

DIN EN ISO 4349



ICS 75.160.10

Einsprüche bis 2023-04-03

Entwurf**Feste Sekundärbrennstoffe –
Verfahren zur Bestimmung des Recycling-Index (ISO/DIS 4349:2023);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 4349:2023**

Solid recovered fuels –
Determination of the Recycling Index for co-processing (ISO/DIS 4349:2023);
German and English version prEN ISO 4349:2023

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2023-02-03 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 nmp@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 Materialprüfung (NMP), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, 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 48 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 4349:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 300 „Solid recovered materials, including solid recovered fuels“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 343 „Feste Sekundärmaterialien, einschließlich fester Sekundärbrennstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SFS (Finnland) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 062-05-83 AA „Sekundärbrennstoffe“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP).

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.

Für die in diesem Dokument zitierten Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

ISO 21645	siehe	DIN EN ISO 21645
ISO 21646	siehe	DIN EN ISO 21646
ISO 21656	siehe	DIN EN ISO 21656
ISO 22940	siehe	DIN EN ISO 22940

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 21645, *Feste Sekundärbrennstoffe — Verfahren zur Probenahme*

DIN EN ISO 21646, *Feste Sekundärbrennstoffe — Probenvorbereitung*

DIN EN ISO 21656, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung des Aschegehaltes*

DIN EN ISO 22940, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung der Elementzusammensetzung durch Röntgenfluoreszenz*

– *Entwurf* –

E DIN EN ISO 4349:2023-03

– Leerseite –

**Feste Sekundärbrennstoffe – Verfahren zur Bestimmung des Recycling-Index
(ISO/DIS 4349:2023)**

Solid recovered fuels – Determination of the Recycling Index for co-processing (ISO/DIS 4349:2023)

—

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort	4
Vorwort	5
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Symbole und Abkürzungen	7
5 Reagenzien	8
6 Prüfeinrichtung	8
7 Durchführung	9
7.1 Vorbereitung der Versuchsprobe	9
7.2 Bestimmung des Aschegehalts und Herstellung der Ascheprobe	9
7.3 Bestimmung des Elementgehalts	9
7.4 Verfahren	9
7.4.1 Verfahren A – Nassaufschluss mit anschließender ICP-MS- oder ICP-OES-Analyse	9
7.4.2 Verfahren B – Herstellung von Schmelztabletten mit anschließender ICP-OES-Analyse	9
7.4.3 Verfahren C – Herstellung von Tabletten mit anschließender Röntgenfluoreszenzanalyse	10
7.4.4 Alternative Verfahren	10
7.5 Berechnung	10
7.5.1 Berechnung der Elementoxide	10
7.5.2 Berechnung des R-Index für die gemeinsame Verarbeitung	11
8 Prüfbericht	11
Anhang A (informativ) Zusammensetzung der Asche von SRF aus gemischten Siedlungs- und Gewerbeabfällen	12
Literaturhinweise	26

Bilder

Bild A.1 — Durchschnittliche Aschezusammensetzung (arithmetische Mittelwerte) von Aschen von SRF für die Sekundärfeuerung (SRF „sekundär“, eingesetzt z. B. im Calcinator (Kalzinierofen), n = 30) und SRF für die Primärfeuerung (SRF „primär“, eingesetzt im Hauptbrenner, n = 50) aus Österreich, Kroatien, der Slowakei und Slowenien in Massenprozent Trockenmasse (wt% _{DM}); die prozentualen Anteile sind nicht auf 100 % normiert [1].	12
Bild A.2 — Vergleich der Aschezusammensetzung von 80 untersuchten SRF-Proben aus Österreich, Kroatien, der Slowakei und Slowenien und von deren Mittelwerten mit anderen für die Zementindustrie relevanten Brennstoffen und Rohmaterialien [1].	13

Tabellen

Tabelle 1 — Umrechnungsfaktoren	10
Tabelle A.1 — Aschezusammensetzung, Aschegehalt und berechneter R-Index von SRF „sekundär“ und „primär“ aus Österreich, Kroatien, der Slowakei und Slowenien [1]	14
Tabelle A.2 — Aschezusammensetzung, Aschegehalt und berechneter R-Index von SRF „primär“ aus Deutschland [2]	18

