

DIN EN ISO 8249

ICS 25.160.40

Einsprüche bis 2017-08-09
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN ISO 8249:2000-10

Entwurf

**Schweißen –
Bestimmung der Ferrit-Nummer (FN) in austenitischem und
ferritisch-austenitischem (Duplex-)Schweißgut von Cr-Ni-Stählen
(ISO/DIS 8249:2017);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 8249:2017**

Welding –

Determination of Ferrite Number (FN) in austenitic and duplex ferritic-austenitic Cr-Ni
stainless steel weld metals (ISO/DIS 8249:2017);
German and English version prEN ISO 8249:2017

Soudage –

Détermination de l'indice de ferrite (FN) dans le métal fondu en acier inoxydable austénitique
et duplex ferritique-austénitique au chrome-nickel (ISO/DIS 8249:2017);
Version allemande et anglaise prEN ISO 8249:2017

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2017-06-09 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 nas@din.de 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 den DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS), 10772 Berlin,
Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin.

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 66 Seiten

DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS)

Nationales Vorwort

Der Text von ISO/DIS 8249:2017 wurde vom IIW „International Institute of Welding“ (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) erarbeitet und als prEN ISO 8249:2017 durch das Technische Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ übernommen, dessen Sekretariat von DIN (Deutschland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 092-00-03 AA „Schweißzusätze (DVS AG W 5)“ im DIN-Normenausschuss Schweißen und verwandte Verfahren (NAS).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 8249:2000-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) ISO-Vorwort wurde ins Dokument aufgenommen;
- b) normative Verweisung auf ISO/TR 15510:1997 gelöscht;
- c) Abschnitt 3 „Begriffe“ hinzugefügt;
- d) Abschnitt 4 „Kurzbeschreibung“ wurde aufgenommen;
- e) Nummerierung der Tabellen wurde aktualisiert;
- f) Aktualisierung des Literaturverzeichnisses;
- g) Norm wurde den derzeit geltenden Gestaltungsregeln angepasst.

Schweißen — Bestimmung der Ferrit-Nummer (FN) in austenitischem und ferritisch-austenitischem (Duplex-)Schweißgut von Cr-Ni-Stählen (ISO/DIS 8249:2017)

Soudage — Détermination de l'indice de ferrite (FN) dans le métal fondu en acier inoxydable austénitique et duplex ferritique-austénitique au chrome-nickel (ISO/DIS 8249:2017)

Welding — Determination of Ferrite Number (FN) in austenitic and duplex ferritic-austenitic Cr-Ni stainless steel weld metals (ISO/DIS 8249:2017)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.8l

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	3
Vorwort	4
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Kurzbeschreibung	6
5 Kalibrierung	7
5.1 Kalibrierstücke mit Überzügen	7
5.2 Magnet	7
5.3 Geräte	7
5.4 Kalibrierkurve	8
6 Genormtes Verfahren für Schweißgut aus umhüllten Stabelektroden	10
6.1 Maße des Schweißgutprüfstückes	10
6.2 Aufbau der Schweißgutprüfstücke	10
6.3 Messung	12
6.3.1 Oberflächenbehandlung	12
6.3.2 Einzelmessungen	12
6.3.3 Aufzeichnung	13
7 Genormtes Verfahren für Schweißgut anderer Schweißprozesse und Fertigungsschweißungen	13
7.1 Genormte Verfahren für Schweißgut anderer Schweißzusatzformen	13
7.2 Fertigungsschweißung	13
8 Andere Verfahren	13
8.1 Verfahren	13
8.2 Ergebnisse	14
8.3 Kalibrierung sichern	14
9 Verfahren zur Herstellung von Sekundär-Normalen für Deltaferrit in austenitischem nichtrostendem Schweißgut	14
Anhang A (informativ) Herstellen der Sekundär-Normalen durch Bandplattieren	16
Anhang B (informativ) Herstellung von Sekundär-Normalen durch Schleuderguss	26
Literaturhinweise	34

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 8249:2017) wurde vom „International Institute of Welding“ (IIW) (Sekretariat: AFNOR, Frankreich) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 121 „Schweißen und verwandte Verfahren“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DIN gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Dieses Dokument wird EN ISO 8249:2000 ersetzen.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 8249:2017 wurde von CEN als prEN ISO 8249:2017 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO) zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: www.iso.org/iso/foreword.html.

Die ISO 8249 wurde vom IIW „International Institute of Welding“, Commission II, erarbeitet.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe (ISO 8249:2000), die technisch überarbeitet wurde.

Die wesentlichen Änderungen gegenüber der vorherigen Ausgabe sind wie folgt:

- Korrekturen an Tabelle 1 (jetzt Tabelle 2);
- geringfügige Anpassungen an verschiedenen Stellen des Dokumentes.

Anfragen zur offiziellen Auslegung jeglicher Aspekte dieses Dokuments sollten an das ISO-Zentralsekretariat gerichtet werden, welches sie dann zur offiziellen Stellungnahme an das IIW-Sekretariat weiterleitet.

Einleitung

Derzeit gibt es noch keine allgemeingültige Ansicht, welches das beste experimentelle Verfahren (zerstörend oder zerstörungsfrei) für die absolute Messung der Deltaferritanteile in einem Schweißgut ist. Diese Situation führte zur Entwicklung und dem internationalen Einsatz des Konzeptes einer „Ferritnummer“ oder FN. Eine Ferritnummer ist eine Beschreibung des Deltaferritgehalts in einem Schweißgut, der in einem standardisierten Verfahren bestimmt wird. Derartige Verfahren sind in diesem Dokument festgelegt. Die Ferritnummer eines Schweißgutes wurde als in etwa gleichwertig mit dem prozentualen Deltaferritgehalt, insbesondere bei niedrigen FN-Werten, betrachtet. Jüngste Informationen lassen allerdings erkennen, dass die FN den Volumenanteil an Deltaferrit in Prozent bei einer höheren FN um einen Faktor von 1,3 bis 1,5 überbewerten kann, was zu einem gewissen Grad von der tatsächlichen Zusammensetzung der fraglichen Legierung abhängt.

