELT-Materialien Nr. 162	Nichtionisierende Strahlung, Hochfrequente Strahlung und Gesundheit
Hug, Rapp, Schär, Taschner	Hochfrequente Strahlung und Gesundheit. Bewertung von wissenschaftlichen Studien im Niedrigdosisbereich. Umwelt-Wissen Nr. 0722, BAFU 2006
BUWAL-Broschüre	Elektrosmog in der Umwelt, BUWAL 2005

Schriftenreihe Umwelt Nr. 121	Biologische Auswirkungen nichtionisierender Strahlung auf den Menschen und seine Umwelt, 1. Teil: Frequenzbereich 100 kHz bis 300 GHz, BUWAL, Bern 1990
Schriftenreihe Umwelt Nr. 214	Biologische Auswirkungen nichtionisierender Strahlung auf den Menschen und seine Umwelt, 2. Teil: Frequenzbereich 10 Hz bis 100 kHz, BUWAL, Bern 1993
Schriftenreihe Umwelt Nr. 164	Messung nichtionisierender elektromagnetischer Strahlung, 1. Teil: Frequenzbereich 100 kHz bis 300 GHz, BUWAL, Bern 1992
Schriftenreihe Umwelt Nr. 302	Nichtionisierende Strahlung, Begrenzung der Immissionen von nichtionisierender Strahlung, Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz, Bericht der Arbeitsgruppe "Nichtionisierende Strahlung", BUWAL, Bern 1998
1999/519/EC	Council Recommendation of 12 July 1999 on the limitation of exposure of the general public to electromagnetic fields (0 Hz to 300 GHz), 1999/519/EC
SBM-2008	Standard der baubiologischen Messtechnik, Baubiologie MAES / IBN
Ergänzung SBM-2008	Ergänzung zum Standard der baubiologischen Messtechnik, Baubiologische Richtwerte für Schlafbereiche
SN 506 500	Baukostenplan (BKP)

4 Glossar

4.1 Begriffe und Definitionen

Anlagegrenzwert <i>AGW</i>	<p>Grenzwert zur vorsorglichen Emissionsbegrenzung gemäss NISV für die von einer Anlage allein erzeugte Strahlung.</p> <p>Der Anlagegrenzwert gilt für Orte, wo sich Menschen regelmässig über längere Zeit aufhalten (> 4 h/Tag oder > 800h/Jahr). Zu diesen Orten gehören beispielsweise Wohnräume, Schulräume und Kindergärten, Pausenplätze von Schulhäusern, Spitäler, Alters- und Pflegeheime, ständige Arbeitsplätze.</p>
Baukostenplan <i>BKP</i>	<p>Anlagekostenplan für sämtliche Kosten, die bei der Erstellung einer baulichen Anlage anfallen; Grundstückserwerb, eigentliche Baukosten, Einrichtungen, Ausstattungen, Honorare und Nebenkosten aller Art. Das ausführungsorientierte Instrument mit weitgehender Gliederung nach Arbeitsgattungen wird zur Gliederung von Kostenvorschlägen, Ausschreibungen, Werkverträgen, Kostenkontrollen und für Abrechnungen angewendet.</p> <p>Der BKP ist eine Schweizer Norm (SN 506 500).</p>
Elektrisches Feld	<p>Ein elektrisches Feld entsteht, sobald eine elektrische Installation in Betrieb genommen wird. Ein elektrisches Feld ist immer vorhanden, wenn eine Spannung (Masseinheit Volt [V]) anliegt, selbst dann, wenn kein Strom fliesst. Die elektrische Feldstärke besitzt die Masseinheit Volt pro Meter [V/m]. Die Stärke des elektrischen Feldes nimmt mit steigender Spannung zu und mit zunehmendem Abstand von der Quelle ab. Das elektrische Feld kann durch seine Umgebung stark beeinflusst werden und lässt sich bei tiefen Frequenzen (z.B. 50 Hz) leicht abschirmen.</p>
Elektromagnetische Emission	<p>Bezeichnet den Austritt von elektromagnetischen Wellen aus einer Quelle.</p>
Elektromagnetisches Feld <i>EMF</i>	<p>Sammelbegriff für das elektrische und das magnetische Feld. Es wird vor allem bei höheren Frequenzen verwendet, wo elektrische und magnetische Felder nicht mehr getrennt betrachtet werden können. Synonym wird auch der Begriff der elektromagnetischen Strahlung verwendet.</p>
Elektromagnetische Strahlung	<p>Die elektromagnetischen Strahlungen können in der natürlichen und technischen Umwelt in verschiedenen Formen vorkommen. Sichtbares Licht, Ultraviolett-, Röntgen- und Wärmestrahlung gehören ebenso zum elektromagnetischen Spektrum wie Radio- und Mikrowellen und die elektrischen und magnetischen Felder von Eisenbahnen und der Stromversorgung. Physikalisch unterscheiden sich diese verschiedenen Strahlungen insbesondere durch ihre Frequenz. Bei höheren Frequenzen benötigt eine wirkungsvolle Abschirmung gute Fachkenntnisse.</p>
Elektromagnetische Verträglichkeit <i>EMV</i>	<p>Die Elektromagnetische Verträglichkeit ist die Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren. Das bedeutet, zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, störend zu beeinflussen oder von ihr gestört zu werden</p>
Erde	<p>Erde ist die Bezeichnung sowohl für die Erde als Ort, als auch als Stoff, z.B. die Bodenarten Humus, Lehm, Sand, Kies und Gestein.</p>
Erder	<p>Ein Erder ist ein leitfähiges Teil, das in ein bestimmtes leitfähiges Medium, zum Beispiel Beton, eingebettet sein kann und in elektrischem Kontakt zur Erde steht (z. B. Fundamentenerder).</p>