Tabelle A.3 — Gesamtgehalt an anorganischem Kohlenstoff (TIC, en: Total inorganic carbon content) und Aschegehalt für verschiedene Ascheproben in Bezug auf die Verbrennungstemperatur [3]	21
Tabelle A.4 — Aschegehalt und Elementzusammensetzung ausgewählter Materialfraktionen von SRF „primär“ aus gemischten Siedlungs- und Gewerbeabfällen [4]	22

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 4349:2023) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 300 „Solid recovered materials, including solid recovered fuels“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 343 „Feste Sekundärmaterialien, einschließlich fester Sekundärbrennstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat von SFS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Liste dieser Institute ist auf den Internetseiten von CEN abrufbar.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 4349:2023 wurde von CEN als prEN ISO 4349:2023 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung nationaler Normungsinstitute (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird üblicherweise von Technischen Komitees von ISO 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 staatliche und nichtstaatliche Organisationen, die in engem Kontakt mit ISO stehen, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet bei allen elektrotechnischen Normungsthemen eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Directives, Teil 1 beschrieben. Es sollten insbesondere die unterschiedlichen Annahmekriterien für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Directives, 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 erhaltenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname dient nur zur Unterrichtung der Anwender und bedeutet keine Anerkennung.

Für eine Erläuterung des freiwilligen Charakters von Normen, der Bedeutung ISO-spezifischer Begriffe und Ausdrücke in Bezug auf Konformitätsbewertungen sowie Informationen darüber, wie ISO die Grundsätze der Welthandelsorganisation (WTO, en: World Trade Organization) hinsichtlich technischer Handelshemmnisse (TBT, en: Technical Barriers to Trade) berücksichtigt, siehe www.iso.org/iso/foreword.html.

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 300, *Solid recovered materials, including solid recovered fuels* erarbeitet.

Rückmeldungen oder Fragen zu diesem Dokument sollten an das jeweilige nationale Normungsinstitut des Anwenders gerichtet werden. Eine vollständige Auflistung dieser Institute ist unter www.iso.org/members.html zu finden.

Einleitung

Wenn feste Sekundärbrennstoffe (SRF, en: solid recovered fuels) vor allem in der Zementindustrie gemeinsam verarbeitet werden, finden gleichzeitig eine energetische Verwertung (Energierückgewinnung) und ein Recycling der mineralischen Bestandteile von Abfallstoffen statt, da die Asche direkt in den Klinker eingearbeitet wird. Die gemeinsame Verarbeitung (Co-Processing) von SRF ermöglicht daher den Ersatz sowohl von mineralischen Ressourcen als auch von fossilen Brennstoffen.

SRF-Aschen enthalten verschiedene chemische Bestandteile, die entweder wichtige Rohmaterialien für Zementhersteller sind, spezifische Aufgaben bei der Herstellung von Zementklinkern erfüllen oder Klinkerphasen darstellen, die dem Klinker seine spezifischen Eigenschaften verleihen. Zum Beispiel besteht der größte Teil der SRF-Aschen aus gemischten Siedlungs- und Gewerbeabfällen aus den vier chemischen Hauptbestandteilen, die für die Zementklinkerherstellung benötigt werden: Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 und SiO_2 (siehe Anhang A). Zu den Nebenbestandteilen der Asche gehören außerdem MgO und TiO_2 , die beide in oder als Klinkerphasen vorhanden sind. K_2O und Na_2O sind typische Bestandteile von Feldspaten, die in dem als Rohmaterial für den Prozess verwendeten Ton enthalten sind. SO_3 , das auch in der SRF-Asche oder einem anderen Sulfatträger enthalten ist, wird benötigt, um diese Alkali(metall)oxide in Alkali(metall)sulfate umzuwandeln, eine Klinkerphase, die die chemische Reaktivität des Klinkers mit Wasser verändert.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt die Bestimmung des Anteils der stofflichen Verwertung im Falle der energetischen Verwertung (d. h. der gemeinsamen Verarbeitung) von SRF u. a. in einem Zementofen fest. Dieser Anteil, der als Recyclingindex bezeichnet wird, wird auf der Grundlage des Aschegehaltes und der Aschezusammensetzung berechnet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden 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).

