

DIN EN 63078
(VDE 0721-55)
DIN

Diese Norm ist zugleich eine **VDE-Bestimmung** im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.

VDE

ICS 25.180.10

Einsprüche bis 2018-03-12

Entwurf
**Elektrowärmeanlagen und Anlagen für elektromagnetische
Bearbeitungsprozesse –
Prüfverfahren für induktive Durcherwärmungsanlagen
(IEC 27/1008/CD:2017)**

Installations for electroheating and electromagnetic processing –
Test methods for induction through-heating installations
(IEC 27/1008/CD:2017)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2018-01-12 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 55 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ...

	Inhalt	Seite
1	Anwendungsbereich	5
2	Normative Verweisungen	5
3	Begriffe	5
4	Grundlegende Festlegungen für Prüfungen und Prüfbedingungen	10
4.3	Grenzen des Energie nutzenden Systems für Prüfungen	10
4.3.101	Grenzen der induktiven Erwärmungsinstallation für die Prüfung	10
4.4	Allgemeine Anforderungen für Prüfungen	10
4.6	Umweltbedingungen während der Prüfungen	11
5	Vergleich von Anlagen oder Installationen	11
6	Messungen und Chargen	11
6.3	Frequenzmessung	11
6.4	Messung elektrischer Daten	12
6.4.1	Versorgungsspannung	12
6.4.2	Spannung, Strom, elektrische Leistung und Widerstand	12
6.4.3	Messpositionen	12
6.7	Charge	12
6.7.101	Prüfbarren für die induktive Erwärmungsinstallation	12
7	Numerische Modellierung	12
8	Liste der Prüfungen	12
8.1	Allgemeine Anforderungen	13
8.2	Prüfungen des kalten Zustands	13
8.3	Prüfungen des heißen Zustands	13
9	Prüf- und Messverfahren	13
9.1	Allgemeine Anforderungen	13
9.2	Messung des Temperaturanstiegs des Kühlwassers	14
9.3	Bestimmung der Eingangsleistung P und des Leistungsfaktors λ des Leistungsstromkreises der induktiven Durcherwärmungsanlage	14
9.4	Bestimmung der Warmhalteleistung P_h	14
9.5	Bestimmung der Barrentemperaturhomogenität $\Delta\theta_b$ und der Endtemperatur des Barrens θ_{bf}	15
9.6	Bestimmung des spezifischen Stromverbrauchs e_e/e_i und der Produktivität g	15
9.7	Bestimmung der Erwärmungseffizienz der Anlage/Installation η_e/η_i	16
9.8	Messung der Temperaturen von Strukturkomponenten, die Hitze ausgesetzt sind	16
Anhang AA (normativ)	Erläuternde Diagramme für Symbole und Definitionen in Bezug auf den Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage	17
AA.1	Stromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage (siehe Bilder AA.1.1-AA.1.3)	17

AA.2	Beispiele von Stromversorgungseinrichtungen.....	19
AA.3	Beispiele von Kompensationsschaltungen (siehe Bild AA.2)	19
Anhang BB (informativ)	Liste der im Dokument verwendeten Symbole	21
Anhang CC (normativ)	Bestimmung der Barrentemperaturhomogenität $\Delta\theta_b$ und der Endtemperatur des Barrens θ_{bf}	22
CC.1	Allgemeine Anforderungen und Messbedingungen	22
CC.2	Drei Messverfahren	22
CC.3	Anordnung der Temperaturmesspunkte	24
CC.4	Bestimmungsverfahren	25
CC.4.1	Induktive Erwärmungsinstallation des Batcherwärmungstyps	25
CC.4.2	Installationstypen induktiver Durcherwärmung mit kontinuierlicher Erwärmung bzw. Stufenerwärmung	27
CC.5	Berechnung der Endtemperatur des Barrens	27
Anhang DD (informativ)	Verfahren für einige Sicherheitsprüfungen	28
DD.1	Elektrische Beständigkeitsprüfung von Heizinduktoren	28
DD.2	Dichtheitsprüfung von Kühlwasserkreisen	28
DD.3	Durchflussprüfung von Kühlwasserkreisen	28
Bilder		
Bild AA.1.1–	Basisstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage	17
Bild AA.1.2 –	Stromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage mit einem Gleichrichtertransformator sowie mehreren Halbleiter-Frequenzumsetzern und Kompensationsschaltungen/Lasten	18
Bild AA.1.3 –	Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage mit einem Gleichrichtertransformator, einem Gleichrichter sowie mehreren seriellen Wechselrichtern und Kompensationsschaltungen/Lasten	19
Bild AA.2 –	Examples of compensated circuits	20
Tabellen		
Tabelle CC.1 –	Anordnung der Temperaturmesspunkte der Barren	25

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 27/1008/CD:2017 „Installations for electroheating and electromagnetic processing – Test methods for induction through-heating installations“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 27 „Industrial electroheating and electromagnetic processing“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die IEC und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 362 „Industrielle Elektrowärme“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Elektrowärmeanlagen und Anlagen für elektromagnetische Bearbeitungsprozesse – Prüfverfahren für induktive Durcherwärmungsanlagen

1 Anwendungsbereich

Dieser Abschnitt der Norm **IEC 60398:2015** wird durch Folgendes ersetzt.

Diese internationale Norm legt die Prüfabläufe, -bedingungen und -verfahren zur Bestimmung der wichtigsten Betriebskenngrößen und Betriebsmerkmale von induktiven Durcherwärmungsinstallationen fest.

Diese Norm gilt für induktive Durcherwärmungsinstallationen, welche einen Barren oder ein Werkstück ganz oder teilweise für die spätere Warmumformung (z. B. Schmieden, Extrudieren, Walzen usw.) durcherwärmen, wobei niedrige, Netz- und mittlere Frequenzen benutzt werden. Sie kann als Referenz für andere induktive Erwärmungsinstallationen für die Wärmebehandlung und andere Zwecke, sowie für supraleitende induktive DC-Durcherwärmungsinstallationen verwendet werden.

