


Kompendium

Technische Regeln zur Beurteilung von Netzurückwirkungen



**Règles techniques
pour l'évaluation des
perturbations de réseaux**

**Technická pravidla
pro
posuzování zpětných vlivů na síť**

**Technical Rules
for the
Assessment of Network Disturbances**

**Regole tecniche
per la
valutazione delle perturbazioni della rete**

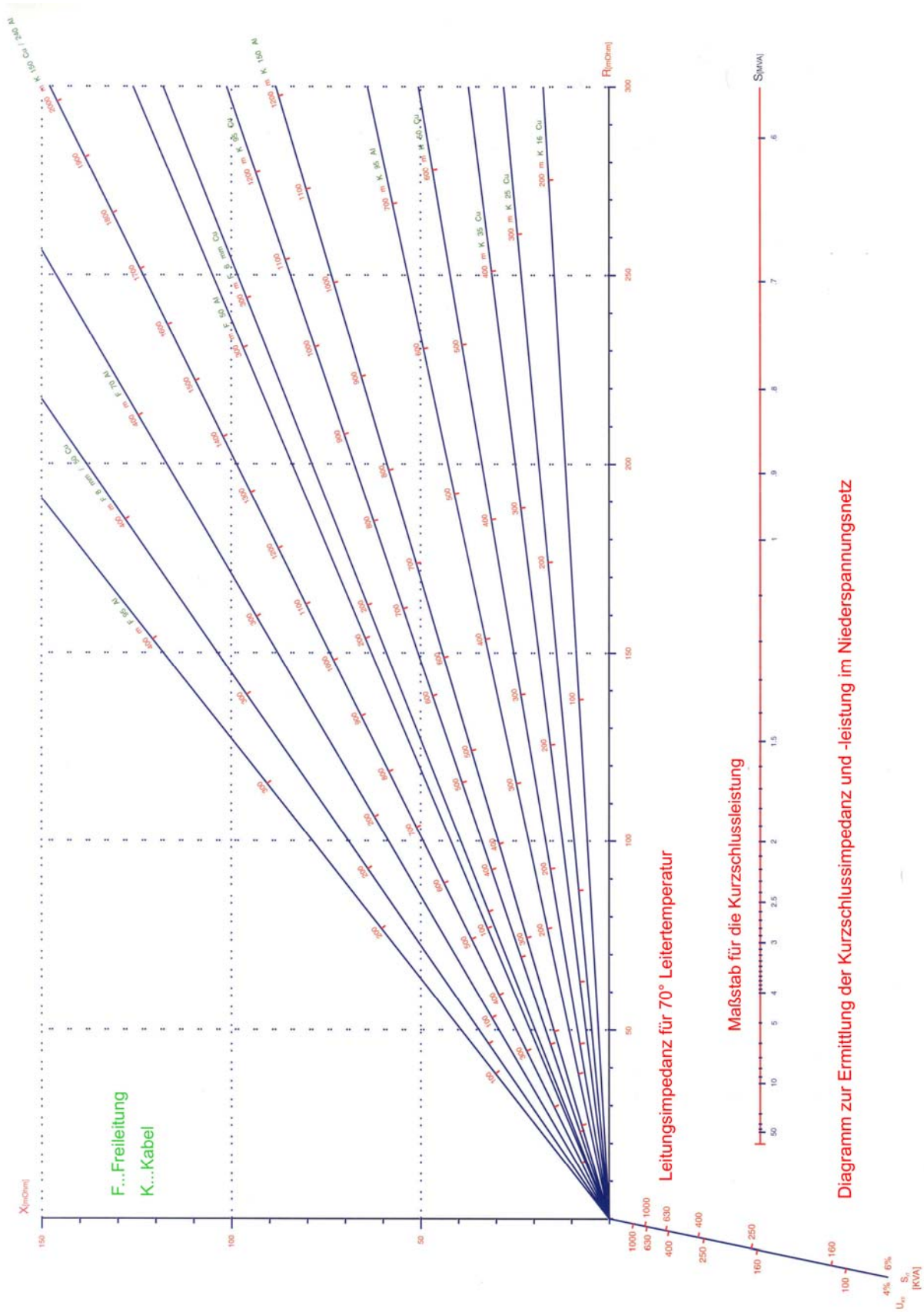
csres

ČESKÉ SDRUŽENÍ REGULOVANÝCH
ELEKTROENERGETICKÝCH SPOLEČNOSTÍ

INHALT

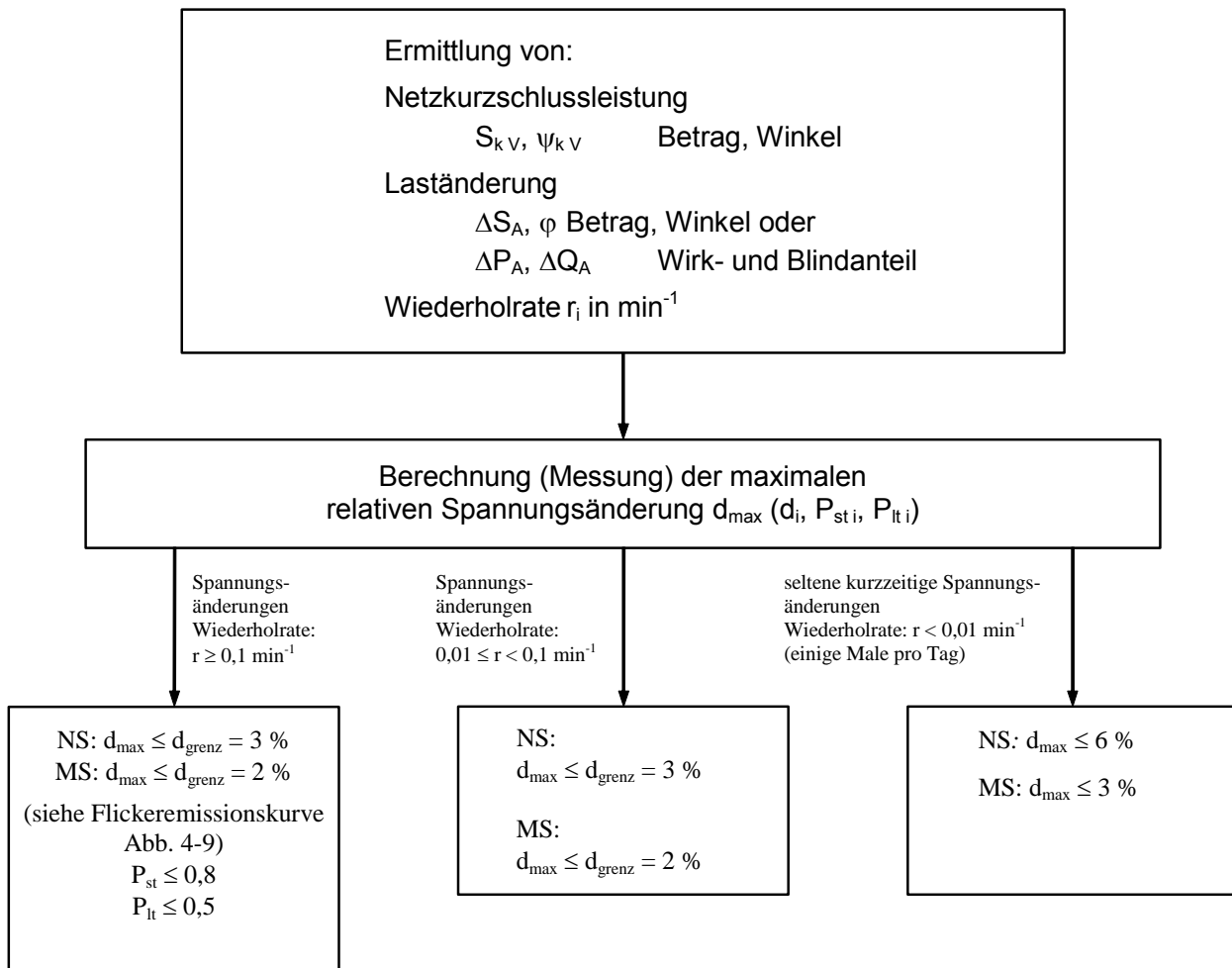
1. Netzimpedanz und Kurzschlussleistung	3
2. Spannungsänderungen und Flicker	4
2.1 Beurteilungsschema	4
2.2 Vereinfachte Beurteilung von Spannungsänderungen	5
2.3 Analytisches Verfahren zur Flickerbewertung	6
2.4 Flickerkurven	7
3. Spannungsunsymmetrie	8
4. Oberschwingungen	8
4.1 Beurteilungsschema	8
4.2 Bewertung der Oberschwingungslast	9
4.3 Emissionsgrenzwerte	10
5. Kommutierungseinbrüche	10
6. Zwischenharmonische Spannungen	11
7. Tonfrequenzrundsteuerungen (TRA) – Beeinflussungen	11
8. Erzeugungsanlagen	12
Anhang	13

