

siemens.com/energy/transformers

Neue EU-Vorgaben für Transformatoren

Ökodesign-Verordnung der Europäischen Kommission

Im Juli 2015 tritt die Ökodesign-Verordnung der Europäischen Kommission für Transformatoren in Kraft. Die neuen Regelungen sollen europaweit ab Juli 2015 gelten; eine weitere Stufe mit strengeren Mindeststandards ist für 2021 vorgesehen.

Allgemeine Informationen

Bezeichnung der Verordnung:

Nr. 548/2014 der Kommission zur Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG

Geltungsbereich: Verteil- und Leistungstransformatoren

Inhalt: Die Ökodesign-Richtlinie legt einen Rahmen für die Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte fest. Ziele sind eine verbesserte Energieeffizienz und eine allgemeine Umweltverträglichkeit von Elektrogeräten und damit die Reduktion des CO₂-Ausstoßes.

Los E2 befasst sich mit der Produktgruppe Transformatoren. Auf der Basis einer vorbereitenden Studie wurden von der Europäischen Kommission bestimmte Ökodesign-Standards für Transformatoren festgelegt, die nun in die neue Umsetzungsverordnung Eingang gefunden haben. Grundsätzlich soll mit der neuen Verordnung eine Erhöhung des Wirkungsgrades um 20 % erreicht werden.

Ausnahmen: Die Verordnung gilt nicht für Transformatoren, die eigens für folgende Verwendungszwecke ausgelegt sind und eingesetzt werden:

- Messwandler zur Versorgung von Messgeräten, Zählern, Relais und ähnlichen Geräten
- Transformatoren mit Unterspannungswicklungen zur Verwendung mit Gleichrichtern, um Gleichstrom zu liefern

- Ofentransformatoren
- Offshore-Transformatoren
- Transformatoren für den Notfallbetrieb
- (Spar-)Transformatoren für die Stromversorgung von Eisenbahnen
- Erdungstransformatoren
- Auf Schienenfahrzeugen montierte Transformatoren
- Anfahrtransformatoren für das Einschalten von Drehstrommotoren, um Spannungseinbrüche zu verhindern
- Prüftransformatoren zur Erzeugung einer bestimmten Spannung oder Stromstärke zur Prüfung elektrischer Betriebsmittel
- Schweißtransformatoren für Lichtbogen-Schweißeinrichtungen oder Widerstands-Schweißeinrichtungen
- Transformatoren für Tiefwasser-Anwendungen
- Transformatoren für explosionsgeschützte Anwendungen im Untertagebau
- Reine Mittelspannungstransformatoren (Umspannung von MS auf MS) bis zu 5 MVA
- Großleistungstransformatoren, wenn nachgewiesen wird, dass für eine bestimmte Anwendung technisch realisierbare Alternativen nicht verfügbar sind, um die durch die Verordnung vorgeschriebenen Mindest-Energieeffizienz-Anforderungen 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 technischen Unterlagen (s. Seite 3).

1. Vorgaben für Verteiltransformatoren (dreiphasig, ≤ 3.150 kVA)

a. Flüssigkeitsgefüllte Verteiltransformatoren

Maximale Kurzschluss- und Leerlaufverluste für flüssigkeitsgefüllte Verteiltransformatoren mit einer Wicklung $U_m \leq 24$ kV und einer mit $U_m \leq 1,1$ kV

Bemessungsleistung (kVA)	Stufe 1 (ab 1. Juli 2015)		Stufe 2 (ab 1. Juli 2021)	
	Max. Kurzschlussverluste $P_K (W)^*$	Max. Leerlaufverluste $P_O (W)^*$	Max. Kurzschlussverluste $P_K (W)^*$	Max. Leerlaufverluste $P_O (W)^*$
≤ 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% (1.080)
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)

b. Vorgaben für mastmontierte Transformatoren von 25 bis 315 kVA

Bemessungsleistung (kVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)		Stufe 2 (1. Juli 2021)	
	Max. Kurzschlussverluste $P_K (W)^*$	Max. Leerlaufverluste $P_O (W)^*$	Max. Kurzschlussverluste $P_K (W)^*$	Max. Leerlaufverluste $P_O (W)^*$
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)
200	C _k (2.750)	C _o (356)	B _k (2.333)	B _o (310)
250	C _k (3.250)	C _o (425)	B _k (2.750)	B _o (360)
315	C _k (3.900)	C _o (520)	B _k (3.250)	B _o (440)

c. Gießharz-Verteiltransformatoren (≤ 3.150 kVA)

Maximale Last- und Leerlaufverluste für Gießharztransformatoren mit einer Wicklung ≤ 24 kV und einer $\leq 1,1$ kV.

Bemessungsleistung (kVA)	Stufe 1 (ab 1. Juli 2015)		Stufe 2 (ab 1. Juli 2021)	
	Max. Kurzschlussverluste $P_K (W)^*$	Max. Leerlaufverluste $P_O (W)^*$	Max. Kurzschlussverluste $P_K (W)^*$	Max. Leerlaufverluste $P_O (W)^*$
≤ 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)

* Höchstverluste für Bemessungsleistungen in kVA, die zwischen denjenigen in der Tabelle liegen, werden durch lineare Interpolation ermittelt.