2 Normative Verweisungen

Dieser Abschnitt der Norm **IEC 60398:2015** gilt mit der folgenden Ergänzung.

Austausch:

Auf folgende Dokumente wird im Text derart Bezug genommen, dass einige oder alle ihrer Inhalte Anforderungen dieses Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

Änderung:

Gelöschte Fußnoten

Ergänzungen:

IEC 60398:2015, *Installations for electroheating and electromagnetic processing – General performance test methods*

IEC 60519-3, *Safety in electroheat installations – Part 3: Particular requirements for induction and conduction heating and induction melting installations*

3 Begriffe

Dieser Abschnitt der Norm **IEC 60398:2015** gilt mit der folgenden Ergänzung.

Austausch:

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach **IEC 60398:2015** und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC pflegen unter den folgenden Adressen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung:

- IEC Electropedia: unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: unter <http://www.iso.org/obp>

Ergänzungen:

ANMERKUNG 101 In Bezug auf die folgenden Definitionen von Begriffen, die sich auf einige Teile und elektrische Parameter des Leistungsschaltkreises von induktiven Durcherwärmungsanlagen beziehen, siehe auch die erläuternden Diagramme in Anhang AA. Die Symbole werden auch in Anhang BB aufgelistet.

3.101

Induktive Durcherwärmungsinstallation

Installation, welche die induktive Durcherwärmungsanlage sowie die elektrischen und mechanischen Zusatzeinrichtungen umfasst, die für den Betrieb und die Nutzung der Anlage erforderlich sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die elektrischen Zusatzeinrichtungen umfassen alle elektrischen Komponenten im Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage, die Stromversorgung für mechanische Zusatzeinrichtungen und das Steuerungssystem; und die mechanischen Zusatzeinrichtungen umfassen einen Handhabungsmechanismus für die Barren und die zugehörige mechanische Kraft sowie das Wasserkühlsystem usw.

3.102

induktive Durcherwärmungsanlage

Anlage zur Induktionserwärmung und zum Warmhalten des Barrens, bestehend aus einem oder mehreren Heizinduktoren, Stützrahmen (Gehäusen) und den Anschlüssen für Kühlwasser sowie Elektrizität usw.

3.103

Batcherwärmung

statisches Erwärmungsverfahren, bei dem ein Barren für einen vorgegebenen Zeitraum in einem Heizinduktor platziert wird, während eine voreingestellte Leistungsmenge angewendet wird, bis der Barren eine gewünschte Temperatur und Temperaturhomogenität erreicht, und dann wird der erwärmte Barren aus dem Induktor extrahiert und der Formstation zugeführt, anschließend wird ein kalter Barren in den Induktor geladen und der Prozess wiederholt sich

3.104

Stufenerwärmung

Erwärmungsverfahren mit zwei oder mehr Heizinduktoren, bei dem bei einer Anlage mit beispielsweise zwei Heizinduktoren der Barren zum Erwärmen zunächst in einem Heizinduktor platziert wird, dann als nächstes zum Warmhalten in einen anderen Heizinduktor bewegt wird und dann für die Warmumformung extrahiert wird

3.105

kontinuierliche Erwärmung

Erwärmungsverfahren, bei dem sich die Barren für die Erwärmung und das Warmhalten kontinuierlich oder rhythmisch durch einen oder mehrere Heizinduktoren bewegen

3.106

Auskleidung, <des Heizinduktors>

Teil des Heizinduktors, der als Wärmeisolierung zwischen Induktionsspule und erwärmtem Barren platziert wird und normalerweise aus einer feuerfesten Schicht und einer Temperaturhalteschicht besteht oder durch das Stampfen oder Gießen von feuerfestem Werkstoff direkt geformt wird

3.107

Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage

Schaltung, bestehend aus Stromquelle(n) und Kompensationsschaltung(en) der induktiven Durcherwärmungsanlage, einschließlich der Leiter, die beide verbinden

3.108

Stromversorgungseinrichtung

Einrichtung zur Energieversorgung der Kompensationsschaltung der induktiven Durcherwärmungsanlage, wobei es sich um eine einphasige oder dreiphasige Netzfrequenzversorgung oder einen Halbleiter-Frequenzumsetzer handelt, die bzw. der folgende festgelegte Hauptkennwerte aufweist:

- Frequenz f_2 oder Frequenzband $f_{21} \dots f_{22}$
- Spannung U_2 (Effektivwert)
- Strom I_2 (Effektivwert)

– Wirkleistung P_2

3.109

Kompensationsschaltung der induktiven Durcherwärmungsanlage

elektrische Schaltung, welche einen oder mehrere Induktoren, eine kompensierende Kondensatorbatterie und einen Lastanpassungstransformator (falls zutreffend) umfasst

Anmerkung 1 zum Begriff: ANMERKUNG 1 zum Begriff: Siehe Anhang AA.

3.110

Bemessungsfrequenz

Arbeitsfrequenz des Heizinduktors, für die die induktive Durcherwärmungsanlage ausgelegt ist, und die auf dem Typenschild markiert ist, ausdrückbar als Frequenz f_n oder Frequenzband $f_{n1} \dots f_{n2}$

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsfrequenz ist die Nennfrequenz des Halbleiter-Frequenzumsetzers, wenn er in Betrieb ist; und sie ist die Arbeitsfrequenz des Heizinduktors, der die hauptsächliche Heizleistung übernimmt, oder mehrere Arbeitsfrequenzen werden markiert, wenn es mehrere Heizinduktoren mit unterschiedlichen Arbeitsfrequenzen gibt.

3.111

Bemessungsspannung

Arbeitsspannung über den Anschlüssen der Heizinduktorspule, für die die induktive Durcherwärmungsanlage ausgelegt ist und die auf dem Typenschild markiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsspannung ist die Arbeitsspannung über den Anschlüssen der Heizinduktorspule, die die hauptsächliche Heizleistung übernimmt, oder mehrere Arbeitsspannungen sind markiert, wenn es mehr Heizinduktorspulen mit unterschiedlichen Arbeitsspannungen gibt.