ISO 21645, *Solid recovered fuels — Methods for sampling*

ISO 21646, *Solid recovered fuels — Sample preparation*

ISO 21656, *Solid recovered fuels — Determination of ash content*

ISO 21665, *Solid recovered fuels — Determination of elemental content (Al, Ca, Fe, K, Mg, Na, P, Si, Ti, As, Ba, Be, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Mn, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V an Zn)*

ISO 22940, *Solid recovered fuels — Determination of elemental composition by X-ray fluorescence*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

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

— ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <https://www.iso.org/obp>

— IEC Electropedia: verfügbar unter <https://www.electropedia.org/>

3.1

R-Index

Anteil des SRF, der auf stofflicher Ebene als recycelt angesehen werden kann, ausgedrückt als Massenanteil in Prozent der Trockenmasse

3.2

gemeinsame Verarbeitung

Verwendung von SRF in Herstellungsprozessen zur energetischen Verwertung und gleichzeitig zur stofflichen Verwertung von mineralischen Bestandteilen

4 Symbole und Abkürzungen

R-Index	Recyclingindex
(d)	wasserfrei (wasserfreie Bezugsbasis)
A _{db}	Aschegehalt bei 815 °C auf wasserfreier Bezugsbasis
Al ₂ O ₃	Aluminium(III)-oxid
CaO	Calciumoxid
Fe ₂ O ₃	Eisen(III)-oxid
K ₂ O	Kaliumoxid

MgO	Magnesiumoxid
Na ₂ O	Natriumoxid
P ₂ O ₅	Phosphorpentoxid
SiO ₂	Siliciumdioxid
SO ₃	Schwefeltrioxid
TiO ₂	Titanoxid

5 Reagenzien

- 5.1 **Wasser**, z. B. vollentsalzt ($< 0,055 \mu\text{S}/\text{cm}$).
- 5.2 **Salpetersäure (HNO₃)**, annähernd 15 mol/l, ein Massenanteil von 65 % bis 70 %.
- 5.3 **Fluorwasserstoffsäure (HF)**, annähernd 23 mol/l, ein Massenanteil von 40 % bis 45 %.
- 5.4 **Salzsäure (HCl)**, annähernd 12 mol/l, ein Massenanteil von 35 % bis 37 %.
- 5.5 **Lithiummetaborat (LiBO₂)**, fest.
- 5.6 **Bindemittel**, fest oder flüssig, z. B. Wachs. Spezifikationen sind in EN 15309 angeführt.

6 Prüfeinrichtung

- 6.1 **Analysenwaage** mit einer Fehlergrenze von 1 mg oder besser
- 6.2 **Muffelofen** für Temperaturen von 1 050 °C
- 6.3 **Induktiv gekoppeltes Plasma**

Handelsübliche Ausrüstung mit optischem oder massenspektrometrischem Detektor (ICP-OES, ICP-MS).

6.4 Röntgenfluoreszenzspektrometer

Energie- oder wellenlängendispersives System, das für die qualitative und (halb)quantitative Analyse der in diesem Dokument aufgeführten Elemente geeignet ist.

- 6.5 **Mikrowelleneinheit** nach PWI3884
- 6.6 **Presse** nach ISO 22940 oder EN 15309
- 6.7 **Platintiegel**, z. B. Pt/Au5 %
- 6.8 **Inerte Schale**, z. B. aus Porzellan, Siliciumdioxid oder Platin, mit einer Tiefe von 10 mm bis 20 mm und mit einer Größe, die so gewählt ist, dass die Belegung der Bodenfläche $0,1 \text{ g}/\text{cm}^2$ nicht überschreitet.
- 6.9 **Magnetrührer** mit Heizfunktion und PTFE-Rührstäbchen
- 6.10 **Messkolben**, z. B. 250 ml

7 Durchführung

7.1 Vorbereitung der Versuchsprobe

Die Probenahme von SRF muss nach ISO 21645 und die Probenvorbereitung nach ISO 21646 durchgeführt werden, wobei die endgültige Probe eine nominelle Siebgröße von 1,0 mm oder weniger aufweist. Harte Verunreinigungen, d. h. inerte Materialien oder Metalle, die mit den in ISO 21646 festgelegten Geräten nicht zerkleinert werden können, werden bei der Probenvorbereitung aussortiert und bei den nachfolgenden Analyseschritten nicht berücksichtigt. Ihre Menge ist zu dokumentieren. Die Probe wird bei 105 °C nach ISO 21660-3 getrocknet. Die weiteren Verfahren und Analysen werden mit der getrockneten, von harten Verunreinigungen freien Probe < 1,0 mm durchgeführt.

