

Wir messen es.



# Lebensmittel

Pocket-Guide



## **Urheberrechte, Gewährleistung und Haftung**

Die in diesem Pocket-Guide zusammengestellten Informationen sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte stehen ausschließlich der Testo AG zu. Die Inhalte und Bilder dürfen nicht ohne vorherige schriftliche Genehmigung der Testo AG gewerblich vervielfältigt, verändert oder für andere als den beschriebenen Anwenderzweck verwertet oder genutzt werden.

Die Informationen in diesem Pocket-Guide werden mit größter Sorgfalt erstellt. Dennoch sind die bereitgestellten Informationen unverbindlich und die Testo AG behält sich das Recht vor, Änderungen oder Ergänzungen vorzunehmen. Die Testo AG übernimmt daher keine Gewährleistung oder Garantie für die Richtigkeit und Vollständigkeit der bereitgestellten Informationen. Jegliche Haftung für Schäden, die direkt oder indirekt aus der Benutzung dieses Pocket-Guides entstehen, wird ausgeschlossen, soweit diese nicht auf Vorsatz oder grober Fahrlässigkeit beruhen.

*Testo AG, im März 2011*

## Vorwort

Sehr geehrte Leserin, sehr geehrter Leser,

Wir alle konsumieren täglich Lebensmittel und gehen dabei wie selbstverständlich davon aus, dass die Produzenten uns als Konsumenten frische und bekömmliche Ware anbieten. Hinter dem uneingeschränkten Genuss steckt jedoch ein erheblicher Arbeitsaufwand. Lebensmittel durchlaufen einen komplexen Prozess, bevor wir sie schließlich konsumieren. Dazu bedarf es gesetzlicher Normen, sorgfältig arbeitender Experten und das entsprechende Werkzeug zur Qualitätsprüfung.

Die Testo AG leistet mit ihren Messgeräten einen wesentlichen Beitrag, Lebensmittel sicher durch alle Prozesse zu führen. Unser Ziel ist es, die adäquate Messtechnik für die unterschiedlichen Anforderungen und Anwendungen der im Lebensmittelbereich tätigen Berufsgruppen, anzubieten. Daraus entstand die Idee für diesen „Pocket-Guide Lebensmittel“. Er fasst häufig auftretende Fragen im Umgang mit Lebensmitteln zusammen. Gespickt mit vielen interessanten Informationen sowie Tipps und Tricks aus der Messpraxis soll Ihnen dieser Pocket-Guide eine wertvolle, praktische Hilfe sein.

Viel Spaß beim Schmökern!



Wolfgang Schwörer, Direktor Division Handmessgeräte

# Inhaltsverzeichnis

1. Gesetzlicher Rahmen	5
1.1 Im Interesse der Weltgesundheit	5
1.2 HACCP	6
1.3 Pflichten für den Lebensmittelunternehmer	8
2. Messtechnik im Lebensmittelbereich	13
2.1 Keimwachstum	13
2.2 Was wird gemessen?	17
2.2.1 Temperatur	19
2.2.2 pH-Wert	23
2.2.3 Relative Feuchte	24
2.2.4 $a_w$ -Wert	25
2.2.5 Frittierölqualität	27
3. Tipps und Tricks	30
3.1 Praktische Tipps zur Verwendung von Lebensmittel-Messgeräten	30
3.1.1 Temperatur	30
3.1.2 Frittierölmessung	36
3.1.3 pH-Wert-Messung	39
3.1.4 $a_w$ -Wert-Messung	41
3.2 Kalibrierung und Eichung	43
4. Anhang	45
4.1 Glossar	45
4.2 Testo Messgeräte für Lebensmittel	52
4.3 Fühlerbauformen	54

# 1. Gesetzlicher Rahmen

## 1.1 Im Interesse der Weltgesundheit

Beim Umgang mit Lebensmitteln stehen gute Qualität, ein niedriger Keimgehalt und der ansprechende Geschmack im Vordergrund. Rohstoffe und fertige Lebensmittel, die gelagert, transportiert und zubereitet werden, sind jedoch Gefahren wie z. B. Beschädigung und Verderben ausgesetzt. Berichte über Lebensmittelkandale ziehen das öffentliche Interesse auf sich und reflektieren die Risiken im Umgang mit Lebensmitteln. Im Rahmen der UNO (United Nations Organization) hat sich die Weltgesundheitsorganisation WHO (World Health Organization) des Themas Lebensmittelsicherheit und Gesundheit angenommen.

