



Germany
76185 Karlsruhe
Gablonzer Straße 6
Tel. 0049 / 721 / 95897-0
Fax. 0049 / 721 / 95897-77
E-Mail: info@kgw-isotherm.de
Internet: www.kgw-isotherm.de



Betriebsanleitung

**NLK Apparatur
nach EN 459-2
(DIN 1060 Teil 3)**

1. Auspacken und Aufstellen

Bitte packen Sie das Gerät sorgfältig aus und achten Sie auf Beschädigungen. Es ist wichtig, dass eventuelle Transportschäden schon beim Auspacken erkannt werden. Gegebenenfalls ist eine sofortige Tatbestandsaufnahme erforderlich. Dazu wenden Sie sich bitte an den Hersteller.

- Entnehmen Sie bitte die zulässigen Umgebungsbedingungen den technischen Daten.
- Bitte überprüfen Sie vor Inbetriebnahme, ob Ihre Netzspannung 230 V ~ 50 Hz oder 115V~60Hz beträgt.
- Es dürfen nur zugelassene Temperaturfühler zum Einsatz kommen.

2. Aufbau und Inbetriebnahme

Beim Aufbau des Systems halten Sie bitte folgende Reihenfolge ein:

WICHTIG - SICHERHEITSHINWEIS

Ungelöschter Kalk ist ätzend. Die Kalkmilch ist nach dem Löschen stark alkalisch.

!! Unbedingt Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen !!

1. Stativ aufbauen und Kreuzklemme einsetzen.
2. Kreuzmuffe am Stativ befestigen und Rührwerk einspannen.
3. Blattrührer in das Spannfutter einführen und sichern.
4. Dewargefäß auf die Stativplatte stellen und mittels Klemme sichern.
5. Rührwerk mit Blattrührer ausrichten.
6. Rührwerk auf die kleinste Drehzahl einstellen und das Dewargefäß ausrichten, so dass der Rührer frei im Dewar drehen kann.
7. Deckel aufsetzen und Rührwerk und Blattrührer so ausrichten, daß der Blattrührer sich frei drehen kann. Der Blattrührer darf das Glas nicht berühren und das Dewar muss mittels Klammer gesichert sein.
8. Achtung: Höhe des Blattrührer prüfen.
9. Deckel schließen und Temperaturfühler einführen und sichern.
10. Temperaturfühler anschließen und Betriebsanleitung des Temperaturmeßgerätes beachten.

3. Allgemeines

Die Prüfung von Feinkalk auf Reaktionsfähigkeit beim Löschen erfolgt durch Messung der bei seiner Umsetzung mit Wasser einsetzenden Temperaturerhöhung in Abhängigkeit von der Reaktionsdauer (Nasslöschkurve)

Grundlage von Apparatur und Messverfahren ist nach EN 459-2 .

3.1. Theoretische Grundlagen und Messverfahren

Gemäß Norm werden 150 +/- 0,5 g ungelöschter Kalk in ein Dewargefäß gegeben, in dem sich 600 +/- 1 g destilliertes Wasser mit ca. 20°C befinden.

Die Umsetzung von feinem Kalk (CaO) mit Wasser unter Bildung von Kalziumhydroxid (Ca(OH)₂) erfolgt exotherm (1160 kJ/kg).

Die freiwerdende Wärmeenergie erwärmt das Wasser und auch Teile der Apparatur. Die Temperaturerhöhung wird gemessen und über eine Zeitkurve aufgetragen. Dieses ergibt anschließend die Nasslöschkurve.

Aus der Nasslöschkurve werden die erforderlichen Daten – siehe Kapitel Auswertung ermittelt. Die Apparatur stellt ein Reaktionskalorimeter einfachster Bauart dar.

Unter Berücksichtigung der spezifischen Wärme des CaO (ca. 0,84J/g K) errechnet sich aus der Reaktionswärme von 1160 kJ/K eine theoretische Erwärmung von ~ 64°C. Dieser Wert wird in der Praxis nicht erreicht, weil kein chemisch reiner Kalk vorliegt, kein vollständiger Umsatz erreicht werden kann und weil natürlich die Apparatur Wärme aufnimmt und abführt.