Erdung	Die Erdung ist die Gesamtheit aller miteinander verbundenen Erder und Erdungsleiter.
Erdungsanlage	Eine Erdungsanlage ist eine örtlich abgegrenzte Gesamtheit miteinander leitend verbundener Erder oder in gleicher Weise wirkender Metallteile (z.B. Bewehrungen, Kabelmetallmäntel) und Erdungsleiter.
Sachkundige Person	Im Sinne dieser Planungsrichtlinie muss es eine Person sein, die sich über eine entsprechende Ausbildung ausweisen kann. Sie muss über das Messinstrumentarium verfügen, wie es in den Anforderungen vorgegeben ist, und dieses auch bedienen können. Auch muss sie sich über notwendige Messerfahrungen ausweisen können.
Frequenz	Die Frequenz bezeichnet die Anzahl Schwingungen (Polaritätswechsel) pro Sekunde und wird in Hertz [Hz] angegeben.
Fundamenterder	Leitfähige Teile (Bewehrungsstähle oder speziell verlegte Leiter), die elektrisch leitend im Bodenfundament eingebettet sind. Dieses Fundament ist grossflächig, elektrisch leitend mit der Erde in Verbindung.
Hochfrequenz-Strahlung	Nichtionisierende Strahlung mit einer Frequenz von 30 kHz bis 300 GHz. Bei der Hochfrequenz-Strahlung sind das elektrische und magnetische Feld aneinander gekoppelt und können sich als Welle frei im Raum ausbreiten. Diese Eigenschaft wird bei der mobilen Telekommunikation oder beim Radio und Fernsehen genutzt, um Informationen drahtlos zu übertragen.
Immissionsgrenzwert <i>IGW</i>	Grenzwert der gesamten nichtionisierenden Strahlung. Der Immissionsgrenzwert gilt für Orte, wo sich Menschen auch kurzfristig aufhalten können. Der Immissionsgrenzwert soll Menschen vor Gesundheitsschäden schützen. Der Immissionsgrenzwert der NISV entspricht dem Grenzwert für die allgemeine Bevölkerung der ICNIRP resp. der Weltgesundheitsorganisation (WHO).
Ionisierende Strahlung <i>IS</i>	Elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen von weniger als 100 nm. Dazu zählen zum Beispiel die Gamma- und Röntgenstrahlen.
Magnetische Felder	Ein magnetisches Feld entsteht überall dort, wo elektrische Ladungen bewegt werden, d. h. wo ein elektrischer Strom (Einheit Ampère [A]) fließt. Zur Beschreibung der Stärke eines magnetischen Feldes verwendet man die magnetische Flussdichte - auch magnetische Induktion genannt - mit der Einheit Tesla [T] oder die magnetische Feldstärke mit der Einheit Ampère pro Meter [A/m]. Die Stärke des Magnetfeldes nimmt mit zunehmender Stromstärke zu und mit wachsendem Abstand von der Quelle ab. Das Magnetfeld hat bei tiefen Frequenzen im Gegensatz zum elektrischen Feld die Eigenschaft, die meisten Materialien nahezu unvermindert zu durchdringen. Eine Abschirmung ist, wenn überhaupt, nur mit Aufwand und Spezialwerkstoffen zu erreichen und erfordert spezielle Fachkenntnisse.
Nichtionisierende Strahlung <i>NIS</i>	Elektromagnetische Strahlung im Frequenzbereich von 0 Hz bis 300 GHz. Zur nichtionisierenden Strahlung gehören beispielsweise die Strahlungen der elektrischen Energieversorgung oder der drahtlosen Telefonie.
Niederfrequente Felder	Nichtionisierende Strahlung mit einer Frequenz zwischen 0 Hz und 30 kHz. Das elektrische und das magnetische Feld sind nur schwach aneinander gekoppelt und dürfen in der Regel getrennt betrachtet werden. Man spricht eher von niederfrequenten Feldern als von Strahlung, weil der frei abstrahlende Anteil meist von untergeordneter Bedeutung ist. Quellen sind u.a. Eisenbahn-Fahrleitungen, Hochspannungsleitungen, Anlagen der Stromversorgung wie Transforma-

	torenstationen oder Unterwerke sowie elektrische Geräte.
Nutzungszone B <i>NZB</i>	Räume in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (> 4 h/Tag oder > 800h/Jahr) und Flächen von unüberbauten Grundstücken, auf denen eine empfindliche Nutzung zugelassen ist.
OMEN	Räume in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (> 4 h/Tag oder > 800h/Jahr) und Flächen von unüberbauten Grundstücken, auf denen eine empfindliche Nutzung zugelassen ist (Definition in der NISV).
Ort mit kurzfristigem Aufenthalt <i>OKA</i>	Orte, die nicht unter die Bedingungen der OMEN fallen (Aufenthaltsdauer < 4 h/Tag oder < 800h/Jahr), werden als OKA bezeichnet.
Schutz-Potenzialausgleich	Eine elektrische Verbindung, welche Körper von Betriebsmitteln und fremde leitfähige Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potenzial bringt.
Nutzungszone A <i>NZA</i>	Räume in Gebäuden, in denen sich Personen regelmässig während längerer Zeit aufhalten (> 4 h/Tag oder > 800h/Jahr). Dazu gehören insbesondere Wohnräume, Schlafzimmer, Kindergärten, Bettenzimmer von Gesundheitsbauten und öffentliche oder private, raumplanungsrechtlich festgesetzte Kinderspielplätze.
Grenzwert Nutzungszone A <i>GNZA</i>	Grenzwert für die Niederfrequenz- und Hochfrequenz-Strahlung gemäss vorliegender Richtlinie (PR-NIS). Der GNZA gilt für Orte mit Nutzungszone A (NZA).
Grenzwert Nutzungszone B <i>GNZB</i>	Grenzwert für die Niederfrequenz- und Hochfrequenz-Strahlung gemäss vorliegender Richtlinie (PR-NIS). Der GNZB gilt für Orte mit Nutzungszone B (NZB)..

5 Anhang

5.1 Anhang A (informativ)

Herleitung und Diskussion der Grenzwerte für die Stadt Zürich

Die Grenzwerte der PR-NIS orientieren sich an den international verbreiteten ICNIRP-Grenzwerten und an den ebenfalls auf diesen aufbauenden Grenzwerten der NISV.

Grundsätzlich unterscheidet die ICNIRP zwischen so genannten Basisgrenzwerten und so genannten Referenzwerten.

Die Basisgrenzwerte stehen in einem direkten Zusammenhang mit erwiesenen und im Wesentlichen auch erklärbaren Beeinflussungen des menschlichen Körpers durch nichtionisierende Strahlung. Die Basisgrenzwerte limitieren elektrische Grössen, welche im Körperinnern auftreten (Basisgrössen). Im niederfrequenten Bereich sind die Basisgrenzwerte Stromdichten (Masseinheit A/m^2), im hochfrequenten Bereich die spezifische Absorptionsrate (SAR: specific absorption rate, in W/kg). Die Einhaltung der Basisgrenzwerte ist letztlich entscheidend für eine abschliessende Beurteilung.