### **„From farm to fork“**

So lautet die ehrgeizige Qualitätssicherungsdefinition eines Grundsatzpapiers der WHO aus dem Jahre 1992. 1993 wurde aus diesem Papier das für die gesamte Europäische Union gültige „HACCP-Papier“ abgeleitet, die EU Richtlinie 93/43/EU. Diese wurde 2004 durch fünf Verordnungen abgelöst und ist heute in den EU-Ländern und deren Handelspartnern rechtskräftig, ohne dass die einzelnen Länder ein eigenes Gesetz erlassen mussten.

EC 178/2002 =	Allgemeine Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts. Basisdokument für weitere Richtlinien und Verordnungen.
EC 852/2004 =	Verordnung vom 29.04.04 über Lebensmittelhygiene.
EC 853/2004 =	Spezifische Verordnung über Lebensmittel tierischer Herkunft.
EC 854/2004 =	Spezifische Verfahrensvorschriften für amtliche Überwachung von Erzeugnissen tierischen Ursprungs.
EC 882/2004 =	Verordnung über amtliche Kontrollen zur Überprüfung des Lebensmittel- und Futtermittelrechtes.

*Abb. 1: Die Verordnungen im Europäischen Lebensmittelrecht*

## 1.2 HACCP

HACCP steht für:

**Hazard Analysis Critical Control Points**

Gefahrenanalyse und kritische Kontrollpunkte

### Warum HACCP?

Ziel dieses Konzeptes ist die Minimierung von Lebensmittelerkrankungen. Lebensmittel sollen für den Konsumenten sicherer gemacht werden. Gründe für Lebensmittelerkrankungen können sein:

- Globalisierung (Rohprodukte/Import/Export)
- Convenience Produkte (Halbfertigprodukte)
- Massentierhaltung (Salmonellen)
- Massentourismus (unhygienisches Arbeiten, Zeitnot)
- Fast Food, zu viele „Produzenten“ (Straßenverkauf)

Um zu erkennen ob ein Lebensmittel gefährlich werden kann, sollte man sich folgende Fragen stellen:

- Hat das Produkt empfindliche Inhaltsstoffe?
- Ist es für empfindliche Zielgruppen bestimmt (Senioren, Kranke, Säuglinge)?
- Wird ein Prozess durchgeführt, um Risikostoffe abzutöten (Reinigung, Kochen)?
- Sind toxisch veränderliche Grundstoffe enthalten (Pilze, Sporen, Eiweiße)?

### **Die sieben Grundsätze des HACCP-Konzeptes**

Die Eigenkontrolle ist das zentrale Element des HACCP-Konzeptes. Durch ein 7-Punkte-Programm soll das HACCP-Konzept effektiv umgesetzt werden:

1. Ermittlung der relevanten Gefahren (Hazard Analysis)
2. Bestimmung der kritischen Kontroll-Punkte (Critical Control Points)
3. Festlegen von Grenzwerten (nur für CCPs)
4. Festlegung und Durchführung effizienter Überwachung
5. Festlegung von Korrekturmaßnahmen
6. Erstellung von Dokumenten und Aufzeichnungen (Dokumentation)
7. Festlegung regelmäßiger Verifizierungsverfahren (Eigenkontrollpflicht)

Das HACCP-Konzept unterscheidet zwischen kritischen Punkten und kritischen Kontrollpunkten.

### **Kritische Punkte**

Kritische Punkte (CPs) sind Stationen im Prozessablauf, bei denen zwar keine Gesundheitsgefahr besteht, der Punkt aber als kritisch im Ablauf angesehen wird, z. B. Qualitätsparameter, Einhaltung der Spezifikationen, Kennzeichnung.

### **Kritische Kontrollpunkte**

Kritische Kontrollpunkte (CCPs) sind Punkte, bei denen mit großer Wahrscheinlichkeit eine relevante Gesundheitsgefahr eintritt, sofern dieser Punkt nicht erfüllt, bzw. beherrscht wird, z. B. Erhitzungsschritte, ausreichende Kühlung, Fremdkörpermonitoring.

