

## II

(Rechtsakte ohne Gesetzescharakter)

## VERORDNUNGEN

## VERORDNUNG (EU) Nr. 548/2014 DER KOMMISSION

vom 21. Mai 2014

zur Umsetzung der Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates hinsichtlich Kleinleistungs-, Mittelleistungs- und Großleistungstransformatoren

DIE EUROPÄISCHE KOMMISSION —

gestützt auf den Vertrag über die Arbeitsweise der Europäischen Union,

gestützt auf die Richtlinie 2009/125/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte <sup>(1)</sup>, insbesondere auf Artikel 15 Absatz 1,

nach Anhörung des Ökodesign-Konsultationsforums,

in Erwägung nachstehender Gründe:

- (1) Die Kommission hat in einer vorbereitenden Studie die umweltbezogenen und wirtschaftlichen Aspekte von Transformatoren untersucht. Die Studie wurde zusammen mit Interessengruppen und interessierten Kreisen aus der Union entwickelt und die Ergebnisse wurden der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Transformatoren gelten als energieverbrauchsrelevante Produkte im Sinne von Artikel 2 Absatz 1 der Richtlinie 2009/125/EG.
- (2) Die Studie zeigte, dass der wichtigste Umweltaspekt, der durch die Produktentwicklung beeinflusst werden kann, die Energie in der Nutzungsphase ist. Für die Herstellung von Transformatoren werden zwar beträchtliche Mengen an Rohstoffen (Kupfer, Eisen, Harz, Aluminium) benötigt, doch scheinen die Marktmechanismen eine angemessene Entsorgung zu gewährleisten, weshalb es nicht erforderlich ist, diesbezügliche Ökodesign-Anforderungen festzulegen.
- (3) Die in Anhang I genannten Ökodesign-Anforderungen gelten für in Verkehr gebrachte oder in Betrieb genommene Produkte, unabhängig davon, wo sie betrieben werden. Solche Anforderungen können daher nicht von der Anwendung, in der das Produkt verwendet wird, abhängig gemacht werden.
- (4) Transformatoren werden in der Regel mittels Rahmenvereinbarungen angeschafft. „Anschaffung“ bezieht sich in diesem Zusammenhang auf den Abschluss eines Vertrags mit dem Hersteller über die Lieferung einer bestimmten Anzahl von Transformatoren. Als Inkrafttreten des Vertrags wird das Datum der Unterzeichnung durch die Vertragsparteien erachtet.
- (5) Bestimmte Kategorien von Transformatoren sollten aufgrund ihrer speziellen Funktion nicht unter diese Verordnung fallen. Der Energieverbrauch und das Einsparpotenzial von solchen Transformatoren fallen im Vergleich zu anderen Transformatoren nicht ins Gewicht.
- (6) Aufgrund der Gewichtsbeschränkungen für die Befestigung von Transformatoren an Freileitungsmasten werden Ausnahmen von den Vorschriften gewährt. Um die Fehlverwendung von speziell zum Betrieb an Masten hergestellten Transformatoren zu vermeiden, sollten solche Transformatoren den sichtbaren Hinweis „Nur zum Betrieb an Freileitungsmasten“ tragen, damit die Arbeit der nationalen Marktaufsichtsbehörden erleichtert wird.

<sup>(1)</sup> ABl. L 285 vom 31.10.2009, S. 10.

- (7) Ausnahmen von den Vorschriften werden für Transformatoren gewährt, die mit Spannungsregelungsfunktionen ausgestattet sind, um dezentral aus erneuerbaren Energieträgern erzeugten Strom in das Verteilungsnetz einzuspeisen. Solche Ausnahmeregelungen sollten allmählich auslaufen, da diese aufstrebende Technologie zunehmend ausgereift ist und Messnormen verfügbar werden, mit denen die Verluste im Zusammenhang mit dem Kerntransformator von den Verlusten im Zusammenhang mit Ausrüstungsteilen für andere Funktionen getrennt werden können.
- (8) Es sollten Ökodesign-Anforderungen an die Energieeffizienz von Mittelleistungstransformatoren und an die Energieeffizienz von Großleistungstransformatoren festgelegt werden, um die Ökodesign-Anforderungen an diese Geräte unionsweit zu harmonisieren. Solche Anforderungen würden auch zum reibungslosen Funktionieren des Binnenmarktes und zur Verbesserung der Umweltschutzleistungen der Mitgliedstaaten beitragen.
- (9) Die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen an Mittelleistungs- und Großleistungstransformatoren ist ferner nötig, um die Marktdurchdringung von Technologien und Bauformoptionen zu verbessern, wodurch die Energieleistung oder -effizienz dieser Transformatoren gesteigert würde. Die Gesamtverluste aller Transformatoren in den 27 Mitgliedstaaten der EU beliefen sich 2008 auf 93,4 TWh jährlich. Das kostenwirksame Verbesserungspotenzial durch effizientere Bauformen wurde für das Jahr 2025 auf etwa 16,2 TWh jährlich geschätzt, was 3,7 Mt CO<sub>2</sub>-Emissionen entspricht.
- (10) Es muss für ein stufenweises Inkrafttreten der Ökodesign-Anforderungen gesorgt werden, damit den Herstellern ausreichend Zeit gegeben wird, ihre Produkte anzupassen. Die Fristen für die Anwendung dieser Anforderungen sollten so gesetzt werden, dass die Auswirkungen für die Hersteller, insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen, berücksichtigt werden, andererseits aber auch das rechtzeitige Erreichen der politischen Ziele gewährleistet ist.
- (11) Damit die Verordnung wirksam durchgeführt werden kann, wird den nationalen Regulierungsbehörden dringend geraten, immer wenn dies bei Betrachtung des gesamten Lebenszyklus (unter Berücksichtigung einer angemessenen Beurteilung der Reduzierung der Verluste) wirtschaftlich gerechtfertigt ist, die Auswirkung von Mindesteffizienzanforderungen auf die Anschaffungskosten des Transformators zu berücksichtigen und die Installation effizienterer Transformatoren als die von der Verordnung vorgeschriebenen in Betracht zu ziehen.
- (12) Um die Konformitätsprüfung zu erleichtern, sollten die Hersteller in den technischen Unterlagen gemäß den Anhängen IV und V der Richtlinie 2009/125/EG die entsprechenden Angaben machen.
- (13) Die in dieser Verordnung vorgesehenen Maßnahmen entsprechen der Stellungnahme des nach Artikel 19 Absatz 1 der Richtlinie 2009/125/EG eingesetzten Ausschusses —