1. Netzimpedanz und Kurzschlussleistung



2. Spannungsänderungen und Flicker

2.1 Beurteilungsschema



2.2 Vereinfachte Beurteilung von Spannungsänderungen

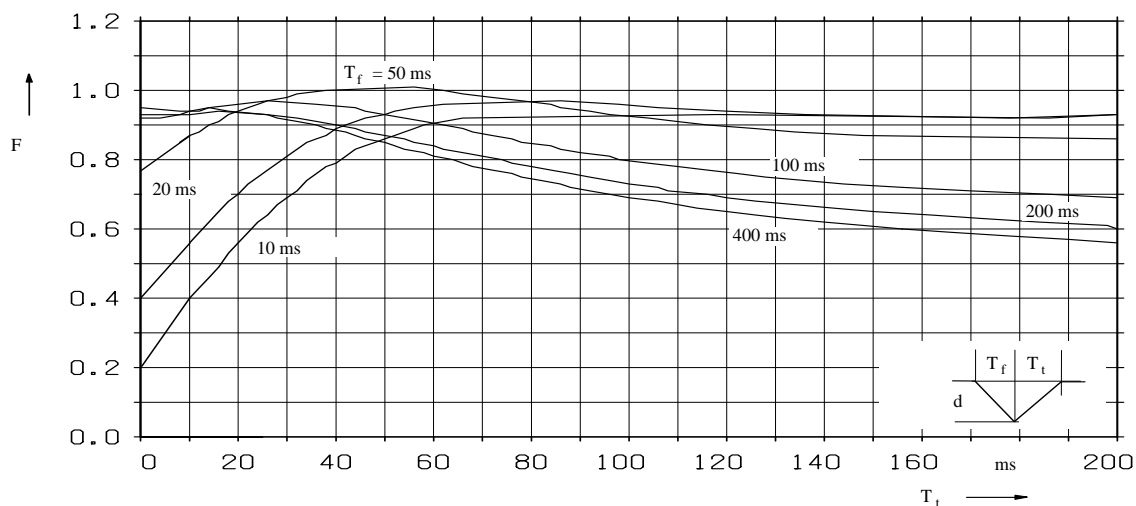
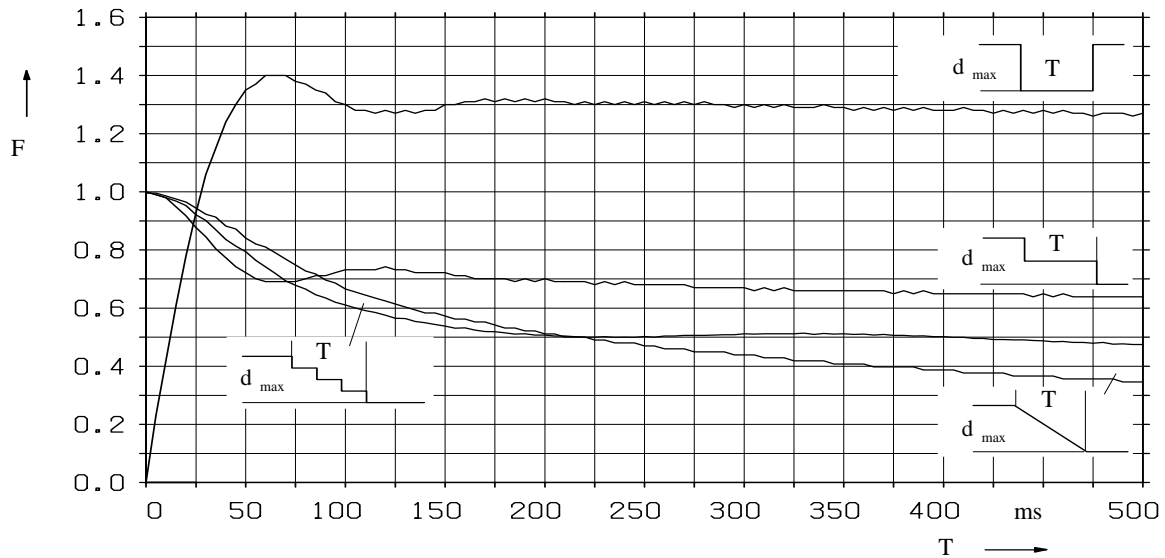
Geräte-/Anlagentyp	Beispiel	erforderliches Verhältnis S_{kV} / S_r bei Anschluss an				
		1 ~ 230 V (1 ~ 400 V)		3 ~ 400 V		
Elektrowärme mit geringer Schalthäufigkeit	Heizungen, geprüfte Durchlauferhitzer	> 120		> 30		
	Schweißmaschinen	> 600 (> 400)		> 150 > 250		
mit großer Schalthäufigkeit	Punktschweißmaschinen ²⁾	> 1000 (> 500)		> 250		
	Kopiergeräte, Laser- drucker, Faxgeräte, Schwingungspaket- steuerung	> 1000				
Lichtanlagen handgeschaltet	Hallenbeleuchtung Saalbeleuchtung	> 400		> 100		
ständiger Lichtwechsel	Lichtorgel, Disco	> 1000		> 250		
Motoren	handgeschaltet	tragbare Werkzeuge	direkte Einschal- tung	Anlauf- hilfe	direkte Einschal- tung	Anlauf- hilfe
			> 500	> 250	> 125	> 70
	autom. Schaltungen geringer Häufigkeit	Kühlgeräte, Wärmepumpen, Lifte im Wohnbereich	> 600	> 300	> 150	> 75
	autom. Schaltungen großer Häufigkeit	Lifte im kommerz. Bereich	> 1000	> 500	> 250	> 125
	Gattersägen Häcksler			> 500 (bis 1500) > 250 (bis 750)		