7.2 Bestimmung des Aschegehalts und Herstellung der Ascheprobe

Die Bestimmung des Aschegehalts muss nach Verfahren B von ISO 21656 durchgeführt werden. Falls die Bestimmung eine ausreichende Menge an Material ergibt, um mit den Analysen fortzufahren, muss das veraschte Material für die nachfolgenden Analysen verwendet werden. Wenn die Bestimmung des Aschegehalts keine ausreichenden Aschemengen für die nachfolgenden Analyseschritte ergibt (Beispiele für Aschegehalte typischer Bestandteile von SRF aus gemischten Siedlungs- und Gewerbeabfällen sind in Anhang A aufgeführt), muss die ausreichende Aschemenge durch Anwendung einer der beiden folgenden Vorgehensweisen oder beider erreicht werden:

- a) Der Veraschungsprozess wird wiederholt und die Aschen werden gesammelt und vereinigt, um die Mindestmengen zu erreichen, die für nachfolgende Ascheanalysen erforderlich sind. Dies kann bei Verfahren A (Nassaufschluss/ICP-MS, erfordert etwa 200 mg Ascheprobe) und Verfahren B (Schmelztabletten (Schmelzproben)/ICP-OES, erfordert etwa 100 mg Ascheprobe) die bevorzugte Vorgehensweise sein.
- b) Eine entsprechend größere inerte Schale wird verwendet und die Probenmenge entsprechend erhöht, was für die Tablettenherstellung und Röntgenfluoreszenzanalysen (Verfahren C, etwa 4,5 g bis 10 g werden benötigt) die bevorzugte Option sein kann. Die Schale muss die in ISO 21656 festgelegten Anforderungen erfüllen und ihre Größe muss so gewählt werden, dass die Belegung der Bodenfläche 0,1 g/cm² nicht überschreitet.

7.3 Bestimmung des Elementgehalts

Die Bestimmung des Elementgehalts muss nach ISO 21665 oder ISO 22940 durchgeführt werden. Der Elementgehalt muss in der veraschten Probe bestimmt werden.

7.4 Verfahren

7.4.1 Verfahren A – Nassaufschluss mit anschließender ICP-MS- oder ICP-OES-Analyse

Die Asche wird unter Anwendung eines mikrowellenunterstützten Säureaufschlusses mit Salzsäure, Salpetersäure und Fluorwasserstoffsäure aufgeschlossen und mittels ICP-MS oder ICP-OES wie in ISO/AWI 3884 beschrieben analysiert.

7.4.2 Verfahren B – Herstellung von Schmelztabletten mit anschließender ICP-OES-Analyse

100 mg (± 20 mg) der veraschten Probe werden mit 1 000 mg (± 10 mg) des Flussmittels Lithiummetaborat in einem Platintiegel gründlich vermischt. Die Mischung wird in einem Muffelofen bei $1\,050\,^{\circ}\text{C} \pm 10\,^{\circ}\text{C}$ für 20 min geschmolzen. Die entstandene Schmelztablette wird abkühlen gelassen und schrittweise aufgelöst, indem 80 ml Salzsäure ($c = 2\text{ mol/l}$) in kleinen Mengen in den Tiegel gegeben werden. Das Auflösen wird durch Erwärmen (auf etwa $60\,^{\circ}\text{C}$) und Rühren mit einem PTFE-Rührstäbchen unterstützt. Die Aufschlusslösung wird mit vollentsalztem Wasser ($< 0,055\,\mu\text{S/cm}$) auf ein Endvolumen von 250 ml aufgefüllt. Diese Lösung enthält 0,4 g/l der Probe und 4 g/l des Flussmittels. Nur klare Lösungen dürfen den nachfolgenden Analysen unterzogen werden, trübe Aufschlusslösungen werden verworfen. Eine Blindprobe wird unter Anwendung desselben

Verfahrens hergestellt, jedoch wird keine Probe hinzugefügt. Der Elementgehalt in den Aufschlusslösungen wird mittels ICP-OES nach EN ISO 11885 bestimmt.

7.4.3 Verfahren C – Herstellung von Tabletten mit anschließender Röntgenfluoreszenzanalyse

Die Herstellung von Tabletten und die Röntgenfluoreszenzanalysen werden nach EN ISO 22940 oder EN 15309 durchgeführt. Die Feinascheprobe wird mit dem Bindemittel in einem bestimmten Verhältnis gemischt und homogenisiert (verschiedene Verhältnisse können angewendet werden und der Verdünnungsfaktor muss berücksichtigt werden; ein typisches Massenverhältnis von Probe zu Wachs ist 10 : 1) und mit einer automatischen oder manuellen Presse gepresst. Für eine Tablette mit einem Durchmesser von 40 mm werden etwa 10,0 g der Ascheprobe benötigt. Für eine Tablette mit einem Durchmesser von 32 mm werden etwa 4,5 g Ascheprobe benötigt.

