

	Luft- und Raumfahrt Kohlenstofffasern Chemische Analyse Bestimmung der nichtmetallischen Elemente	Vornorm DIN V 65 579
--	---	--

Aerospace; Carbon fibres; Chemical analysis, Determination of the metalloid elements

Aéronautique et espace; Fibres de carbone; Analyse chimique, Détermination des éléments métalloïdiques

Eine Vornorm ist das Ergebnis einer Normungsarbeit, das wegen bestimmter Vorbehalte zum Inhalt oder wegen des gegenüber einer Norm abweichenden Aufstellungsverfahrens von DIN noch nicht als Norm herausgegeben wird.

Zu dieser Vornorm ist kein Entwurf veröffentlicht worden.

Diese Vornorm ist inhaltlich identisch mit der französischen Vornorm T25-112, siehe Erläuterungen.

Diese Vornorm ist anerkannt durch das Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung und das Luftfahrt-Bundesamt.

Fortsetzung Seite 2 bis 28

Zitierte Normen

Siehe Abschnitt 2

Erläuterungen

Diese Vornorm ist das Ergebnis einer gemeinsamen Normungsarbeit zwischen dem Arbeitsausschuß 2.2.5 "Faser-verstärkte Kunststoffe" der Normenstelle Luftfahrt im DIN und einer Normungskommission unter Leitung von AFNOR.

Von AFNOR wurde eine zweisprachige Vornorm (französisch/deutsch) als T25-112 "Kohlenstofffasern; Chemische Analyse; Bestimmung der nichtmetallischen Elemente" Ausgabe September 1989 herausgegeben. Um eine Gleichheit von Inhalt und Aufbau beider Fassungen beizubehalten, wurden in der vorliegenden Vornorm DIN V 65 579 keine Änderungen vorgenommen.

Aus redaktionellen Gründen beginnt der Sachteil in DIN V 65 579 auf Seite 2, gegenüber auf Seite 5 in der französischen Ausgabe.

Die noch bestehenden inhaltlichen Vorbehalte und Abweichungen von der Gestaltung der Norm werden bei der Überführung in eine Deutsche Norm beseitigt.

Für die im Abschnitt 2 zitierten französischen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen bzw. Internationalen Normen hingewiesen:

T25-001 siehe ISO 1886 : 1980 Textile glass; Method of sampling applicable to batches

T25-104 siehe DIN 65 566 (z. Z. Entwurf) Luft- und Raumfahrt; Verstärkungsfasern; Bestimmung des Präparationsmassen-anteils an Garnen, Geweben und Kurzschnitt aus Kohlenstofffilamenten

T25-105 siehe DIN 7728 Teil 2 Kunststoffe; Kurzzeichen für verstärkte Kunststoffe

Internationale Patentklassifikation

B 64

G 01 N 33/44

Normenstelle Luftfahrt (NL) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V.

Jede Art der Vervielfältigung, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Berlin, gestattet.

AVANT-PROPOS

Le but des essais définis dans cette norme est d'accéder à une meilleure connaissance chimique des fibres de carbone.

En effet, les fibres de carbone ne sont pas toujours composées uniquement de carbone (voir annexe A).

- 1 — Elles contiennent des quantités plus ou moins importantes d'azote et d'oxygène.
- 2 — Elles peuvent contenir des traces d'autres éléments, en particulier métalliques.
- 3 — Elles subissent des traitements physico-chimiques de surface qui conduisent à l'existence de groupements oxygénés superficiels.

Note : de nombreux essais interlaboratoires sont en cours en France et en Allemagne, qui permettront de valider ou d'infirmer les dispersions des méthodes, ces dernières étant notées dans le tableau du principe à titre indicatif.

SOMMAIRE

	Page
1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	6
2 RÉFÉRENCES	6
3 PRINCIPE	6
4 APPAREILLAGE	8
5 ÉCHANTILLONNAGE	8
6 MODE OPÉRATOIRE	8
6.1 Préparation de la prise d'essai	8
6.2 Analyse	9
7 EXPRESSION DES RÉSULTATS	10
8 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI	10
ANNEXE A — Composition chimique des fibres de carbone	11
ANNEXE B — Fiches descriptives des 5 méthodes d'analyse citées au chapitre 3	12
FICHE B.1 — Détermination quantitative du carbone, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène par catharométrie	13
FICHE B.2 — Détermination quantitative du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène par coulométrie acidimétrique	18
FICHE B.3 — Détermination quantitative du carbone et de l'oxygène par détection infrarouge	21
FICHE B.4 — Détermination quantitative du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène par gravimétrie	23
FICHE B.5 — Détermination quantitative de l'azote par la méthode de Kjeldahl	29

VORWORT

Die in dieser Norm festgelegten Prüfungen sollen bessere chemische Kenntnisse über Kohlenstoffasern vermitteln.