$$d = \frac{\Delta U}{U_V} \approx \frac{\Delta S_A}{S_{kV}} \cdot \cos(\psi_{kV} - \varphi) = \frac{\Delta P_A}{S_{kV}} \cdot \cos \psi_{kV} + \frac{\Delta Q_A}{S_{kV}} \cdot \sin \psi_{kV}$$

Ermittlung der Laständerung in speziellen Fällen:

- Motoranlauf: $I_a = (3 \text{ bis } 8) \cdot I_r$
- Schweißmaschinen: $\Delta S_A = (3 \text{ bis } 5) \cdot S_{50\%ED}$ bzw. $\Delta S_A = 0,8 \cdot S_{KM}$

2.3 Analytisches Verfahren zur Flickerbewertung



Flickerstärke:
$$P_{st} = \sqrt[3,2]{\frac{\sum t_f}{600s}}$$
 mit Nachwirkdauer:
$$\frac{t_f}{s} = 2,3 \cdot \left(R \cdot F \cdot \frac{d}{\%} \right)^{3,2}$$

Überlagerung von Flickerstörungen:
$$P_{st} = \sqrt[3,2]{\sum_{i=1}^m P_{sti}^\alpha}$$

- $\alpha = 4$: Lichtbogenöfen ohne gleichzeitige Einschmelzphase
- $\alpha = 3$: Geringe Koinzidenzwahrscheinlichkeit der *Spannungsänderungen* (üblicher Normwert)
- $\alpha = 3,2$: Nachbildung des gerade verlaufenden Teilstückes der $P_{st} = 1$ Kurve in **Abb. 4-10**
- $\alpha = 2$: nicht synchron laufende Windenergieanlagen
- $\alpha = 1$: Hohe Koinzidenzwahrscheinlichkeit der *Spannungsänderungen*