Die maximale Temperatur T_{\max} kann aus dem gemessenen Wert T'_{\max} , der Anfangstemperatur T_o und dem Wasserwert der Apparatur berechnet werden (siehe Kapitel Auswertung)

T'_{\max} = gemessene Maximaltemperatur

T_{\max} = theoretische Maximaltemperatur (Reaktionswärme von 1160 kJ/K)

W = Wasserwert (Wärmekapazität)

(m_h) = warmes Wasser in bekannter Menge

(T_h) = Temperatur des warmen Wassers in bekannter Menge

(m_k) = kaltes Wasser in bekannter Menge

(T_k) = Temperatur des kalten Wassers in bekannter Menge

(T_m) = Mischtemperatur von kalten und heißem Wasser

Q_x = Wärmemenge

C_w = Wärmekapazität des Wassers

C_k = Wärmekapazität des Kalkes

L_f = Löschfaktor

T_o = Anfangstemperatur

Bestimmung des Wasserwertes

Die beim Versuch gemessene Maximaltemperatur T'_{\max} ist etwas zu klein, da die Apparatur Wärme aufgenommen hat. Die Maximaltemperatur T_{\max} kann errechnet werden, wenn der Wasserwert W (Wärmekapazität) der Apparatur bekannt ist.

Messprinzip

Es wird ein Mischversuch durchgeführt, bei dem warmes Wasser bekannter Menge (m_h) und Temperatur (T_h) vorgegeben wird und kaltes Wasser bekannter Menge (m_k) und Temperatur (T_k) zugegeben wird. Die sich einstellende Mischtemperatur (T_m) wird gemessen. Dabei gibt das vorgelegte warme Wasser und die Apparatur eine Wärmemenge Q_x ab und das kalte Wasser nimmt die gleiche Wärmemenge Q_x auf.

$$Q_{x\text{ab}} = m_h \cdot C_w \cdot (T_h - T_m) + W \cdot (T_h - T_m)$$

$$Q_{x\text{auf}} = m_k \cdot C_w \cdot (T_m - T_k) \text{ aus } Q_{x\text{ab}} = Q_{x\text{auf}} \text{ folgt}$$

$$m_h \cdot C_w \cdot (T_h - T_m) + W \cdot (T_h - T_m) = m_k \cdot C_w \cdot (T_m - T_k) \text{ und}$$

$$W = \frac{m_k \cdot C_w \cdot (T_m - T_k) - m_h \cdot C_w \cdot (T_h - T_m)}{T_h - T_m} \quad \text{in J/}^\circ\text{C}$$

Beispiel : Setzt man in die Formel $W =$

$$m_h = 550 \text{ g und } T_h = 50^\circ\text{C}$$

$$m_k = 200 \text{ g und } T_k = 20^\circ\text{C}$$

$$T_m = 42,5^\circ\text{C und}$$

$$C_w = 4,19 \text{ J/gr }^\circ\text{C}$$

So errechnet sich : $W = 209,5 \text{ J/}^\circ\text{C}$

Setzt man bei sonst gleichen Werten lediglich

$$T_h = 49,9^\circ\text{C und } T_m = 42,6^\circ\text{C,}$$

so ergibt sich $W = 289,9 \text{ J/}^\circ\text{C}$

Aus diesem einfachen Beispiel ist zu erkennen, dass für die Wasserwertbestimmung die Temperaturmessung mit $0,01^\circ\text{C}$ Auflösung durchgeführt werden muss, damit man nicht im Bereich der Vermutungen misst.