3.112

Bemessungsleistung

Gesamtleistung von einem oder mehreren Heizinduktoren, für die die induktive Durcherwärmungsanlage ausgelegt ist und die auf dem Typenschild markiert ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Bemessungsleistung darf in der Bemessungsleistung des Halbleiter-Frequenzumsetzers ausgedrückt werden, wenn er verwendet wird.

3.113

Masse des Prüfbarrens

G_{test}

Gesamtmasse der qualifizierten unter den durcherwärmten Barren, sie wird zur Bestimmung des spezifischen Energieverbrauchs und der Produktivität verwendet

3.114

Maße des Barrens

maximale Maße der gesamten Barren mit allen Transport- oder Schutzmitteln, für die die induktive Durcherwärmungsanlage ausgelegt ist, und die auf dem Typenschild markiert sind, ausgedrückt als Durchmesser $\times$ Länge oder Breite $\times$ Dicke $\times$ Länge

3.115

Barrentemperatur

θ_b

Temperatur des Barrens zu einem gegebenen Zeitpunkt des Durcherwärmungszyklus

3.116

Starttemperatur des Barrens

θ_{bs}

Temperatur des Barrens am Anfang des Durcherwärmungszyklus

3.117

Endtemperatur des Barrens

θ_{bf}

Temperatur, die der Barren am Ende der Warmhalteperiode des Durcherwärmungszyklus erreicht hat

3.118

Bemessungstemperatur des Barrens

θ_{bn}

Temperatur, die von der Durcherwärmungstechnik für den Barren eines gegebenen Werkstoffs gefordert werden soll, für welche die induktive Durcherwärmungsanlage ausgelegt ist und die auf dem Typenschild markiert ist

3.119

Temperaturhomogenität des Barrens

$\Delta \theta_b$

Grad an Homogenität der Barrentemperatur, wenn er nach dem Erwärmen und Warmhalten extrahiert wird, ausgedrückt in den maximalen und minimalen Abweichungen zwischen den gemäß des in Anhang CC angegebenen Prüfverfahrens an den Temperaturmesspunkten gemessenen Temperaturen und der Bemessungstemperatur des Barrens (sie können positiv oder negativ sein), oder ausgedrückt im transversalen (radialen) Temperaturunterschied und dem longitudinalen Temperaturunterschied des Barrens bei langen Barren mit gleichförmigem Querschnitt eines Kreises und Rechtecks usw.

3.120

transversaler Temperaturunterschied eines Barrens

radialer Temperaturunterschied eines Barrens

$\Delta \theta_{bt(r)}$

Maximaler Temperaturunterschied zwischen der Peripherie und dem Zentrum auf dem Querschnitt eines langen Barrens mit uniformem Querschnitt, wenn der Barren nach dem Erwärmen und Warmhalten extrahiert wird, wird bei Barren mit kreisförmigem Querschnitt radialer Temperaturunterschied $\Delta \theta_{br}$ genannt

Anmerkung 1 zum Begriff: Normalerweise ist die Temperatur im Zentrum eines Barrenquerschnitts niedriger.

3.121

longitudinaler Temperaturunterschied eines Barrens

$\Delta \theta_{bl}$

Unterschied zwischen der maximalen Temperatur und der minimalen Temperatur in longitudinaler Richtung eines langen Barrens mit uniformem Querschnitt, wenn der Barren nach Erwärmen und Warmhalten extrahiert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Normalerweise ist die Temperatur an den zwei Enden des Barrens niedriger.

3.122

Eintrittstemperatur des Kühlwassers

θ_{ci}

Temperatur des Kühlwassers, wenn es in den Kühlwasserkreislauf des Heizinduktors eintritt

3.123

Austrittstemperatur des Kühlwassers

θ_{co}

Temperatur des Kühlwassers, wenn es den Kühlwasserkreislauf des Heizinduktors verlässt, wobei die induktive Durcherwärmungsanlage bei Bemessungsbedingungen arbeitet

3.124

Betriebsart der Anlage bei Bemessungsbedingungen

Nennbetriebsart der Anlage

Betrieb der induktiven Durcherwärmungsanlage mit festgelegten Maßen für Auskleidung und Barren sowie Spezifizierung von Barrenanzahl, Bemessungsleistung und Bemessungsfrequenzbereich ohne Überschreitung der vom Lieferanten festgelegten Maximalwerte für Spannung und Strom

3.125

thermischer Ruhezustand, <der Ausrüstung>

thermischer Zustand, bei dem die gesamte Energiezufuhr in die induktive Durcherwärmungsanlage zur Kompensation ihrer Verlustwärme verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Im thermischen Ruhezustand sind die Temperaturen aller Strukturbaulemente der induktiven Durcherwärmungsanlage und alle Austrittstemperaturen des Kühlwassers relativ stabil und steigen nicht an.

3.126

heißer Zustand, <der Anlage>

thermischer Ruhezustand der induktiven Durcherwärmungsanlage, wenn der Barren seine Endtemperatur erreicht hat

3.127

kalter Zustand, <der Anlage>

thermischer Zustand, bei dem die induktive Durcherwärmungsanlage keine Energiezufuhr erfährt und die Temperatur der gesamten Anlage der Umgebungstemperatur entspricht

3.128

Warmhalteleistung

P_h

Wirkleistung, die dem Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage zugeführt wird, um den festgelegten Barren für seine Temperaturhomogenität bei einer festgelegten Temperatur zu halten

3.129

Stromverbrauch der Anlage, <aktiver Stromverbrauch E_{ae} oder Blindstromverbrauch E_{re} >

Elektrische Energie, die dem Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage zugeführt wird

3.130

Stromverbrauch der Installation

aktiver Stromverbrauch

E_{ai}

elektrische Energie, die der induktiven Erwärmungsinstallation zugeführt wird, einschließlich des aktiven Stromverbrauchs der Anlage E_{ae} und des aktiven Stromverbrauchs der elektrischen und mechanischen Zusatzeinrichtungen der Anlage E_{aa}