Da eine direkte Messung der Basisgrössen in einem menschlichen Körper nicht möglich ist, können die Basisgrössen – wenn überhaupt - nur in geeigneten Modellen gemessen werden (meist spezielle Tanks gefüllt mit Flüssigkeiten, welche möglichst ähnliche elektrische Eigenschaften besitzen wie Teile des menschlichen Körpers). Die Feststellung der Basisgrössen ist letztlich zwar massgebend, technisch jedoch in vielen Fällen schwierig zu erreichen. Aus diesen Gründen werden basierend auf den Basisgrenzwerten so genannte Referenzwerte abgeleitet. Die Referenzwerte sind mehrheitlich elektrische und magnetische Feldstärken, welche von aussen auf den Menschen einwirken und nur so gross sein dürfen, dass im Körperinnern die Basisgrenzwerte nicht überschritten werden. Die Referenzwerte lassen sich in der Regel einfacher und auch im "freien Raum" ohne Anwesenheit eines menschlichen Körpers oder eines entsprechenden Körpermodells messen. Es ist in Normen und Vorschriften üblich, diese einfacher messbaren Referenzwerte zu limitieren.

Die Basisgrenzwerte stützen sich auf erwiesene Gefährdungen und Beeinflussungen und besitzen für die berufsbedingte Exposition einen Sicherheitsfaktor von ca. 10 und für die allgemeine Bevölkerung einen Sicherheitsfaktor von ca. 50. Die Herleitung der Referenzwerte aus den Basisgrenzwerten erfolgt im Wesentlichen durch rechnerische Modellierungen für den ungünstigsten Fall. Die Referenzwerte sind also derart gewählt, dass selbst bei maximaler Einkopplung in den Körper, die Basisgrenzwerte mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit eingehalten werden.

Im Rahmen einer vorsorglichen Emissionsbegrenzung – abgestützt auf die schweizerische Umweltschutzgesetzgebung - werden durch die NISV die Referenzwerte in der Umgebung bestimmter Anlagen für Orte mit empfindlicher Nutzung zusätzlich gesenkt. Diese vorsorgliche Emissionsbegrenzung, mit welcher die Basisgrenzwerte entsprechend deutlich unterschritten werden, muss auch immer die Aspekte der technischen Machbarkeit und der wirtschaftlichen Tragbarkeit beachten. Da den Vorsorgewerten keine – gegenüber dem Basisgrenzwert neue – wissenschaftlich erwiesenen Gefährdungen zugrunde liegen, ist die Festlegung eines Vorsorgewertes immer willkürlich. Es wurde im Hochfrequenzbereich für die elektrische Feldstärke der Reduktionsfaktor 10 angewendet.

Beim niederfrequenten Magnetfeld wird der Vorsorgewert gegenüber dem Referenzwert sogar um einen Faktor 100 reduziert. Diese zusätzliche Reduktion trägt unter anderem auch dem Umstand Rechnung, dass niederfrequente Magnetfelder ungedämpft in den Körper des Menschen eindringen können. Falls neben der mit den Basisgrenzwerten limitierten Stromdichte auch das Magnetfeld selbst Zellen oder Körperfunktionen direkt beeinflussen könnte, wäre eine strengere Begrenzung des niederfrequenten Magnetfeldes im Vergleich zum niederfrequenten elektrischen Feld sicher angebracht.

Tabelle 5 Gegenüberstellung der Feldstärken und Stromdichten im Körper beim Referenzwert (50 Hz):

Basisgrenzwert 50 Hz:	2 mA/m ²	
Referenzwert magnetisch:	100 µT	(im Körper: ca. 100 µT bei einem gleichzeitig maximal induzierten Strom von ca. 2 mA/m ²)
Referenzwert elektrisch:	5'000 V/m	(im Körper ca. 10 mV/m elektrisches Feld bei einer Stromdichte von 2 mA/m ² und einer Leitfähigkeit von 0.2 S/m)

Für die vorliegende PR-NIS wurden bei den Nutzungszonen B (NZB) die Grenzwerte der NISV im Wesentlichen übernommen, wobei aus den Grenzwerten der NISV eine durchgehende Kurve gebildet wurde, um das gesamte Frequenzspektrum zu erfassen. Beim niederfrequenten elektrischen Feld wurde der Grenzwert – im Gegensatz zur NISV, welche keine Reduktion kennt – um den Faktor 10 reduziert.

Für die Nutzungszonen A (NZA) wurde der Vorsorgegrenzwert, soweit vertretbar, nochmals um einen weiteren Faktor 10 reduziert. Ausnahme bildet das niederfrequente Magnetfeld, welches bereits für die NZB gemäss NISV um einen Faktor 100 gegenüber dem Referenzwert reduziert wurde. Der zusätzliche Reduktionsfaktor für NZA gegenüber NZB beträgt 2.5. Die zusätzlichen Reduktionsfaktoren für die Nutzungszone A sind insofern willkürlich, als wissenschaftlich erhärtete Verdachtsmomente oder Erklärungsmodelle als Begründung fehlen. Die Datenlage bezüglich Kindern und pflegebedürftigen Personen ist jedoch spärlich. Die zusätzliche Reduktion für die Nutzungszone A wird als technisch realisierbar betrachtet und es sind bei frühzeitiger Planung kaum Mehrkosten zu erwarten.

Im Körper ergeben sich damit bei den Grenzwerten der PR-NIS folgende Feldstärken und Stromdichten (50 Hz):

Tabelle 6 Stromdichte und Feldstärke im Körper pro Grenzwert

Bezeichnung	Grenzwert	Stromdichte im Körper	Feldstärke im Körper
ICNIRP	100 µT	2 mA/m ²	100 µT
	5'000 V/m	2 mA/m ²	10 mV/m
NISV (OMEN)	1 µT	20 nA/m ²	1 µT
	5'000 V/m	2 mA/m ²	10 mV/m
NZB	1 µT	20 nA/m ²	1 µT
	500 V/m	200nA/m ²	1 mV/m
NZA	0.4 µT	5 nA/m ²	0.4 µT
	50.0 V/m	20 nA/m ²	100 µV/m

5.2 Anhang B (informativ) Referenzmessungen von verschiedenen Starkstromleitungen

Um die Magnetfeld-Immissionen von Starkstromleitungen, wie sie im Wohnungs- und Bürobereich verwendet werden, quantifizieren zu können, wurden Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