Zur Wasserwertbestimmung sind folgende Hinweise nützlich:

- x Heißes Wasser vorbereiten ($50 \pm 1^\circ\text{C}$)
- x Dewargefäß auf die Waage setzen und Waage auf Null stellen (Tara)
- x Heißes Wasser einwiegen ($550 \pm 0,1 \text{ g}$)
- x Dewargefäß mit dem heißen Wasser in die Apparatur einsetzen, Blattrührer eintauchen, Deckel schließen, Messfühler einstecken und Rührwerk einschalten (350 U/min)
- x Kaltes Wasser ($200 \pm 0,1\text{g}$, 20°C) in ein Becherglas (250 ml, schmale Bauform) einwiegen
- x Becherglas mit kaltem Wasser neben die laufende Apparatur stellen. Temperaturanzeige des heißen Wassers beachten. Wenn die Temperatur weniger als $0,1^\circ\text{C}$ pro Minute absinkt, Messfühler herausnehmen, in das kalte Wasser im Becherglas tauchen und dieses mit dem Fühler per Hand umrühren. Wenn nach einigen Sekunden die Temperaturanzeige sich nicht mehr verändert, wird der Wert notiert (T_k)
- x Messfühler aus dem kalten Wasser herausnehmen und diesen in die Bohrung des Deckels einführen. Wenn nach einigen Sekunden die Temperatur am Anzeigegerät sich nicht mehr verändert, wird der Wert notiert (T_h).
- x Deckel öffnen , das kalte Wasser aus dem Becherglas zugießen. Deckel schließen, Temperaturanzeige beachten. Nach ca. 30 Sekunden sollte die Temperatur stehen, Wert notieren (T_m) .
- x Den ganzen Vorgang 5 bis 10 Mal wiederholen, der erste Wert wird nicht mitgerechnet, Mittelwert bilden, W berechnen.

Probenvorbereitung

Für die Prüfung ist eine Probenmenge von etwa 0,5 kg bereitzustellen. Die Temperatur der Probe sollte $20 \pm 1^\circ\text{C}$ betragen.

Damit die Probe dem zu prüfenden Produkt entspricht, muss sie in dicht schließenden Behältern aufbewahrt werden. Bereits die Aufnahme kleiner Feuchtigkeitsmengen beeinflusst den Verlauf der Nasslöschkurve.

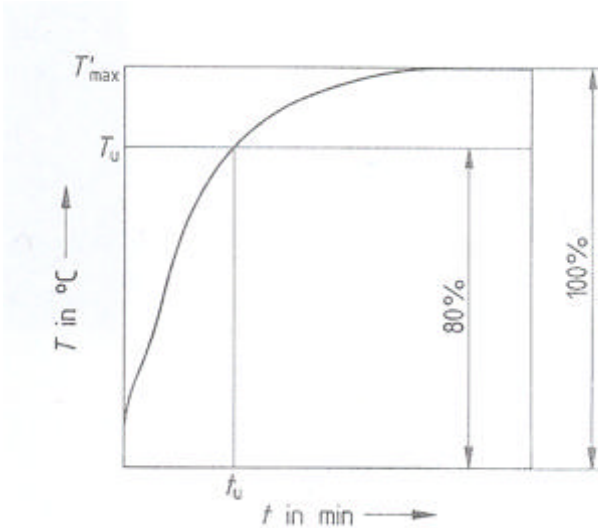
Für einen Einzelversuch ist eine Probemenge von $150 \pm 0,5$ g in das Einfüllgefäß abzuwiegen.

Durchführung einer Messung

- Dewargefäß mit 600 ± 1 g destilliertem Wasser ($20 \pm 0,5^\circ\text{C}$) füllen und in das Stativ stellen.
- Teleskop mit Blattrührer und Rührwerk bis zum vorher eingestellten Anschlag absenken.
- Deckel aufsetzen und schließen., Messfühler einstecken, Rührwerk starten, Drehzahl $350 \pm 1/\text{min}$.
- Temperatenausgleich abwarten (ca. 2 Minuten)
In der Zwischenzeit Temperaturmessgerät mit Datenlogger einschalten
- Temperatur Datenaufzeichnung auf ein Intervall von 60 Sekunden einstellen.
Eine Temperatur - Datenerfassung von 30 Sekunden pro Wert zeigt einen differenzierteren Temperaturverlauf.
- Deckel des Dewargefäßes öffnen und die vorbereitete Probemenge auf einmal in das Dewargefäß geben (Einfüllgefäß oder Papiertüte benutzen). Deckel schließen, Datenlogger starten.
- Anmerkung gemäß DIN :

Es muss sichergestellt sein, dass der Gefäßinhalt während der gesamten Versuchsdauer vollständig durchgemischt wird. Bei stark eindickenden Kalken kann es notwendig sein, nach Erreichen der Reaktionstemperatur von etwa 60°C die Drehzahl des Rührer zu Erhöhen.