3.131

spezifischer Stromverbrauch der Anlage/Installation

e_e / e_i

Verhältnis des Stromverbrauchs der Anlage/Installation E_{ae} / E_{ai} zum Erwärmen festgelegter Barren von ihrer Starttemperatur θ_{bs} zur Bemessungstemperatur θ_{bn} und dann zum Warmhalten für die Temperaturhomogenität, und der Gesamtmasse der qualifizierten unter den durcherwärmten Barren, während eines kompletten Zyklus bei einer Batcherwärmungsinstallation oder während eines länger definierten Zeitabschnitts bei den Installationstypen mit kontinuierlicher Erwärmung bzw. Stufenerwärmung

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer Anwendung mit teilweiser Durcherwärmung muss die Gesamtmasse der durcherwärmten Teile der qualifizierten Barren berücksichtigt werden

3.132

Produktivität

g

Verhältnis der Gesamtmasse der qualifizierten unter den durcherwärmten Barren bei der Erwärmung von festgelegten Barren von ihrer Starttemperatur θ_{bs} zu ihrer Bemessungstemperatur θ_{bn} und dann beim Warmhalten derselben für die Temperaturhomogenität, zur Zeit eines kompletten Zyklus bei einer Batcherwärmungsinstallation oder eines länger definierten Zeitabschnitts bei den Installationstypen mit kontinuierlicher Erwärmung bzw. Stufenerwärmung, während des kompletten Zyklus oder des festgelegten Zeitabschnitts

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei einer Anwendung mit teilweiser Durcherwärmung muss die Gesamtmasse der durcherwärmten Teile der qualifizierten Barren berücksichtigt werden.

3.133

Erwärmungseffizienz der Anlage/Installation

η_e/η_i

Verhältnis der nutzbaren Enthalpiezunahme in den qualifizierten unter den durcherwärmten Barren zum Stromverbrauch der Anlage E_{ae} oder zum Stromverbrauch der Installation E_{ai} während eines kompletten Zyklus bei einer Batcherwärmungsinstallation oder während eines länger definierten Zeitabschnitts bei den Installationstypen mit kontinuierlicher Erwärmung bzw. Stufenerwärmung

4 Grundlegende Festlegungen für Prüfungen und Prüfbedingungen

Dieser Abschnitt der Norm IEC 60398:2015 gilt mit der folgenden Ergänzung.

4.3 Grenzen des Energie nutzenden Systems für Prüfungen

Zusätzlicher Unterabschnitt:

4.3.101 Grenzen der induktiven Erwärmungsinstallation für die Prüfung

Der Energieverbrauch der induktiven Durcherwärmungsinstallation umfasst:

- a) Energieverbrauch des Leistungsstromkreises der induktiven Durcherwärmungsanlage für das Erwärmen und Warmhalten der Barren;
- b) Energieverbrauch der Energiesysteme der Mechanismen zum Beladen, Befördern und Entladen von Barren, z. B. hydraulische, pneumatische und/oder elektrische Fahrsysteme, wobei die Belade- und Entlade-Tische als deren räumliche Grenzen gelten;
- c) Energieverbrauch von Kühlsystemen, Steuersystemen und anderen Systemen der Installation.

4.4 Allgemeine Anforderungen für Prüfungen

Dieser Unterabschnitt der Norm IEC 60398:2015 gilt, mit der Ausnahme, dass ihr erster Absatz durch den folgenden Text ersetzt wird.

Ersetzung:

Während aller Prüfungen müssen die maßgeblichen Sicherheitsanforderungen in IEC 60519-1, IEC 60519-3 und die Herstelleranweisungen beachtet und notwendige Schutzmaßnahmen getroffen werden, um die Sicherheit zu gewährleisten.

Die Prüfungen der induktiven Erwärmungsinstallation werden in Prüfungen des kalten Zustands und Prüfungen des heißen Zustands unterteilt. Wenn nicht anders festgelegt, muss die Prüfung des heißen Zustands durchgeführt werden, nachdem die Prüfungen des kalten Zustands qualifiziert wurden.

Die Prüfungen des kalten Zustands müssen nach der Herstellung oder Reparatur der Installation durchgeführt werden, sowie während der Installation und Regelung im kalten Zustand. Ihre Installation und Prüfungsvorbereitung müssen gemäß den Anweisungen des Herstellers durchgeführt werden. Vor der Prüfung müssen die elektrischen Verbindungen, Schalter, das Steuerungssystem und einige Maße usw. der Installation inspiziert werden.

Die Prüfungen des heißen Zustands müssen mit einer neuen Auskleidung mit festgelegten Maßen und Werkstoffen, wie zwischen Hersteller und Anwender vereinbart, durchgeführt werden. Die Anforderungen für Prüfbarren müssen 6.7101 entsprechen. Das technologische Verfahren zum Erwärmen und Warmhalten muss zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden. Das technologische Verfahren umfasst außerdem das Beladen und Entladen sowie die Temperaturmessung des Barrens. Muss eine Prüfung im heißen Zustand

durchgeführt werden (siehe 3.126), muss die induktive Durcherwärmungsanlage vor der Prüfung für mindestens 8 h in Betrieb gewesen sein (je nach den Maßen des Barrens oder nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender). Wenn die Anlage mit einer neuen Auskleidung beginnt, muss sie mindestens 24 h in Betrieb gewesen sein, bevor die Prüfung durchgeführt wird.

Die elektrischen Daten am Eingang der Versorgungsleitung, die durch die Prüfungen der Punkte b), c) und e) in 8.3 ermittelt werden sollen, beziehen sich auf die Bemessungsspannung U_n und die Bemessungsfrequenz f_n . Zulässige Abweichungen von der Bemessungsspannung und -frequenz müssen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden. Werden diese Abweichungen während der Prüfung überschritten, muss dies bei der Evaluation berücksichtigt werden.