Obwohl andere Verfahren zur Bestimmung der Ferrit-Nummer zur Verfügung stehen, wird nach dieser Internationalen Norm als genormtes Messverfahren die Ermittlung der Abreißkraft festgelegt, die nötig ist, um die Schweißgutprobe von einem Magneten definierter Stärke und Größe zu trennen. Das Verhältnis zwischen der Abreißkraft und der FN erhält man durch Verwendung von Primär-Normalen, die aus einem nichtmagnetischen Überzug bestimmter Schichtdicke auf einem magnetischen Grundwerkstoff bestehen. Jeder nichtmagnetischen Schichtdicke wird ein FN-Wert zugeordnet.

Der mittels dieses Verfahrens bestimmte Deltaferritgehalt ist willkürlich und muss nicht unbedingt dem tatsächlichen oder absoluten Deltaferritgehalt entsprechen. Angesichts dessen muss der Begriff „Ferritnummer“ (FN) anstatt „Vol.-% Ferrit“ zur Benennung eines Deltaferritgehaltes, der über dieses Verfahren bestimmt wurde, verwendet werden. Zur Verdeutlichung, dass dieses standardisierte Kalibrierverfahren verwendet wurde, sind die Begriffe „Ferritnummer“ und „FN“ als Eigennamen großgeschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt das Verfahren und Geräte fest für:

- die Messung des Deltaferrit-Gehaltes, ausgedrückt als Ferritnummer (FN), in nichtrostendem, großenteils austenitischem und ferritisch-austenitischem (Duplex-)Schweißgut¹⁾ auf der Grundlage der Haftkraft zwischen einem Prüfstück aus Schweißgut und einem genormten Dauermagneten;
- die Herstellung und Prüfung von Schweißgutprüfstücken aus Stabelektroden. Das Verfahren wird auch empfohlen für die Messung des Deltaferrit-Gehaltes von Fertigungsschweißungen und von Schweißgut, das nach anderen Verfahren hergestellt wurde (z.B. WIG, MIG/MAG, UP – in diesen Fällen müssen die Parameter zur Herstellung der Schweißgutprobe angegeben werden);
- die Kalibrierung anderer Messgeräte zum Messen der FN.

Die in diesem Dokument festgelegte Verfahren ist vorgesehen für die Verwendung auf Schweißgut im geschweißten Zustand und auf Schweißgut nach Wärmebehandlung, die eine komplette oder teilweise Transformation von Deltaferrit in nichtmagnetische Phasen verursacht. Austenitisierende Wärmebehandlungen, bei denen die Größe und Form des Deltaferrits verändert wird, ändern auch die magnetische Reaktion des Deltaferrits.

Das Verfahren gilt nicht für die Bestimmung des Deltaferritgehaltes von Prüfstücken aus austenitischem oder ferritisch-austenitischem (Duplex-)Stahl in gegossener oder gewalzter/geschmiedeter Form.

2 Normative Verweisungen

Es gibt keine normativen Verweisungen in diesem Dokument.

3 Begriffe

Es werden keine Begriffe in diesem Dokument angegeben.

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

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

4 Kurzbeschreibung

Die Messung des Deltaferritgehaltes in nichtrostendem, großenteils austenitischem Schweißgut auf Grundlage der Haftkraft zwischen einem Prüfstück aus Schweißgut und einem Permanentmagneten beruht auf folgender Tatsache: Die anziehende Kraft zwischen einem Prüfstück aus zwei oder mehr Phasen, das eine ferromagnetische Phase und eine oder mehrere nichtmagnetische Phasen enthält, nimmt mit dem Gehalt der ferromagnetischen Phase zu. In überwiegend austenitischem und ferritisch-austenitischem (Duplex-) Schweißgut ist Deltaferrit magnetisch, wohingegen Austenit, Karbide, Sigmaphase und Einschlüsse nicht ferromagnetisch sind.

1) Der Begriff „ferritisch-austenitisches (Duplex-)Schweißgut“ wird mitunter anstelle von „nichtrostendes Duplex ferritisch-austenitisches Schweißgut“ verwendet.

5 Kalibrierung

5.1 Kalibrierstücke mit Überzügen

Die Kalibrierstücke mit Überzügen müssen aus einem Grundkörper aus unlegiertem Stahl der Abmessung 30 mm × 30 mm mit einem Überzug aus nichtmagnetischem Kupfer bestehen. Die Dicke der unlegierten Stahlgrundplatte muss gleich oder größer sein als die in Versuchen ermittelte Minstdicke, bei der eine weitere Erhöhung der Dicke nicht zur Erhöhung der Haftkraft zwischen dem Dauermagneten und dem Kalibrierstück mit Überzug führt. Die Dicke des nichtmagnetischen Kupferüberzugs muss mit einer Genauigkeit von mindestens $\pm 5\%$ bekannt sein. Die chemische Zusammensetzung des unlegierten Stahls muss innerhalb der in Tabelle 1 aufgeführten Grenzwerte liegen.

Tabelle 1 — Grenzwerte der chemischen Zusammensetzung – unlegierter Stahl

Verbindungselement	Grenzwert % Massenanteil
C	0,08 bis 0,13
Si	0,10 max.
Mn	0,30 bis 0,60
P	0,040 max.
S	0,050 max.

Der Kupferüberzug kann durch eine dünne Chromschicht geschützt sein.. Die für das Abreißen eines bestimmten Permanentmagneten von der mit Kupfer beschichteten Seite eines solchen Kalibrierstückes erforderliche Kraft nimmt mit abnehmender Dicke der Kupferbeschichtung zu.

ANMERKUNG Zur Sicherstellung einer genügenden Reproduzierbarkeit der Kalibrierung sollten die oben definierten Kalibrierstücke für Schichtdicken verwendet werden. Insbesondere können die vom US National Institute of Standards and Technology (NIST, früher National Bureau of Standards oder NBS) entwickelten Kalibrierstücke mit Überzug verwendet werden.