HAT FOLGENDE VERORDNUNG ERLASSEN:

#### Artikel 1

##### **Gegenstand und Geltungsbereich**

- (1) In dieser Verordnung werden Ökodesign-Anforderungen an das Inverkehrbringen und die Inbetriebnahme von Leistungstransformatoren mit einer Mindestnennleistung von 1 kVA festgelegt, die in mit 50 Hz betriebenen Stromübertragungs- und -verteilungsnetzen oder in industriellen Anwendungen verwendet werden. Diese Verordnung gilt nur für nach Inkrafttreten der Verordnung beschaffte Transformatoren.
- (2) Diese Verordnung gilt nicht für Transformatoren, die eigens für die folgenden Verwendungszwecke ausgelegt sind und eingesetzt werden:
  - Messwandler, die eigens zur Versorgung von Messgeräten, Zählern, Relais und ähnlichen Geräten ausgelegt sind;
  - Transformatoren mit Unterspannungswicklungen, die eigens zur Verwendung mit Gleichrichtern ausgelegt sind, um Gleichstrom zu liefern;
  - Transformatoren, die eigens dazu ausgelegt sind, direkt mit einem Ofen verbunden zu werden;
  - Transformatoren, die eigens zur Verwendung in Offshore-Anlagen und schwimmenden Offshore-Anlagen ausgelegt sind;

- Transformatoren, die eigens für den Notfallbetrieb ausgelegt sind;
- Transformatoren und Spartransformatoren, die eigens für die Stromversorgung von Eisenbahnen ausgelegt sind;
- Erdungstransformatoren, d. h. Dreiphasentransformatoren, die einen Neutralpunkt für die Erdung einer Anlage bieten sollen;
- auf Schienenfahrzeugen montierte Fahrzeugtransformatoren, d. h. direkt oder über einen Umformer mit einer Wechselstrom- oder Gleichstrom-Oberleitung verbundene Transformatoren zur Verwendung in ortsfesten Eisenbahnanlagen;
- Anfahrtransformatoren, die eigens für das Einschalten von Drehstrommotoren ausgelegt sind, um Spannungseinbrüche zu verhindern;
- Prüftransformatoren, die eigens für die Verwendung in einem Stromkreis zur Erzeugung einer bestimmten Spannung oder Stromstärke zur Prüfung elektrischer Betriebsmittel ausgelegt sind;
- Schweißtransformatoren, die eigens zur Verwendung in Lichtbogenschweißeinrichtungen oder Widerstandsschweißeinrichtungen ausgelegt sind;
- Transformatoren, die eigens für explosionsgeschützte Anwendungen und Anwendungen im Untertagebau ausgelegt sind <sup>(1)</sup>;
- Transformatoren, die eigens für Tiefwasser-Anwendungen (unter Wasser) ausgelegt sind;
- Mittelspannungs-/Mittelspannungs-Transformatoren bis zu 5 MVA;
- Großleistungstransformatoren, wenn nachgewiesen wird, dass für eine bestimmte Anwendung technisch realisierbare Alternativen nicht verfügbar sind, um die durch diese Verordnung vorgeschriebenen Mindestenergieeffizianzorderungen zu erfüllen;
- Großleistungstransformatoren, die als gleichwertiger Ersatz für bestehende Großleistungstransformatoren am gleichen physischen Standort/in der gleichen Anlage dienen, wenn der Ersatz nicht ohne unverhältnismäßige Kosten im Zusammenhang mit der Beförderung und/oder Installation möglich ist;

dies betrifft nicht die Anforderungen an die Produktinformationen und die technischen Unterlagen gemäß Anhang I Nummern 3 und 4.