5.2.1 Gemessene Kabel

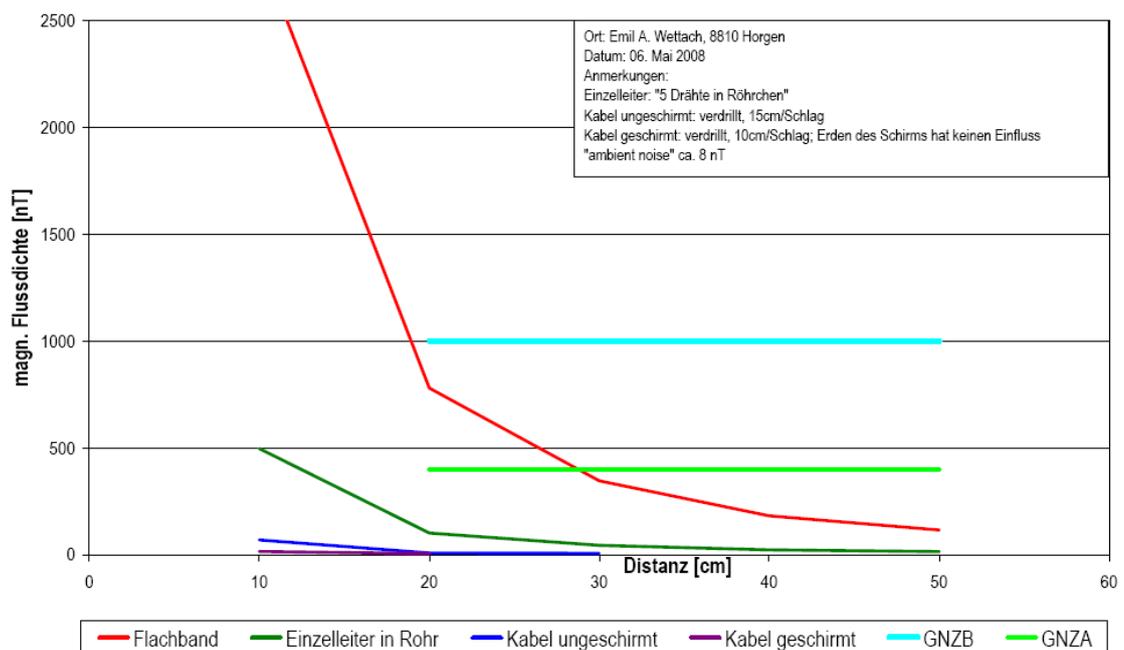
Tabelle 7 Gemessene Kabel

Bezeichnung	Beschreibung
Flachbandkabel	Daetwyler Technofil 5x2.5 (Woertz)
Kabel ungeschirmt	Studer Betaflam FE0 5x2.5 mm ²
Kabel geschirmt	Studer Betaflam FE0 (St) 5x1.5 mm ²
Einzelleiter in Rohr (M20)	5 x 1.5 mm ²

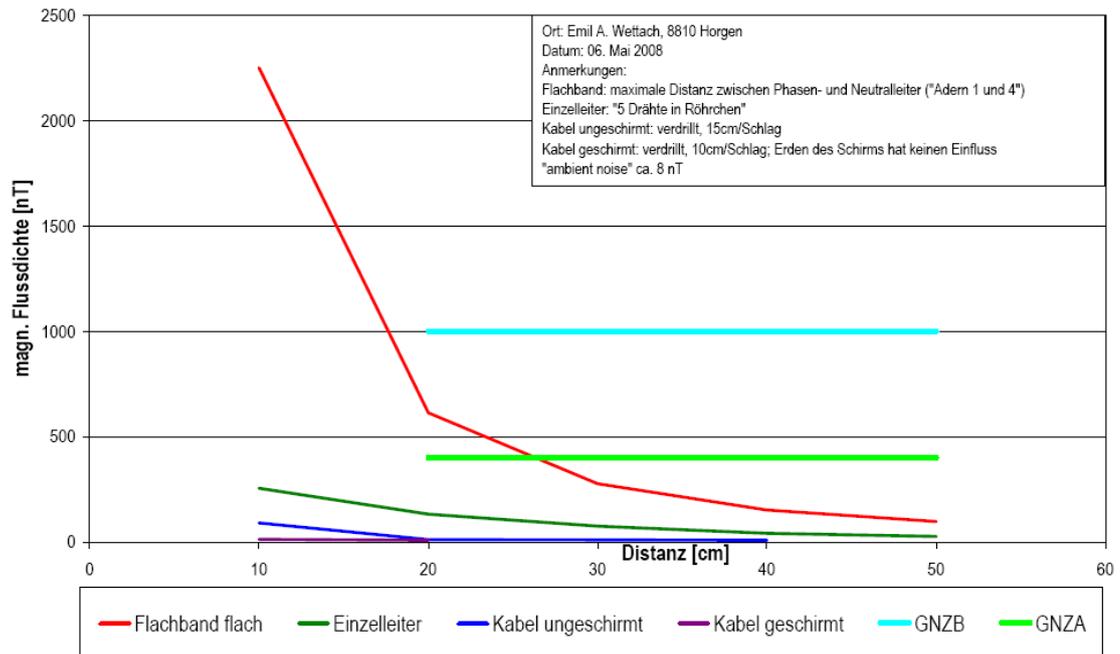
5.2.2 Messergebnisse

Das Magnetfeld wurde in einem Abstand von 10 / 20 / 30 / 40 / 50 cm zum Kabel gemessen. Als Last wurden Heizlüfter verwendet. Die Messungen erfolgten bei einem Strom von ca. 8 A je Phase. Im Folgenden werden die Messergebnisse einheitlich für einen Strom von 10 A dargestellt. Bei einem anderen massgebenden Strom sind die Werte entsprechend zu ändern (die magnetische Flussdichte ist proportional zum Strom).

Figur 7 Magnetfeld 3-Phasen bei 10 Ampère



Figur 8 Magnetfeld 1-Phase bei 10 Ampère



Bei einer massgebenden Minimaldistanz von 20 cm zur Wand wird der Grenzwert der NZB von allen Kabeltypen eingehalten. Bei NZA hält das Flachbandkabel den entsprechenden Grenzwert in einer Distanz von 20 cm nicht ein. Ab einer Distanz von 30 cm hält auch das Flachbandkabel den Grenzwert der NZB ein. Die Feldstärke ist beim Flachbandkabel abhängig von der Ausrichtung des Kabels ("hochkant", "flach"). Dargestellt wird der schlechteste Fall, weil die Ausrichtung des Kabels in der Regel nicht kontrolliert ist.

Das beste Kabel ist das geschirmte Kabel. Dies allerdings nicht wegen des Kabelschirms, welcher auf das Magnetfeld praktisch keinen Einfluss hat, sondern wegen der Tatsache, dass das geschirmte Kabel enger verdreht war (10cm/Schlag) als das ungeschirmte Kabel (15cm/Schlag).