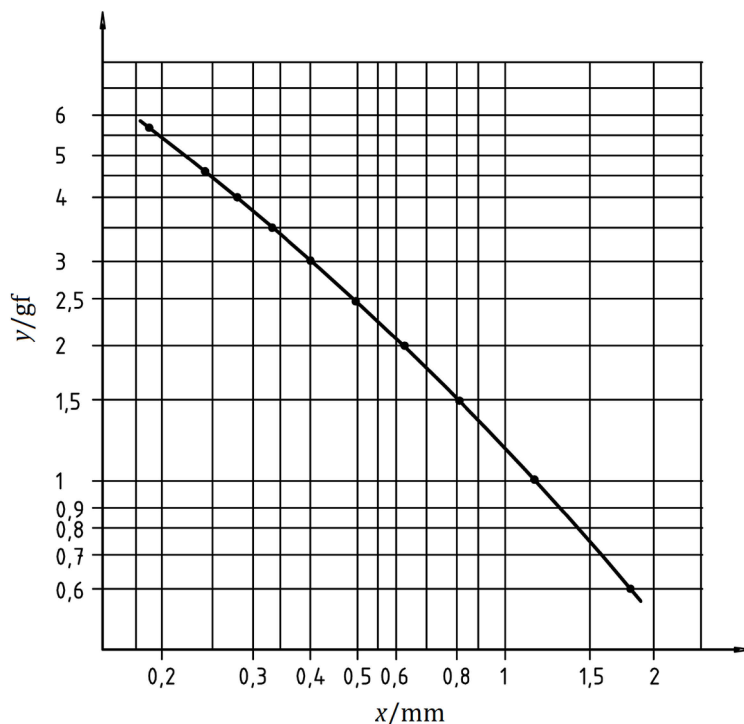
5.2 Magnet

Als Standardmagnet muss ein zylindrischer Permanentmagnet mit einem Durchmesser von 2 mm und einer Länge von etwa 50 mm verwendet werden. Ein Ende des Magneten muss einen halbkugelförmigen Radius von 1 mm haben und poliert sein. Beispielsweise kann solch ein Magnet aus einem Magnetstahl mit 36 % Kobalt bestehen, 48,45 mm $\pm$ 0,05 mm lang, magnetisch gesättigt und anschließend wieder auf 85 % reduziert worden sein. Die magnetische Kraft des Magnets muss so ausgelegt sein, dass die erforderliche Kraft für das Abreißen des Magneten von Kalibrierstücken mit verschiedenen Überzügen nicht mehr als $\pm 10\%$ von der Abhängigkeit nach Bild 1 abweicht (ausschließlich Gewicht des Magneten). Dies entspricht einem Verhältnis von 5,0 FN/g $\pm$ 0,5 FN/g zwischen der Abreißkraft und der Ferritnummer.

5.3 Geräte

Die Messung nach diesem Verfahren muss mit einem Gerät durchgeführt werden, mit dem eine zunehmende Abreißkraft auf den Magnet senkrecht zur Prüfstückoberfläche übertragen werden kann. Die Abreißkraft muss erhöht werden, bis der Magnet vom Prüfstück getrennt wird. Das Gerät muss die Abreißkraft, die für das Trennen benötigt wird, genau messen. Der vom Gerät erfasste Messwert kann direkt in FN, in g (Gewichtskraft) oder in einer anderen Einheit angezeigt werden. Wenn die vom Gerät erfassten Messwerte

in einer anderen Einheit als FN angezeigt werden, muss das Verhältnis zwischen der FN und dem vom Gerät erfassten Messwert in einer Kalibrierkurve²⁾ dargestellt werden.



Legende

x nichtmagnetische Schichtdicke
 y Abreißkraft

Bild 1 — Verhältnis zwischen den Abreißkräften des in Abschnitt 5.2 behandelten Standardmagneten und den in Abschnitt 5.1 behandelten Kalibrierstücken mit Überzug

5.4 Kalibrierkurve

Zur Erstellung einer Kalibrierkurve die erforderliche Kraft zum Abreißen des in Abschnitt 5.2 behandelten Standardmagneten von den in Abschnitt 5.1 behandelten Kalibrierstücken mit Überzug ermitteln. Anschließend wird die Dicke des nichtmagnetischen Überzugs der Kalibrierstücke für nach Tabelle 2 oder nach der entsprechenden Gleichung (1) wie folgt in FN umrechnen:

$$FN = \exp\{1,805\,9 - 1,118\,86 [\ln(t)] - 0,177\,40 [\ln(t)]^2 - 0,035\,02 [\ln(t)]^3 - 0,003\,67 [\ln(t)]^4\} \quad (1)$$

wobei t des nichtmagnetischen Überzugs, ausgedrückt in mm, entspricht.

Schließlich wird die Kalibrierkurve für das Verhältnis zwischen der Abreißkraft in der Einheit der Geräteanzeige und dem entsprechenden Wert für FN gezeichnet.

2) Es gibt viele Geräte, die sich zur Messung der Dicke einer nichtmagnetischen Überzugs auf einem ferromagnetischen Grundkörper eignen (z. B. das „MAGNE-GAGE“-Gerät aus den USA), wobei einige handelsübliche Geräte spezifisch für die Messung des Deltaferritgehaltes konzipiert wurden (z. B. ALPHA-PHASE-METER aus der früheren UdSSR). Außerdem können nach entsprechenden Anpassungen im Unternehmen auch verschiedene Laborwaagen genutzt werden.

Zur Kalibrierung des Gerätes für die Messung des Deltaferritgehaltes zwischen 0 FN und etwa 30 FN, was für nichtrostendes austenitisches Schweißgut ausreicht, wird ein Satz von mindestens acht Kalibrierstücken mit einem Kupferüberzug zwischen etwa 0,17 mm und etwa 2 mm empfohlen³⁾. Zur Erweiterung der Kalibrierung von etwa 30 FN auf 100 FN, was für nichtrostendes ferritisch-austenitisches (Duplex-)Schweißgut zweckmäßig ist, wird ein Satz von mindestens fünf Kalibrierstücken mit einem Kupferüberzug zwischen 0,03 mm bis 0,17 mm empfohlen.

