



KERN & Sohn GmbH

Ziegelei 1
D-72336 Balingen
E-Mail: info@kern-sohn.com

Tél.: +49-[0]7433- 9933-0
Fax: +49-[0]7433-9933-149
Internet: www.kern-sohn.com

Manuel d'application Dessiccateur

Version 1.3
2019-08
F

Notes d'application-ZB-f-1913

Table des matières

1	Généralités	3
1.1	Méthodes de séchage	4
1.1.1	Méthode par armoire de séchage	5
1.1.2	Méthode Karl-Fischer	6
1.1.3	Mesure thermogravimétrique avec dessiccateur halogène.....	6
1.1.3.1	Spectre d'onde	7
2	Fonctionnement du dessiccateur halogène	8
2.1	Taille de l'échantillon	8
2.2	Préparation de l'échantillon	8
2.3	Définir les paramètres de mesure.....	9
2.3.1	Modes de séchage	10
2.3.2	Critère de coupure	11
2.3.3	Affichage du résultat.....	12
2.4	Transfert des données vers une imprimante ou PC	13
3	Mesures d'exemple avec dessiccateur halogène (KERN DBS 60-3)	14
3.1	Généralités	14
3.2	Aliments	15
3.2.1	Sel de table (NaCl)	15
3.2.2	Lait.....	16
3.2.3	Sucre cristallin	17
3.2.4	Mayonnaise	18
3.2.5	Café soluble.....	19
3.2.6	Café moulu	20
3.2.7	Grains de café	21
3.2.8	Thé vert	22
3.2.9	Flocons d'orge	23
3.2.10	Noisettes moulues.....	24
3.2.11	Riz	25
3.2.12	Ketchup de tomates	26
3.2.13	Glace au citron	27
3.2.14	Mangue séchée.....	28
3.2.15	Amidon de maïs	29
3.2.16	Huile de palme	30
3.3	Produits industriels, plastiques, boue etc.....	31
3.3.1	Le dihydrate de tartre de sodium	31
3.3.2	Granulat de plastique	32
3.3.3	Lessive en poudre	33
3.3.4	Couleur à base d'eau	34
3.3.5	Tourteau de boue	35
3.3.6	Terreau	36
3.3.7	Sciure.....	37
3.3.8	Toner	38
3.3.9	Rouge à lèvres	39
3.3.10	Savon pour mains	40
3.3.11	Ensilage de maïs.....	41
3.3.12	Plâtre	43

1 Généralités

L'humidité d'un échantillon n'est pas seulement la teneur d'eau dans le matériau. On comprend sous "humidité de matériau" toutes les substances volatiles qui s'échappent lors de l'échauffement et qui provoquent une perte de poids d'un échantillon. En font partie:

- ⇒ Eau
- ⇒ Graisses
- ⇒ Huiles
- ⇒ Alcools
- ⇒ Solvants organiques
- ⇒ Substances aromatiques
- ⇒ Composants volatiles
- ⇒ Une évt. substance de décomposition (en cas d'échauffement trop important)

Il y a beaucoup de méthodes pour déterminer la teneur en humidité d'un échantillon. Les méthodes peuvent être classifiées en deux catégories:

Le procédé absolu permet de déterminer directement le contenu en humidité d'un échantillon (p.ex. perte de poids par dessiccation). Font partie de cette méthode le séchage dans une armoire de dessiccation, le séchage par infrarouge et le séchage par micro-onde. Tous les trois procédés travaillent de manière thermogravimétrique. Avec les procédés dérivés, il y a une détermination indirecte. On mesure une caractéristique physique en relation avec l'humidité (par ex. absorption de rayonnement électromagnétique). Font partie de ce procédé le titrage Karl-Fischer, la spectroscopie infrarouge, la spectroscopie micro-onde etc.

1.1 Méthodes de séchage

Dessiccateur halogène

Méthode par étuve

Méthode par micro-onde

Méthode Karl-Fischer

Pourquoi différentes méthodes déterminent des humidités de matériau différentes ?

- ⇒ L'armoire de séchage évapore à côté de l'eau aussi des composants légèrement volatiles. A cause de l'échauffement faible par séchage à convection, l'échantillon n'est souvent pas complètement séché. La valeur de mesure est au-dessus de la teneur en eau mais en-dessous de la teneur totale d'humidité.
- ⇒ Le séchoir infrarouge ou halogène évapore à côté de l'eau aussi des composants légèrement ou fortement volatiles. Par l'échauffement intensif à l'aide du séchage d'absorption, on détermine l'humidité totale de l'échantillon. La valeur de mesure se situe souvent au-dessus du procédé de référence de l'armoire de séchage.
(Problèmes : par ex. fermeture des pores, brûlures de surface)
- ⇒ Un dispositif de séchage par micro-ondes n'évapore à côté de l'eau que des quantités réduites de composants légèrement volatiles. Par le séchage d'absorption – aligné sur dipôles -, la valeur de mesure est très près de la teneur en eau et ainsi en-dessous de la valeur de l'armoire de séchage.
- ⇒ Le titrage Karl-Fischer détermine par une réaction chimique le nombre de molécules d'eau. La valeur de mesure correspond de manière précise à la teneur en eau.

Au niveau international sont reconnues deux méthodes de référence :

- ⇒ La méthode d'armoire de séchage pour la détermination de l'humidité du matériau
- ⇒ Le titrage Karl-Fischer pour la détermination de teneur en eau
- ⇒ Si nécessaire, toutes les autres méthodes doivent être ajustées par rapport à un de ces deux procédés !

1.1.1 Méthode par armoire de séchage

Pour la méthode d'armoire de séchage traditionnelle, un flux d'air chaud chauffe l'échantillon de l'extérieur vers l'intérieur, contre le flux de l'humidité montante et le froid d'évaporation qui se crée à la surface. Des temps de séchage longs sont souvent nécessaires.