Auswertung



Die Temperaturmesswerte werden in einem Diagramm in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Dies ergibt die Nasslöschkurve.

Zur Kennzeichnung der Reaktionsgeschwindigkeit des Kalkes wird die Zeit t_u in Minuten angegeben, die für einen 80%igen Umsatz des löschraren Kalkes erforderlich ist. Dabei wird die Temperatur T_u erreicht.

Der Wert T_u wird aus der gemessenen Maximaltemperatur T'_{\max} und der Anfangstemperatur T_0 errechnet. Die zugehörige Zeit t_u wird der Nasslöschkurve entnommen.

$$T_u = 0,8 \times T'_{\max} + 0,2 \times T_0 \text{ in } ^{\circ}\text{C}$$

Der 100%ige Umsatz ist zu dem Zeitpunkt erfolgt, an dem die Maximaltemperatur T'_{\max} beobachtet wird (die zugehörige Zeit t_{ges} ist wegen des sehr flachen Kurvenverlaufes eigentlich nicht als Messwert verwendbar).

Die gemessene Maximaltemperatur T'_{\max} ist für den Vergleich verschiedener Apparaturen nicht geeignet, weil der Wärmeverbrauch jeder Apparatur etwas anders sein kann.

Bei der Ermittlung des Temperaturmaximums T'_{\max} ist der Wasserwert W der Apparatur zu berücksichtigen.

In die folgende Formel für T'_{\max} wurde zur Vereinfachung eingearbeitet:

Wärmekapazität des Wasser	$C_m = 4,19 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$
Wärmekapazität des Kalkes	$C_k = 0,838 \text{ J/g}^{\circ}\text{C}$
Wassermenge	$m_w = 600 \text{ g}$
Kalkmenge	$m_k = 150 \text{ g}$

Mit diesen Bedingungen wird aus der relativ komplizierten theoretischen Formel:

$$T'_{\max} = (2639,7 \times T'_{\max} + W \times T'_{\max} - W \times T_0) / 2639,7 \text{ in } ^{\circ}\text{C}$$

Der Löschrfaktor LF wird aus den Werten T'_{\max} , T_0 und t_{ges} errechnet. Er ist, weil die Zeit t_{ges} nur sehr ungenau zu ermitteln ist, kritisch zu beurteilen.

$$LF = (T'_{\max} - T_0) / t_{\text{ges}} \text{ in } ^{\circ}\text{C} / \text{min.}$$

Bestell Daten

NLK - Gesamtaufbau ohne Rührwerk und Messdatenerfassung.

- A) NLK Gesamtaufbau bestehend aus
Stativgestell, Dewargefäß mit Kreuzmuffen
und Dewarklemme, Deckel aufklappbar,
Blattrührer Best. Nr.: 11218
- B) NLK Gesamtaufbau bestehend aus
Teleskopgestell, Dewargefäß mit Kreuzmuffen
und Dewarklemme, Deckel aufklappbar,
Blattrührer Best. Nr.: 11235
- Oben aufgeführte Aufbauten
ohne Rührwerk ,
ohne Datenlogger mit Zubehör
und ohne Einfüllvorrichtung

Zubehör

- 1) **Temperaturmessgerät mit Datenlogger**
Messgerät Typ 735-2 Best. Nr.: 11225
Messfühler Best. Nr.: 11228
- 2) **Rührwerk (Zubehör)**
RW 20 digital Best. Nr.: 11229RW20
Eurostar digital Best. Nr.: 11229
Eurostar power basic Best. Nr.: 11230
Eurostar power control-visc Best. Nr.: 11230CV
- 3) **Einfüllvorrichtung laut Norm** Best. Nr.: 11224