Tabelle 2 — Verhältnis zwischen Ferritnummer und der Dicke nicht magnetischer Schichten von Standards (nach 5.1) für Schichtdicken zur Kalibrierung von Geräten zur Messung des Deltaferritgehalts mittels Anziehungskräften (nach 5.3) mit dem Standardmagnet (nach 5.2)

Schicht- dicke (t) mm	FN	Schicht- dicke (t) mm	FN	Schicht- dicke (t) mm	FN	Schicht- dicke (t) mm	FN	Schicht- dicke (t) mm	FN
0,020	110,5	0,049	68,3	0,078	51,0	0,134	35,3	0,300	19,1
0,021	108	0,050	67,5	0,079	50,6	0,136	34,9	0,320	18,1
0,022	105,7	0,051	66,7	0,080	50,2	0,138	34,5	0,340	17,2
0,023	103,4	0,052	65,9	0,082	49,3	0,140	34,2	0,360	16,4
0,024	101,3	0,053	65,1	0,084	48,6	0,142	33,8	0,380	15,7
0,025	99,2	0,054	64,4	0,086	47,8	0,144	33,5	0,400	15,0
0,026	97,3	0,055	63,7	0,088	47,1	0,146	33,2	0,420	14,4
0,027	95,4	0,056	63,0	0,090	46,4	0,148	32,8	0,440	13,8
0,028	93,6	0,057	62,3	0,092	45,7	0,150	32,5	0,460	13,2
0,029	91,9	0,058	61,6	0,094	45,1	0,155	31,7	0,480	12,7
0,030	90,3	0,059	60,9	0,096	44,4	0,160	31,0	0,500	12,3
0,031	88,7	0,060	60,3	0,098	43,8	0,165	30,3	0,550	11,2
0,032	87,2	0,061	59,7	0,100	43,2	0,170	29,7	0,600	10,3
0,033	85,8	0,062	59,1	0,102	42,6	0,175	29,0	0,650	9,6
0,034	84,4	0,063	58,5	0,104	42,1	0,180	28,4	0,700	8,9
0,035	83,0	0,064	57,9	0,106	41,5	0,185	27,9	0,750	8,3
0,036	81,7	0,065	57,3	0,108	41,0	0,190	27,3	0,800	7,7
0,037	80,5	0,066	56,8	0,110	40,5	0,195	26,8	0,900	6,8
0,038	79,3	0,067	56,2	0,112	40,0	0,200	26,3	1,000	6,1
0,039	78,1	0,068	55,7	0,114	39,5	0,205	25,8	1,200	4,93
0,040	77,0	0,069	55,2	0,116	39,0	0,210	25,3	1,400	4,09
0,041	75,9	0,070	54,7	0,118	38,6	0,220	24,4	1,600	3,45

³⁾ Dieses Kalibrierverfahren kann zu irreführenden Ergebnissen führen, wenn Geräte zur Messung des Deltaferritgehaltes verwendet werden, die den Deltaferritgehalt auf eine andere Art als über die Anziehungskraft messen, oder Geräte, die einen anderen Standardmagneten als den in 5.2 beschriebenen verwenden. Geräte, die sich nicht mit Kalibrierstücken mit Überzug und nach dem in 5.2 bis 5.4 beschriebenen Verfahren kalibrieren lassen, können wie in Abschnitt 8 beschrieben kalibriert werden.

Schicht- dicke (t) mm	FN	Schicht- dicke (t) mm	FN	Schicht- dicke (t) mm	FN	Schicht- dicke (t) mm	FN	Schicht- dicke (t) mm	FN
0,042	74,8	0,071	54,2	0,120	38,1	0,230	23,6	1,800	2,94
0,043	73,8	0,072	53,7	0,122	37,7	0,240	22,8	2,000	2,54
0,044	72,8	0,073	53,2	0,124	37,2	0,250	22,1	2,200	2,21
0,045	71,8	0,074	52,8	0,126	36,8	0,260	21,4	2,400	1,94
0,046	70,9	0,075	52,3	0,128	36,4	0,270	20,8	2,600	1,72
0,047	70,0	0,076	51,9	0,130	36,0	0,280	20,2	2,800	1,53
0,048	69,1	0,077	51,4	0,132	35,6	0,290	19,6	3,000	1,36

6 Genormtes Verfahren für Schweißgut aus umhüllten Stabelektroden

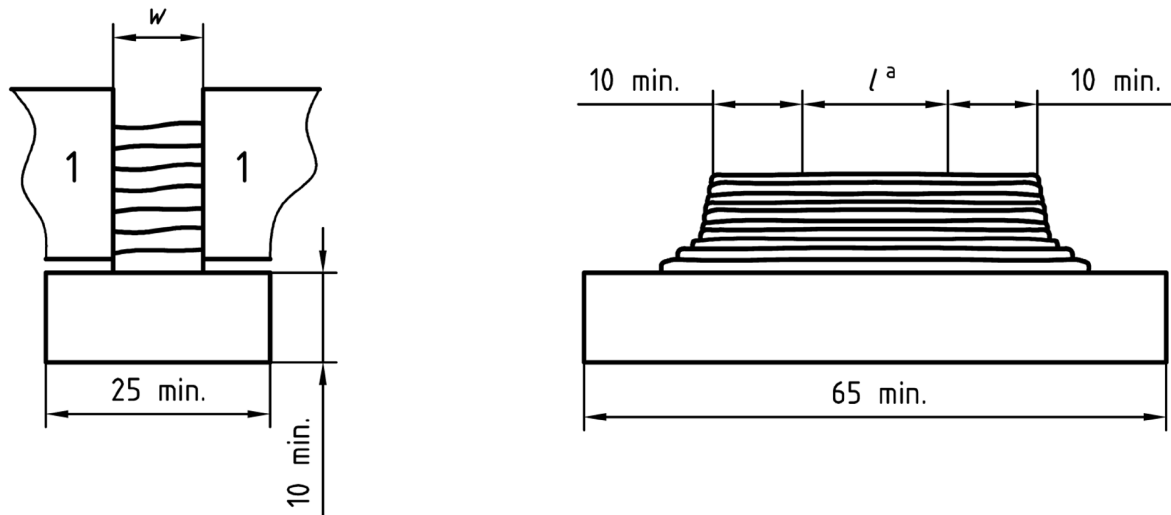
6.1 Maße des Schweißgutprüfstückes

Schweißgutprüfstücke für umhüllte Stabelektroden zum Lichtbogenschweißen von unlegierten Stählen müssen die in Bild 2 dargestellte Größe und Form haben. Für die Messung des Deltaferritgehalts mit anderen Geräten/Magneten oder Verfahren als den in 5.2 und 5.3 spezifizierten kann ein größeres Prüfstück erforderlich sein. In solchen Fällen müssen die Größe und die Art und Weise der Herstellung des Prüfstückes klar und deutlich definiert werden.