## Artikel 2

### Begriffsbestimmungen

Im Sinne dieser Verordnung und ihrer Anhänge gelten folgende Begriffsbestimmungen:

1. „Leistungstransformator“ bezeichnet ein ortsfestes Gerät mit zwei oder mehr Wicklungen, das mittels elektromagnetischer Induktion ein Wechselspannungs- und -stromsystem in ein anderes Wechselspannungs- und -stromsystem umwandelt, das in der Regel unterschiedliche Werte, aber dieselbe Frequenz aufweist, um elektrische Leistung zu übertragen.
2. „Kleinleistungstransformator“ bezeichnet einen Leistungstransformator mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel von höchstens 1,1 kV.
3. „Mittelleistungstransformator“ bezeichnet einen Leistungstransformator mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel über 1,1 kV bis zu 36 kV und einer Nennleistung von mindestens 5 kVA und weniger als 40 MVA.
4. „Großleistungstransformator“ bezeichnet einen Leistungstransformator mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel von mehr als 36 kV und einer Nennleistung von mindestens 5 kVA oder mit einer Nennleistung von mindestens 40 MVA, unabhängig von der höchsten Spannung für Betriebsmittel.
5. „Flüssigkeitsgefüllter Transformator“ bezeichnet einen Transformator, in dem der magnetische Kreis und die Wicklungen in Flüssigkeit getaucht sind.
6. „Trockentransformator“ bezeichnet einen Transformator, in dem der magnetische Kreis und die Wicklungen nicht in Isolierflüssigkeit getaucht sind.
7. „Am Mast montierter Mittelleistungstransformator“ bezeichnet einen für den Außenbereich geeigneten Leistungstransformator mit einer Nennleistung bis zu 315 kVA, der für die Anbringung an der Tragstruktur von Stromfreileitungen bestimmt ist.

<sup>(1)</sup> Geräte zur Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen fallen unter die Richtlinie 94/9/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (ABl. L 100 vom 19.4.1994, S. 1).

8. „Verteilungstransformator mit Spannungsregelung“ bezeichnet einen Mittelleistungstransformator, der mit zusätzlichen Komponenten innerhalb oder außerhalb des Transformatorgehäuses ausgerüstet ist, die der automatischen Steuerung der Eingangs- oder Ausgangsspannung des Transformators zwecks Regelung der Betriebsspannung unter Last dienen.
9. „Wicklung“ bezeichnet eine Spulenbaugruppe, die einen Stromkreis mit einer der dem Transformator zugewiesenen Spannungen bildet.
10. „Nennspannung einer Wicklung“ ( $U_n$ ) bezeichnet die anzulegende oder im Leerlauf zu entwickelnde Spannung zwischen den Anschlüssen einer Wicklung ohne Anzapfungen oder einer Wicklung mit Anzapfungen, die miteinander auf der Hauptanzapfung verbunden sind.
11. „Oberspannungswicklung“ bezeichnet die Wicklung mit der höchsten Nennspannung.
12. „Höchste Spannung für Betriebsmittel“ ( $U_m$ ) einer Transformatorwicklung bezeichnet den höchsten Effektivwert der Außenleiterspannung, auf den eine Transformatorwicklung entsprechend ihrer Isolation ausgelegt ist.
13. „Nennleistung“ ( $S_n$ ) bezeichnet die Bezugsgröße für die Scheinleistung einer Wicklung, die zusammen mit der Nennspannung der Wicklung den Nennstrom bestimmt.
14. „Kurzschlussverluste“ ( $P_k$ ) bezeichnet die aufgenommene Wirkleistung eines Wicklungspaars bei Nennfrequenz und Bezugstemperatur, wenn der Nennstrom (Anzapfungsstrom) durch den Außenleiteranschluss (bzw. die Außenleiteranschlüsse) einer der Wicklungen fließt und die Anschlüsse der anderen Wicklungen mit sämtlichen eventuell vorhandenen Wicklungen, die über Anzapfungen mit der Hauptanzapfung verbunden sind, kurzgeschlossen sind, während eventuell vorhandene weitere Wicklungen offen sind.
15. „Leerlaufverluste“ ( $P_o$ ) bezeichnet die aktive Leistungsaufnahme bei Nennfrequenz, wenn der Transformator versorgt wird und der Sekundärstromkreis geöffnet ist. Die angelegte Spannung ist die Nennspannung, und die Erregerwicklung, falls mit einer Anzapfung versehen, ist an ihre Hauptanzapfung angeschlossen.
16. „Effizienzindex“ (PEI) bezeichnet den Höchstwert für das Verhältnis der abgegebenen Scheinleistung eines Transformators abzüglich der elektrischen Verluste zur abgegebenen Scheinleistung des Transformators.

#### Artikel 3

### Ökodesign-Anforderungen

Kleinleistungs-, Mittelleistungs- und Großleistungstransformatoren müssen den in Anhang I festgelegten Ökodesign-Anforderungen entsprechen.

#### Artikel 4

### Konformitätsbewertung

Die Konformitätsbewertung erfolgt unter Anwendung des Verfahrens der internen Entwurfskontrolle gemäß Anhang IV der Richtlinie 2009/125/EG oder des Managementsystems gemäß Anhang V derselben Richtlinie.