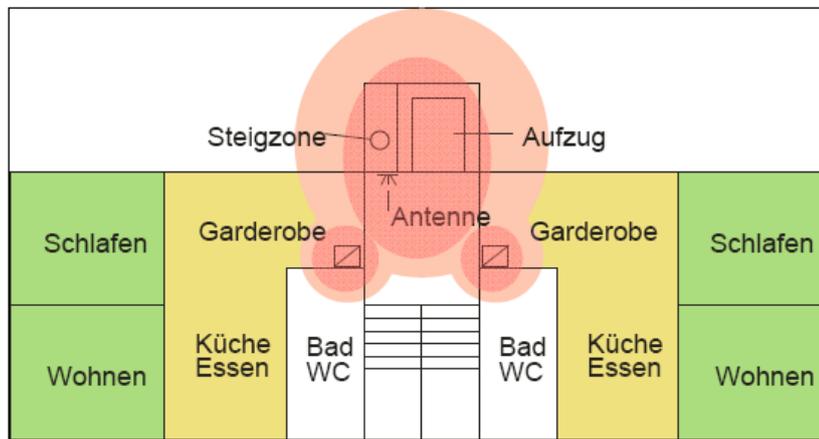
5.3 Anhang C (informativ) NIS-Zonenplan

Der NIS-Zonenplan ist ein Bestandteil der Projektdokumentation. Er ist pro Projektphase zu erstellen, bei Projektänderungen anzupassen und beinhaltet Folgendes:

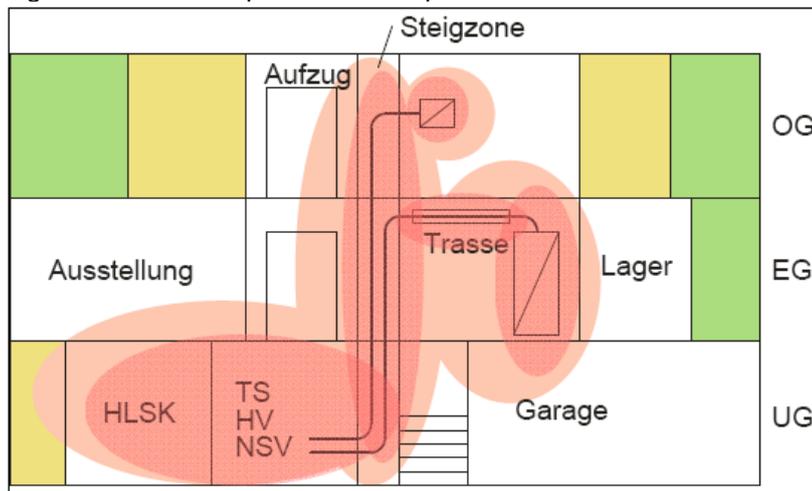
- Grundrisspläne mit Raumgliederung und deren Zuordnung nach NZA, NZB und normaler Nutzung (richtige Anordnungen sind kostenneutral, Massnahmen sind aufwendig)
- Verteilerstandorte und Steigzonen (ist von Planer zu spezifizieren)
- Verlauf von Hauptleitungen und Trassen
- Schnittpläne mit Informationen über angrenzende Bereiche
- Angaben über integrierte oder externe Standorte von Transformatorenstationen, Mittelspannungs- und Niederspannungs-Schaltanlagen (inkl. Wohnungs-Sicherungsverteilungen), Energiezentralen, Lifтанlagen sowie Antennensysteme (DECT, WLAN usw.). Sämtliche aufgezählten technische Einrichtungen sind von Nutzungszonen A zu distanzieren.

Der NIS-Zonenplan wird nach Einhaltung der PR-NIS pro Projektphase durch die Bauherrschaft frei gegeben.

Figur 9 Beispiel NIS-Zonenplan: Grundriss Wohngebäude



Figur 10 Beispiel NIS-Zonenplan: Schnitt Wohn- und Gewerbegebäude



Legende

	übrige Nutzung
	Nutzungszone B
	Nutzungszone A
	GNZB überschritten
	GNZA überschritten

5.4 Anhang D (informativ) Messempfehlung

5.4.1 Messung niederfrequenter Felder (NF-Felder)

Unter niederfrequenten Feldern werden elektrische und magnetische Felder bis und mit 30 kHz verstanden. Elektrische und magnetische Felder werden getrennt betrachtet und auch getrennt gemessen.

Die Abnahmemessungen sind unter der Berücksichtigung der Nutzung gemäss Tabelle 3 vorzunehmen. Die Messung erfolgt in den Messbereichen gemäss Tabelle 8:

- Die Messung der Magnetfelder erfolgt parallel zu Wänden, Boden und Decke in den nachstehend genannten Abständen.
- Die Messung der elektrischen Felder erfolgt in Raummitte in den nachstehend genannten Höhen resp. im Bereich des Bettes.

Tabelle 8 Messbereiche und Messbedingungen für NF-Felder

Nutzung (gemäss Tabelle 2)	Grenzwert	massgebender Messwert	
		NF-Magnetfelder	NF-Elektrofelder
NZB	GNZB	maximaler Effektivwert 0.5 bis 2m über Fussboden und 0.2m ab Wänden	maximaler Effektivwert in Raummitte 0.8 und 1.50m über Fussboden
NZA	GNZA	maximaler Effektivwert 0.2 bis 2m über Fussboden und 0.2m ab Wänden	maximaler Effektivwert in Raummitte 0.2 und 1.50m über Fussboden bzw. Bettbereich in Bettenzim- mer / Schlafzimmer

Umgebungsbedingungen

Für die Abnahmemessungen müssen folgende Umgebungsbedingungen hergestellt werden:

- Anlagen der Gebäudegrundinfrastruktur in Betrieb (Heizung-, Lüftungs-, Kälte- und Sanitäranlagen)
- Beleuchtungen (festinstalliert) eingeschalten
- Belastung der Starkstromleitungen mit einer ausreichenden Stromstärke, so dass der Messwert dem Einfluss der Leitungen zugewiesen werden könnte
- Anlagen Dritter werden nicht berücksichtigt.

Beurteilungswert

Die Grenzwerte GNZA und GNZB sind beim massgebenden Betriebszustand gemäss Kap. 5.4.3 einzuhalten. Die Feldstärken bei dieser maximalen Auslastung werden als Beurteilungswert bezeichnet. Während der Abnahmemessung sind die effektive Leistung oder der effektive Strom zu ermitteln. Gegebenenfalls sind dazu Strommessungen notwendig, welche zeitgleich mit den Magnetfeldmessungen durchgeführt werden. Der Messwert ist auf den Beurteilungswert hochzurechnen und der Beurteilungswert ist mit dem Grenzwert zu vergleichen.