6.2 Aufbau der Schweißgutprüfstücke

- Die Schweißauflage muss zwischen zwei parallel auf der Grundplatte angeordneten Kupferstäben aufgebaut werden. Der Abstand muss an die Größe der Elektrode angepasst werden, die wie in Tabelle 3 spezifiziert zu verwenden ist.
- Die Schweißauflage muss durch übereinander angeordnete Schichten mit einer Mindesthöhe von 12,5 mm aufgebaut werden (siehe Anmerkung in Bild 2). Für Elektroden mit einem Durchmesser von W 4 mm muss jede Lage ohne Absetzen erstellt werden. Bei kleineren Durchmessern muss jede Lage (außer der Deckschicht) aus zwei oder mehreren Schweißraupen mit einem maximal 3-fachen Geflecht des Drahtdurchmessers aufgebracht werden. Der Bogen darf nicht mit der Kupferstange in Berührung kommen.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Kupferstange in den Maßen 70 × 25 × 25
- ANMERKUNG Als Grundwerkstoff sollte vorzugsweise ein austenitischer Cr-Ni Stahl der Sorte X2CrNi18-9 oder X5CrNi18-9 verwendet werden (siehe ISO/TR 15510), und die Auftragung mindestens 13 mm hoch sein. Baustahl (C-Mn Stahl) kann auch verwendet werden, wobei dann die Auftragung mindestens 18 mm hoch sein muss.
- a Der Deltaferritgehalt muss in diesem Bereich gemessen werden.

Bild 2 — Schweißgutprüfstück für die Bestimmung des Deltaferritgehaltes

- c) Die Bogenlänge muss so kurz wie praktisch möglich gehalten werden.
- d) Der Schweißstrom muss den in Tabelle 3 genannten Werten entsprechen. Die Schweißenden und -anfänge müssen an den Enden des Nahtaufbaus angeordnet werden. Die Schweißrichtung muss nach jeder Schweißraupe geändert werden.
- e) Die Aufschweißung darf zwischen den Schweißraupen frühestens 20 s nach Abschluss einer Schweißraupe durch Wasserabschrecken gekühlt werden. Die Höchsttemperatur zwischen den Schweißraupen muss 100 °C betragen. Jede Schweißraupe der letzten Lage muss mit Luft auf unter 425 °C gekühlt werden.
- f) Jede Schweißraupe muss vor Auftragung der nächsten gereinigt werden.
- g) In allen Fällen muss die oberste Lage aus einer Schweißraupe bestehen und mit einem maximal 3-fachen Geflecht des Drahtdurchmessers aufgebracht werden.

Tabelle 3 — Schweißparameter und Maße der Aufschweißung

Elektrorendurchmesser	Schweißstrom ^a	Ungefähre Maße	
		Breite (B)	Länge (L)
mm	A	mm	mm
1,6	35 bis 45	12,5	30
2	45 bis 55	12,5	30
2,5	65 bis 75	12,5	40
3,2	90 bis 100	12,5	40
4	120 bis 140	12,5	40
5	165 bis 185	15	40
6,3	240 bis 250	18	40

^a Oder 90 % des vom Hersteller der Elektrode empfohlenen Höchstwertes.

6.3 Messung

6.3.1 Oberflächenbehandlung

Nach dem Schweißen muss der Nahtaufbau des nichtrostenden austenitischen Schweißgutes (30 FN) glatt und flach gearbeitet werden, wobei eine starke Kaltbearbeitung⁴⁾ der Oberfläche zu vermeiden ist. Dies lässt sich durch Abziehen mit einer scharfen und sauberen 350 mm-Flachfeile, die auf beiden Seiten der Schweißung und der langen Seite der Feile senkrecht zur langen Achse der Schweißung gehalten wird, bewerkstelligen. Die Bearbeitung mit der Feile muss mit sanften Vorwärtsbewegungen über die Länge der Schweißung und einem festen Abwärtsdruck erfolgen. Die Schweißung darf nicht quer gefeilt werden.

Nach dem Schweißen muss der Nahtaufbau von ferritisch austenitischem Schweißgut von Edelstählen (> 30 FN) mit zunehmend feinerem Schleifkorn bis zum Abschluss mit einer Korngröße von 600 oder noch feiner geschliffen werden. Beim Schleifen ist besondere Sorgfalt geboten, um übermäßigen Druck zu vermeiden und die Oberfläche nicht zu brünnieren oder zu überhitzen.

Die behandelte Oberfläche muss glatt sein und alle Ausbildungen der Schweißung entfernt werden. Die bearbeitete Oberfläche muss über die gesamte zu messende Länge fugenlos und mindestens 5 mm breit sein.

6.3.2 Einzelmessungen

Mindestens sechs Ablesungen des Deltaferritgehaltes müssen an verschiedenen Stellen der bearbeiteten Oberfläche entlang der Längsachse der Schweißnaht vorgenommen werden. Es muss darauf geachtet werden, dass die zu testende Schweißverbindung vor Erschütterungen, die ein vorzeitiges Abreißen des Magnets während des Messvorgangs auslösen könnte, geschützt wird.

Für Schweißgut mit 20 FN oder weniger ist nur eine Messung an jeder Stelle erforderlich. Für Schweißgut mit über 20 FN muss an jeder einzelnen Stelle fünf Mal gemessen werden, wobei nur der Wert mit der höchsten FN der fünf Messungen als FN für die entsprechende Stelle angenommen wird. Es muss an mindestens sechs Stellen gemessen werden, um die für eine Mittelung erforderlichen Werte zu erhalten.

⁴⁾ Durch die Kaltbearbeitung kann Martensit entstehen, der auch ferromagnetisch ist und zu einem falschen Ferritwert führt.

6.3.3 Aufzeichnung

Die mindestens sechs angenommenen Messwerte müssen zu einem einzigen Wert gemittelt werden und als die für das getestete Schweißgut umgewandelte Ferritnummer aufgezeichnet werden.

7 Genormtes Verfahren für Schweißgut anderer Schweißprozesse und Fertigungsschweißungen

7.1 Genormte Verfahren für Schweißgut anderer Schweißzusatzformen

Die genormten Verfahren zur Herstellung von Prüfstücken mit umhüllten Stabelektroden können fast unmittelbar auf andere Schweißzusatzformen übertragen werden, z. B. Schweißgut aus Fülldrahtelektroden. Für die Herstellung solcher Prüfstücke muss die Länge des Prüfstücks möglicherweise vergrößert werden, damit die Schweißnaht nicht in dem für die Deltaferritmessung vorgesehenen Bereich liegt. Bei Schweißgut für Unterpulverschweißen müssen möglicherweise die Breite und die Länge des Prüfstücks erhöht werden. Für alle Prüfstücke gilt, dass sie sich aus mindestens sechs Auflagen zusammensetzen müssen und wenigstens die oberste Lage aus einer einzigen Schweißraupe bestehen muss. Grundsätzlich müssen die in Abschnitt 6 vorgesehenen Anweisungen für die Herstellung und Messung befolgt werden, soweit dies möglich ist.