Tatsächlich bestehen Kohlenstoffasern nicht immer nur aus Kohlenstoff (siehe Anhang A).

- 1 — Sie enthalten kleinere oder größere Mengen Stickstoff und Sauerstoff.
- 2 — Sie können Spuren von anderen Elementen, insbesondere metallischen, enthalten.
- 3 — Sie werden physikalisch-chemischen Oberflächenbehandlungen unterzogen, die dazu führen, daß sich an der Oberfläche sauerstoffhaltige funktionelle Gruppen bilden.

INHALT

	Seite
1 ZWECK UND ANWENDUNGSBEREICH	6
2 VERWEISUNGEN AUF ANDERE NORMEN ...	6
3 KURZBESCHREIBUNG DES VERFAHRENS ...	6
4 GERÄTE	8
5 PROBENAHME	8
6 DURCHFÜHRUNG	8
6.1 Vorbereitung der Einwaage	8
6.2 Analyse	9
7 ANGABE DER ERGEBNISSE	10
8 PRÜFBERICHT	10
ANHANG A — Chemische Zusammensetzung und Gefüge von Kohlenstoffasern	11
ANHANG B — Beschreibungen der in Abschnitt 3 genannten Analysenverfahren	12
BLATT B.1 — Quantitative Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff mittels Katharometrie	13
BLATT B.2 — Quantitative Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff durch acidimetrische Coulometrie	18
BLATT B.3 — Quantitative Bestimmung von Kohlenstoff und Sauerstoff mittels IR-Spektroskopie	21
BLATT B.4 — Quantitative Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff mittels Gravimetrie	23
BLATT B.5 — Quantitative Bestimmung von Stickstoff nach dem Kjeldahl-Verfahren	29

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente norme s'applique à toutes les fibres de carbone au sens de la norme T 25-105. Elle a pour objet la détermination des teneurs en éléments principaux : carbone, hydrogène, azote, oxygène.

2 RÉFÉRENCES

T 25-001	Fibres de renfort — Méthodes d'échantillonnage pour le contrôle de réception des lots. (ISO/DIS 1886).
NF T 25-104	Fibres de carbone — Détermination du taux d'ensimage.
T 25-105	Fibres de carbone — Vocabulaire et désignation.

3 PRINCIPE

La détermination des éléments non métalliques présents dans les fibres de carbone s'effectue par les méthodes classiques de l'analyse élémentaire organique dans des conditions expérimentales adaptées à la nature particulière du matériau.

1 ZWECK UND ANWENDUNGSBEREICH

Die vorliegende Norm gilt für alle Kohlenstofffasern im Sinne der Norm T 25-105. Zweck ist die Bestimmung der Hauptanteile folgender Elemente: Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff.

2 VERWEISUNGEN AUF ANDERE NORMEN

T 25-001	Verstärkungsfasern — Stichprobenpläne für die Losabnahmeprüfung. (ISO/DIS 1886).
NF T 25-104	Kohlenstofffasern — Bestimmung des Präparationsmasseanteils.
T 25-105	Kohlenstofffasern — Terminologie und Bezeichnung.

3 PRINZIP DER VERFAHREN

Die Bestimmung der in Kohlenstofffasern vorhandenen nichtmetallischen Elemente erfolgt nach klassischen Verfahren der organischen Elementaranalyse, wobei die Versuchsbedingungen dem jeweiligen Werkstoff angepaßt sind.