2.4 Flickerkurven

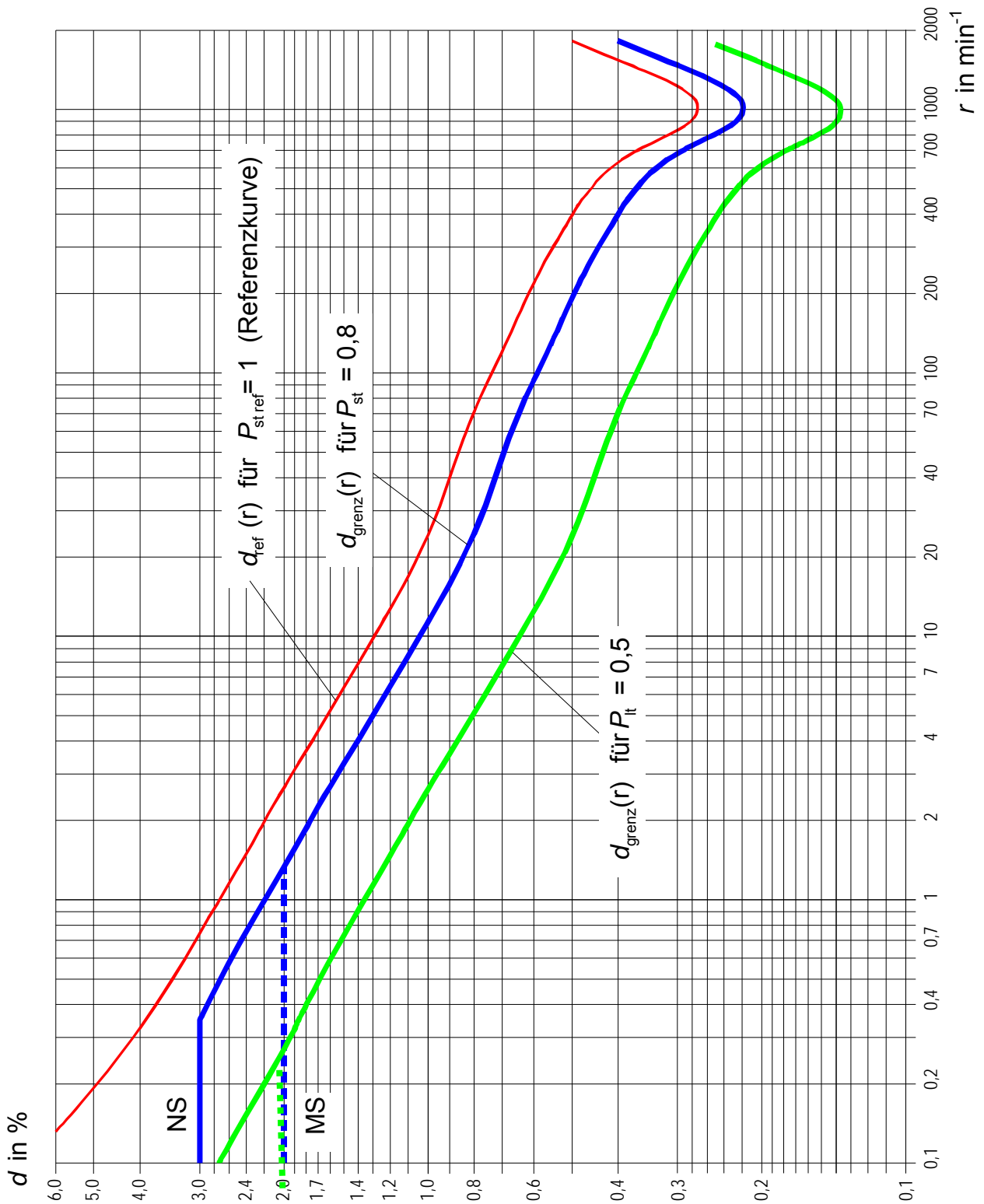


Abb. 1.4.1 Flickergrenzkurve, Emissionsgrenzkurven

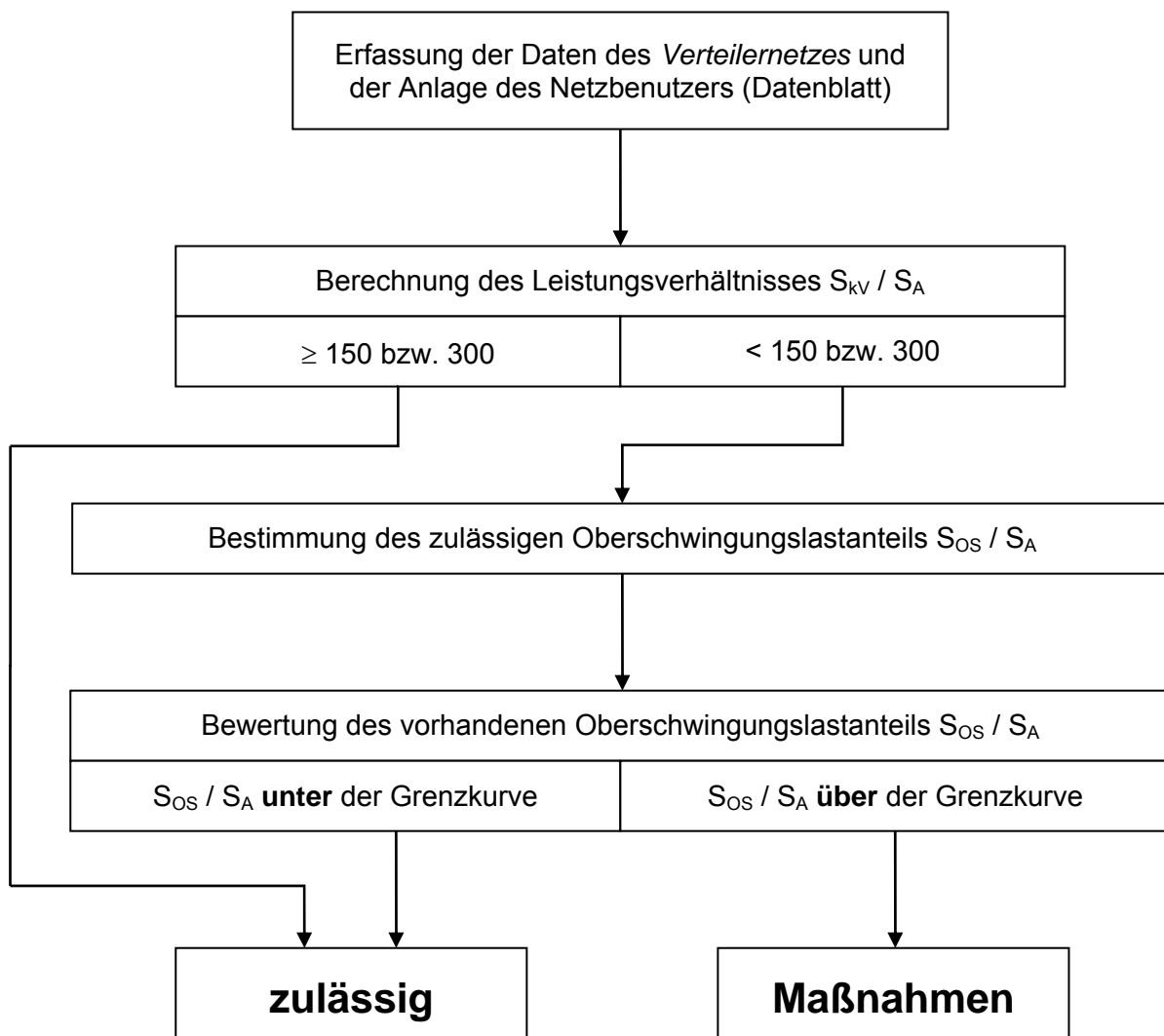
3. Spannungsunsymmetrie

Unsymmetrie im gesamten Netz: $k_U \leq 2 \%$

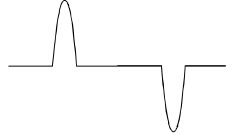


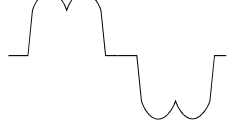
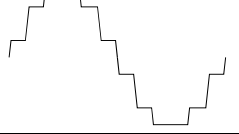
Für einzelne Verbraucheranlagen: $k_{U,i} = 0,7 \%$

4. Oberschwingungen

4.1 Beurteilungsschema



4.2 Bewertung der Oberschwingungslast

Schaltungsart	Stromkurvenform	THD _i	Anwendungsbeispiele
Einphasiger Gleichrichter mit Glättungskondensator		≈ 165 % (Gr. 2)	Schaltnetzteile (Fernsehgeräte, Kompaktleuchtstofflampen, EDV-Geräte, Geräte der Unterhaltungselektronik)