Une armoire de séchage est un dispositif pour Entfeuchtung déshumidifier un objet, souvent en en déshumidifiant l'air, en utilisant des hygroskopischen matériaux hygrosopiques (adsorbants) (Sorbentien). Des armoires de séchage sont proposées pour des plages de température de température ambiante jusqu'à env. 250°C.

Procédé (env.):

- Peser le bac d'échantillon
 - Peser l'échantillon.
 - Faire sécher l'échantillon pendant 1 heure
 - Faire refroidir l'échantillon pendant 20 min. dans le dessiccateur (voir plus bas)
 - Repeser l'échantillon
 - Calcul de résultat manuel
-
- Sécher à nouveau l'échantillon pendant 30 min.
 - Faire refroidir l'échantillon pendant 20 min. dans le dessiccateur
 - Repeser l'échantillon
 - Nouveau calcul de résultat
 - Répéter les étapes jusqu'à ce que l'échantillon a un poids constant

C'est quoi, un dessiccateur?

Un dessiccateur (aussi: exsiccateur, du lat. exsiccare: dessécher) est un chemisches Laborgerät, appareil chimique de laboratoire utilisé principalement pour le zur Trocknungsséchage de substances chimiques solides dans la chimie préventive.

Pour un dessiccateur, il s'agit d'un récipient avec des parois épaisses, fabriqué pour la plupart en verre (ou plus rarement en plastique) fermé hermétiquement par un Planschliff couvercle à coupe plane. Pour garantir cette fermeture, la coupe est couverte Schliff fett d'une graisse de coupe. La partie inférieure du dessiccateur est remplie avec un Trocknungsmittel agent de séchage, et la substance à sécher est posée sur un insert en plastique ou céramique au-dessus de l'agent de séchage. L'agent de séchage retire de l'air dans l'intérieur du dessiccateur le solvant dégagé et évaporé Lösungsmittel de la substance à sécher. La substance peut ainsi perdre des solvants absorbés supplémentaires; ce procédé dure jusqu'à ce qu'une teneur résiduelle déterminée de solvant est atteinte qui ne peut pas être encore plus réduite par l'intensité de l'agent à sécher et dû aux caractéristiques d'absorption de la substance, ou lorsque l'agent de séchage (sa capacité) est épuisé. Si on doit retirer par cela de l'eau, la caractéristique prioritaire de l'agent de séchage est appelé Hygroskopie hygroskopie. Sont utilisés ici couramment du chlorure de calcium, du pentoxyde de phosphore, l'acide sulfurique ou du gel de silice; Calciumchlorid, Phosphorpentoxid, Schwefelsäure oder Kieselgel au dernier peut être ajouté un indicateur d'humidité (gel bleu) (Blaugel). En plus de l'eau, des restes d'autres solvants peuvent être absorbés aussi selon le choix de l'agent de séchage.

1.1.2 Méthode Karl-Fischer

Cette méthode sert à la détermination quantitative de teneur en eau. On utilise ici la réaction spécifique de l'eau sur un réactif Karl Fischer contenant de l'iode, dioxyde de soufre et pyridine en présence de méthanol. Cette méthode peut être appliquée soit comme titrage coulométrique soit comme titrage volumétrique. Pour le titrage coulométrique, l'échantillon est ajouté au réactif Karl Fischer et soumis à une oxydation électrolytique afin de créer de l'iode. Puisque l'iode est créé par rapport à la quantité d'électricité selon la loi de Faraday, la quantité de l'eau peut être déterminée immédiatement selon la quantité d'électricité nécessaire pour l'oxydation électrolytique. Pour le titrage volumétrique, l'échantillon est ajouté à un solvant déshydraté adapté dans une fiole de titrage rendue auparavant anhydre avec un titrant. Le titrage est effectué ensuite en utilisant un titrant avec titre standardisé auparavant (mg H₂O/ml). La teneur en humidité de l'échantillon est déterminée par le volume de titrage (ml). Des titrateurs volumétriques automatiques sur la base de cette méthode sont disponibles dans le commerce.

1.1.3 Mesure thermogravimétrique avec dessiccateur halogène

Les dessiccateurs halogène de KERN fournissent des résultats de mesure rapides et fiables. Les instruments mesurent selon le principe de la thermogravimétrie. L'échantillon est pesé est chauffé avec une lampe halogène (rayons infrarouges). La perte de poids est enregistrée en continu et le séchage est terminé selon un critère défini. La teneur en humidité est calculée automatiquement par la différence de poids.

Le séchage avec la lampe halogène est un développement de la méthode de séchage infrarouge.

Pendant le processus de séchage dans dessiccateur halogène, l'échantillon absorbe les rayons infrarouges d'une lampe halogène. Les rayons rentrent en majeure partie dans l'échantillon et se transforment seulement là en énergie de chaleur.

L'échantillon s'échauffe ainsi très rapidement.

Une petite partie des rayons est reflétée ou transmise par l'échantillon. La quantité du rayonnement reflété dépend en majeure partie du fait qu'il s'agit un échantillon clair ou foncé.

Vous connaissez cet effet dans la vie quotidienne:

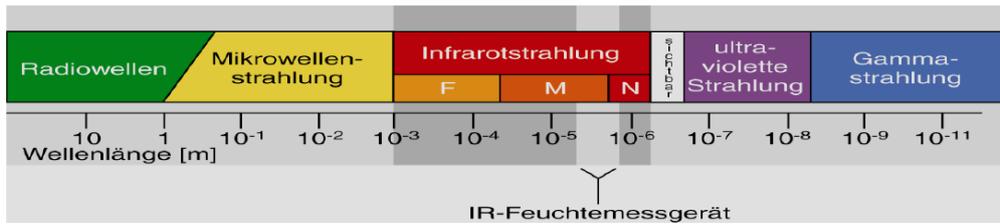
Si vous êtes au soleil dans des vêtements foncés, vous avez beaucoup plus chaud qu'avec une chemise blanche.