Sont ainsi envisageables (de façon non limitative) les méthodes suivantes :

Folgende Verfahren (Aufzählung ohne Anspruch auf Vollständigkeit) kommen in Betracht:

Méthode selon fiche <i>Verfahren nach Blatt</i>	Éléments analysés <i>Analysierte Elemente</i>	Réaction <i>Reaktion</i>	Mode de détection <i>Art der Erfassung</i>	Prise d'essai <i>Einwaage</i>	Mesure <i>Messung</i>	Limite de détection <i>Erfassungs- grenze</i> %	Dispersion absolue indicative <i>Streuung (absolut) Richtwert</i> %
B.1	C H N O	Combustion <i>Verbrennung</i> Pyrolyse <i>Pyrolyse</i>	Catharométrie <i>Katharometrie</i>	Micro ou Macro <i>Mikro oder Makro</i>	Comparative <i>vergleichend</i>	H : 0,1 N : 0,2 0,2	C : 0,3 H : 0,1 N : 0,2 0,2
B.2	C H O	Combustion <i>Verbrennung</i> Combustion et carbonisation <i>Verbrennung und Karbonisation</i> Pyrolyse et réoxydation <i>Pyrolyse und Oxidation</i>	Coulométrie <i>Coulometrie</i>	Micro <i>Mikro</i>	Absolue <i>absolut</i>	0,1 0,2	0,2 0,1 0,2
B.3	C O	Combustion <i>Verbrennung</i> Pyrolyse <i>Pyrolyse</i>	Absorption I-R <i>IR-Absorption</i>	Micro <i>Mikro</i>	Comparative <i>vergleichend</i>	0,03	0,2 20 relatif <i>20 relativ</i>
B.4	C H O	Combustion <i>Verbrennung</i> Pyrolyse et réoxydation <i>Pyrolyse und Oxidation</i>	Gravimétrie <i>Gravimetrie</i>	Macro <i>Makro</i>	Absolue <i>absolut</i>	H : 0,05 0,05	C : 0,3 H : 0,05 0,05
B.5	N	Minéralisation Kjeldahl <i>Aufschluß nach Kjeldahl</i>	Volumétrie <i>Volumetrie</i>	Macro <i>Makro</i>	Absolue <i>absolut</i>	0,2	0,05

4 APPAREILLAGE

Peuvent être utilisés tous les appareillages (commerciaux ou non) permettant de satisfaire aux exigences suivantes :

	Limite de détection <i>Erfassungsgrenze</i> %	Dispersion absolue <i>Streuung (absolut)</i> %
Carbone <i>Kohlenstoff</i>	—	0,3
Hydrogène <i>Wasserstoff</i>	0,1	0,1
Azote <i>Stickstoff</i>	0,2	0,2 (ou 20 relatif si $N < 1$) (oder 20 relativ bei $N < 1$)
Oxygène <i>Sauerstoff</i>	0,2	0,2 (ou 20 relatif si $O < 1$) (oder 20 relativ bei $O < 1$)

4 GERÄTE

Es können alle Geräte verwendet werden (handelsüblich oder nicht), die folgende Anforderungen erfüllen :

5 ÉCHANTILLONNAGE

L'échantillonnage doit être effectué selon la norme T 25-001.

La représentativité de la prise d'essai dépend de l'analyse considérée et de la méthode utilisée.

5 PROBENAHME

Entsprechend der Norm T 25-001.

Die Repräsentativität der Einwaage hängt von der jeweiligen Analyse und dem angewandten Verfahren ab.

6 MODE OPÉRATOIRE

6.1 Préparation de la prise d'essai

La difficulté d'analyse des fibres de carbone réside principalement dans la préparation de la prise d'essai qui doit être réalisée avec le plus grand soin selon le mode opératoire suivant :

6.1.1 Prélèvement

Prélever une longueur de fibre correspondant à une masse suffisante pour les déterminations envisagées et assurant une bonne représentativité de l'échantillon par exemple 1 m.

Couper en fragments de 1 à 2 cm, prélevés en divers endroits.

6.1.2 Désensimager

Désensimer les fibres (suivant la méthode décrite par la norme NF T 25-104), si nécessaire.

En effet, suivant le but des analyses et la précision souhaitée, il peut ou non être nécessaire de retirer l'ensimage des fibres (généralement de l'ordre de 1 % en masse), avant analyse.