7.2 Fertigungsschweißung

Die Verfahren für das Beschichten der Prüfstücke durch Aufschweißen hat einen erheblichen Einfluss auf die Messung des Deltaferritgehalts. Demzufolge werden die Messergebnisse des Deltaferritgehaltes bei Prüfstücken und Fertigungsschweißung, die anders als in 6.1 und 6.2 oder 7.1 beschrieben hergestellt wurden, wahrscheinlich von den Ergebnissen des Prüfstücks abweichen, die in Übereinstimmung mit 6.1 und 6.2 bzw. 7.1 hergestellt wurden. In allen Fällen muss aber die Messung des Deltaferritgehalts in etwa entlang der Mittellinie einer gegebenen Schweißnaht vorgenommen werden.

Es ist notwendig, sicherzustellen, dass die Messung nicht durch die zufällige Präsenz eines stark ferromagnetischen Werkstoffs wie Baustahl und Gusseisen beeinflusst wird. Während der Messung muss für derartige Werkstoffe ein Mindestabstand von 18 mm zu Permanentmagneten der Größe und Stärke des Standardmagnets eingehalten werden. Zu anderen Magneten und/oder Geräten kann ein größerer oder kleinerer Abstand erforderlich sein, um einen Einfluss stark ferromagnetischer Werkstoffe auszuschließen.

Vorsicht ist geboten beim Messen des Deltaferritgehalts in Aufschweißungen auf ferromagnetischen Werkstoffen und beim Messen des Deltaferritgehalts von Schweißungen auf dünnem Edelstahl (z. B. unter 5 mm dick). Im ersten Fall kann es zu verfälschten hohen Messwerten kommen, und im zweiten Fall können sich verfälschte niedrige Messwerte ergeben. Die für korrekte Deltaferritmessungen erforderliche Mindestdicke der Edelstahlschweißung hängt davon ab, bis zu welcher Werkstofftiefe das verwendete Gerät noch messen kann.

8 Andere Verfahren

8.1 Verfahren

Zur Bestimmung des Deltaferritgehaltes können auch andere Verfahren als die der Auswertung der Haftkraft bzw. der in diesem Dokument behandelten verwendet werden, wie die Bestimmung des Volumenanteils durch Vermessung der Sättigung der Magnetisierung, soweit sie durch Sekundär-Normale kalibriert wurden und der Deltaferritgehalt mittels des in diesem Dokuments behandelten Verfahrens bestimmt wurde. Sekundär-Normale können mit dem in 6.1 und 6.2 beschriebenen Verfahren durch Zuordnung der FN-Werte mit dem in 6.3 beschriebenen Verfahren hergestellt werden.

ANMERKUNG Diese in Anhang A und B dargestellten Sekundär-Normale können vom International Institute of Welding (IIW) über das TWI (The Welding Institute) im Vereinigten Königreich oder das National Institute of Standards and Technology (NIST) in den USA bezogen werden.

8.2 Ergebnisse

Die mit anderen als dem in diesem Dokument beschriebenen Verfahren erzielten Ergebnisse können, selbst wenn sie in Übereinstimmung mit 8.1 kalibriert wurden, unter bestimmten Umständen von den Ergebnissen, die mit dem in diesem Dokument behandelten Verfahren erzielt wurden, abweichen. Daher muss im Streitfall das in diesem Dokument behandelte Verfahren verwendet werden.

Bei einem bestimmten Prüfstück muss der durchschnittliche, über andere Verfahren ermittelte FN-Wert und verglichen mit dem über das in diesem Dokument dargelegte Messverfahren ermittelten Wert innerhalb einer Toleranzgrenze von ± 1 FN in der FN-Bandbreite bis zu 10 FN liegen. Dies kann verhältnismäßig höher sein, wenn der FN-Wert über 10 FN hinausgeht.

8.3 Kalibrierung sichern

Die Geräte müssen regelmäßig mit Sekundär-Normalen bzw. Primär-Normalen geprüft werden. Deshalb empfiehlt es sich, in dem Bereich, in dem das Gerät eingesetzt wird, immer einen Satz Standards bereit zu halten. Es obliegt dem Bediener dafür zu sorgen, dass die Häufigkeit der Überprüfung der Kalibrierung zur Erhaltung der Kalibrierung angemessen ist. Für jede Bandbreite, in der das Gerät eingesetzt werden soll, muss ein Standard verwendet werden (siehe Tabelle 4). Der Mittelwert aus fünf Messungen an verschiedenen Positionen auf dem Kalibrierstück darf die in Tabelle 4 festgelegten maximalen Abweichungen nicht überschreiten.

Tabelle 4 — Maximal zulässige Abweichung bei der regelmäßigen Überprüfung der FN

FN-Bandbreite	Maximale Abweichung von dem FN-Wert, der dem Standard zugeordnet wurde
$0 < FN \leq 4$	$\pm 0,5$
$4 < FN \leq 10$	$\pm 0,5$
$10 < FN \leq 16$	$\pm 0,6$
$16 < FN \leq 25$	$\pm 0,8$
$25 < FN \leq 50$	$\pm 5 \%$ der zugeordneten FN
$50 < FN \leq 110$	$\pm 8 \%$ der zugeordneten FN