NLK Ersatzteile

Dewargefäß mit Umhüllung F 9 C	Best. Nr.: 1126
Deckel aufklappbar	Best. Nr.: 11217
Blattrührer	Best. Nr.: 11219
Ersatz Dewargefäß nur Glas F 9 A	Best. Nr.: 1116
Stativgestell	Best. Nr.: 11221
Kreuzmuffe für Stativgestell	Best. Nr.: 11222
Teleskopgestell	Best. Nr.: 11221IKA
Kreuzmuffe für Teleskopgestell	Best. Nr.: 11222T
Dewarklemme	Best. Nr.: 11223

Software (PDV)

NLK Auswertsoftware bitte mit Herrn Niewisch von
der Firma PDV in Verbindung setzen

www.pdv-software.de
www.nassloeschkurve.de

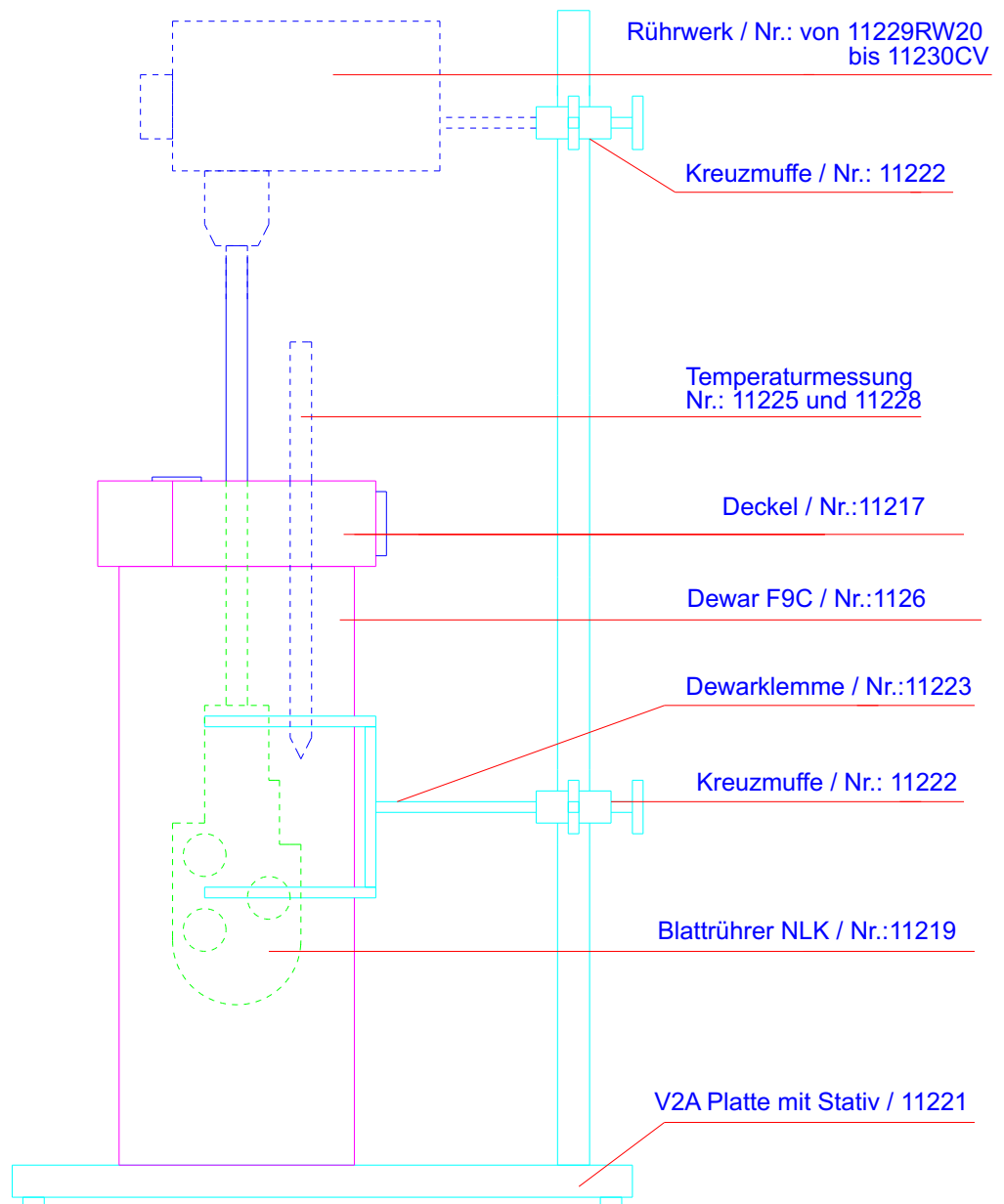
Garantie

Bei sachgemäßer Handhabung gewähren wir eine Garantie von 12 Monaten. Die Garantie umfasst maximal den Einkaufswert des Gerätes. Im Garantiefall wenden Sie sich bitte an den Hersteller.