Pour une substance foncée, il faut choisir par principe une température de séchage légèrement inférieure que pour un échantillon clair.

La profondeur de pénétration du rayonnement IR dépend de la perméabilité de l'échantillon. Lors d'une perméabilité réduite, le rayonnement IR n'entre que dans les couches supérieures. Ce qui est décisif pour le transport supplémentaire dans les couches plus profondes est donc la conductivité thermique de la substance. Plus la conductivité thermique est importante, plus vite et de manière plus homogène l'échantillon s'échauffe.

Pour cette raison, la substance doit être répartie de manière régulière et fine sur le récipient d'échantillon, v. chap. 2.1.1.

1.1.3.1 Spectre d'onde



Le rayonnement infrarouge est un domaine partiel du spectre d'onde électromagnétique.

Ce rayonnement de chaleur non visible se présente sur le côté longues ondes du spectre optique, donc à la suite de la lumière rouge, et est soumis aux lois de l'optique et peut par ex. être regroupé à l'aide d'un miroir concave.

2 Fonctionnement du dessiccateur halogène

La qualité des résultats de mesure dépend de la préparation optimale de l'échantillon et du choix correct des paramètres de mesure les plus importants comme

- ⇒ Taille de l'échantillon
- ⇒ Température de séchage
- ⇒ Critère de coupure
- ⇒ Durée de séchage

Les paramètres de séchage optimaux (température de séchage, durée) dépendent du type et de la taille de l'échantillon et de la précision voulue du résultat de la mesure. Ils ne peuvent être déterminés que de manière expérimentale.

2.1 Taille de l'échantillon

La règle fondamentale est: Plus l'échantillon est non homogène, plus la quantité d'échantillon doit être grande pour obtenir un résultat reproductible.

Une quantité d'échantillon pratique est par expérience d'env. 5 à 15 g (hauteur 2 à 5 mm). Autrement pourraient se produire un séchage incomplet, un temps de mesure prolongé, des incrustations, brûlures et des résultats de mesure non reproductibles.

2.2 Préparation de l'échantillon

Ne préparez toujours qu'un seul échantillon à la fois pour la mesure. Ceci évite que l'échantillon puisse échanger de l'humidité avec l'environnement. Si plusieurs échantillons doivent être tirés en même temps, ces échantillons devraient être emballés dans des boîtes hermétiques à l'air afin qu'ils ne puissent pas subir de variations en cours d'entreposage.

Répartissez l'échantillon en couches uniformes et fines sur la cuvette porte-échantillon pour obtenir des résultats reproductibles.

Un manque d'uniformité entraîne une répartition non homogène de la chaleur et à son tour un séchage incomplet ou un prolongement du temps de mesure. Un plus fort réchauffement au niveau des couches supérieures est provoqué par la mise en tas de l'échantillon, ce qui a comme conséquence des combustions ou des formations de croûtes. La grande épaisseur des couches ou d'éventuelles formations de croûtes empêchent l'humidité de s'échapper de l'échantillon. L'humidité résiduelle a comme conséquence que les résultats des mesures ainsi acquis ne peuvent pas être menés à bien et ne sont pas reproductibles.

Pour des échantillons liquides, pâteux, gras, fondants et très réfléchissants, il faut utiliser les filtres en fibre de verre disponibles en option. Ceci est également valable pour des échantillons formant une peau à la surface sous l'action de la chaleur. Le filtre en fibre de verre assure une répartition de chaleur régulière et rapide et empêche la formation d'une peau imperméable à la surface de l'échantillon.

Préparation des échantillons pour les solides:



- Répartir les échantillons poudreux et granuleux de manière égale sur la cuvette porte-échantillon.
- Réduire des échantillons à grains grossiers à l'aide d'un mortier ou un broyeur. En réduisant l'échantillon ne l'exposer pas à la chaleur car ça entraîne une perte d'humidité.

Préparation d'échantillon avec une teneur élevée en humidité:

Pour mesurer du ketchup, mayonnaise ou dentifrice, poussez la quantité nécessaire d'échantillon sur le récipient d'échantillon et répartissez-la avec une spatule. Travaillez rapidement puisque l'évaporation peut déjà commencer lors de la répartition de l'échantillon si celui-ci a une forte teneur en éléments facilement volatiles.

Préparation des échantillons pour les liquides:



Versez le liquide dans le récipient pour le répartir sur toute la surface. Mais un échantillon très visqueux ne se répartit pas très facilement. Répartissez dans ce cas l'échantillon de manière régulière dans le récipient avec une spatule.

Pour des liquides, des pâtes ou des échantillons susceptibles de fusion nous recommandons utiliser un filtre à fibre en verre. Le filtre à fibre en verre a les avantages suivants:

- répartition uniforme grâce à l'attraction capillaire
- pas de formation de gouttes
- évaporation rapide grâce à une surface plus grande

2.3 Définir les paramètres de mesure

Pour adapter le dessiccateur à l'échantillon à mesurer, on dispose des paramètres de mesure suivants:

- ⇒ Mode de séchage
- ⇒ Critère de coupure
- ⇒ Affichage du résultat

2.3.1 Modes de séchage

Les modes de séchage sélectionnables varient pour chaque appareil. Veuillez trouver des informations détaillées dans le mode d'emploi joint à l'appareil correspondant.

En règle générale, vous pouvez sélectionner dans les modes décrits plus bas les réglages pour le contrôle de température selon les caractéristiques de l'échantillon.

Exemples de réglage:



Séchage standard

Le séchage standard est adapté à la plupart des types d'échantillon.

1. Mode Arrêt automatique: AUTO

L'échantillon est chauffé à la température réglée à puissance normale et maintenue ensuite à cette température. La masse d'échantillon diminue ensuite au cours du temps. La mesure est terminée automatiquement lorsque la perte de poids réglée (ΔM) est atteinte.