In dem Fall, dass ein Netztransformator nur für die induktive Durcherwärmungsanlage verwendet wird, dürfen die elektrischen Werte am Eingang der Versorgungsleitung aus den entsprechenden Werten auf der Sekundärseite des Transformators unter Berücksichtigung seiner Kennlinie ermittelt werden.

Alle Messungen müssen mit geeigneten Geräten und genau nach den Anweisungen für deren Verwendung durchgeführt werden. Die Toleranzen für Genauigkeiten aller Messgeräte (für Werte in Bezug auf elektrische Daten, Temperatur und Masse) müssen zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden.

Darüber hinaus müssen alle Ausrüstungsteile, die die induktive Erwärmungsinstallation bilden, ihre Einzelbestimmungen erfüllen.

ANMERKUNG Es sollte auf die verschiedenen Parameter hingewiesen werden, die hinsichtlich der Bemessungswerte einer induktiven Durcherwärmungsanlage berücksichtigt werden müssen, sowie auf die Prüfungen, die für deren Verifizierung bestimmt sind; unabhängig von der Größe der Anlage hängt seine Leistung ab:

- vom Erwärmungstyp der Anlage;
- vom Entwurf der Anlage und seines Heizinduktors an sich;
- von Werkstoff, Gestalt und Maßen des Barrens;
- von Typ und Automatisierungsgrad der Handhabungsmechanismen des Barrens;
- von Typ und Frequenz der Stromversorgungseinheit, die für die Stromzuführung der Anlage verwendet wird;
- von der Art der Steuer- und Regeltechnik der Stromversorgungseinheit für die Anlage;
- von der Fähigkeit der Stromversorgungseinheit der Anlage, auf schnelle Schwankungen der Blindleistung zu reagieren.

4.6 Umweltbedingungen während der Prüfungen

Ergänzung:

Die Eintritts- und Austrittstemperaturen des Kühlwassers der Kühlkreisläufe, insbesondere für Heizinduktoren, müssen den Anweisungen des Herstellers entsprechen. Übermäßige oder zu geringe Kühlung beeinflusst die Messung der Energieeffizienz.

5 Vergleich von Anlagen oder Installationen

Dieser Abschnitt der Norm IEC 60398:2015 gilt.

6 Messungen und Chargen

Dieser Abschnitt der Norm IEC 60398:2015 gilt mit der folgenden Ergänzung.

6.3 Frequenzmessung

Ergänzung:

Die Genauigkeit der Frequenzmessung für Netzfrequenz und Mittelfrequenz muss der Genauigkeitsklasse 1.5 oder besser entsprechen.

6.4 Messung elektrischer Daten

6.4.1 Versorgungsspannung

Ergänzung:

ANMERKUNG Zu Beeinflussungen der tatsächlichen Versorgungsspannung oder deren Variation auf die Leistung der Installation, siehe 8.10 der Norm IEC 60398:2015.

6.4.2 Spannung, Strom, elektrische Leistung und Widerstand

Ergänzung:

Die Genauigkeit der Ausrüstung bei Spannungs-, Strom-, Leistungs- und elektrischen Energiemessungen in der Mittelfrequenz muss der Genauigkeitsklasse 2.5 oder besser entsprechen.

Wenn die Wellenformen von Spannung und Strom verzerrt sind, z. B. in den Ein- und Ausgangsklemmen des Halbleiter-Frequenzumsetzers, ist besondere Vorsicht geboten, und die eingesetzte Messausrüstung muss in der Lage sein, echte Effektivwerte unabhängig von der Wellenform anzuzeigen.

6.4.3 Messpositionen

Ergänzung:

Siehe Bild AA. .1–AA1.3 für Messpositionen aller elektrischen Parameter des Leistungsstromkreises der induktiven Durcherwärmungsanlage, an den Ausgangsklemmen der Versorgungs-Trenneinrichtung für die Messung des Stromverbrauchs des Stromkreises, und an den Ausgangsklemmen des Leistungsverteilers in der Fabrikhalle für sonstige elektrische und mechanische Zusatzeinrichtungen (siehe b) und c) in 4.3.101).

6.7 Charge

Zusätzlicher Unterabschnitt:

6.7.101 Prüfbarren für die induktive Erwärmungsinstallation

Tatsächliche Barren müssen für die Prüfungen als Prüfbarren verwendet werden, und ihr Werkstoff, ihre Gestalt und ihre Maße müssen den Auslegungsspezifikationen der Installation entsprechen. Prüfbarren werden vom Anwender bereitgestellt, und ihre Oberflächen müssen sauber und trocken sein und dürfen keine Verkrustungen und Gänge haben, insbesondere um für die Bestimmung der Temperaturhomogenität des Barrens die Oberflächentemperatur korrekt zu messen.

7 Numerische Modellierung

Dieser Abschnitt der Norm IEC 60398:2015 gilt.

ANMERKUNG 101 Bezüglich des numerischen Modellierungsverfahrens, das die Temperaturhomogenität des Barrens bestimmt, siehe Anhang CC.

8 Liste der Prüfungen

ANMERKUNG IEC 60398:2015 hat diesen Abschnitt nicht.

8.1 Allgemeine Anforderungen

ANMERKUNG Die Prüfteile, die sich auf die Sicherheit und die mechanischen Aspekte beziehen, sind ebenso wichtige Teile einer vollständigen Prüfung der Installation. Hauptsächlich Sicherheitsprüfteile beinhalten Messungen des Isolationswiderstandes, der elektrischen oder magnetischen Felder und des Berührungstroms sowie eine Schutzprüfung durch automatische Abschaltung der Stromversorgung, eine Spannungsprüfung, Dielektrizitätsprüfung und Zugänglichkeitsprüfung von stromführenden Teilen usw., wobei ihre Prüfverfahren 18.6.1–18.6.3 und 18.7.1–18.7.4 der Norm IEC 60519-1 folgen müssen. Mechanische Prüfteile beinhalten verschiedene Prüfungen der Handhabungsmechanismen für Barren, wobei ihre Prüfverfahren den relevanten ISO-Normen folgen müssen (in Vorbereitung).