## **1.3 Pflichten für den Lebensmittelunternehmer**

### **Für wen gilt die EU-Verordnung?**

Die Verordnung gilt für alle Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen von Lebensmitteln und deren Ausfuhren. Dabei nimmt der Lebensmittelunternehmer eine zentrale Stellung ein.

### **Wer ist Lebensmittelunternehmer?**

Lebensmittelunternehmer ist jede Person, die eine mit Produktion, Verarbeitung oder Vertrieb von Lebensmitteln im Zusammenhang stehende Tätigkeit ausführt. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Unternehmen auf Gewinnerzielung ausgerichtet oder ob es in öffentlicher oder privater Hand ist.



## Die Kernelemente der Pflichten

### ***Dokumentation***

Lebensmittelunternehmer haben die Pflicht gegenüber den zuständigen Behörden den Nachweis zu erbringen, dass sie den Anforderungen der Verordnung entsprechen. Sie müssen sicherstellen, dass die Dokumente jederzeit auf dem neuesten Stand sind und diese während eines angemessenen Zeitraums aufbewahrt werden.

### ***Schulung***

Lebensmittelunternehmer haben zu gewährleisten, dass

1. Betriebsangestellte, die mit Lebensmitteln umgehen, entsprechend ihrer Tätigkeit überwacht und in Fragen der Lebensmittelhygiene eingewiesen und/oder geschult werden,
2. die Personen, die für die Entwicklung und Anwendung der vorliegenden Verordnung oder für die Umsetzung einschlägiger Leitfäden zuständig sind, in allen Fragen der Anwendung des HACCP-Grundsatzes angemessen geschult werden und
3. alle Anforderungen der einzelstaatlichen Rechtsvorschriften über Schulungsprogramme für die Beschäftigten bestimmter Lebensmittelsektoren eingehalten werden.

### ***Rückverfolgbarkeit***

Die Lebensmittel- und Futtermittelunternehmer müssen feststellen können wann, wo und durch wen die Ware gewonnen, hergestellt,

verarbeitet, gelagert, transportiert, verbraucht oder entsorgt wurde. Dies beinhaltet ggf. auch die Rückverfolgung bis zum Ureuzer, z. B. dem Bauernhof. Dieses Vorgehen ist unter dem Begriff „Downstream“ bekannt. Die Rückverfolgung vom Hersteller über mehrere Verarbeitungs- und Handelsstufen bis in den Laden und damit zum Verbraucher nennt sich „Upstream“. Die damit verbundenen Informationen sind den zuständigen Behörden nach Aufforderung zur Verfügung zu stellen.

### ***Einhaltung der Kühlkette bei empfindlichen Lebensmitteln***

Die Kühlkette darf bei Lebensmitteln, die nicht ohne Bedenken bei Raumtemperatur gelagert werden dürfen, nicht unterbrochen werden.

- Eventuelle Abweichungen (z. B. beim Be- und Entladen) sind nur in gewissen Grenzen (höchstens 3 °C) und kurzfristig gestattet.
- In Transportmitteln (z. B. Containern, Anhängern, LKW-Laderäumen) die mehr als 2 m<sup>2</sup> oder Kühlräume die mehr als 10 m<sup>3</sup> groß sind, muss die Temperatur aufgezeichnet werden.
- Die verwendeten Messgeräte müssen in regelmäßigen Abständen kalibriert werden.

## Gewerbliche Temperaturgrenzwerte in Deutschland und der EU

Wareneingang	Lagerung
≤+7 °C	Frischfleisch (Huftiere, Großwild) ≤+7 °C
≤+4 °C	Frischgeflügel, Hasentiere, Kleinwild ≤+4 °C
≤+3 °C	Innereien ≤+3 °C
≤+2 °C	Hackfleisch (aus EU-Betrieben) ≤+2 °C
	Hackfleisch (vor Ort hergestellt und verkauft) ≤+7 °C
≤+4 °C	Fleischzubereitungen (aus EU-Betrieben) ≤+4 °C
	Fleischzubereitungen (vor Ort hergestellt und verkauft) ≤+7 °C
≤+7 °C	Fleischwaren, Feinkost ≤+7 °C
≤+2 °C	Frischfisch ≤+2 °C
≤+7 °C	Räucherfisch ≤+7 °C
≤-12 °C	Fleisch, Fisch – gefroren ≤-12 °C
≤-18 °C	Fleisch, Fisch – tiefgefroren ≤-18 °C
≤-18 °C	Tiefkühlprodukte ≤-18 °C
≤-18 °C	Speiseeis ≤-18 °C
≤+10 °C	Molkereiprodukte empfohlen ≤+7 °C
≤+7 °C	Backwaren mit nicht durchgebackener Füllung ≤+7 °C
+5...+8 °C	Eier (ab dem 18. Legetag) +5...+8 °C
<b>Warme Küche</b>	
Durcherhitzen (Kerntemperatur)	>+70 °C
Aufbewahrung bis zur Ausgabe	>+65 °C