Par le réglage de la condition d'arrêt automatique à une petite valeur, on obtient une valeur de teneur en humidité mesurée se rapprochant à la valeur réelle mais le temps de mesure est ainsi allongé. En réglant une valeur plus élevée, la mesure peut être terminée rapidement mais dans certains cas, les mesures peuvent s'arrêter avant que l'eau s'est évaporée suffisamment. La condition d'arrêt automatique doit être réglée de façon à correspondre aux caractéristiques de l'échantillon.

2. Arrêt par temporisation: TIME

L'échantillon est chauffé à la température réglée à puissance normale et maintenue ensuite à cette température. La mesure est terminée lorsque le temps réglé est écoulé.

Cette méthode est adaptée pour des échantillons pour lesquels une perte réduite de masse peut durer de manière indéterminée.



Séchage rapide

Le séchage rapide peut être utilisé pour des échantillons avec une teneur en humidité d'env. 5% - 15% (par ex. liquides) et des échantillons thermorésistants avec des températures de décomposition élevées.

Le dihydrate tartrate de sodium et la farine fine sont des exemples pour de telles mesures

En séchage rapide est mis en circuit additionally un palier de préchauffage c'est-à dire que la température croît rapidement et dépasse la température de séchage réglée jusqu'à ce que la température de gouverne réglée (perte de poids/30 sec) ne soit plus atteinte.

Ensuite, la température redescend à la valeur préréglée de la température. Le séchage se termine selon le réglage, si le temps réglé est écoulé ou la perte de poids réglée (ΔM) est atteinte.



Séchage avec ménagement

Ce type de séchage est adapté aux substances, qui ne supportent pas un réchauffement rapide par les radiateurs. Il y a également des substances qui forment une peau en cas de réchauffement rapide. Cette peau influence ensuite l'évaporation de l'humidité incluse. Pour de telles substances, il est également recommandé d'employer le réchauffement soft.

Dans le cas du séchage avec ménagement la température croît plus lentement jusqu'à la valeur réglée qu'avec le séchage standard.

Le séchage se termine selon le réglage, si le temps réglé est écoulé ou la perte de poids réglée (ΔM) est atteinte.

Le séchage avec ménagement se prête à des échantillons, qui ne supporteraient pas un réchauffement rapide par la source de chaleur. Il en est de même pour des échantillons, qui forment une peau avec un réchauffement rapide. Cette peau influence ensuite l'évaporation de l'humidité incluse.



Séchage par niveaux

Le séchage par niveaux est adapté à la mesure de chaque composant si la température de vaporisation de l'eau et des composants volatiles contenus dans l'échantillon sont différentes.

Lors de la hausse de la température de l'échantillon, l'eau s'évapore et la modification de la teneur en humidité se réduit normalement en permanence. Mais dans certains cas, la teneur en humidité réaugmente au-dessus d'une certaine température. Probablement parce que l'eau s'évapore au début mais ensuite, les substances très volatiles commencent à s'évaporer ou l'échantillon commence à se décomposer. De telles mesures ne sont pas fiables puisqu'une mesure exacte de la teneur en humidité est impossible. Ce phénomène apparaît par exemple lorsqu'on mesure des graines de soja. Dans ce cas, le séchage par niveaux peut être utile pour faire évaporer l'eau à basse température avant d'augmenter la température pour déterminer la teneur en humidité de composants avec un point d'ébullition élevé. Mais il est difficile de séparer des composants ayant un point d'ébullition près de celui de l'eau, ou qui ont des points d'ébullition similaires.

Les différents paliers peuvent être choisis selon la durée et l'ampleur de chaque palier.

Selon le réglage, la mesure s'arrête au niveau 2 ou 3 lorsque le temps réglé est écoulé ou la perte de poids réglée (M) est atteinte.

2.3.2 Critère de coupure

Le critère d'arrêt définit quand la mesure est arrêtée et le résultat affiché. Les dessiccateurs proposent en règle générale deux différents critères d'arrêt.

L'arrêt par temporisation (TIME) ou la perte de poids par unité de temps (AUTO). La balance intégrée détermine en continu la perte de poids de l'échantillon pendant le séchage. Lorsque la perte de poids (ΔM) est inférieure pendant un temps défini (Δt), le séchage est arrêté et le résultat est affiché.

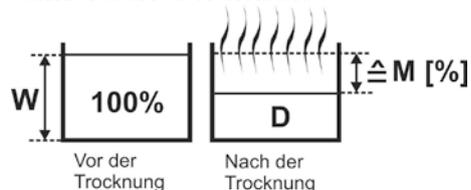
2.3.3 Affichage du résultat

On dispose de différents types d'affichage de résultat.

g Poids résiduel en grammes

Le poids de l'échantillon en grammes est affiché.

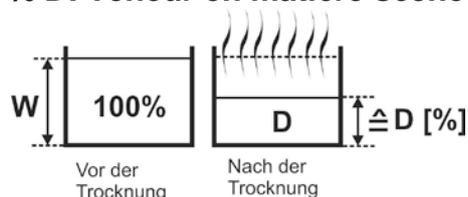
%M: Taux d'humidité



Le taux d'humidité de l'échantillon en pourcentage du poids humide (W = poids humide = poids de départ = 100%) est affiché

$$M [0\dots-100\%] = \frac{\text{poids humide } W - \text{poids à sec } D}{\text{Poids humide } W} \times 100\%$$

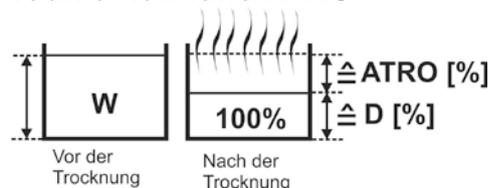
% D: Teneur en matière sèche



La teneur en matière sèche de l'échantillon en pourcentage du poids humide (W = poids humide = poids de départ = 100%) est affichée

$$D [100\dots0\%] = \frac{\text{Poids à sec } D}{\text{Poids humide } W} \times 100\%$$