#### Artikel 5

### Überprüfungsverfahren im Rahmen der Marktaufsicht

Bei der Durchführung der in Artikel 3 Absatz 2 der Richtlinie 2009/125/EG genannten Marktaufsichtsprüfungen wenden die Behörden der Mitgliedstaaten das in Anhang III der vorliegenden Verordnung beschriebene Überprüfungsverfahren an.

#### Artikel 6

### Unverbindliche Referenzwerte

Die unverbindlichen Referenzwerte der leistungsfähigsten Transformatoren, die zum Zeitpunkt der Verabschiedung dieser Verordnung technisch möglich sind, sind in Anhang IV aufgeführt.

*Artikel 7***Überprüfung**

Spätestens drei Jahre nach ihrem Inkrafttreten überprüft die Kommission diese Verordnung unter Berücksichtigung des technischen Fortschritts und legt die Ergebnisse dieser Überprüfung dem Konsultationsforum vor. In der Überprüfung werden mindestens die folgenden Aspekte bewertet:

- die Möglichkeit, Mindestwerte des maximalen Wirkungsgrads für alle Mittelleistungstransformatoren, einschließlich derjenigen mit einer Nennleistung unter 3 150 kVA, festzulegen;
- die Möglichkeit, gegebenenfalls die mit dem reinen Transformator verbundenen Verluste von den Verlusten der Ausrüstungsteile für die Spannungsregelung zu trennen;
- die Zweckmäßigkeit der Festlegung von Mindestleistungsanforderungen für Einphasen-Leistungstransformatoren sowie für kleine Leistungstransformatoren;
- die Frage, ob Ausnahmen für am Mast montierte Transformatoren und für bestimmte Kombinationen von Wicklungsspannungen für Mittelleistungstransformatoren noch zweckmäßig sind;
- die Möglichkeit, auch andere Umweltauswirkungen außer der Energie in der Betriebsphase zu erfassen.

*Artikel 8***Inkrafttreten**

Diese Verordnung tritt am zwanzigsten Tag nach ihrer Veröffentlichung im *Amtsblatt der Europäischen Union* in Kraft.

Diese Verordnung ist in allen ihren Teilen verbindlich und gilt unmittelbar in jedem Mitgliedsstaat.

Brüssel, den 21. Mai 2014

*Für die Kommission*

*Der Präsident*

José Manuel BARROSO

---

## ANHANG I

## Ökodesign-Anforderungen

## 1. Mindestanforderungen an die Energieleistung oder -effizienz von Mittelleistungstransformatoren

Mittelleistungstransformatoren müssen den höchstzulässigen Werten für Kurzschlussverluste und Leerlaufverluste oder den maximalen Wirkungsgrad gemäß den Tabellen I.1 bis I.5 entsprechen; ausgenommen sind an Masten befestigte Mittelleistungstransformatoren, die den höchstzulässigen Werten für Kurzschlussverluste und Leerlaufverluste gemäß Tabelle I.6 entsprechen müssen.

1.1. Anforderungen an Dreiphasen-Mittelleistungstransformatoren mit einer Nennleistung  $\leq 3\,150$  kVA

Tabelle I.1 Höchste Kurzschluss- und Leerlaufverluste (in W) für dreiphasige **flüssigkeitsgefüllte** Mittelleistungstransformatoren mit einer Wicklung mit  $U_m \leq 24$  kV und einer mit  $U_m \leq 1,1$  kV

Nennleistung (kVA)	Stufe 1 (ab 1. Juli 2015)		Stufe 2 (ab 1. Juli 2021)	
	Höchste Kurzschlussverluste $P_k$ (W) (*)	Höchste Leerlaufverluste $P_o$ (W) (*)	Höchste Kurzschlussverluste $P_k$ (W) (*)	Höchste Leerlaufverluste $P_o$ (W) (*)
$\leq 25$	$C_k$ (900)	$A_o$ (70)	$A_k$ (600)	$A_o - 10\%$ (63)
50	$C_k$ (1 100)	$A_o$ (90)	$A_k$ (750)	$A_o - 10\%$ (81)
100	$C_k$ (1 750)	$A_o$ (145)	$A_k$ (1 250)	$A_o - 10\%$ (130)
160	$C_k$ (2 350)	$A_o$ (210)	$A_k$ (1 750)	$A_o - 10\%$ (189)
250	$C_k$ (3 250)	$A_o$ (300)	$A_k$ (2 350)	$A_o - 10\%$ (270)
315	$C_k$ (3 900)	$A_o$ (360)	$A_k$ (2 800)	$A_o - 10\%$ (324)
400	$C_k$ (4 600)	$A_o$ (430)	$A_k$ (3 250)	$A_o - 10\%$ (387)
500	$C_k$ (5 500)	$A_o$ (510)	$A_k$ (3 900)	$A_o - 10\%$ (459)
630	$C_k$ (6 500)	$A_o$ (600)	$A_k$ (4 600)	$A_o - 10\%$ (540)
800	$C_k$ (8 400)	$A_o$ (650)	$A_k$ (6 000)	$A_o - 10\%$ (585)
1 000	$C_k$ (10 500)	$A_o$ (770)	$A_k$ (7 600)	$A_o - 10\%$ (693)
1 250	$B_k$ (11 000)	$A_o$ (950)	$A_k$ (9 500)	$A_o - 10\%$ (855)
1 600	$B_k$ (14 000)	$A_o$ (1 200)	$A_k$ (12 000)	$A_o - 10\%$ (1080)
2 000	$B_k$ (18 000)	$A_o$ (1 450)	$A_k$ (15 000)	$A_o - 10\%$ (1 305)
2 500	$B_k$ (22 000)	$A_o$ (1 750)	$A_k$ (18 500)	$A_o - 10\%$ (1 575)
3 150	$B_k$ (27 500)	$A_o$ (2 200)	$A_k$ (23 000)	$A_o - 10\%$ (1 980)

