

DIN 54390

ICS 75.160.10

**Feste Sekundärbrennstoffe –
Echtzeit-Bestimmung von Parametern mittels Nahinfrarotspektroskopie**

Solid recovered fuels –

Real-time determination of parameters by near-infrared spectroscopy

Combustibles solides de récupération –

Détermination en temps réel de paramètres par spectroscopie dans le proche infrarouge

Gesamtumfang 25 Seiten

DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP)

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Symbole	9
5 Kurzbeschreibung des Messprinzips	10
6 Materialherkunft und -eigenschaften	11
6.1 Herkunft	11
6.2 Eigenschaften	11
7 Implementierung des Systems	12
7.1 Echtzeitanalyse-Messsystem	12
7.1.1 Physikalische Analystechnik	12
7.1.2 Detektoren/Sensoren	12
7.1.3 Beleuchtungssystem	12
7.1.4 Gehäuse/Komponenten	13
7.2 Anpassung der Datenbank	13
7.3 Ausgabe der Messwerte	13
7.3.1 Gesamt-Chlorgehalt	13
7.3.2 Wassergehalt	14
7.3.3 Brennwert	14
7.3.4 Heizwert	14
7.4 Installation	14
7.5 Bandgeschwindigkeit	15
7.6 Erstinbetriebnahme	15
8 Störungen und Fehlerquellen	15
9 Kalibrierung des Systems	15
9.1 Initiale Kalibrierung	15
9.1.1 Allgemeines	15
9.1.2 Entnahme und Herstellung von Analysenproben	16
9.1.3 Bestimmung der Analysenwerte	16
9.1.4 Berechnung und Hinterlegung der Korrekturfaktoren	16
9.2 Fortlaufende Validierung und Kalibrierung	17
Anhang A (normativ) Ermittlung der Erwartungswerte für die Datenbank	18
A.1 Einleitung	18
A.2 Probenahme	18
A.3 Probenaufbereitung	18
A.4 Sortierung	18
A.5 Entnahme von Partikeln	19
A.6 Ermittlung der Flächengewichte	20
A.6.1 Bestimmung der Projektionsflächen	20
A.6.2 Bestimmung des Gewichts	20
A.6.3 Berechnung der Flächengewichte	21
A.6.4 Auswertung	21
A.7 Ermittlung der brennstoffcharakterisierenden Daten	21
A.7.1 Herstellung von stoffgruppenspezifischen Analysenproben	21
A.7.2 Bestimmung der stoffgruppenspezifischen Analysenwerte	21
A.7.3 Auswertung	21
Anhang B (informativ) Ermittlung des Medianwertes	22
B.1 Einleitung	22
B.2 Medianwert bei gerader Anzahl	22

B.3	Medianwert bei ungerader Anzahl	22
Anhang C (informativ)	Angaben zur Präzision des Verfahrens	23
C.1	Einleitung	23
C.2	EU-Projekt RECOMBIO	23
C.3	BMBF-Projekt „ImmirE²“	23
	Literaturhinweise	25

Bilder

Bild 1	Differenzierung der Verfahren zur Prozessanalyse [4]	10
Bild 2	Schematische Darstellung eines Echtzeitanalyse-Systems [5]	11
Bild A.1	Erforderliche Elemente zur Ermittlung der Erwartungswerte für die Datenbank	18
Bild A.2	Schematischer Aufbau bei der Bestimmung der Projektionsfläche eines Partikels	20
Bild C.1	Verteilung parameterspezifischer Korrekturfaktoren von zwei unterschiedlichen Brennstoffen	24

Tabellen

Tabelle A.1	Zu unterscheidende Stoffgruppen bei der Sortierung (nicht abschließend)	19
Tabelle C.1	Gegenüberstellung der Chlor-Werte, in %-Trockenmasse [TM], aus drei Messverfahren	23

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 062-05-83 AA „Sekundärbrennstoffe“ im DIN-Normenausschuss Materialprüfung (NMP) erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. DIN ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

Einleitung

Zur Überprüfung der Spezifikationen von festen Sekundärbrennstoffen werden i. d. R. sowohl vom Hersteller als auch vom Verwerter Qualitätskontrollen durchgeführt. Diese erfolgen aktuell vor allem durch diskontinuierliche chemisch-physikalische Laboranalysen. Durch das Zeitintervall zwischen Probenahme und dem Vorliegen der Analyseergebnisse ist eine Beeinflussung der Brennstoffqualität in Abhängigkeit zu den Analyseergebnissen nur durch Schaffung entsprechender Zwischenlagerkapazitäten möglich. Eine direkte Prozesskontrolle und -steuerung kann dagegen nicht bzw. nur eingeschränkt erfolgen.