6-pulsiger Gleichrichter mit Glättungskondensator		≈ 100 % (Gr. 2)	USV-Anlagen, Frequenzumrichter für Drehstrommotoren (Pumpen, Ventilatoren, Verdichter, Extruder, Mühlen, Brecher, Kranfahrwerke, Aufzüge, Förderanlagen, Rührwerke, Papiermaschinen, Wickelantriebe, Kalander, Bandsägen, Hebewerke, Klimageräte)
6-pulsiger Gleichrichter mit Glättungskondensator und -drossel		40 ÷ 70 % (Gr. 2)	
6-pulsiger Thyristorstromrichter mit Glättungsdrossel		25 ÷ 40 % (Gr. 2)	USV-Anlagen, Gleichstromantriebe (Skilifte, Extruder, Bandsägen), Wechselrichter für Windkraftanlagen
12-pulsiger Thyristorstromrichter mit Glättungsdrossel		≈ 15 % (Gr. 1)	Gleichstromantriebe mit hoher Leistung (Walzwerke, Seilbahnen), Wechselrichter für Windkraftanlagen

Allgemein:

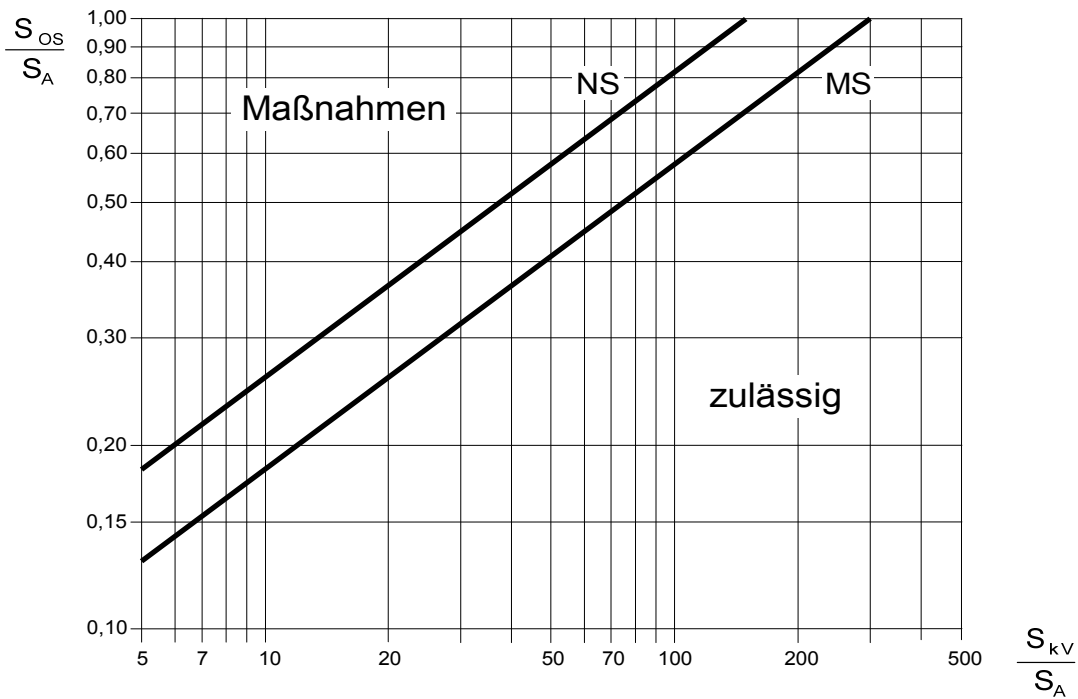
- THD < 10%: keine Berücksichtigung
- 10% < THD < 25%: Gruppe 1
- THD > 25%: Gruppe 2