(\*) Höchstverluste für Nennleistungen in kVA, die zwischen denjenigen in Tabelle I.1 liegen, werden durch lineare Interpolation ermittelt.

Tabelle I.2 Höchste Kurzschluss- und Leerlaufverluste (in W) für dreiphasige Mittelleistungs-Trockentransformatoren mit einer Wicklung mit  $U_m \leq 24$  kV und einer mit  $U_m \leq 1,1$  kV

Nennleistung (kVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)		Stufe 2 (1. Juli 2021)	
	Höchste Kurzschlussverluste $P_k$ (W) (*)	Höchste Leerlaufverluste $P_o$ (W) (*)	Höchste Kurzschlussverluste $P_k$ (W) (*)	Höchste Leerlaufverluste $P_o$ (W) (*)
$\leq 50$	$B_k$ (1 700)	$A_o$ (200)	$A_k$ (1 500)	$A_o - 10 \%$ (180)
100	$B_k$ (2 050)	$A_o$ (280)	$A_k$ (1 800)	$A_o - 10 \%$ (252)
160	$B_k$ (2 900)	$A_o$ (400)	$A_k$ (2 600)	$A_o - 10 \%$ (360)
250	$B_k$ (3 800)	$A_o$ (520)	$A_k$ (3 400)	$A_o - 10 \%$ (468)
400	$B_k$ (5 500)	$A_o$ (750)	$A_k$ (4 500)	$A_o - 10 \%$ (675)
630	$B_k$ (7 600)	$A_o$ (1 100)	$A_k$ (7 100)	$A_o - 10 \%$ (990)
800	$A_k$ (8 000)	$A_o$ (1 300)	$A_k$ (8 000)	$A_o - 10 \%$ (1 170)
1 000	$A_k$ (9 000)	$A_o$ (1 550)	$A_k$ (9 000)	$A_o - 10 \%$ (1 395)
1 250	$A_k$ (11 000)	$A_o$ (1 800)	$A_k$ (11 000)	$A_o - 10 \%$ (1 620)
1 600	$A_k$ (13 000)	$A_o$ (2 200)	$A_k$ (13 000)	$A_o - 10 \%$ (1 980)
2 000	$A_k$ (16 000)	$A_o$ (2 600)	$A_k$ (16 000)	$A_o - 10 \%$ (2 340)
2 500	$A_k$ (19 000)	$A_o$ (3 100)	$A_k$ (19 000)	$A_o - 10 \%$ (2 790)
3 150	$A_k$ (22 000)	$A_o$ (3 800)	$A_k$ (22 000)	$A_o - 10 \%$ (3 420)

(\*) Höchstverluste für Nennleistungen in kVA, die zwischen denjenigen in Tabelle I.2 liegen, werden durch lineare Interpolation ermittelt.

Tabelle I.3 Korrektur der Kurzschluss- und Leerlaufverluste bei anderen Kombinationen von Wicklungsspannungen oder Doppelspannung in einer oder beiden Wicklungen (Nennleistung  $\leq 3 150$  kVA)

Eine Wicklung mit $U_m \leq 24$ kV und eine mit $U_m > 1,1$ kV	Die höchstzulässigen Verluste in den Tabellen I.1 und I.2 müssen bei den Leerlaufverlusten um 10 % und bei den Kurzschlussverlusten um 10 % erhöht werden.
Eine Wicklung mit $U_m = 36$ kV und eine mit $U_m \leq 1,1$ kV	Die höchstzulässigen Verluste in den Tabellen I.1 und I.2 müssen bei den Leerlaufverlusten um 15 % und bei den Kurzschlussverlusten um 10 % erhöht werden.
Eine Wicklung mit $U_m = 36$ kV und eine mit $U_m > 1,1$ kV	Die in den Tabellen I.1 und I.2 angegebenen höchstzulässigen Verluste müssen bei den Leerlaufverlusten um 20 % und bei den Kurzschlussverlusten um 15 % erhöht werden.