9 Verfahren zur Herstellung von Sekundär-Normalen für Deltaferrit in austenitischem nichtrostendem Schweißgut

Kalibrierstücke mit Überzug eignen sich nicht für alle Deltaferritmessgeräte als Primär-Normale. Deshalb besteht die Notwendigkeit für Sekundär-Normale sowohl zur Kalibrierung als auch zum Quervergleich von Messgeräten im Labor und unter Werkstatt- und Baustellenbedingungen. Der erste Satz von Prüfstücken für Sekundär-Normale wurde von Teledyne McKay in den späten 1960ern entwickelt. Diese nutzten zum Aufschweißen das Metall-Lichtbogenschweißen (SMAW), wie bei dem in 6.2 dargestellten Prüfstück. Sie dienten zur Entwicklung des heute bekannten FN-Systems zur Messung von Deltaferrit, mit dem das früher verwendete Vol.-% Ferritsystem ersetzt wurde. Danach produzierte und vertrieb Teledyne McKay diese Prüfstücke für Sekundär-Normale, stellte es aber in den späten 1970er Jahren wieder ein. Deshalb bat das International Institute of Welding (IIW) etwa um 1980 herum einige Unternehmen, insbesondere das TWI (The Welding Institute, UK), Prüfstücke für Sekundär-Normale mit jeweils acht Blöcken aus austenitischem Schweißgut von Edelstahl mit Ferritnummern in der Bandbreite von ungefähr 3 FN bis 27 FN herzustellen. Die Erstfertigung von 100 Sätzen erfolgte durch Bandauftragschweißen. Die Blöcke wurden von VEW-Böhler, Österreich, hergestellt und Ferritnummern den Blöcken vom TWI zugewiesen. Nach weltweitem Vertrieb der ersten 100 Sätze wurde ein neues Verfahren für die Herstellung von Prüfstücken

für Sekundär-Normale entwickelt (CNIITMASH, Russland). Es handelt sich um große, im Schleuderprozess gegossene Ring-Segment-Prüfstücke, bei denen der größte Teil der Wanddicke aus einer schweißgutähnlichen Mikrostruktur besteht. Aus dem Teil des Ringsegmentes mit der schweißgutähnlichen Mikrostruktur wurden Blöcke in der Größe von 10 mm × 12 mm × 20 mm herausgearbeitet. Dieses neue Verfahren erwies sich in Ringversuchen bei der IIW Commission II als geeignet für die Herstellung von Werkstoffen für Sekundär-Normale über die gesamte Bandbreite von nahe null bis über 100 FN. Messungen der FN und Zuordnung der zertifizierten FN zu jeder Platte erfolgten beim TWI bzw. beim NIST. Die Verfahren zur Herstellung der beiden letzten Arten von Sekundär-Normalen sind in den Anhängen A und B beschrieben.

Anhang A (informativ)

Herstellen der Sekundär-Normalen durch Bandplattieren

A.1 Werkstoffe

A.1.1 Grundwerkstoff

Bei dem Grundmetall, auf das der austenitische Schweißzusatz aufgeschweißt wurde, handelt es sich um einen unlegierten Stahl der Güte B1 (siehe ISO 4954) in Stangenform mit den Maßen 100 mm × 100 mm × 800 mm. Die zu plattierenden Flächen wurden manuell geschliffen und gereinigt.

A.1.2 Schweißzusätze

Die Auftragschweißung erfolgte nach dem UP-Band-Verfahren. Dabei war es durch Kombinieren von Band und Pulver möglich, acht verschiedene FN-Werte im Bereich zwischen 3 FN und 27 FN in reinem Schweißgut zu erhalten. Es wurden Schweißbänder aus unstabilisiertem, austenitischem, nichtrostendem Cr-Ni Stahl mit besonders niedrigem Kohlenstoffgehalt und einer Querschnittsfläche von 60 mm × 0,5 mm verwendet. Die agglomerierten Schweißpulver enthielten Zusätze unterschiedlicher Metallpulver. Vor dem Einsatz wurden die Pulver bei 300 °C eine Stunde rückgetrocknet.

A.2 Schweißverfahren

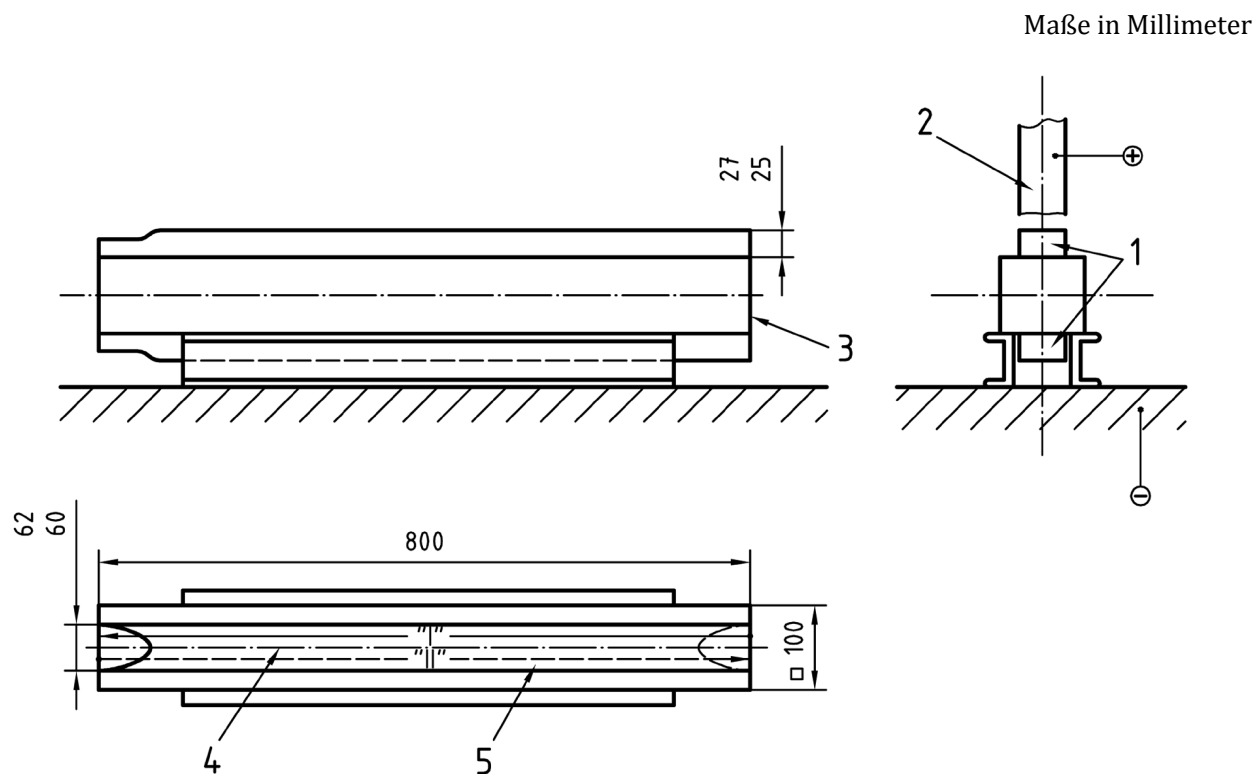
Das Schweißgut setzte sich jeweils aus einer auf den Grundwerkstoff aufgeschweißten Bandplattierung aus sieben Lagen zusammen, wie in Bild A.1 dargestellt. Nach jeder Lage wurde die Schweißrichtung geändert. Die Stromzufuhr erfolgte über eine fallende Kennlinie. Die Schweißparameter sind in Tabelle A.1 aufgeführt.