Proportionalitätsfaktor p_v für ausgewählte Oberschwingungen:

v	3	5	7	11	13	17	19	> 19
p _v	6 (18)*	15	10	5	4	2	1,5	1

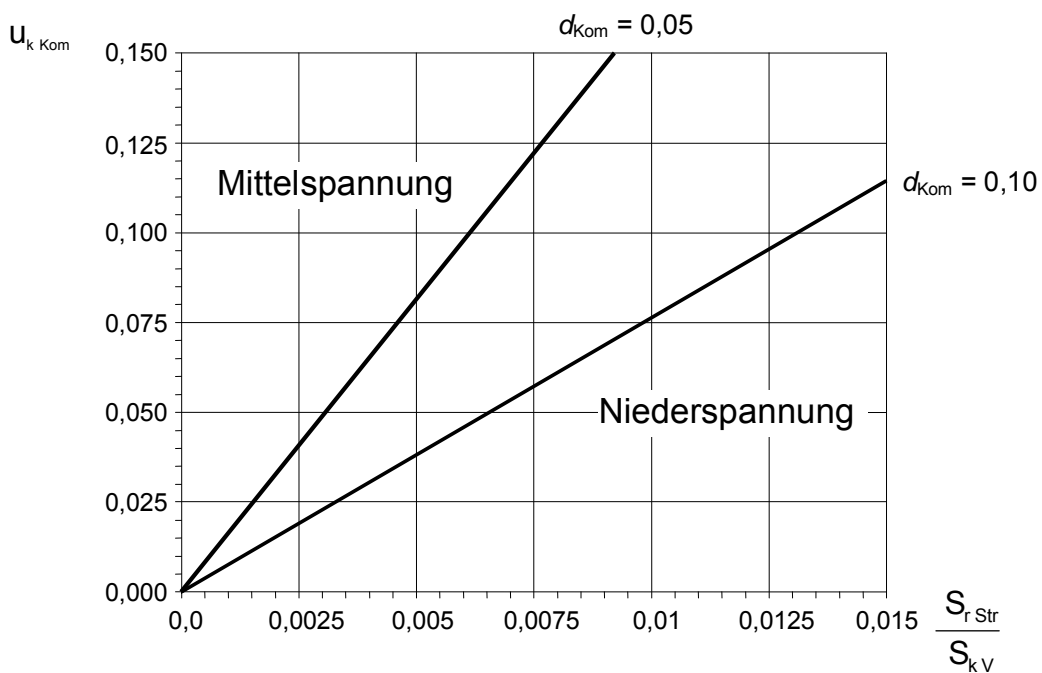
Oberschwingungslast: $S_{OS} = 0,5 \cdot S_{Gr.1} + S_{Gr.2}$

4.3 Emissionsgrenzwerte



5. Kommutierungseinbrüche

Erforderliche relative Kurzschlussspannung für 6-pulsige Stromrichter (12-pulsig: halbe Werte):



Empfehlung: $u_{k,Kom} \geq 0,04$

6. Zwischenharmonische Spannungen

Bewertung des Kurzschlussleistungsverhältnisses

- Frequenzrichter für den Anschluss im *Niederspannungsnetz*: $\frac{S_{kV}}{S_{um}} \geq 100$
- Pulsbreitenmodulierte Gleichrichter: $\frac{S_{kV}}{S_{um}} \geq 1000$