Doppelspannung an einer Wicklung	Bei Transformatoren mit einer Hochspannungswicklung und zwei Spannungen aus einer angezapften Niederspannungswicklung werden die Verluste auf der Grundlage der höheren Spannung der Niederspannungswicklung berechnet; sie müssen den höchstzulässigen Verlusten in den Tabellen I.1 und I.2 entsprechen. Bei solchen Transformatoren ist die höchste verfügbare Leistung bei der niedrigeren Spannung an der Niederspannungswicklung begrenzt auf 0,85-mal die Nennleistung, die der Niederspannungswicklung bei ihrer höheren Spannung zugewiesen ist.
	Bei Transformatoren mit einer Niederspannungswicklung mit zwei Spannungen aus einer angezapften Hochspannungswicklung werden die Verluste auf der Grundlage der höheren Hochspannung berechnet; sie müssen den höchstzulässigen Verlusten in den Tabellen I.1 und I.2 entsprechen. Bei solchen Transformatoren ist die höchste verfügbare Leistung bei der niedrigeren Spannung der Hochspannungswicklung begrenzt auf 0,85-mal die Nennleistung, die der Hochspannungswicklung bei ihrer höheren Spannung zugewiesen ist.
	Ist die volle Nennleistung unabhängig von der Kombination der Spannungen verfügbar, kann die in den Tabellen I.1 und I.2 angegebene Höhe der Verluste bei den Leerlaufverlusten um 15 % und bei den Kurzschlussverlusten um 10 % erhöht werden.
Doppelspannung an beiden Wicklungen	Bei Transformatoren mit Doppelspannung an beiden Wicklungen können die höchstzulässigen Verluste in den Tabellen I.1 und I.2 bei den Leerlaufverlusten und bei den Kurzschlussverlusten um jeweils 20 % erhöht werden. Die Höhe der Verluste bezieht sich auf die höchstmögliche Nennspannung und auf die Annahme, dass die Nennleistung unabhängig von der Kombination der Spannungen dieselbe ist.

## 1.2. Anforderungen an Mittelleistungstransformatoren mit einer Nennleistung > 3 150 kVA

Tabelle I.4 Mindestwerte für den maximalen Wirkungsgrad von **flüssigkeitsgefüllten** Mittelleistungstransformatoren

Nennleistung (kVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)	Stufe 2 (1. Juli 2021)
	Mindestwert für den maximalen Wirkungsgrad (in %)	
$3\ 150 < S_r \leq 4\ 000$	99,465	99,532
5 000	99,483	99,548
6 300	99,510	99,571
8 000	99,535	99,593
10 000	99,560	99,615
12 500	99,588	99,640
16 000	99,615	99,663
20 000	99,639	99,684
25 000	99,657	99,700
31 500	99,671	99,712
40 000	99,684	99,724



Mindestwerte für den maximalen Wirkungsgrad für Nennleistungen in kVA, die zwischen denjenigen in Tabelle I.4 liegen, werden durch lineare Interpolation ermittelt.

Tabelle I.5 Mindestwerte für den maximalen Wirkungsgrad von Mittelleistungs-**Trockentransformatoren**

Nennleistung (kVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)	Stufe 2 (1. Juli 2021)
	Mindestwert für den maximalen Wirkungsgrad (in %)	
$3\,150 < S_r \leq 4\,000$	99,348	99,382
5 000	99,354	99,387
6 300	99,356	99,389
8 000	99,357	99,390
$\geq 10\,000$	99,357	99,390

Mindestwerte für den maximalen Wirkungsgrad für Nennleistungen in kVA, die zwischen denjenigen in Tabelle I.5 liegen, werden durch lineare Interpolation ermittelt.

**1.3. Anforderungen an Mittelleistungstransformatoren mit einer Nennleistung  $\leq 3\,150$  kVA, die mit Anzapfungsverbindungen ausgerüstet sind, die sich für den Betrieb unter Spannung oder unter Last zur Spannungsregelung eignen. Zu dieser Kategorie gehören auch Verteilungstransformatoren mit Spannungsregelung.**

Die in den Tabellen I.1 und I.2 dieses Anhangs genannten höchstzulässigen Verluste müssen in Stufe 1 bei den Leerlaufverlusten um 20 % und bei den Kurzschlussverlusten um 5 % und in Stufe 2 bei den Leerlaufverlusten um 10 % erhöht werden.

**1.4. Anforderungen hinsichtlich an Masten montierter Mittelleistungstransformatoren**

Die Höhe der in den Tabellen I.1 und I.2 angegebenen Kurzschluss- und Leerlaufverluste gilt nicht für an Masten montierte flüssigkeitsgefüllte Transformatoren mit Nennleistungen zwischen 25 kVA und 315 kVA. Die für diese spezifischen Modelle von an Masten montierten Mittelleistungstransformatoren höchstzulässigen Verluste werden in Tabelle I.6 genannt.

Tabelle I.6 Höchste Kurzschluss- und Leerlaufverluste (in W) für an Masten montierte flüssigkeitsgefüllte Mittelleistungstransformatoren

Nennleistung (kVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)		Stufe 2 (1. Juli 2021)	
	Höchste Kurzschlussverluste (in W) (*)	Höchste Leerlaufverluste (in W) (*)	Höchste Kurzschlussverluste (in W) (*)	Höchste Leerlaufverluste (in W) (*)
25	$C_k$ (900)	$A_o$ (70)	$B_k$ (725)	$A_o$ (70)
50	$C_k$ (1 100)	$A_o$ (90)	$B_k$ (875)	$A_o$ (90)
100	$C_k$ (1 750)	$A_o$ (145)	$B_k$ (1 475)	$A_o$ (145)
160	$C_k + 32\%$ (3 102)	$C_o$ (300)	$C_k + 32\%$ (3 102)	$C_o - 10\%$ (270)