5.4.2 Messung hochfrequenter Felder (HF-Felder)

Unter hochfrequenten Feldern werden elektrische und magnetische Felder von 30 kHz bis 300 GHz verstanden. Unterhalb 1 MHz werden elektrische und magnetische Felder getrennt betrachtet und auch getrennt gemessen. Oberhalb 1 MHz werden nur die elektrischen Feldstärken betrachtet und gemessen.

Die Abnahmemessungen sind unter Berücksichtigung der Nutzung gemäss Tabelle 2 vorzunehmen. Die Messungen erfolgen in der Regel spektral nach der Schwenkmethode in den Messvolumen gemäss Tabelle 9.

Tabelle 9 Messbereiche und Messbedingungen für HF-Felder

Nutzung (gemäss Tabelle 2)	Grenzwert	massgebender Messwert für Magnetfelder unter 1 MHz und für elektrische Felder
NZB	GNZB	maximaler Effektivwert 0.5 bis 1.75m über Fussboden und 0.5m ab Wänden und Einrichtungsgegenständen
NZA	GNZA	maximaler Effektivwert 0.5 bis 1.75m über Fussboden und 0.5m ab Wänden und Einrichtungsgegenständen

Umgebungsbedingungen

Für die Abnahmemessungen müssen folgende Umgebungsbedingungen hergestellt werden:

- Betrieb der Anlagen mit konstanter Sendeleistung. Die Sendeleistung und die Signalform müssen bekannt sein.
- Elektrische Anlagen Dritter werden nicht berücksichtigt.

Beurteilungswert

Die Grenzwerte GNZA und GNZB sind bei maximaler Sendeleistung einzuhalten. Die Feldstärken bei dieser maximalen Auslastung werden als Beurteilungswert bezeichnet. Der Messwert bei bekannter Sendeleistung ist auf den Beurteilungswert hochzurechnen und der Beurteilungswert ist mit dem Grenzwert zu vergleichen. In die Hochrechnung mit einzubeziehen sind allfällige Bandbreitenkorrekturfaktoren, falls die zu messenden Signale breitbandiger sind als die Messbandbreite.

5.4.3 Begriffe und Messgrundlagen

Begriff / Thema	NF-Messungen	HF-Messungen
Betrieb der Anlage während der Messung	Elektrische Anlagen müssen während der Messung nicht zwangsläufig mit maximaler Auslastung betrieben werden. Messwerte bei einem anderen Betriebszustand können anschliessend auf den massgebenden Betriebszustand hochgerechnet werden. Die Auslastung einer Anlage muss allerdings so hoch sein, dass die Messwerte der Anlage zugewiesen werden können. Zur Ermittlung der Auslastung einer Anlage während der NF- oder HF-Messung sind gegebenenfalls gleichzeitig Messungen an der Anlage notwendig (z.B. Strom- oder Leistungsmessungen).	
Messwert	Zu messen ist der Effektivwert der elektrischen resp. der magnetischen Feldstärke bei den entsprechenden Betriebsfrequenzen der Emissionsquellen (frequenzselektive resp. spektrale Messung). Durch geeignetes Abtasten wird sichergestellt, dass man die örtlich höchste Feldstärke erfasst (Messbereich gemäss Tabelle 8 resp. 9).	
Beurteilungswert	Die Messwerte werden auf den massgebenden Betriebszustand hochgerechnet. Als Ergebnis resultiert der sogenannte Beurteilungswert. Der Beurteilungswert ist diejenige Feldstärke, die man als örtliches Maximum messen würde, wenn die Anlage im massgebenden Betriebszustand betrieben würde.	
Massgebender Betriebszustand	Der massgebende Betriebszustand ist grundsätzlich jener Betriebszustand einer Anlage, welcher im Normalbetrieb zu den höchsten Immissionen führt. Der als massgebender Betriebszustand festgelegte Betriebszustand ist zu dokumentieren.	
Messunsicherheit	Die Messunsicherheit wird bei der Berechnung des Beurteilungswertes nicht einbezogen, d.h. man geht bei der Hochrechnung von den abgelesenen Messwerten aus. Die Messunsicherheit ist auf den Messprotokollen oder im Messbericht aufzuführen. Die Berechnung der Messunsicherheit muss bei der Messfirma/Messperson nachvollziehbar dokumentiert sein.	
Anforderungen an Messfirmen und Messpersonen	Messungen sind durch fachkundige Personen durchzuführen. Im Sinne dieser Planungsrichtlinie (PR-NIS) muss es eine Person sein, die sich über eine entsprechende Ausbildung ausweisen kann. Sie muss über das Messinstrumentarium verfügen, wie es in den Anforderungen vorgegeben ist und dieses auch bedienen können. Auch muss sie sich über die notwendigen Messerfahrungen ausweisen.	
Ort der Messungen	Es ist an Orten der Nutzungzone A und B zu messen. Mit der Messung soll grundsätzlich die höchste im Raum vorkommende Feldstärke ermittelt werden. Dabei dürfen die in Tabelle 8 resp. 9 angegebenen Abstände nicht unterschritten werden. Es sollen für eine Abnahmemessung mindestens die drei Orte gemessen werden, an welchen die	