Die Prüfteile insgesamt werden in solche für Prüfungen im kalten Zustand und solche für Prüfungen im heißen Zustand unterteilt.

Die Prüfungen der induktiven Erwärmungsinstallation dürfen aus den Prüfungen ausgewählt werden, die in der Norm IEC 60398:2015 aufgelistet sind, sofern die notwendigen Ergänzungen gemäß den Funktionen der Installation und den Bedürfnissen des Anwenders getätigt werden. Für die nachfolgend aufgeführten Prüfgegenstände stellt diese Norm ihre Prüfmethoden zur Verfügung, die die zugehörigen Prüfverfahren in IEC 60398:2015 und IEC 60519-1 entsprechend den Merkmalen der Installation modifizieren oder ergänzen.

8.2 Prüfungen des kalten Zustands

ANMERKUNG Die folgenden Prüfungen des kalten Zustands beziehen sich auf die Sicherheit:

- a) elektrische Beständigkeitsprüfung von Heizinduktoren (siehe DD.1);
- b) Dichtheitsprüfung von Kühlwasserkreisen (siehe DD.2);
- c) Durchflussprüfung von Kühlwasserkreisen (siehe DD.3);

8.3 Prüfungen des heißen Zustands

Die folgenden Prüfungen des heißen Zustands sind optional und dürfen nach Bedarf für die Charakterisierung und Evaluierung einer induktiven Erwärmungsinstallation ausgewählt werden:

- d) Messung des Temperaturanstiegs des Kühlwassers (siehe 9.2);
- e) Bestimmung der Leistung und des Leistungsfaktors des Leistungsstromkreises der induktiven Durchwärmungsanlage (siehe 9.3);
- f) Bestimmung der Warmhalteleistung (siehe 9.4);
- g) Bestimmung der Temperaturhomogenität des Barrens und der endgültigen Barrentemperatur (siehe 9.5);
- h) Bestimmung des spezifischen Stromverbrauchs und der Produktivität (siehe 9.6);
- i) Bestimmung der Erwärmungseffizienz der Anlage/Installation (siehe 9.7);
- j) Messung der Temperaturen von Strukturkomponenten, die Hitze ausgesetzt sind (siehe 9.8).

9 Prüf- und Messverfahren

ANMERKUNG Dieser Abschnitt entspricht Abschnitt 8 und 9 der Norm IEC 60398:2015.

9.1 Allgemeine Anforderungen

Die relevanten und angemessenen Teile der Abschnitte 8 und 9 der Norm IEC 60398:2015 gelten mit der folgenden Ergänzung.

Zusätzliche Unterabschnitte:

9.2 Messung des Temperaturanstiegs des Kühlwassers

Diese Prüfung muss im heißen Zustand (siehe 3.126 und 4.4) der induktiven Durcherwärmungsanlage durchgeführt werden, während diese mit ihrer Nennleistung arbeitet (siehe 3.124), und mit der Durchflussrate, die vom Hersteller spezifiziert wird, im Anschluss an die Prüfung, die in 9.6 angegeben ist. Die Temperatur des Kühlwassers muss am Ein- und Austritt der Kühlwasserkreisläufe der Anlage mithilfe von Thermometern gemessen oder durch Sensoren überwacht werden. Der Unterschied zwischen den Austritts- und Eintrittstemperaturen ist der Wert des Temperaturanstiegs des Kühlwassers. Während der Prüfung müssen die Austrittstemperatur und der Temperaturanstieg innerhalb der Spezifikation des Herstellers liegen.

ANMERKUNG Es wird empfohlen, mehrere Messungen vorzunehmen, zum Beispiel alle 5 Minuten gegen Ende des Prüfzeitraums nach 9.6, um sicherzustellen, dass die Anlage einen stabil heißen Zustand erreicht hat.

9.3 Bestimmung der Eingangsleistung P und des Leistungsfaktors λ des Leistungsstromkreises der induktiven Durcherwärmungsanlage

Die Wirkleistung P muss gemessen werden und die Scheinleistung S kann durch Messungen von Strom I und Spannung U bei Nennleistung (siehe 3.124) und im heißen Zustand (siehe 3.126 und 4.4) der induktiven Durcherwärmungsanlage bestimmt werden, siehe Bild AA.1.1. Der Leistungsfaktor λ kann aus dem Verhältnis zwischen Wirkleistung und Scheinleistung berechnet werden.

ANMERKUNG 1 Ein geringer Gehalt an Spannungs- und/oder Stromüberschwingungen beeinträchtigt das Prüfergebnis nicht signifikant. Unter diesen Bedingungen wird der Leistungsfaktor λ praktisch gleich dem mit einem $\cos \varphi$ -Messgerät gemessenen $\cos \varphi$. Im Falle einer dreiphasigen Versorgung sollte sichergestellt werden, dass bei diesen Messungen Ströme in den drei Phasen keine signifikante Asymmetrie aufweisen. Es sollte als Richtlinie betrachtet werden, dass diese Anforderung erfüllt ist, wenn die Abweichung der Stromwerte von ihrem arithmetischen Mittelwert $\pm 10\%$ nicht überschreitet. Wenn die Unausgeglichenheit der dreiphasigen Leitungsströme $\pm 10\%$ überschreitet, sollte ein angemessenes und genaueres Verfahren angewendet werden.

ANMERKUNG 2 Bleiben Wirkleistung und Blindleistung während dieser Prüfung relativ konstant, darf die Wirkleistung auch bestimmt werden, indem die Wirkenergie (gemessen durch einen Energiezähler), die während eines vorgegebenen Zeitraums verbraucht wird, durch die Zeit des Zeitraums geteilt wird. Ebenso darf der Leistungsfaktor λ ermittelt werden, indem die im gleichen Zeitraum verbrauchte Wirkenergie und Blindenergie mit angemessenen Energiezählern gemessen wird.