Nennleistung (kVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)		Stufe 2 (1. Juli 2021)	
	Höchste Kurzschlussverluste (in W) (*)	Höchste Leerlaufverluste (in W) (*)	Höchste Kurzschlussverluste (in W) (*)	Höchste Leerlaufverluste (in W) (*)
200	C <sub>k</sub> (2 750)	C <sub>o</sub> (356)	B <sub>k</sub> (2 333)	B <sub>o</sub> (310)
250	C <sub>k</sub> (3 250)	C <sub>o</sub> (425)	B <sub>k</sub> (2 750)	B <sub>o</sub> (360)
315	C <sub>k</sub> (3 900)	C <sub>o</sub> (520)	B <sub>k</sub> (3 250)	B <sub>o</sub> (440)

(\*) Höchstverluste für Nennleistungen in kVA, die zwischen denjenigen in Tabelle I.6 liegen, werden durch lineare Interpolation ermittelt.

## 2. Mindestanforderungen an die Energieeffizienz von Großleistungstransformatoren

Die Mindesteffizienzanforderungen an Großleistungstransformatoren werden in den Tabellen I.7 und I.8 genannt.

Tabelle I.7 Mindestanforderungen an den maximalen Wirkungsgrad von flüssigkeitsgefüllten Großleistungstransformatoren

Nennleistung (MVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)	Stufe 2 (1. Juli 2021)
	Mindestwert für den maximalen Wirkungsgrad (in %)	
≤ 4	99,465	99,532
5	99,483	99,548
6,3	99,510	99,571
8	99,535	99,593
10	99,560	99,615
12,5	99,588	99,640
16	99,615	99,663
20	99,639	99,684
25	99,657	99,700
31,5	99,671	99,712
40	99,684	99,724
50	99,696	99,734
63	99,709	99,745
80	99,723	99,758
≥ 100	99,737	99,770

Mindestwerte für den maximalen Wirkungsgrad für Nennleistungen in MVA, die zwischen denjenigen in Tabelle I.7 liegen, werden durch lineare Interpolation ermittelt.

Tabelle I.8 Mindestanforderungen an den maximalen Wirkungsgrad von Trocken-Großleistungstransformatoren

Nennleistung (MVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)	Stufe 2 (1. Juli 2021)
	Mindestwert für den maximalen Wirkungsgrad (in %)	
≤ 4	99,158	99,225
5	99,200	99,265
6,3	99,242	99,303
8	99,298	99,356
10	99,330	99,385
12,5	99,370	99,422
16	99,416	99,464
20	99,468	99,513
25	99,521	99,564
31,5	99,551	99,592
40	99,567	99,607
50	99,585	99,623
≥ 63	99,590	99,626

Mindestwerte für den maximalen Wirkungsgrad für Nennleistungen in MVA, die zwischen denjenigen in Tabelle I.8 liegen, werden durch lineare Interpolation ermittelt.

### 3. Anforderungen an die Produktinformationen

Ab dem 1. Juli 2015 müssen die folgenden Anforderungen an die Produktinformation für Transformatoren, die in den Geltungsbereich dieser Verordnung fallen (siehe Artikel 1), in allen zugehörigen Produktunterlagen, einschließlich frei zugänglicher Internetseiten der Hersteller, berücksichtigt werden:

- Angaben zu Nennleistung, Kurzschlussverlusten und Leerlaufverlusten und zur elektrischen Leistung jedes im Leerlaufbetrieb erforderlichen Kühlsystems;
- bei Mittelleistungstransformatoren (sofern zutreffend) und Großleistungstransformatoren der Mindestwert für den maximalen Wirkungsgrad und die Leistung, bei der er auftritt;
- bei Doppelspannungswandlern die höchste Nennleistung bei der niedrigeren Spannung nach Tabelle I.3;

- d) Angaben zum Gewicht aller Hauptbestandteile eines Leistungstransformators (mindestens den Leiter, die Art des Leiters und das Gehäusematerial umfassend);
- e) bei an Masten montierten Mittelleistungstransformatoren der sichtbare Hinweis „Nur zum Betrieb an Freileitungsmasten“.

Die Angaben unter a, c und d müssen ebenfalls auf dem Leistungsschild der Leistungstransformatoren vorhanden sein.

#### 4. Technische Unterlagen

Folgende Angaben müssen in den technischen Unterlagen von Leistungstransformatoren enthalten sein:

- a) Name und Anschrift des Herstellers;
- b) Modellkennung, alphanumerischer Code zur Unterscheidung eines Modells von anderen Modellen desselben Herstellers;
- c) die gemäß Punkt 3 erforderlichen Angaben.

Wenn die technischen Unterlagen (oder Teile davon) auf den technischen Unterlagen (oder Teilen davon) zu einem anderen Modell beruhen, ist die Modellkennung dieses Modells anzugeben und muss in den technischen Unterlagen genau angegeben werden, wie die Angaben aus den technischen Unterlagen des anderen Modells abgeleitet werden, z. B. durch welche Berechnungen oder Extrapolationen, einschließlich der Prüfungen, die der Hersteller durchgeführt hat, um die Berechnungen oder Extrapolationen zu überprüfen.