Bemessungsleistung (kVA)	Stufe 1 (ab 1. Juli 2015)		Stufe 2 (ab 1. Juli 2021)	
	Max. Kurzschlussverluste $P_K (W)^*$	Max. Leerlaufverluste $P_O (W)^*$	Max. Kurzschlussverluste $P_K (W)^*$	Max. Leerlaufverluste $P_O (W)^*$
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)

d. Korrektur von Kurzschluss- und Leerlaufverlusten für andere Spannungen

Eine Wicklung mit $U_m \leq 24$ kV und eine Wicklung $U_m > 1,1$ kV	Maximalverluste in Tabellen 1a und 1c müssen um je 10% erhöht werden
Eine Wicklung mit $U_m = 36$ kV und eine Wicklung $U_m \leq 1,1$ kV	Maximalverluste in Tabellen 1a und 1c müssen um 15% (Leerlaufverluste) bzw. 10% (Kurzschlussverluste) erhöht werden
Eine Wicklung mit $U_m = 36$ kV und eine Wicklung $U_m > 1,1$ kV	Maximalverluste in Tabellen 1a und 1c müssen um 20% (Leerlaufverluste) bzw. 15% (Kurzschlussverluste) 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 1a und 1c entsprechen. Bei solchen Transformatoren ist die höchste verfügbare Leistung bei der niedrigeren Spannung an der Niederspannungswicklung begrenzt auf 0,85-mal die Bemessungsleistung, die der Niederspannungswicklung bei ihrer höheren Spannung zugewiesen ist. Bei Transformatoren mit einer Niederspannungswicklung und zwei Spannungen aus einer angezapften Hochspannungswicklung werden die Verluste auf der Grundlage der höheren Hochspannung berechnet; sie müssen den höchstzulässigen Verlusten in den Tabellen 1a und 1c entsprechen. Bei solchen Transformatoren ist die höchste verfügbare Leistung bei der niedrigeren Spannung der Hochspannungswicklung begrenzt auf 0,85-mal die Bemessungsleistung, die der Hochspannungswicklung bei ihrer höheren Spannung zugewiesen ist. Ist die volle Bemessungsleistung unabhängig von der Kombination der Spannungen verfügbar, kann die in den Tabellen 1a und 1c 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 1a und 1c 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 Bemessungsleistung unabhängig von der Kombination der Spannungen dieselbe ist.

e. Vorgaben für Verteiltransformatoren ≤ 3.150 kVA mit Stufenschaltern (inkl. Verteiltransformatoren mit Spannungsregler)

Die o. g. maximalen Verluste müssen in Stufe 1 um 20% (Leerlaufverluste) bzw. 5% (Kurzschlussverluste) überschritten werden, bei Stufe 2 bei Leerlaufverlusten um 10%.

2. Leistungstransformatoren

a. Vorgaben für mittlere Leistungstransformatoren (dreiphasig, > 3.150 kVA)

Für Leistungstransformatoren > 3.150 kVA wurde ein so genannter „Minimum Peak Efficiency Index“ angesetzt, der in Prozent angegeben wird. Auch hier erfolgt die Umsetzung in zwei Stufen.

Bemessungsleistung (kVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)	Stufe 2 (1. Juli 2021)
	Mindestwert für den maximalen Wirkungsgrad (in %)	
3.150 < S _r ≤ 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

b. Vorgaben für Trockentransformatoren (mittlere Bemessungsleistung, dreiphasig, > 3.150 kVA)

Bemessungsleistung (kVA)	Stufe 1 (1. Juli 2015)	Stufe 2 (1. Juli 2021)
	Mindestwert für den maximalen Wirkungsgrad (in %)	
3.150 < S _r ≤ 4.000	99,348	99,382
5.000	99,354	99,387
6.300	99,356	99,389
8.000	99,357	99,390
≥ 10.000	99,357	99,390

c. Vorgaben für große Leistungstransformatoren

Bemessungsleistung (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

3. Vorgaben zur Produktinformation

Ab 1. Juli 2015 sind die Hersteller verpflichtet, folgende Produktinformationen bereit zu stellen:

Bemessungsleistung, Last- und Leerlaufverluste sowie elektrische Leistung des Kühlsystems bei Leerlauf müssen bei jeder Produktdokumentation sowie auf dem Leistungsschild angegeben werden.

Wo zutreffend, ist bei Leistungstransformatoren der Wert des Peak Efficiency Index und die Leistung, bei der er erreicht wurde, in der Dokumentation sowie auf dem Leistungsschild anzugeben.

Eine Angabe zum Gewicht aller Hauptkomponenten des Transformators muss in jeder Produktinformation vorhanden sein.