ATRO %M: Taux d'humidité ATRO



Le taux d'humidité de l'échantillon en pourcentage du poids à sec est affiché (D = poids à sec = poids final = 100%)

$$ATRO [0\dots-999\%] = \frac{\text{poids humide } W - \text{poids à sec } D}{\text{Poids à sec } D} \times 100\%$$



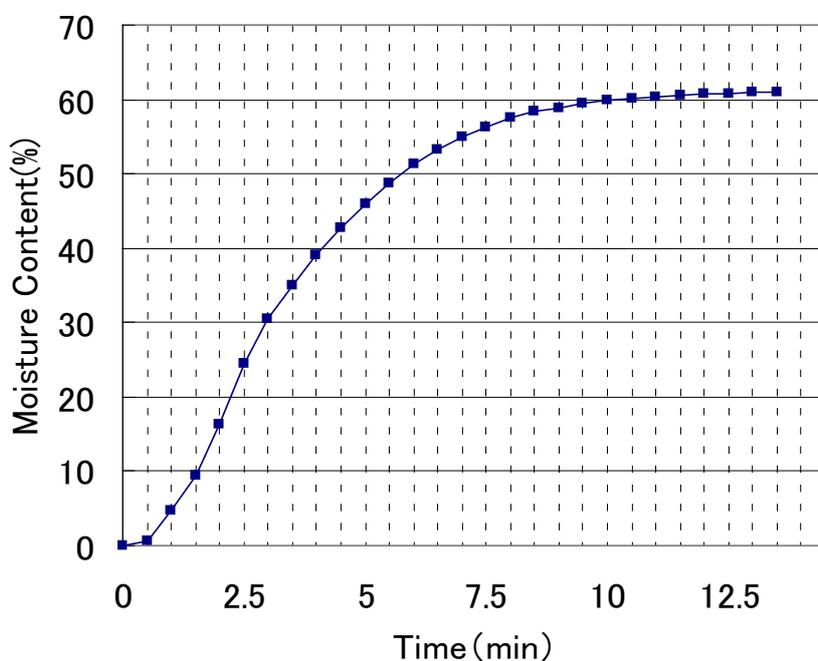
ATRO est une unité qui est exclusivement appliquée dans l'industrie du bois.

2.4 Transfert des données vers une imprimante ou PC

Les conditions suivantes doivent être réunies pour la communication entre le détecteur d'humidité et l'imprimante:

- Couper l'appareil de mesure de l'humidité de l'alimentation électrique et le relier par un câble approprié avec l'interface de l'imprimante. Seul un câble d'interface KERN correspondant vous assure une exploitation sans panne.
- Les paramètres de communication (vitesse de transmission en bauds, bits et parité) doivent coïncider entre le détecteur d'humidité et l'imprimante.

Pour le transfert des données dans le programme du PC nous recommandons notre logiciel de transfert „Balance Connection KERN SCD 4.0“. Un logiciel comme par ex. Excel peut être utilisé pour dessiner des représentations graphiques.



3 Mesures d'exemple avec dessiccateur halogène (KERN DBS 60-3)

3.1 Généralités

En général, les paramètres spécifiques d'échantillon ne se peuvent rechercher que par des expériences,

ou

Ils s'orientent aux normes déjà existantes, aux instructions internes de l'usine ou aux recommandations suivantes.

Remarque:

La température de séchage influence de bon degré la durée de mesure. Elle doit être sélectionné de façon que l'échantillon ni se décompose ni change sa structure chimique. Une température de séchage trop basse prolonge sans nécessité la durée de séchage.

Il faut aussi observer que certains échantillons dans des différentes températures de séchage émettent de différentes quantités d'humidité. Cela est le cas des substances desquelles l'humidité est présente lié en différentes concentrations ou telles qui tendent à se décomposer. Des divergences minimales peuvent être adaptées aux valeurs d'humidité du procédé de référence en changeant la température de séchage.

Pour la sélection de la température nous recommandons le procédé suivant:

- Evaluer le pourcentage d'humidité de l'échantillon.
- Déterminer la température de décomposition de l'échantillon avec des essais
- Comparaison des résultats de mesure avec le procédé de référence si ça existe.

Si trop d'humidité a été séparée, il faut réduire la température de séchage. En cas de résultats de mesure trop bas, la température de séchage est possiblement trop basse ou la durée de séchage était trop courte.

3.2 Aliments

3.2.1 Sel de table (NaCl)

Réglages: Séchage standard 200°C/ TIME 10 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	5 032 g	0.08
2.	5 021 g	0.09
3.	5 052 g	0.08
MW		0.083

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement



Puisque ce sel a été obtenu en utilisant une résine échangeuse d'ions, il ne contenait presque pas d'impuretés. L'emballage a été ouvert seulement juste avant la mesure, ainsi le sel n'a pas absorbé d'humidité. La teneur en humidité était extrêmement basse.

3.2.2 Lait



Il est recommandé d'utiliser pour des liquides un filtre en fibre de verre (en option). Le temps de séchage est ainsi réduit et la reproductibilité augmentée.

- Réglages: Séchage standard 140°C/ TIME 10 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	1 081 g	87.70
2.	1 025 g	87.61
3.	1 031 g	87.68
MW		87.66

- Réglages: Séchage standard 140°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	1 036 g	7:10	87.47
2.	1 168 g	8:01	87.52
MW			87.50

Echantillon avant la mesure



1 g de lait réparti régulièrement sur le filtre en fibre de verre

Echantillon après la mesure



Après l'élimination de l'humidité, il reste une mince tâche de graisse jaune



Les mesures ont été arrêtées une fois par temporisation (TIME) et une fois en automatique (AUTO). Les deux critères d'arrêt montrent à peu près les mêmes résultats pour des échantillons contenant beaucoup d'eau et dont les composants ont un point d'ébullition relativement élevé.