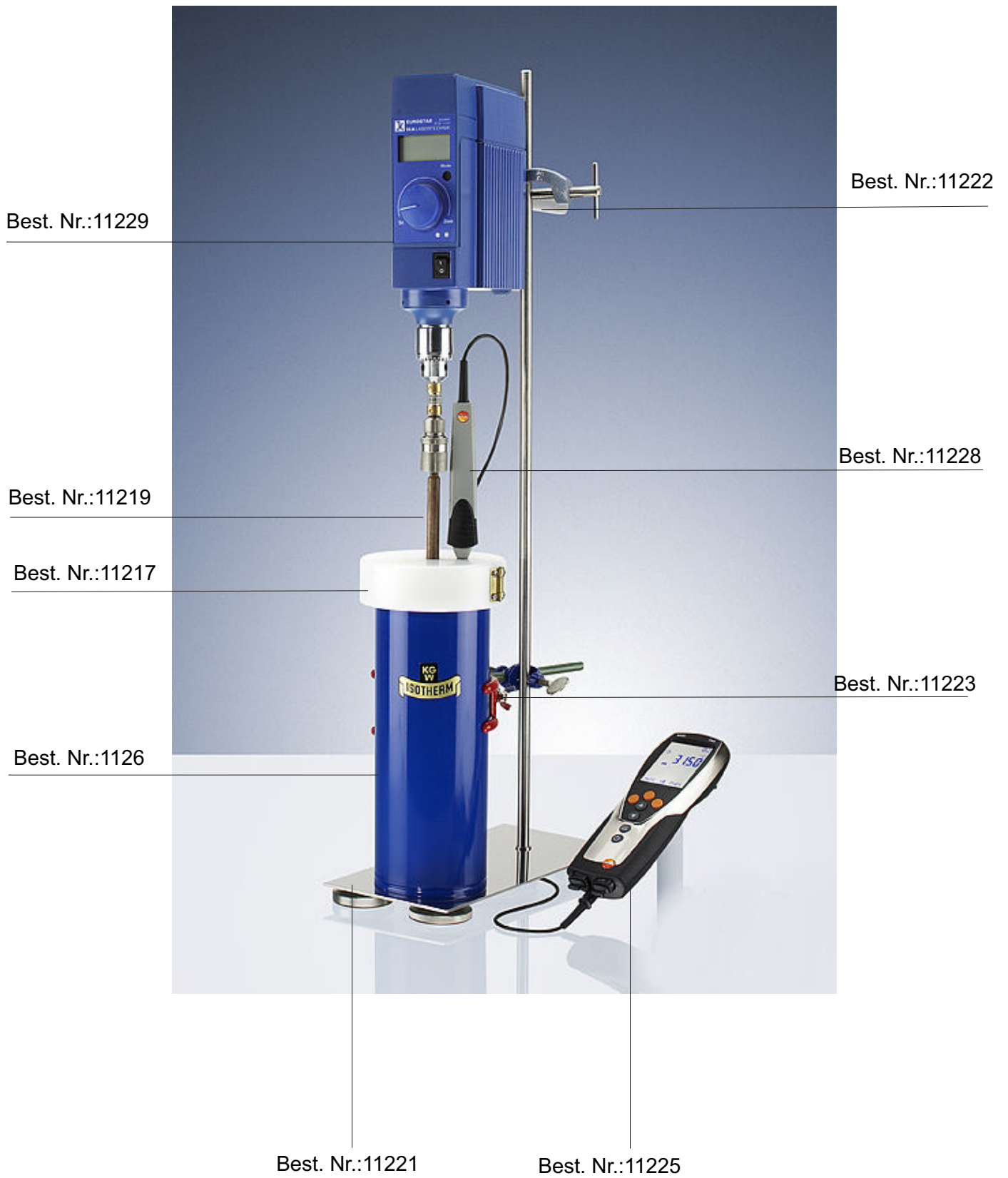


NLK Gesamtaufbau mit Stativgestell

**Best. Nr. 11218 Lieferung ohne
Messdatenerfassung und ohne
Rührwerk**



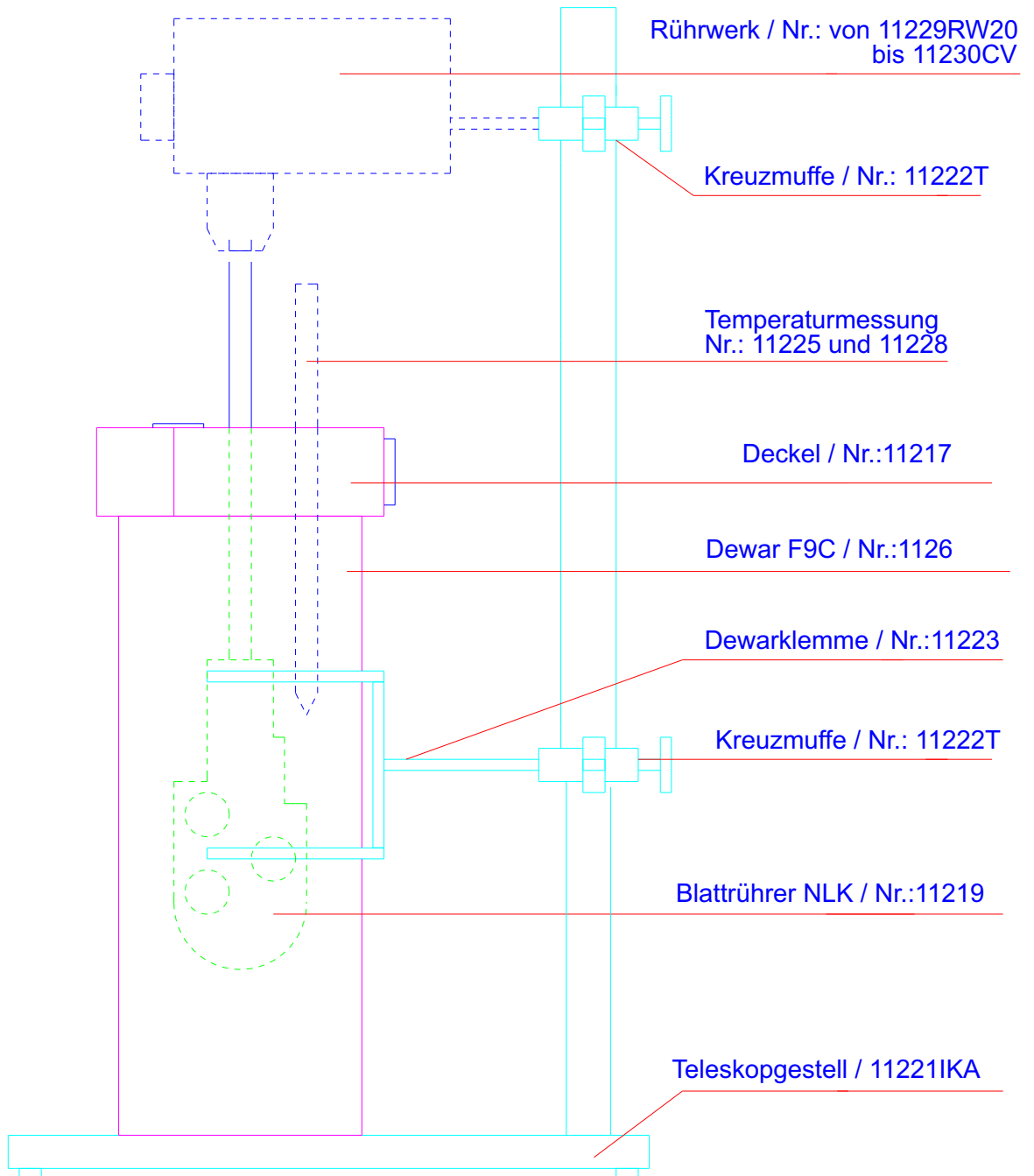
Bestell Daten Nr. 11218





NLK Gesamtaufbau mit Teleskopgestell

Best. Nr. 11235 Lieferung ohne