Auf Nahinfrarotspektroskopie (NIR) basierende Verfahren ermöglichen eine automatisierte, berührungslose, zerstörungsfreie und kontinuierliche Analyse der relevanten Brennstoffeigenschaften in bewegten Materialflüssen. Durch die Installation entsprechender Analysegeräte über dem Förderband, lassen sich die brennstoffcharakterisierenden Parameter von Sekundärbrennstoffen, wie z. B. der Gesamt-Chlorgehalt und der Heizwert, in Echtzeit bestimmen. Die nahinfrarotbasierte Echtzeitanalyse kann somit als ergänzendes Instrument zur Kontrolle der Brennstoffqualität eingesetzt werden.

Um möglichst repräsentative und reproduzierbare Analysenergebnisse zu erhalten, sind einheitliche Rahmenbedingungen für die Anpassung an das jeweilige zu untersuchende Material sowie für das Vorgehen bei der Implementierung und softwareseitigen Anpassung (Kalibrierung) der nahinfrarotgestützten Echtzeitanalysesysteme erforderlich. Diese werden in diesem Dokument beschrieben.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt ein Prüfverfahren zur kontinuierlichen Prozessanalyse (Echtzeitanalyse) durch Nahinfrarotspektroskopie zur indirekten Bestimmung folgender brennstoffcharakterisierender Parameter fest:

- Gesamt-Chlorgehalt;
- Wassergehalt;
- Heizwert.

ANMERKUNG Bei nachgewiesener Präzision kann die Echtzeitanalyse um weitere brennstoffcharakterisierende Parameter ergänzt werden.

Dieses Dokument ist anzuwenden für feste Sekundärbrennstoffe nach DIN EN ISO 21640.

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).

DIN EN 15408, *Feste Sekundärbrennstoffe — Verfahren zur Bestimmung des Gehaltes an Schwefel (S), Chlor (Cl), Fluor (F) und Brom (Br)*

DIN EN 15415-1, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung der Partikelgrößenverteilung — Teil 1: Siebverfahren für kleine Partikel*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

DIN EN ISO 21637, *Feste Sekundärbrennstoffe — Begriffe*

DIN EN ISO 21640, *Feste Sekundärbrennstoffe — Spezifikationen und Klassen*

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

DIN EN ISO 21646, *Feste Sekundärbrennstoffe — Probenvorbereitung*

DIN EN ISO 21654, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung des Brennwertes*

DIN EN ISO 21660-3, *Feste Sekundärbrennstoffe — Bestimmung des Wassergehaltes unter Verwendung des Verfahrens der Ofentrocknung — Teil 3: Wassergehalt in gewöhnlichen Analysenproben*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN EN ISO 21637 und DIN EN ISO 21640 und die folgenden Begriffe.

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

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <http://www.dke.de/DKE-IEV>

3.1**brennstoffcharakterisierender Parameter**

Parameter, der zur Beschreibung der Eigenschaften eines festen Sekundärbrennstoffes herangezogen wird

BEISPIEL Gesamt-Chlorgehalt.

3.2**Bypass**

Fördereinrichtung, die kontinuierlich mit einer repräsentativen Teilmenge des Materialstroms beschickt wird

BEISPIEL Ein Entnahmesystem mit Förderband, das die Teilmenge abtrennt, dem Echtzeitanalyse-System im Nebenstrom zur Analyse zuführt und anschließend dem Materialhauptstrom wieder zuführt.