3.2.3 Sucre cristallin

Réglages: Séchage standard 160°C/ TIME 5 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	5 003 g	0.14
2.	5 007 g	0.12
3.	5 043 g	0.14
MW		0.13

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Pas de décoloration mais la surface légèrement solidifiée.

⚠ En cas de température de séchage élevée, le sucre cristallisé peut caraméliser (voir photo ci-après), une mesure exacte est ainsi empêchée.



3.2.4 Mayonnaise

i Pour des échantillons pâteux comme la mayonnaise, il est recommandé d'utiliser un filtre en fibre de verre (en option). Le temps de séchage est ainsi réduit et la reproductibilité augmentée.

- Réglages: Séchage standard 160°C/ TIME 10 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	1 078 g	20.52
2.	0,964 g	20.71
3.	1 097 g	20.60
MW		20.61

- Réglages: Séchage standard 160°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	0,952 g	6:38	20.38
2.	1 319 g	6:21	20.42
MW			20.40

Echantillon avant la mesure



L'échantillon est réparti régulièrement avec une spatule sur un filtre en fibre de verre

Echantillon après la mesure



Evaporer de l'eau et des huiles, peu de décoloration

i Les mesures ont été arrêtées une fois par temporisation (TIME) et une fois en automatique (AUTO). Les deux critères d'arrêt montrent à peu près les mêmes résultats pour des échantillons contenant beaucoup d'eau et dont les composants ont un point d'ébullition relativement élevé.

3.2.5 Café soluble

i Pour des échantillons de couleur foncée, régler la température de séchage le plus bas possible.

- Réglages: Séchage standard 120°C/ TIME 10 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	0,994 g	7.33
2.	1 079 g	7.50
3.	0,980 g	7.45
MW		7.43

- Réglages: Séchage standard 120°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	1 033 g	7:42	6.97
2.	0,749 g	7:06	7.06
MW			7.02

Echantillon avant la mesure



Echantillon après la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Presque pas de décoloration

i Les mesures ont été arrêtées une fois par temporisation (TIME) et une fois en automatique (AUTO). Les deux critères d'arrêt montrent à peu près les mêmes résultats.

⚠ Lorsqu'on règle pour des échantillons de couleur foncé une température de séchage élevée (par ex. 200°C), il peut se produire une carbonisation (décomposition) de l'échantillon (voir photo ci-après), ce qui empêche une mesure exacte



3.2.6 Café moulu

i Pour des échantillons de couleur foncée, régler la température de séchage le plus bas possible.

- Réglages: Séchage standard 120°C/ AUTO 0,05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	4,983 g	5:30	5,40
2.	4,980 g	5:30	5,35
3.	4,972 g	5:37	5,45
MW			5,40

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Pas de décoloration

3.2.7 Grains de café

Les grains bruts de café (non torréfiés) sont pâteux et difficiles à mouler dans le moulin à café à cause de leur teneur en humidité. Lors de la répartition dans le récipient d'échantillon se formaient des grumeaux d'une taille de 2-5.

Les grains de café torréfiés ont été moulus comme d'habitude finement (taille de particules uniforme). Il fallait environ 17 minutes pour sécher le café non torréfié, ce qui est dû à des difficultés lors du séchage des grumeaux.

A cause des particules plus fines, le temps de séchage pour le café torréfié était plus court.

- **Grains de café non torréfiés**

Réglages: Séchage standard 140°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	5 162 g	17:00	9.40
2.	5 140 g	16:34	9.42
3.	5 021 g	17:35	9.14
MW			9.32

- **Grains de café torréfiés**

Réglages: Séchage standard 140°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	3 028 g	5:57	2.58
2.	3 020 g	7:10	2.68
	3 057 g	8:10	2.78
MW			2.68

Echantillon avant la mesure



Réparti de manière régulière sur le récipient, certains grumeaux du grain brut sont visibles.

Echantillon après la mesure



La surface est partiellement brûlée, on a pu atteindre néanmoins une bonne reproductibilité.

3.2.8 Thé vert

Réglages: Séchage standard 120°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	5 056 g	9:15	3.76
2.	5 099 g	9:00	3.75
3.	5 022 g	9:00	3.78
MW			3.76

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement, uniquement la couleur verte brillante semble être atténuée.

3.2.9 Flocons d'orge

Réglages: Séchage standard 200°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	5 758 g	9:50	12.64
2.	5 748 g	10:27	12.67
3.	5 710 g	9:58	12.64
MW			12.65

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement, uniquement une coloration jaune légère

3.2.10 Noisettes moulues

Réglages: Séchage standard 130°C/ AUTO 0,05 %(Δ M)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	5.058 g	6:50	4,33
2.	5.148 g	6:27	4,28
3.	5.010 g	6:58	4,37
MW			4,32

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement

⚠ Lorsque l'on règle une température de séchage élevée (par ex. 190°C), il peut se produire une carbonisation (décomposition) de l'échantillon (voir photo ci-après), ce qui empêche une mesure exacte



3.2.11 Riz

Réglages: Séchage standard 200°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	5 938 g	14:19	14.55
2.	5 942 g	13:40	14.47
3.	5 979 g	13:45	14.43
MW			14.48

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Coloration jaune

3.2.12 Ketchup de tomates

i Pour des échantillons pâteux comme le ketchup, il est recommandé d'utiliser un filtre en fibre de verre (en option). Le temps de séchage est ainsi réduit et la reproductibilité augmentée.

Réglages: Séchage standard 140°C/ AUTO 0,1 %(Δ M)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	2 544 g	19:50	69.32
2.	2 450 g	19:30	69.36
3.	2 619 g	20:00	69.53
MW			69.40

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le filtre en fibre de verre

Echantillon après la mesure



Coloration foncée

3.2.13 Glace au citron

i Pour des échantillons pâteux comme la glace, il est recommandé d'utiliser un filtre en fibre de verre (en option). Le temps de séchage est ainsi réduit et la reproductibilité augmentée.