Messdatenerfassung und ohne Rührwerk



Bestell Daten Nr. 11235



Best. Nr.:11222T

Best. Nr.:11229RW20

Best. Nr.:11221IKA

Best. Nr.:11228

Best. Nr.:11219

Best. Nr.:11217

Best. Nr.:11222T

Best. Nr.:11223

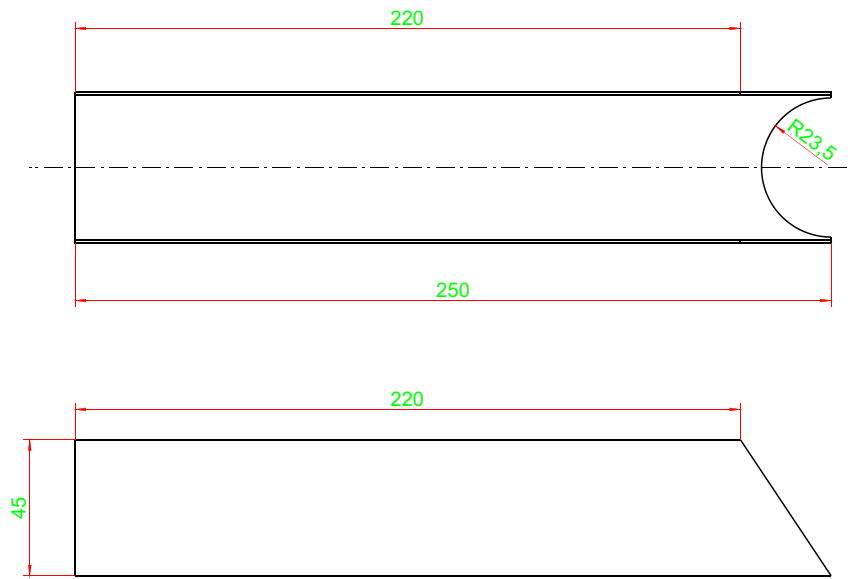
Best. Nr.:1126