9.4 Bestimmung der Warmhalteleistung P_h

Die Prüfung ist durchzuführen, nachdem sich die induktive Durcherwärmungsanlage, die den festgelegten Barren enthält, ausreichend lange im Normalbetrieb befunden hat, um sicherzustellen, dass sie sich im heißen Zustand befindet (siehe 3.126 und 4.4). Die Messung muss während eines bestimmten Zeitraums in der späteren Stufe des Warmhaltebetriebs des Barrens durchgeführt werden. Die Temperatur des Barrens muss überwacht werden, um die Endtemperatur des Barrens während des gesamten Zeitraums so konstant wie möglich zu halten.

Bei der Batcherwärmungsanlage und der Anlage mit kontinuierlicher Erwärmung, die nur einen Heizinduktor haben, wird der Stromverbrauch für das Warmhalten direkt am Eingang seines Leistungsstromkreises gemessen (siehe Bild AA.1.1).

Bei Anlagen mit kontinuierlicher Erwärmung und Anlagen mit Stufenerwärmung, die mehrere Heizinduktoren haben, und bei denen einer darunter speziell für das Warmhalten des Barrens vorgesehen ist:

- der Stromverbrauch für das Warmhalten wird am Eingang des Leistungsstromkreises gemessen, der nur elektrische Energie zum Heizinduktor für das Warmhalten liefert;
- oder in dem Fall, dass die Heizinduktoren zum Heizen und Warmhalten vom gleichen Gleichrichtertransformator versorgt werden (siehe Bild AA.1.2), ist der Stromverbrauch zum Warmhalten der elektrische Verbrauch E_{sfch} , der am Eingang des Frequenzumsetzers gemessen wird, welcher elektrische Energie nur an die Kompensationsschaltung liefert, die den Heizinduktor zum Warmhalten enthält, geteilt durch den Wirkungsgrad des Gleichrichtertransformators η_{rt} ;

- oder in dem Fall, dass die Heizinduktoren zum Heizen und Warmhalten durch den gleichen

Gleichrichter (siehe Bild AA.1.3) versorgt werden, wird die DC-Eingangleistung P_{sih} des Serien-Wechselrichters gemessen, der nur die Kompensationsschaltung mit elektrischer Energie versorgt, die den Heizinduktor zum Warmhalten enthält, und zwar zu einem Zeitpunkt innerhalb des oben genannten Zeitabschnitts, wenn die Leistung stabiler ist.

Die Warmhalteleistung wird berechnet, indem der im oben genannten Zeitabschnitt gemessene Stromverbrauch zum Warmhalten durch die Zeit des Zeitabschnitts dividiert wird; oder indem die oben erwähnte P_{sih} durch den Wirkungsgrad des Gleichrichtertransformators η_{rt} und durch den Wirkungsgrad des Gleichrichters η_r dividiert wird.

Bei sonstigen Stromversorgungseinrichtungen mit andersartigem Aufbau darf die Bestimmung der Warmhalteleistung unter Bezugnahme auf die oben erwähnten Prüfverfahren durchgeführt werden.

9.5 Bestimmung der Barrentemperaturhomogenität $\Delta\theta_b$ und der Endtemperatur des Barrens θ_{bf}

Siehe Anhang CC.

9.6 Bestimmung des spezifischen Stromverbrauchs e_e/e_i und der Produktivität g

Sofern nicht anders vereinbart, erfolgt die Bestimmung des spezifischen Stromverbrauchs e_e/e_i und der Produktivität g am Standort des Anwenders.

Die Messung ist durchzuführen, nachdem sich die induktive Durcherwärmungsanlage ausreichend lange im Normalbetrieb befunden hat, um sicherzustellen, dass sie sich im heißen Zustand befindet (siehe 3.126 und 4.4). Bezüglich der Grenzen der induktiven Durcherwärmungsinstallation für die Prüfung, siehe 4.3.101. Bezüglich der Messpositionen des elektrischen Stromverbrauchs im Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage sowie ihrer elektrischen sowie mechanischen Zusatzeinrichtungen, siehe 6.4.3. Darüber hinaus muss die Starttemperatur des Barrens gemessen und die Barrentemperatur vor seiner Extrahierung überwacht werden.

Die ergänzenden Spezifikationen für unterschiedliche Heiztypinstallationen sind wie folgt:

k) Batcherwärmungsinstallation

Aufeinanderfolgende Betriebszyklen von nicht weniger als 3-mal sind durchzuführen. Der aktive Stromverbrauch der Anlage E_{ae} und der aktive Stromverbrauch der elektrischen sowie mechanischen Zusatzeinrichtungen der Anlage E_{aa} sowie die Gesamtmasse der qualifizierten unter den durcherwärmten Barren G_{test} werden während jedes einzelnen Betriebszyklus gemessen (einschließlich Beladen, Erwärmen, Warmhalten und Entladen des Barrens).

Der spezifische Stromverbrauch der Installation e_i wird berechnet, indem die oben gemessenen E_{ae} und E_{aa} durch die Gesamtmasse G_{test} dividiert werden. Der spezifische Stromverbrauch der Anlage e_e wird berechnet, indem der E_{ae} durch die Gesamtmasse G_{test} dividiert wird. Die Produktivität g wird berechnet, indem die Gesamtmasse G_{test} durch die Zeit des Betriebszyklus dividiert wird. Der Durchschnitt der Werte, die in den oben genannten verschiedenen Betriebszyklen gemessen wurden, ergibt das Bestimmungsergebnis.

l) Installationstypen mit kontinuierlicher Erwärmung bzw. Stufenerwärmung

Der aktive Stromverbrauch der Anlage E_{ae} und der aktive Stromverbrauch der elektrischen und mechanischen Zusatzeinrichtungen der Anlage E_{aa} sowie die Gesamtmasse der qualifizierten unter den durcherwärmten Barren G_{test} werden während eines länger definierten Zeitabschnitts des Dauerbetriebs der Anlage gemessen. Die Zeit des definierten Zeitabschnitts darf nicht weniger als 4 bis 8 h sein, abhängig von den Maßen des Barrens oder nach Absprache zwischen Hersteller und Anwender.