Begriff / Thema	NF-Messungen	HF-Messungen
	<p>höchsten Immissionen zu erwarten sind. In vielen Fällen sind diese Orte aufgrund der Installationen relativ einfach zu ermitteln. Eventuell ist es angezeigt, orientierende Vormessungen durchzuführen, um die Räume mit den höchsten Immissionen zu ermitteln.</p> <p>Die Auswahl der Orte ist zu begründen und mit dem Auftraggeber abzusprechen.</p>	
Zeitpunkt und Dauer der Messungen	<p>Der Zeitpunkt der Messungen ist unkritisch. Einzige Voraussetzung ist, dass die Anlagen zum Zeitpunkt der Messung aktiv sind. Falls nicht mit maximaler Auslastung gearbeitet wird, muss der Betriebszustand bekannt sein, damit der Messwert auf den Beurteilungswert hochgerechnet werden kann.</p> <p>Die Messdauer ist ebenfalls unkritisch. Sie richtet sich nach der Dauer für die Suche nach dem lokalen Maximum und nach der maximalen Bewegungsgeschwindigkeit des Messgerätes aufgrund der Geräteeinstellungen und der internen Verarbeitungsgeschwindigkeit für die gemessenen Daten.</p>	
Breitbandige Messung	<p>Die breitbandige Messung dient in der Regel als orientierende Messung. Die Ergebnisse können nur dann zur abschliessenden Abnahmemessung verwendet werden, wenn der Beurteilungswert den Grenzwert im gesamten Frequenzbereich einhält.</p> <p>Mit einer isotropen Breitbandsonde wird die elektrische oder magnetische Feldstärke an einem Punkt im Raum in einem relativ breiten Frequenzbereich integral gemessen. Das Ergebnis ist die Summenfeldstärke am gegebenen Punkt, wobei alle Frequenzanteile im spezifizierten Frequenzbereich der Sonde und alle Polarisierungen automatisch aufsummiert werden.</p> <p>Als Messgeräte werden isotrope Breitbandsonden verwendet, die für die zu messenden Frequenzbänder spezifiziert sind und im erwarteten Pegelbereich die unter Position "Messunsicherheit und Kalibration" festgelegte zulässige Messunsicherheit nicht überschreiten.</p> <p>Die Wertangabe für das elektrische Feld ist V/m, für das magnetische Feld μT (Mass für die magnetische Flussdichte).</p>	
Frequenzselektive Messung (NF)	<p>Mit einer frequenzselektiven Messung wird gezielt nur die Feldstärke bei der zu untersuchenden Betriebsfrequenz erfasst.</p> <p>Wenn der Beurteilungswert, der sich aus der frequenzselektiven Messung ergibt, den Grenzwert nicht überschreitet, gilt der Grenzwert als eingehalten. Andernfalls gilt der Grenzwert als überschritten.</p> <p>Für die frequenzselektive Messung soll ein Messgerät mit frequenzselektiver Analysemöglichkeit oder ein Spektrumanalysator resp. ein Messempfänger verwendet werden. Das Messsystem soll über eine Maximum Hold Funktion verfügen.</p> <p>Es sollen potentialfreie, isotrope Feldsonden verwendet werden.</p> <p>Die Geräteeinstellungen sind entsprechend den zu messenden Signalen vorzunehmen. Insbesondere ist die Messbandbreite dem zu messenden Signal anzupassen. Ist die maximale Messbandbreite kleiner als die Signalbandbreite, sind Bandbreitenkorrekturen vorzunehmen. Derartige Korrekturen sind nachvollziehbar zu dokumentieren.</p> <p>Die Messeinrichtung darf die unter Position "Messunsicherheit und Kalibration" festgelegte zulässige Messunsicherheit nicht überschreiten.</p> <p>Die Wertangabe für das elektrische Feld ist V/m, für das magnetische Feld μT (Mass für die magnetische Flussdichte).</p>	



Begriff / Thema	NF-Messungen	HF-Messungen
Spektrale Messungen (HF)		<p>Mit einer spektralen Messung wird gezielt nur die Feldstärke des zu messenden Funkdienstes erfasst.</p> <p>Wenn der Beurteilungswert, der sich aus der spektralen Messung ergibt, den Grenzwert nicht überschreitet, gilt der Grenzwert als eingehalten. Andernfalls gilt der Grenzwert als überschritten. Ausnahmen bilden einzig Signalarten, welche auch spektral nicht abschliessend beurteilt werden können.</p> <p>Für die spektrale Messung kann ein Spektrumanalysator oder ein Messempfänger verwendet werden. Das Messsystem soll über eine Maximum Hold Funktion verfügen.</p> <p>Die verwendete Antenne soll genügend kleine Abmessungen haben, so dass eine Anwendung in Innenräumen gut möglich ist.</p> <p>Die Geräteeinstellungen sind entsprechend den zu messenden Funkdiensten vorzunehmen. Insbesondere ist die Messbandbreite dem zu messenden Signal anzupassen. Ist die maximale Messbandbreite kleiner als die Signalbandbreite, sind Bandbreitenkorrekturen vorzunehmen. Derartige Korrekturen sind nachvollziehbar zu dokumentieren.</p> <p>Die Messeinrichtung darf die unter Position "Messunsicherheit und Kalibration" festgelegte zulässige Messunsicherheit nicht überschreiten.</p> <p>Die Wertangabe für das elektrische Feld ist V/m, für das magnetische Feld μT (Mass für die magnetische Flussdichte).</p>
Spezielle Messverfahren (HF)		<p>Für gewisse, insbesondere code-selektive Funkdienste, kann die spektrale Messung zu einer Überbewertung der Immissionen führen. Falls der Grenzwert mittels der spektralen Messmethode überschritten wird, sind spezielle Messgeräte resp. Detektionsverfahren anzuwenden (z.B. code-selektive Messung von UMTS-Signalen). Die gewählten Verfahren und Geräte sind im Messbericht zu beschreiben.</p> <p>Die Messeinrichtung darf die unter Position "Messunsicherheit und Kalibration" festgelegte zulässige Messunsicherheit nicht überschreiten.</p> <p>Die Wertangabe für das elektrische Feld ist V/m, für das magnetische Feld μT (Mass für die magnetische Flussdichte).</p>
Messunsicherheit und Kalibration	<p>Die verwendete Messeinrichtung darf in dem Frequenzband, in dem es eingesetzt wird, die erweiterte Messunsicherheit von $\pm 10\%$ nicht überschreiten (Unsicherheit der Probennahme nicht eingerechnet).</p> <p>Es sind kalibrierte Messgeräte (inkl. Sonden, Kabel etc.) zu verwenden. Diese sollen in der Regel in einem Abstand von einem Jahr bei einer anerkannten Kalibrierstelle kalibriert werden. Andere Kalibrierperiodizitäten sind aufgrund eigener Überprüfungen zu begründen und zu dokumentieren.</p>	<p>Die verwendete Messeinrichtung darf in dem Frequenzband, in dem es eingesetzt wird, die erweiterte Messunsicherheit von $\pm 33.5\%$ nicht überschreiten (Unsicherheit der Probennahme nicht eingerechnet).</p> <p>Es sind kalibrierte Messgeräte (inkl. Sonden, Kabel etc.) zu verwenden. Diese sollen in der Regel in einem Abstand von einem Jahr bei einer anerkannten Kalibrierstelle kalibriert werden. Andere Kalibrierperiodizitäten sind aufgrund eigener Überprüfungen zu begründen und zu dokumentieren.</p>