---

## ANHANG II

**Mess- und Berechnungsverfahren****Messverfahren**

Im Hinblick auf die Konformität mit den Anforderungen dieser Verordnung sind die Messungen unter Verwendung eines zuverlässigen, genauen und reproduzierbaren Messverfahrens vorzunehmen, das den aktuellen, anerkannten Regeln der Messtechnik entspricht, einschließlich Verfahren gemäß Dokumenten, deren Fundstellen zu diesem Zweck im *Amtsblatt der Europäischen Union* veröffentlicht wurden.

**Berechnungsverfahren**

Das Verfahren zur Berechnung des maximalen Wirkungsgrads von Mittel- und Großleistungstransformatoren beruht auf dem Verhältnis zwischen der abgegebenen Scheinleistung eines Transformators abzüglich der elektrischen Verluste und der abgegebenen Scheinleistung des Transformators.

$$PEI = 1 - \frac{2(P_0 + P_{e0})}{S_r \sqrt{\frac{P_0 + P_{e0}}{P_k}}}$$

Dabei gilt:

$P_0$  sind die bei Nennspannung und -frequenz an der Nennanzapfung gemessenen Leerlaufverluste.

$P_{e0}$  ist die elektrische Leistung, die das Kühlsystem bei Leerlaufbetrieb benötigt.

$P_k$  sind die bei Nennspannung und -frequenz an der Nennanzapfung gemessenen Leerlaufverluste nach Anpassung an die Bezugstemperatur.

$S_r$  ist die Nennspannung des Transformators oder Spartransformators, auf der  $P_k$  beruht.

---

## ANHANG III

**Überprüfungsverfahren**

Bei der Durchführung der in Artikel 3 Absatz 2 der Richtlinie 2009/125/EG genannten Kontrollen im Rahmen der Marktaufsicht wenden die Behörden der Mitgliedstaaten für die Anforderungen in Anhang I das folgende Prüfverfahren an:

1. Die Behörden der Mitgliedstaaten prüfen eine Einheit je Modell.
2. Es wird angenommen, dass das Modell die einschlägigen Anforderungen in Anhang I dieser Verordnung erfüllt, wenn die Werte in den technischen Unterlagen den einschlägigen Anforderungen von Anhang I entsprechen und die gemessenen Parameter den Anforderungen in Anhang I unter Beachtung der in der Tabelle angegebenen Überprüfungstoleranzen genügen.
3. Werden die unter Nummer 2 geforderten Ergebnisse nicht erreicht, so wird angenommen, dass das Modell den Anforderungen dieser Verordnung nicht entspricht. Die Behörden der Mitgliedstaaten übermitteln den Behörden der anderen Mitgliedstaaten und der Kommission innerhalb eines Monats nach der Entscheidung, dass das Modell den Anforderungen nicht entspricht, alle einschlägigen Informationen, gegebenenfalls einschließlich der Ergebnisse der Prüfungen.

Die Behörden der Mitgliedstaaten wenden die in Anhang II aufgeführten Mess- und Berechnungsmethoden an.

Angesichts der Einschränkungen beim Transport von Mittel- und Großleistungstransformatoren in Bezug auf Gewicht und Größe können die Behörden der Mitgliedstaaten beschließen, die Überprüfung in den Räumlichkeiten der Hersteller vor der Inbetriebnahme der Transformatoren an ihrem endgültigen Bestimmungsort vorzunehmen.

Die in diesem Anhang festgelegten Toleranzen betreffen nur die Überprüfung der gemessenen Parameter durch die Behörden der Mitgliedstaaten und dürfen nicht vom Hersteller oder Importeur als zulässige Toleranz für die Werte in den technischen Unterlagen herangezogen werden.

**Tabelle**

Gemessener Parameter	Prüftoleranzen
Kurzschlussverluste	Der gemessene Wert darf den angegebenen Wert nicht um mehr als 5 % übersteigen.
Leerlaufverluste	Der gemessene Wert darf den angegebenen Wert nicht um mehr als 5 % übersteigen.
Elektrische Leistung, die das Kühlsystem bei Leerlaufbetrieb benötigt	Der gemessene Wert darf den angegebenen Wert nicht um mehr als 5 % übersteigen.

## ANHANG IV

**Unverbindliche Referenzwerte**

Zum Zeitpunkt der Verabschiedung der Verordnung wurde als beste auf dem Markt verfügbare Technik für Mittelleistungstransformatoren folgende ermittelt:

- a) flüssigkeitsgefüllte Mittelleistungstransformatoren:  $A_o - 20 \%$ ,  $A_k - 20 \%$ ,
- b) Mittelleistungs-Trockentransformatoren:  $A_o - 20 \%$ ,  $A_k - 20 \%$ ,
- c) Mittelleistungstransformatoren mit Kern aus amorphem Stahl:  $A_o - 50 \%$ ,  $A_k - 50 \%$ .

Die Verfügbarkeit von Material zur Herstellung von Transformatoren mit amorphem Stahlkern muss weiter ausgebaut werden, bevor solche Verlustwerte in Zukunft als Mindestanforderungen genommen werden können.

---