6 DURCHFÜHRUNG

6.1 Vorbereitung der Einwaage

Die Schwierigkeit bei der Analyse von Kohlenstoffasern beruht auf der Vorbereitung der Einwaage, die mit äußerster Sorgfalt wie folgt durchzuführen ist:

6.1.1 Probenentnahme

Es ist eine Faserlänge zu entnehmen, deren jeweilige Masse für die beabsichtigten Bestimmungen ausreicht, und die für die Probe repräsentativ ist (z. B. 1 m).

In 1 bis 2 cm lange Stücke zerschneiden (verschiedenen Stellen entnommen).

6.1.2 Entfernen der Präparation

Falls erforderlich, ist die Präparation von den Fasern zu entfernen (nach der Norm T 25-104).

Es kann je nach Zweck der Analysen und gewünschter Präzision notwendig sein oder auch nicht, die Präparation (im allgemeinen in der Größenordnung von einem Masseanteil von 1 %) vor der Analyse von den Fasern zu entfernen.

Compte tenu de la diversité des méthodes de désensibilisation, il est souhaitable de vérifier que celle-ci ne modifie pas la teneur initiale des éléments mineurs que renferme la fibre.

6.1.3 Conditionnement

Sur les fibres ainsi désensibilisées, prélever :

- quelques dizaines de milligramme que l'on broiera très finement dans un mortier en agate pour les méthodes «Micro»,
ou
- quelques grammes pour les méthodes «Macro».

Sécher les fibres 2 h à 160 °C et les transférer en dessiccateur jusqu'à refroidissement.

Ne pas conserver en dessiccateur plus de 1 h.

Note : éviter de manipuler les fibres directement avec les mains. Utiliser des pinces.

6.2 Analyse

Les modes opératoires succincts et les principales précautions opératoires sont rassemblés dans l'annexe B (fiches B.1 à B.5).

Un certain nombre de précautions sont communes à toutes les méthodes microanalytiques comparatives et peuvent être rappelées ci-dessous :

- L'étalonnage s'effectue en soumettant au même processus analytique que les échantillons inconnus, des substances de référence de qualité «pour micro-analyse élémentaire organique», les plus riches possible en carbone, mais également : susceptibles de constituer une «gamme de concentration» en hydrogène, azote ou oxygène se prêtant bien à des réactions totales de combustion ou de pyrolyse.

Sont ainsi recommandés les composés suivants :

	% C	% H	% N	% O
Pyrène <i>Pyren</i>	95,02	4,98	—	—
Anthracène <i>Anthrazen</i>	94,34	5,66	—	—
Carbazole <i>Carbazol</i>	86,19	5,43	8,38	—
Cholestérol <i>Cholesterin</i>	83,87	11,99	—	—
Tomatine <i>Tomatin</i>			1,35	—
Narcotine <i>Narkotin</i>			3,39	—
Atropine <i>Atropin</i>			4,84	—
Acétanilide <i>Acetanilid</i>				11,84
Tryptophane <i>Tryptophan</i>				13,72
Vanilline <i>Vanillin</i>				31,55

Angesichts der Verschiedenartigkeit der zu diesem Zweck angewandten Verfahren ist ein Nachweis wünschenswert, daß das Verfahren nicht die Bestimmung der Nebenbestandteile der Elemente beeinflusst, die die Faser umschließt.

6.1.3 Vorbehandlung

Von den derart entpräparierten Fasern sind:

- (für Mikroverfahren) etwa 10 mg, die man sehr fein in einem Achatmörser zerkleinert,
oder
- (für Makroverfahren) einige Gramm zu entnehmen.

Die Fasern sind 2 h bei 160 °C zu trocknen und zum Abkühlen in einen Exsikkator zu stellen.

Nicht länger als 1 Stunde im Exsikkator belassen.

Anmerkung: Direkte Handhabung der Fasern mit den Händen vermeiden, Pinzette benutzen.

6.2 Analyse

Die dann folgenden Arbeitsgänge und die wichtigsten Vorsichtsmaßnahmen sind in Anhang B (Blätter B.1 bis B.5) zusammengefaßt.

Einige Vorsichtsmaßnahmen gelten für alle vergleichenden Mikroverfahren, und zwar:

- Die Eichnung erfolgt, indem Eichsubstanzen des Reinheitsgrades «für organische Elementaranalyse/-Mikroverfahren» demselben Analysenverfahren wie die unbekannten Proben unterzogen werden; diese Eichsubstanzen sollten so kohlenstoffreich wie möglich sein, sie sollten aber auch eine Konzentration an Wasserstoff, Stickstoff oder Sauerstoff aufweisen, die sich gut für vollständige Reaktionen bei Verbrennung oder Pyrolyse eignet.