4. Messungen und Berechnungsmethoden

Messungen müssen unter Verwendung eines zuverlässigen, akkuraten und reproduzierbaren Verfahrens erfolgen. Dies beinhaltet die generell anerkannten Messmethoden.

Die Berechnung des Peak Efficiency Index für Leistungstransformatoren basiert auf dem Verhältnis der übertragenen Leistung minus der elektrischen Verluste zur übertragenen Leistung des Transformators.

$$PEI = 1 - \frac{2(P_0 + P_{c0})}{S_r \sqrt{\frac{P_0 + P_{c0}}{P_k}}}$$

P_0 = Leerlaufverluste bei Bemessungsspannung und Bemessungsfrequenz an der gemessenen Anzapfung

P_{c0} = elektrische Leistung des Kühlsystems bei Leerlauf

P_k = gemessene Verluste bei Bemessungs-Strom und -Frequenz an der gemessenen Anzapfung korrigiert nach Referenztemperatur nach EN 60076-2

S_r = Bemessungsleistung des Transformators, auf der P_k basiert

Häufig gestellte Fragen

Welche gesetzlichen Verpflichtungen ergeben sich?

Transformatoren, die innerhalb des Europäischen Wirtschaftsraums (EWR) in Verkehr gebracht werden, müssen ab 1. Juli 2015 unter anderem zwingend den Ökodesign-Anforderungen der neuen Verordnung entsprechen, sofern sie in ihren Geltungsbereich fallen. Da die Verordnung eine Maßnahme zur Umsetzung der Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG ist, wird als Nachweis für die Einhaltung die CE-Kennzeichnung verwendet, sowie eine entsprechende EU-Konformität ausgestellt.

Die o. g. Richtlinie findet keine Anwendung bei der Herstellung von Produkten für den Export in Länder außerhalb des EWR. Bereits in Verkehr gebrachte und in Betrieb genommene Produkte dürfen weiterhin betrieben werden.

Wer ist verantwortlich für die Erfüllung?

Die Verantwortung liegt bei demjenigen, der ein Produkt im Europäischen Wirtschaftsraum (EWR) in den Verkehr bringen will. Dies ist entweder der Hersteller, sein Bevollmächtigter oder der Importeur eines Produkts.

Entscheidend ist das Inverkehrbringen eines Transformators, bzw. falls der Transformator nicht in Verkehr gebracht wird (z. B. Eigenverwendung durch den Hersteller), dessen Inbetriebnahme.

Mit Inverkehrbringen ist lt. Definition die „erstmalige Bereitstellung eines energieverbrauchsrelevanten Produkts auf dem Gemeinschaftsmarkt zur Verteilung oder Verwendung in der Gemeinschaft“ gemeint.

Wer kontrolliert die Einhaltung der Vorschriften?

Die Marktüberwachung obliegt in Deutschland den Bundesländern. Sie müssen eine zuständige Behörde benennen, die ein Überwachungskonzept erstellt und umsetzt.

Unterstützt werden sie dabei von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) als nachgeordnete Behörde des Bundeswirtschaftsministeriums.

Kann Siemens die Vorgaben erfüllen?

Siemens hat bereits in den vergangenen Jahren Transformatoren entworfen und produziert, die der ersten und teilweise auch der zweiten Stufe der neuen Ökodesign-Verordnung gerecht werden. Durch den Einsatz neuer Werkstoffe, wie z. B. amorphe Kernbleche bei Verteiltransformatoren, können noch energieeffizientere Transformatoren realisiert werden.

Insbesondere bei großen Leistungstransformatoren ist unsere Erfahrung, dass die Wirkungsgrade durch bereits bekannte Methoden sogar höher als gefordert ausfallen können. Die langjährig angewandte Methodik der Verlustbewertung zur Festlegung individueller, wirtschaftlich optimaler Lösungen hat sich hierbei bewährt. Sie sollte deshalb weiterhin Anwendung finden.

Welche Auswirkungen hat die Richtlinie auf das Transformatorendesign?

Mögliche Auswirkungen können steigender Materialeinsatz und der Einsatz höherwertiger Elektrobleche sein; größere Abmessungen und Gewichte und damit einhergehend erhöhte Investitionskosten.

Wichtig ist jedoch, dass alle gesetzlichen Anforderungen der 1. Stufe (ab 2015) mit den in der Industrie verfügbaren Designkonzepten und Materialien bereits heute umgesetzt werden können.

Fragen zur Ökodesign-Richtlinie?

Wenn Sie Fragen zur Ökodesign-Richtlinie bzw. deren Umsetzung und Erfüllung haben, wenden Sie sich gerne an Ihren Ansprechpartner bei Siemens.



Herausgeber und Copyright © 2015:

Siemens AG
Energy Management Division
Freyeslebenstraße 1
91058 Erlangen, Germany

Siemens AG
Transformers
Katzwanger Straße 150
90461 Nürnberg, Germany
www.siemens.com/energy

Printed in Germany
TH 101-150318 DB 0415