Réglages: Séchage standard 140°C/ TIME 12 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	2 544 g	84.47
2.	2 450 g	84.73
3.	2 619 g	84.38
MW		84.53

Echantillon avant la mesure



Réparti de manière régulière sur le filtre en fibre de verre à température ambiante

Echantillon après la mesure



Coloration jaune

3.2.14 Mangue séchée

Réglages: Séchage standard 120°C/ TIME 30 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	3 301 g	8.79
2.	3 748 g	9.04
3.	4 474 g	8.38
MW		8.74

Echantillon avant la mesure



Dés de 2-3mm répartis régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Coloration marron, couche extérieure dure, le noyau intérieur reste mou.

Lors d'une mesure de 12 heures à 120°C a été mesurée une teneur d'humidité de 23.88 %. L'échantillon a été carbonisé après la mesure, ce qui est vraisemblablement dû à la teneur en sucre.



3.2.15 Amidon de maïs

Réglages: Séchage standard 180°C/ AUTO 0,02 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	5 133 g	9:49	12.27
2.	4 910 g	9:14	12.10
3.	5 097 g	9:12	12.14
MW			12.17

Deutsch

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement

3.2.16 Huile de palme

i Pour des échantillons comme l'huile de palme, il est recommandé d'utiliser un filtre en fibre de verre (en option). Le temps de séchage est ainsi réduit et la reproductibilité augmentée.

Réglages: Séchage standard 120°C/ TIME 5 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	2 504 g	0.40
2.	2 660 g	0.41
3.	2 537 g	0.43
MW		0.41

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le filtre en fibre de verre

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement, a été réparti complètement

3.3 Produits industriels, plastiques, boue etc.

3.3.1 Le dihydrate de tartre de sodium

Le dihydrate de tartre de sodium ($\text{NaOOCCH(OH)CH(OH)COONa}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) est une substance stable non toxique. A cause de sa concordance relativement bonne avec la valeur d'humidité théorique pouvant être calculée par la formule moléculaire $[\frac{36.03 \text{ (deux molécules d'eau)}}{230.08 \text{ (poids moléculaire total)}} = 15,66 \text{ \%}]$, il est utilisé en général comme substance de test pour des dessiccateurs, La teneur en humidité de 15,80 % dévie légèrement de la valeur théorique (15,66 %). L'origine pour ceci est par ex. l'absorption d'humidité de l'air pendant le stockage.

Réglages: Séchage standard 160°C/ TIME 15 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	5 103 g	15.79
2.	5 064 g	15.80
3.	5 021 g	15.80
MW		15.80

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement

3.3.2 Granulat de plastique

Le granulat de matière plastique contient en plus du matériau polymère d'autres composants volatiles qui s'échappent lors du séchage. Puisque l'humidité devait être mesurée à la surface du granulat, la température de séchage a été réglée à 100°C.

A cause de la température de séchage basse, le séchage a été difficile. En mode de séchage TIME, la teneur en humidité augmente apparemment avec le temps, ce qui est dû à l'évaporation suivante à partir de l'intérieur du granulat. En mode de séchage AUTO, le temps de mesure est réduit.

Si lors du processus de séchage, d'autres composants s'échappent en plus de l'humidité, la mesure de la teneur absolue en humidité des dessiccateurs halogène est inadaptée.

- Réglages: Séchage standard 100°C/ TIME 25 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	10 080 g	0.12
2.	10 016 g	0.13
3.	10 290 g	0.13
MW		0.13

- Réglages: Séchage standard 100°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	10,67 g	1:59	0.07
2.	10,56 g	1:59	0.07
MW			0.07

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement.

3.3.3 Lessive en poudre

Les mesures ont été effectuées avec une poudre détergente courante contenant des particules bleues contenant un agent blanchissant.

La température de séchage a été réglée à des petits 120°C pour que l'apparence de l'échantillon après le séchage reste virtuellement la même.

L'évaporation continuait après un temps de séchage relativement long de 13 minutes. L'humidité ou un composant volatile s'évaporent prétendument de l'intérieur des particules de nettoyage, mais il n'est pas clair quel composant s'est évaporé.

La condition d'arrêt est de 0,05 %. Lorsque ce réglage est réduit, le temps de mesure augmente.

Une augmentation de la température de séchage a certainement comme conséquence une décomposition de l'échantillon. Les échantillons présentant une telle évaporation graduelle sont difficiles à mesurer puisque le rapport entre le temps de séchage et la décomposition de l'échantillon doit être pris en considération lors du choix des conditions de mesure.

Réglages: Séchage standard 120°C/ AUTO 0.05 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	5 086 g	13:15	9.58
2.	5 035 g	12:50	9.75
3.	5 043 g	13:20	9.89
MW			9.79

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement

3.3.4 Couleur à base d'eau

En plus de l'eau, la couleur contient beaucoup de composants volatiles, le séchage dure donc très longtemps. Même à une température de séchage de 200°C, le séchage n'a pas été terminé complètement.

Puisque la teneur en humidité est au-dessus de 50 %, les valeurs de mesure ne changeront pas beaucoup si la condition d'arrêt est modifiée.

Réglages: Séchage standard 160°C/ AUTO 0.05 %(Δ M)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	1 113 g	8:53	52.83
2.	1 171 g	10:12	52.09
3.	1 025 g	9:15	52.24
MW			52.39

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement

3.3.5 Tourteau de boue

Le tourteau de boue est le résidu séché de stations d'épuration qui est incinéré ensuite. La mesure de la teneur en humidité est importante puisqu'une teneur en eau élevée nécessite de l'énergie supplémentaire lors de l'incinération.