Grenzwerte

Pegel im gesamten Netz: $u_{\mu} = 0,2 \%$

Für ein einzelnes *Betriebsmittel*: $u_{\mu} = 0,1 \%$

7. Tonfrequenzrundsteuerungen (TRA) – Beeinflussungen

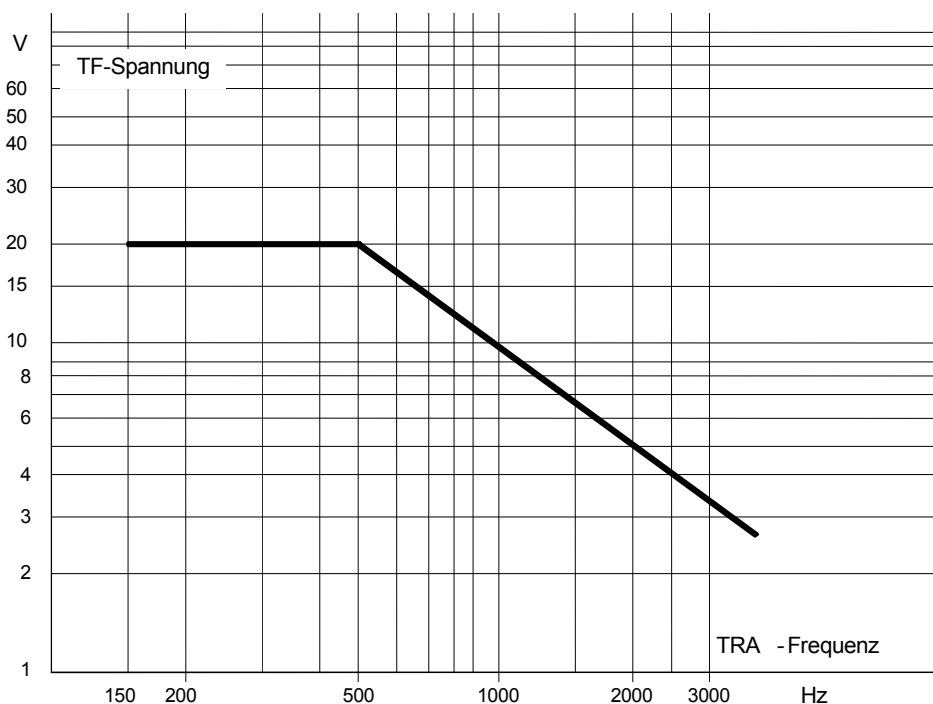


Abb. 6.1 Höchstwert der TF-Spannung (L-N) im NS-Netz

8. Erzeugungsanlagen

Spannungsanhebung:

Niederspannungsnetz: $\Delta u_{An, zul} = 3 \%$

Mittelspannungsnetz: $\Delta u_{An, zul} = 2 \%$

Schaltbedingte Spannungsänderungen:

Wiederholrate der Spannungsänderungen	MS-Netz	NS-Netz
$< 0,1 \text{ min}^{-1}$	2%	3%
$< 0,01 \text{ min}^{-1}$	3%	6%

Flicker:

$P_{Itzul} = 0,46$

Kommutierungseinbrüche:

Niederspannungsnetz: $d_{Kom} = 0,05$

Mittelspannungsnetz: $d_{Kom} = 0,025$

Oberschwingungen (Proportionalitätsfaktor p_v):

v	3	5	7	11	13	17	19	> 19
p_v	3 (9)*	7,5	5	2,5	2	1	0,75	0,5

Anhang

Netzbetreiber

Datenblatt zur Beurteilung von Netzurückwirkungen

für elektrische *Betriebsmittel*, welche die Bedingungen A: des Hauptabschnittes D1 der TOR / D: TAB 2000, Distribution Code 2003 / CH: der WV / CZ: eine Stromobergrenze von 16 A nicht einhalten.

(Erläuternde Hinweise siehe nachfolgende Seite)

1

Zutreffendes bitte ankreuzen!

Name und Anschrift des Kunden	Telefon-Nr.
	Fax-Nr.
Einsatzbereich und Anschrift der Gerätes/der Anlage	Telefon-Nr.
	Fax-Nr.
Name und Anschrift des ausführenden Unternehmens	Telefon-Nr.
	Fax-Nr.

2

Hersteller	Type
Art des Gerätes/der Anlage	
	Anzahl derselben Type

3

Bemessungsleistung	<input type="checkbox"/> kW <input type="checkbox"/> kVA	Höchste Leistung	<input type="checkbox"/> kW <input type="checkbox"/> kVA
Netzanschluss	<input type="checkbox"/> 230 V <input type="checkbox"/> 400 V <input type="checkbox"/> 3 x 400 V <input type="checkbox"/> sonstige	Ständige Lastwechsel	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> pro 10 min <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> pro s
Betrieb mit Stromrichter	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	Rückspeisung ins Netz	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> kW <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> kVA
Blindstromkompensation	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein kvar	Ausführungsart der Kompensation	

4

Direktanlauf **Anlaufhilfe** **Leistungssteuerung**

<input type="checkbox"/> Phasenanschnittsteuerung	<input type="checkbox"/> Schwingungspaketsteuerung	<input type="checkbox"/> Pulssteuerung
<input type="checkbox"/> Drehstromsteller	<input type="checkbox"/> Frequenzumrichter	<input type="checkbox"/> Pulsfrequenz
<input type="checkbox"/> Stern-Dreieck-Anlauf	<input type="checkbox"/> Sonstige	
Anfahren unter Last	Anzahl der Anlaufvorgänge	Verhältnis Anlaufstrom/Bemessungsstrom
<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	<input type="checkbox"/> pro h <input type="checkbox"/> pro min	

Das ausführende Unternehmen bestätigt hiermit die Richtigkeit der Angaben.

Ort, Datum

Unterschrift