Folgende Verbindungen sind empfehlenswert:

- Le déroulement du cycle d'analyse peut être légèrement différent d'un type d'analyseur à un autre, mais comporte nécessairement :
 - une séquence «d'étalonnage», dans laquelle les paramètres analytiques de l'analyseur sont fixés par le traitement des signaux fournis par des échantillons de référence aboutissant à l'établissement de coefficients de proportionnalité entre le signal reçu par le détecteur et la quantité de l'élément à déterminer ;
 - et une séquence d'analyse dans laquelle s'effectue l'analyse des échantillons inconnus par comparaison des signaux obtenus avec ceux de la séquence d'étalonnage.

Il est absolument nécessaire de vérifier au cours d'une série d'analyses la constance de ces coefficients de proportionnalité. Ce contrôle s'effectue par l'analyse d'un échantillon-étalon toutes les 5 analyses par exemple. La valeur de ces coefficients ne devra pas présenter de dispersion supérieure à 0,3 % relatif.

7 EXPRESSION DES RÉSULTATS

Se reporter aux fiches B.1 à B.5.

8 PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

Le procès-verbal d'essai doit comporter :

- la référence à la présente norme,
- la référence du produit analysé,
- la méthode de désensimager éventuelle,
- la méthode d'analyse utilisée (B.1 à B.5),
- les résultats individuels et leur moyenne,
- la date de l'essai,
- tout incident ou tout détail non prévu dans la norme susceptible d'avoir influencé les résultats.

- Der Ablauf des Analysenzyklus kann je nach Analysengerät geringfügig abweichen, unbedingt dazu gehören jedoch:
 - eine «Eichsequenz», bei der die analytischen Parameter des Analysengerätes durch die Verarbeitung der von den Bezugsproben gelieferten Signale festgelegt werden, woraus Proportionalitätskoeffizienten zwischen dem vom Meßgeber empfangenen Signal und der Menge des zu bestimmenden Elementes resultieren;
 - eine «Analysensequenz», bei der die Analyse der unbekannten Proben erfolgt, indem die erhaltenen Signale mit denen aus der Eichsequenz verglichen werden.

Im Verlauf einer Analysenreihe ist es unbedingt erforderlich, die Konstanz dieser Proportionalitätskoeffizienten nachzuweisen. Dies geschieht z. B. durch die Analyse einer Kontrollprobe bei jeder 5. Analyse. Der Wert dieser Koeffizienten darf keine Schwankung von mehr als 0,3 % relativ aufweisen.

7 ANGABE DER ERGEBNISSE

Siehe B.1 bis B.5.

8 PRÜFBERICHT

Der Prüfbericht muß folgende Angaben enthalten:

- Verweisung auf die vorliegende Norm,
- Referenz des analysierten Produkts,
- Die eventuelle Präparationsmethode,
- Angewandtes Analysenverfahren (B.1 bis B.5),
- Einzelergebnisse und deren Mittelwert,
- Datum der Prüfung,
- Alle Abweichungen von dieser Norm, die ggf. die Ergebnisse beeinflusst haben.

ANNEXE A

COMPOSITION CHIMIQUE
DES FIBRES DE CARBONE

A.1 La teneur en élément carbone dépend du précurseur et des conditions de pyrolyse.

Les autres éléments éventuellement présents sont :

- soit des éléments résiduels de constitution comme l'azote dans le cas des fibres à précurseur polyacrylonitrile ou le soufre dans le cas des fibres à précurseur brai.
- soit des gaz adsorbés sur la surface (azote, dioxyde de carbone, vapeur d'eau) dans le cas des fibres ayant une grande surface spécifique (par exemple fibres à précurseur cellulosique dont la carbonisation a été réalisée à des températures de l'ordre de 1 000 °C).

A.2 En outre, les fibres de carbone peuvent contenir des traces d'éléments en particulier métalliques provenant :

- soit des catalyseurs de polymérisation, des agents de neutralisation des acides comonomères ou des solvants utilisés lors du filage du précurseur — par exemple Na, K, Ca, Mg ;
- soit de la contamination des bains de polymères ou du précurseur à l'état libre ou même des fibres en cours de carbonisation par le fer et le silicium, éléments omniprésents.