7.4.4 Alternative Verfahren

Alternative Verfahren können angewendet werden, wenn ihre Leistung nachweislich mit der der vorstehend angeführten Verfahren vergleichbar ist.

7.5 Berechnung

7.5.1 Berechnung der Elementoxide

Die Ergebnisse für die Konzentrationen der chemischen Elemente müssen in Konzentrationen der Elementoxide umgerechnet werden. Die Umrechnung erfolgt durch Multiplikation der Konzentration des jeweiligen Elements, in mg/kg (d), mit dem entsprechenden Umrechnungsfaktor:

$$c_{i2} = CF_i * c_{i1}$$

Dabei ist

c_{i1} die Konzentration eines ausgewählten Elements, in mg/kg (d);

c_{i2} die Konzentration des entsprechenden Elementoxids, in mg/kg (d), siehe Tabelle 1;

CF_i der entsprechende Umrechnungsfaktor, wie in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 — Umrechnungsfaktoren

Element	Elementoxid	Umrechnungsfaktor CF
Al	Al ₂ O ₃	1,889 5
Ca	CaO	1,399 2
Fe	Fe ₂ O ₃	1,429 7
K	K ₂ O	1,204 6
Mg	MgO	1,658 3
Na	Na ₂ O	1,348 0
S	SO ₃	2,496 9
Si	SiO ₂	2,139 3
Ti	TiO ₂	1,668 5

7.5.2 Berechnung des R-Index für die gemeinsame Verarbeitung

Der Anteil des SRF, der auf stofflicher Ebene recycelt wird (d. h. der R-Index), ausgedrückt als Massenanteil in Prozent der Trockenmasse [% (d)], kann entweder unter Berücksichtigung der vier wichtigsten chemischen Verbindungen, die für die Herstellung von Zementklinker benötigt werden, (R-Index₄) oder unter Berücksichtigung zusätzlicher Elemente, die von natürlichen Rohmaterialien eingebracht werden und ebenfalls Teil der Klinkerphasen sind, (R-Index₉) berechnet werden. Die R-Indizes müssen wie folgt berechnet werden:

$$\text{R-Index}_4 [\% (d)] = \frac{A_{db}}{100} * \frac{c_{Al_2O_3} + c_{CaO} + c_{Fe_2O_3} + c_{SiO_2}}{10\,000}$$

$$\text{R-Index}_9 [\% (d)] = \frac{A_{db}}{100} * \frac{c_{Al_2O_3} + c_{CaO} + c_{Fe_2O_3} + c_{K_2O} + c_{MgO} + c_{Na_2O} + c_{SO_3} + c_{SiO_2} + c_{TiO_2}}{10\,000}$$

Dabei ist

A_{db} der Aschegehalt der allgemeinen Analysenprobe bei 815 °C auf wasserfreier Bezugsbasis, als Massenanteil in Prozent der Trockenmasse;

c_x die Konzentration der Elementoxide, in mg/kg (d).

8 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss mindestens die folgenden Angaben enthalten:

- Name, Anschrift und Standort des an der Analyse beteiligten Laboratoriums;
- Beschreibung und Identifizierung der Laboratoriumsprobe;
- Datum des Eingangs der Laboratoriumsprobe und Datum (Daten) der Durchführung der Prüfung;
- eine Verweisung auf dieses Dokument, d. h. ISO 4349;
- Verweisung auf die für die Bestimmung des jeweiligen Elementes verwendete Analysennorm;
- die Analysenergebnisse für R-Index₄ und/oder R-Index₉, bezogen auf % (d);
- Menge an harten Verunreinigungen, bezogen auf % (d);
- jegliche Einzelheiten, die nicht in diesem Dokument festgelegt oder wahlfrei sind, sowie jegliche weitere Faktoren, die die Ergebnisse beeinflusst haben könnten;
- eindeutige Kennzeichnung des Berichtes (wie z. B. eine Seriennummer) und jeder Seite sowie die Angabe der Gesamtanzahl der Seiten des Berichtes.

Das Laboratorium sollte alle Analysenschritte und Zwischenergebnisse (Rohdaten und Einzelheiten zu den Berechnungen) protokollieren, die bei bestimmten Anforderungen zur Verfügung stehen sollten.