Die Abschmelzleistung ist in Tabelle A.2 dargestellt. Um den Verzug des Grundwerkstoffs zu minimieren, wurden zunächst auf einer Seite der Platte drei Lagen aufgeschweißt. Danach wurde die Platte gedreht und wieder drei Lagen auf der gegenüberliegenden Seite aufgeschweißt.

Dieses Verfahren wurde mit zwei Schweißgängen fortgesetzt bis zur letzten Schweißraupe.

Tabelle A.1 — Schweißparameter

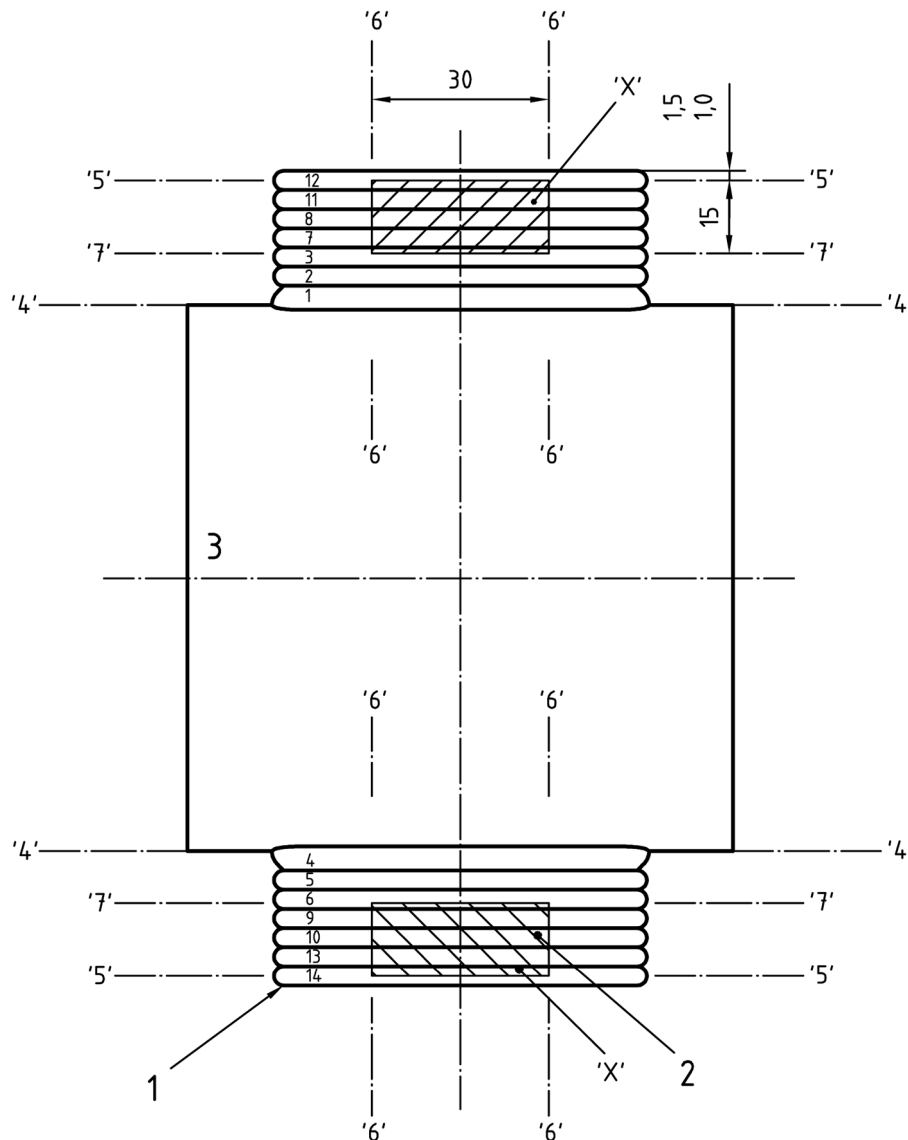
Stromstärke	650 A
Spannung	29 V
Vorschubgeschwindigkeit	100 mm/min
freie Drahtlänge (Stick-out)	25 mm
Polung des Bandes	Gleichstrom, Elektrode positiv
Vorwärmung	ohne
Zwischenlagentemperatur	200 °C
Kühlung nach Schweißen der letzten Lage	ruhende Luft



Legende

- 1 Auftragwerkstoff, 7 Lagen
- 2 Bandmaterial
- 3 Grundwerkstoff
- 4 Schweißraupen 1, 3, 5, 7 auf beiden Seiten
- 5 Schweißraupen 2, 4, 6 auf beiden Seiten

Bild A.1 — Verfahren der Band-Auftragschweißung für Sekundär-Normale



Legende

- 1 Auftragwerkstoff
- 2 Sekundär-Normale
- 3 Grundwerkstoff

Bild A.2 — Lagenfolge bei der Band-Auftragschweißung und Reihenfolge der Bearbeitung der Sekundär-Normalen

A.3 Bearbeitung und Kennzeichnung

A.3.1 Ablauf

Zunächst wurde das Endsegment entsprechend der Linien '1' — '1' in Bild A.3 abgeschnitten. Dann wurden Teile an den in Bild A.3 mit 'a' gekennzeichneten Stellen zur chemischen Analyse der siebten Lage abgetrennt. Das andere Endsegment wurde entlang der Linien '2' — '2' herausgeschnitten.

Der Rest des Stabs wurde entlang der Linien '3' — '3' geteilt und die Aufschweißungen vom Grundwerkstoff entlang der Linien '4' — '4' herausgetrennt. Siehe Bild A.3.