La quantité de ces éléments est fonction du précurseur et du couple : température — temps de pyrolyse des fibres de carbone (de quelques centaines de parties par millions en masse — p.p.m. — pour certaines fibres carbonisées vers 1 200 °C à quelques p.p.m. pour toutes les fibres traitées à des températures supérieures à 2 000 °C).

La teneur en ces éléments influe sur la résistance à l'oxydation des fibres de carbone. De cette résistance à l'oxydation dépendent notamment :

- la stabilité en température des composites à matrice organique thermostable (vers 300 °C),
- l'usure des composites carbone-carbone utilisés dans le domaine de la friction.

ANHANG A

CHEMISCHE ZUSAMMENSETZUNG
UND GEFÜGE VON KOHLENSTOFFASERN

A.1 Der Kohlenstoffgehalt hängt von Faserausgangsmaterial und den Pyrolysebedingungen ab.

Bei den anderen eventuell vorhandenen Elementen handelt es sich um:

- Rückstände aus dem Precursor, z. B. Stickstoff bei Fasern, deren Ausgangsmaterial Polyacrylnitril ist, oder Schwefel bei Fasern mit Mesophasenpech als Ausgangsmaterial, oder
- von der Oberfläche aufgenommene Gase (Stickstoff, Kohlendioxid, Wasserdampf) bei Fasern mit großer spezifischer Oberfläche (z. B. Fasern mit Zellulose als Ausgangsmaterial, die bei Temperaturen in der Größenordnung von 1 000 °C karbonisiert wurden).

A.2 Außerdem können die Kohlenstofffasern Spuren von Elementen, insbesondere metallischen, enthalten aus:

- den Polymerisationskatalysatoren, den Neutralisationsmitteln comonomerer Säuren oder den beim Spinnen des Ausgangsmaterials verwendeten Lösungsmitteln, z. B. Na, K, Ca, Mg;
- oder aus der Verschmutzung der Polymerbäder oder des Ausgangsmaterials oder sogar aus den Fasern im Verlauf der Karbonisation durch die allgegenwärtigen Elemente Eisen und Silizium.

Die Menge dieser Elemente hängt vom Ausgangsmaterial und der Kombination: Temperatur — Zeit der Pyrolyse der Kunststoffasern ab (einige Hundert ppm für bestimmte bei ca. 1 200 °C karbonisierte Fasern bis zu ein paar ppm für alle bei Temperaturen von über 2 000 °C behandelten Fasern).

Der Gehalt an diesen Elementen bedingt die Oxidationsbeständigkeit der Kohlenstoffasern. Von dieser wiederum hängen im wesentlichen ab:

- die Temperaturfestigkeit von Verbundstoffen mit hitzebeständiger organischer Matrix (um 300 °C),
- die Abnutzung von Kohlenstoff-Kohlenstoff-Verbundstoffen, die dort eingesetzt werden, wo Reibverschleißauftritt.

ANNEXE B**FICHES DESCRIPTIVES DES 5 MÉTHODES
D'ANALYSE CITÉES AU CHAPITRE 3**

- B.1 :** Détermination quantitative du carbone, de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxygène par catharométrie.
- B.2 :** Détermination quantitative du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène par coulométrie acidimétrique.
- B.3 :** Détermination quantitative du carbone et de l'oxygène par détection infrarouge.
- B.4 :** Détermination quantitative du carbone, de l'hydrogène, et de l'oxygène par gravimétrie.
- B.5 :** Détermination quantitative de l'azote par la méthode de Kjeldahl.

ANHANG B**BESCHREIBUNGEN DER IN ABSCHNITT 3
GENANNTEN ANALYSENVERFAHREN**

- B.1 :** Quantitative Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Sauerstoff mittels Katharometrie.
- B.2 :** Quantitative Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff durch acidimetrische Coulometrie.
- B.3 :** Quantitative Bestimmung von Kohlenstoff und Sauerstoff mittels IR-Spektroskopie.
- B.4 :** Quantitative Bestimmung von Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff mittels Gravimetrie.
- B.5 :** Quantitative Bestimmung von Stickstoff nach dem Kjeldahl-Verfahren.