Best. Nr.:11221IKA

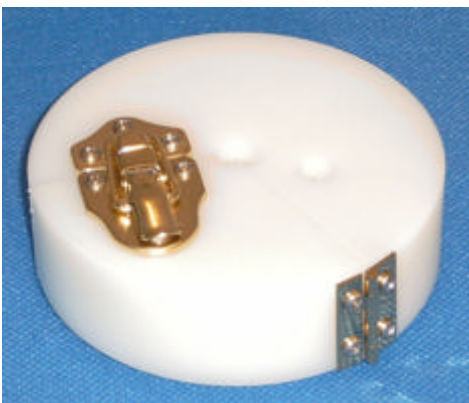
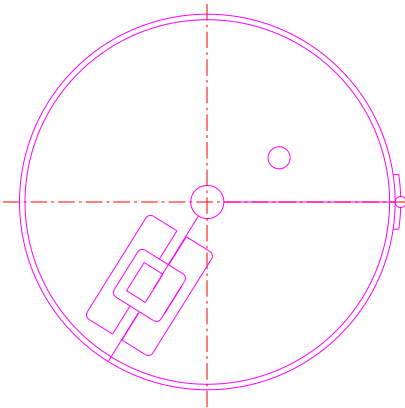
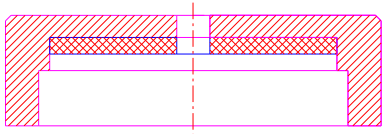
Best. Nr.:11225

Zubehör oder Ersatzteile

Einfüllvorrichtung Nr.: 11224



Deckel aufklappbar Nr.: 11217



Blattrührer Nr.: 11219