Un échantillon de tourteau de boue contenant de l'humidité et des fibres, a été posé sur le récipient d'échantillon et brisé en pièces d'env. 10 mm. A cause de la mauvaise odeur, on n'a pas consacré beaucoup de temps pour briser l'échantillon.

Les résultats montraient une teneur en humidité de 81 % et donnaient une bonne reproductibilité. La bonne reproductibilité a certainement été atteinte par le fait que l'échantillon ne contenait que peu de composants volatiles en dehors de l'eau.

Réglages: Séchage standard 200°C/ AUTO 0.05 %(Δ M)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	2 170 g	21:03	81.84
2.	2 074 g	21:34	81.20
3.	2 231 g	21:57	81.62
MW			81.55

Echantillon avant la mesure



Echantillon brisé réparti sur le récipient

Echantillon après la mesure



Volume réduit à cause du séchage

3.3.6 Terreau

Le terreau contient par ex. du composte, du fumier de volaille et de la terre. Cet échantillon contenait également des éclats de bois qui ont contribué peut-être à une reproductibilité légèrement augmentée de la teneur en humidité. A cause de la température de séchage basse de 120°C, on a pu constater presque pas de changement de l'apparence après le séchage.

Réglages: Séchage standard 120°C/ AUTO 0.05 %(Δ M)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	4 973 g	15:40	33.62
2.	5 065 g	15:50	33.98
3.	5 032 g	15:00	33.59
MW			33.40

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement

3.3.7 Sciure

La température de séchage a été réglée à 160°C puisque de tels échantillons peuvent s'enflammer à des températures de séchage de 200°C. 4 g de sciure ont été répartis de manière régulière en couche un peu plus épaisse sur le récipient. Malgré la couche épaisse, on a atteint une évaporation efficace à cause du grand nombre d'espacements. Cela a donné des temps de séchage courts et une bonne reproductibilité.

Réglages: Séchage standard 160°C/ AUTO 0,02 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	4 176 g	8:50	34.05
2.	4 032 g	8:30	34.67
3.	4 054 g	8:00	34.41
MW			34.38

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur un récipient avec une couche d'env. 4mm

Echantillon après la mesure



Surface légèrement brûlée, couleur brunâtre, malgré tout bonne reproductibilité

3.3.8 Toner

Réglages: Séchage douceur 100°C/ TIME 2 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)	Temps de séchage (temps de préchauffage de 5min + 2 min à 100°C)
1.	3 100 g	0.77	7:00
2.	3 102 g	0.71	7:00
3.	3 051 g	0.66	7:00
MW		0.71	

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Fondu avec surface croulée

3.3.9 Rouge à lèvres

Le rouge à lèvres contient à côté de l'eau des composants volatiles comme des alcools.

L'échantillon fond lors de l'échauffement, mais la viscosité et texture d'origine restent conservées après le refroidissement à température ambiante.

Réglages: Séchage standard 100°C/ TIME 3 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	0,666 g	0.75
2.	0,768 g	0.78
3.	0,923 g	0.65
MW		0.73

Echantillon avant la mesure



Pièces de 3mm réparties sur le récipient

Echantillon après la mesure



Le rouge à lèvres a été fondu après 1 min.

3.3.10 Savon pour mains

Réglages: Séchage standard 200°C/ TIME 16 min

	Poids de l'échantillon (g)	Humidité (%)
1.	2 373 g	9.14
2.	2 683 g	9.21
3.	2 712 g	8.92
MW		9.09

Echantillon avant la mesure



Copeaux répartis de manière régulière sur le récipient

Echantillon après la mesure



Coloration marron et petites bulles à la surface

3.3.11 Ensilage de maïs

Les mesures ont été effectuées avec de l'ensilage de maïs courant utilisé dans les installations de biogaz ou comme aliments de bétail.

La mesure de teneur en humidité est importante puisque la qualité de l'ensilage est basée sur la teneur en matière sèche.

Puisque l'ensilage de maïs contient des fibres de taille différente et des grains de maïs complets, il faut effectuer la prise d'échantillon et la préparation de l'échantillon comme décrit ci-après.

Prise d'échantillon

Influence de la prise d'échantillon sur la reproductibilité:

- Prendre le plus possible d'échantillons à plusieurs endroits et bien les mélanger
- Eviter la prise ou dégagement d'humidité pendant la prise d'échantillons
- Conserver dans un récipient hermétique pour que l'échantillon ne change pas pendant le stockage.

Préparation de l'échantillon

Un broyage de l'échantillon donne un dégagement d'humidité plus rapide et meilleur.

- Broyer l'échantillon avec un broyeur électrique puissant (par ex. 1000 Watt).
- Travailler rapidement pour que l'échantillon ne s'échauffe pas pendant le broyage, ceci pourrait provoquer une perte d'humidité déjà pendant la préparation.
- Pour une reproductibilité élevée, utiliser toujours la même quantité d'échantillon, par ex. 5 g.
- Répartir régulièrement l'échantillon sur le récipient.

Echantillon avant le broyage



Echantillon après le broyage



A cause de la température de séchage basse de 120°C, on a pu constater presque pas de changement de l'apparence après le séchage.

Réglages: Séchage standard 120°C/ AUTO 0.1 %(Δ M)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Teneur en matière sèche (%)
1.	5 007 g	22:52	32,59
2.	5 009 g	22:31	32,88
3.	5 038 g	21:07	32,65
MW			32.74

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Presque pas de changement

3.3.12 Plâtre

Réglages: Séchage standard 105°C/ AUTO 0,01 %(ΔM)

	Poids de l'échantillon (g)	Temps de séchage (min)	Humidité (%)
1.	5.346 g	10:15	0,77
2.	5.074 g	10:23	0,75
3.	5.072 g	10:32	0,75
MW			0,76

Deutsch

Echantillon avant la mesure



Réparti régulièrement sur le récipient

Echantillon après la mesure



Pas de changement