Die Berechnungen des spezifischen Stromverbrauchs der Anlage/Installation e_e/e_i sind die gleichen wie im oben genannten a). Die Produktivität g wird berechnet, indem die Gesamtmasse G_{test} durch die Zeit des definierten Zeitabschnitts dividiert wird.

Bei einer Anwendung mit teilweiser Durcherwärmung muss die Gesamtmasse der durcherwärmten Teile der qualifizierten Barren in den vorstehend genannten Berechnungen berücksichtigt werden.

9.7 Bestimmung der Erwärmungseffizienz der Anlage/Installation η_e/η_i

Die Erwärmungseffizienz der induktiven Durcherwärmungsanlage/-installation darf durch die Verwendung von e_e und e_i gemessen in 9.6 wie folgt berechnet werden:

$$\eta_e = e_{\min} / e_e \quad (1)$$

$$\eta_i = e_{\min} / e_i \quad (2)$$

$$e_{\min} = 0,278 \, c_p(T) \, \Delta T \quad (3)$$

wobei

η_e – Erwärmungseffizienz der induktiven Durcherwärmungsanlage, %;

η_i – Erwärmungseffizienz der induktiven Durcherwärmungsinstallation, %;

$e_{\min}$ – theoretischer minimaler spezifischer Stromverbrauch, kW · h/t ;

e_e – spezifischer Stromverbrauch der induktiven Durcherwärmungsanlage, kW · h/t ;

e_i – spezifischer Stromverbrauch der induktiven Erwärmungsinstallation, kW · h/t ;

$c_p(T)$ – spezifische Wärme des Barrens, kJ/kg°C, seine mögliche nichtlineare Kennlinie mit Temperatur- und Schrittländerung an einem gewissen Punkt müssen berücksichtigt werden;

ΔT – Temperaturänderung des Barrens von seiner Starttemperatur zu seiner Endtemperatur, °C.

Die Erwärmungseffizienz einschließlich unqualifizierter Barren kann auf Anfrage ebenfalls berechnet werden.

9.8 Messung der Temperaturen von Strukturkomponenten, die Hitze ausgesetzt sind

Diese Prüfung muss im heißen Zustand (siehe 3.126 und 4.4) der induktiven Durcherwärmungsanlage durchgeführt werden, während diese mit ihrer Nennleistung arbeitet, beispielsweise gleich im Anschluss an die Prüfung, die in 9.6 beschrieben wird.

Die Messpunkte der Oberflächentemperatur werden wie folgt spezifiziert:

- m) Die willkürlichen Punkte auf den Oberflächen der Endplatten, die die Induktionsspule und den Stützrahmen oder das Gehäuse des Heizinduktors befestigen;
- n) Die willkürlichen Punkte auf den Oberflächen der Anschlussklemmen der Induktionsspule sowie schweren Stromschienen und deren Anschlussklemmen.

ANMERKUNG Bei Endplatten, die die Induktionsspule befestigen, liegt deren Oberfläche angrenzend an den Induktionsspulenanschluss nicht im Messbereich.

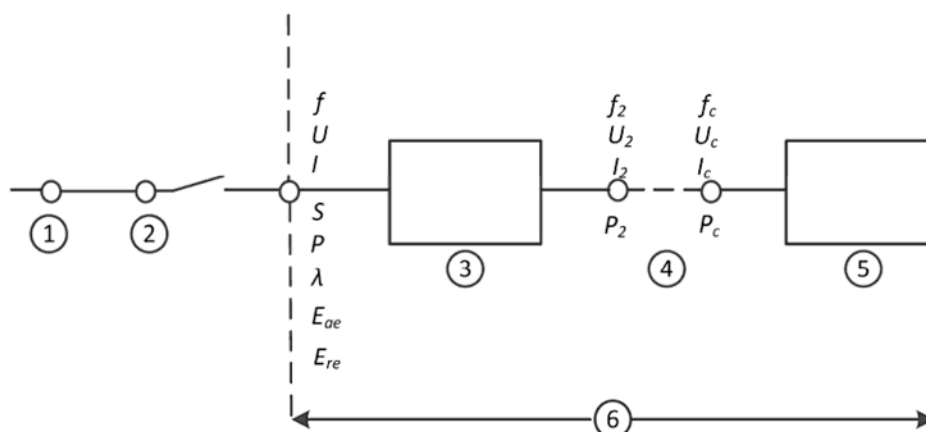
Die Oberflächentemperatur muss mit einem Kontaktthermoelement, Thermometer oder einem äquivalenten Sensor der Genauigkeitsklasse 2.5 oder besser gemessen werden.

Anhang AA (normativ)

Erläuternde Diagramme für Symbole und Definitionen in Bezug auf den Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage

AA.1 Stromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage (siehe Bilder AA.1.1-AA.1.3)

ANMERKUNG Eine Liste der Symbole findet sich in Anhang BB.



Komponenten

- 1 Versorgungsleitung
- 2 Versorgungs-Trenneinrichtung
- 3 Stromversorgungseinrichtung
- 4 Anschluss, z. B. Sammelschienen, flexible Kabel (aktive Impedanzen oder/und Blindwiderstände)
- 5 Kompensationsschaltung/Last
- 6 Leistungsstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage

ANMERKUNG Nach der Versorgungs-Trenneinrichtung dürfen mehrere Stromkreise parallel geschaltet werden, welche aus 3, 4 und 5 bestehen, und gleiche oder unterschiedliche Betriebsparameter haben dürfen. Manchmal darf eine Stromversorgungseinrichtung mehrere Kompensationsschaltungen/Lasten versorgen, die gleiche oder unterschiedliche Struktur- und Betriebsparameter haben dürfen, siehe Bild AA 1.2 und Bild AA 1.3.

Bild AA.1.1– Basisstromkreis der induktiven Durcherwärmungsanlage