Begriff / Thema	NF-Messungen	HF-Messungen
Messbericht	<p>Der Messbericht von Abnahmemessungen soll so detailliert sein, dass alle Schritte der Messung und der Weiterverarbeitung der Messwerte nachvollziehbar sind. Der Messbericht muss mindestens folgende Angaben enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Angaben des Auftraggebers ▪ Angaben des Inhabers ▪ Messzeit ▪ Temperatur am Messort ▪ Beteiligte Personen ▪ Möblierung des Raumes (Fotos) ▪ Messorte und Raumbereich, in dem das Maximum gesucht wurde ▪ verwendete Messgeräte ▪ Messunsicherheit ▪ Messergebnisse und Beurteilungswerte mit nachvollziehbaren Angaben zur Bestimmung der Hochrechnungsfaktoren ▪ weitere Randbedingungen wie Wetter, besondere evtl. temporäre bauliche Verhältnisse etc. 	
Hochrechnungsfaktoren und Beurteilungswert	<p>Der Hochrechnungsfaktor wird nach der folgenden Formel berechnet:</p> $K_f = \frac{I_{f,max}}{I_{f,mess}}$ <p>K_f Hochrechnungsfaktor bei der Messfrequenz f</p> <p>$I_{f,max}$ Strom im massgebenden Betriebszustand bei der Messfrequenz f</p> <p>$I_{f,mess}$ Strom während der Messung</p> <p>Bei breitbandigen Messungen können die Frequenzen einzelner Anlagen oder Geräte nicht unterschieden werden. Es sind daher alle Hochrechnungsfaktoren für die relevanten Anlagen oder Geräte zu ermitteln und der grösste davon ist für die Hochrechnung zu verwenden.</p> <p>Mit den Hochrechnungsfaktoren errechnet sich der Beurteilungswert wie folgt:</p> $B_{f,B} = B_{f,mess} \cdot K_f$ <p>$B_{f,B}$ Beurteilungswert bei der Messfrequenz f</p> <p>$B_{f,mess}$ gemessene magnetische Flussdichte bei der Messfrequenz f</p> <p>K_f Hochrechnungsfaktor bei der Messfrequenz f</p> <p>Der Beurteilungswert ist mit dem Grenzwert zu vergleichen. Bei breitbandigen Messungen resultiert nur ein Beurteilungswert für das gesamte Frequenzband. Dieser ist mit dem tiefsten Grenzwert im Frequenzband zu vergleichen.</p>	<p>Der Hochrechnungsfaktor wird nach der folgenden Formel berechnet:</p> $K_f = \sqrt{\frac{P_{f,max}}{P_{f,mess}}}$ <p>K_f Hochrechnungsfaktor bei der Messfrequenz f</p> <p>$P_{f,max}$ Sendeleistung im massgebenden Betriebszustand bei der Messfrequenz f</p> <p>$P_{f,mess}$ Sendeleistung während der Messung</p> <p>Bei breitbandigen Messungen können die Frequenzen einzelner Funkdienste oder Funkkanäle nicht unterschieden werden. Es sind daher alle Hochrechnungsfaktoren für die relevanten Funkdienste zu ermitteln und der grösste davon ist für die Hochrechnung zu verwenden.</p> <p>Mit den Hochrechnungsfaktoren errechnet sich der Beurteilungswert wie folgt:</p> $E_{f,B} = E_{f,mess} \cdot K_f$ <p>$E_{f,B}$ Beurteilungswert bei der Messfrequenz f</p> <p>$E_{f,mess}$ gemessene Feldstärke bei der Messfrequenz f</p> <p>K_f Hochrechnungsfaktor bei der Messfrequenz f</p> <p>Der Beurteilungswert ist mit dem Grenzwert zu vergleichen. Bei breitbandigen Messungen resultiert nur ein Beurteilungswert für das gesamte Frequenzband. Dieser ist mit dem tiefsten Grenzwert im Frequenzband zu vergleichen.</p>

5.5 Anhang E (Muster) Messprotokolle für die Abnahme- und Kontrollmessungen

Messprotokoll Elektrofeld

- Abnahmemessung
 Kontrollmessung

Projekt:
Adresse, PLZ, Ort:

BAV Nummer Objektbezeichnung Aktion (z.B. Instandsetzung, Ersatzneubau usw.)
Strasse Nr., PLZ Ort

Messdatum:
Zeit:

TT.MM.JJJJ
00:00 Uhr

Ort der Messung:

Gebäude, Geschoss usw.

Messung durch:
Teilnehmende:

Vormame Name
Vormame Name

Messgeräte, Sonden, Antennen:

Fabrikat und genaue Typenbezeichnung

Anlagebetriebszustand der
Gebäudegrundinfrastruktur:

Beschrieb der Betriebszustände der Anlagen

Beilagen:

- Plan / Skizze mit eingetragenen Messpunkten (zwingend)
- Beilage mit Fotos der Messpunkte

Ort und Datum:

Messingenieur:
Stempel und Unterschrift

.....

.....

Messprotokoll Magnetfeld

Abnahmemessung

Kontrollmessung

Projekt:
Adresse, PLZ, Ort:

BAV Nummer Objektbezeichnung Aktion (z.B. Instandsetzung, Ersatzneubau usw.)
Strasse Nr., PLZ Ort

Messdatum:
Zeit:

TT.MM.JJJJ
00:00 Uhr

Ort der Messung:

Gebäude, Geschoss usw.

Messung durch:
Teilnehmende:

Vormame Name
Vormame Name

Messgeräte, Sonden, Antennen:

Fabrikat und genaue Typenbezeichnung

Anlagebetriebszustand der
Gebäudegrundinfrastruktur:

Beschrieb der Betriebszustände der Anlagen

Beilagen:

- Plan / Skizze mit eingetragenen Messpunkten (zwingend)
- Beilage mit Fotos der Messpunkte

Ort und Datum:

Messingenieur:
Stempel und Unterschrift

.....

.....

Messprotokoll HF-Feld

- Abnahmemessung
 Kontrollmessung

Projekt:
Adresse, PLZ, Ort:

BAV Nummer Objektbezeichnung Aktion (z.B. Instandsetzung, Ersatzneubau usw.)
Strasse Nr., PLZ Ort

Messdatum:
Zeit:

TT.MM.JJJJ
00:00 Uhr

Ort der Messung:

Gebäude, Geschoss usw.

Messung durch:
Teilnehmende:

Vormame Name
Vormame Name

Messgeräte, Sonden, Antennen:

Fabrikat und genaue Typenbezeichnung

Anlagebetriebszustand der
Gebäudegrundinfrastruktur:

Beschrieb der Betriebszustände der Anlagen

Beilagen:

- Plan / Skizze mit eingetragenen Messpunkten (zwingend)
- Beilage mit Fotos der Messpunkte

Ort und Datum:

Messingenieur:
Stempel und Unterschrift

.....

.....