3.3**chemometrische Auswertung**

Methode, bei der Spektren nach entsprechender Vorbereitung unter Zuhilfenahme multivariater Verfahren analysiert werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Informationen zur chemometrischen Auswertung können Literaturhinweis [1] entnommen werden.

3.4**detektierbare Stoffgruppe**

Stoffgruppe, die basierend auf ihrer Molekülstruktur mit dem Detektor des Echtzeitanalyse-Systems erkennbar bzw. messbar ist

BEISPIEL Kunststoffe.

3.5**Detektor**

<Feste Sekundärbrennstoffe> Komponente des Echtzeitanalyse-Systems, das die vom Emitter erzeugte und anschließend vom Partikel reflektierte elektromagnetische Strahlung in elektronische Signale umwandelt

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Spektrum, der zeitabhängige Verlauf der Amplitude und die Richtung der Ausbreitung der reflektierten Strahlung werden charakteristisch durch das jeweilige Partikel beeinflusst (siehe Literaturhinweis [2]).

Anmerkung 2 zum Begriff: Im NIR-Frequenzbereich (1 100 nm bis 2 500 nm) können unterschiedliche Detektormaterialien eingesetzt werden. Dazu zählen z. B. Indiumgalliumarsenid (InGaAs), Indiumarsenid (InAs) oder Silizium (Si) (siehe Literaturhinweis [3] und Literaturhinweis [4]).

3.6**Echtzeitanalyse**

automatisiertes, kontinuierliches und zerstörungsfreies Verfahren der Prozessanalyse

3.7**Emitter**

Komponente, die elektromagnetische Strahlung auf die Partikel aussendet

BEISPIEL Lichtquelle.

Anmerkung 1 zum Begriff: Als Lichtquelle werden z. B. Halogenlampen verwendet, da deren maximale Strahlungsdichte im NIR-Bereich liegt (siehe Literaturhinweis [1]).

3.8**Erwartungswert**

Wert, dem sich der Mittelwert mit zunehmender Anzahl von Messungen nähert, die aus Einzelmessungen unter denselben Bedingungen erhoben werden

3.9

Flächengewicht

flächenspezifische Masse eines Partikels

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Flächengewicht eines Partikels kann berechnet werden, indem das Gewicht durch die Projektionsfläche dividiert wird.

3.10

Frachtträger

Stoffgruppe, die aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung eine bestimmte Fracht in das Material einträgt

BEISPIEL PVC als Frachtträger für Chlor.

3.11

Identifizierung

<Feste Sekundärbrennstoffe> Prozess des Erkennens der Stoffgruppe eines analysierten Partikels

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Nahinfrarotspektroskopie erfolgt dies auf Basis der durch das Partikel reflektierten elektromagnetischen Strahlung.

3.12

Inline-Analyse

Messung von Materialeigenschaften im Hauptstrom des zu untersuchenden bewegten Gutes, wobei sich die Messstelle direkt im Materialfluss befindet

3.13

Korrekturfaktor

numerischer Faktor, mit dem das unkorrigierte Ergebnis einer Messung multipliziert wird, um einen systematischen Fehler zu kompensieren

[QUELLE: DIN EN ISO 14532:2017-07, 2.5.1.5, modifiziert – Anmerkung 1 zum Begriff gelöscht]

3.14

Nahinfrarotstrahlung

elektromagnetische Strahlung im Wellenbereich des nahen Infrarotlichts (1 000 nm bis 2 500 nm)

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Erläuterungen zur Nahinfrarotstrahlung können Literaturhinweis [3] entnommen werden.

3.15

Nahinfrarotspektroskopie

physikalische Analysentechnik zur Messung elektromagnetischer Strahlung im Bereich des nahen Infrarotlichts

3.16

nicht detektierbare Bestandteile

aus physikalischen Gründen nicht durch Nahinfrarotspektroskopie identifizierbare Bestandteile

BEISPIEL Schwarze bzw. sehr dunkle Materialien aufgrund ihrer mangelnden Reflexionseigenschaften.

3.17

Online-Analyse

Analyse, bei der kontinuierlich Proben vom laufenden Förderband entnommen und dem Echtzeitanalyse-System z. B. über einen Bypass zugeführt werden