## **Kalte Küche**

---

Aufbewahrung bis zur Ausgabe  $<+7\text{ °C}$

## **Speisenausgabe**

---

### **Warme Speisen**

Zur baldigen Ausgabe  $\geq+65\text{ °C}$

### **Kalte Speisen**

Feinkost, Rohkost,  
Aufschnittplatten  $\leq+7\text{ °C}$

Unkonservierte Salate,  
Dressings (Milch, Ei), Desserts  $\leq+7\text{ °C}$

Speiseeis  $\leq-12\text{ °C}$

## **Rückstellproben**

---

Mind. 1 Woche aufbewahren bei  $\leq-18\text{ °C}$

## **Desinfektionseinrichtungen**

---

Wasser  $\geq+82\text{ °C}$

---

*Abb. 2: Grenzwerttabelle laut EU-Lebensmittelrecht.  
Diese Werte werden von Behörden kontrolliert.*

## 2. Messtechnik im Lebensmittelbereich

Bei der Verarbeitung und Lagerung von Lebensmitteln spielen Temperatur und Hygiene eine elementare Rolle. Aus der Studie einer belgischen Restaurant-Kette ist zu entnehmen, dass in 56 Prozent aller Fälle von verdorbenen Lebensmitteln falsche Kühlung die Ursache war.

### Gefahren bei der Verarbeitung von Lebensmitteln

1. Lebensmittel werden ungenügend gekühlt oder erhitzt.
2. Gegerate Lebensmittel werden zu lange ohne Kühlung aufbewahrt.
3. Kühleinrichtungen werden überlastet.  
Folge: zu hohe Temperaturen.
4. Persönliche Hygiene der Beschäftigten wird zu wenig beachtet.
5. „Reine“ und „unreine“ Arbeitsprozesse werden ungenügend getrennt.
6. Rohe und bereits erhitzte Lebensmittel werden zusammen gelagert.
7. Auftauflüssigkeit kommt mit anderen Lebensmitteln in Berührung.

### 2.1 Keimwachstum

#### Temperaturabhängigkeit der Keimvermehrung

Unter dem Begriff Keim versteht man fortpflanzungsfähige Mikroorganismen. Diese haben nur einen ganz bestimmten Temperaturbereich, in dem sie sich vermehren können.

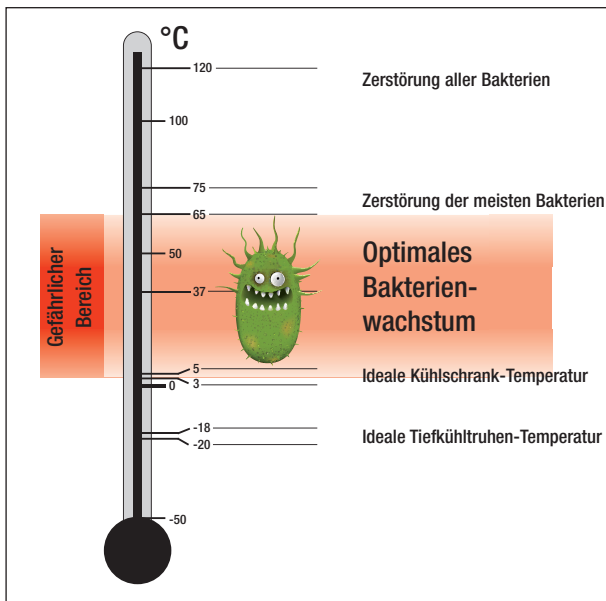
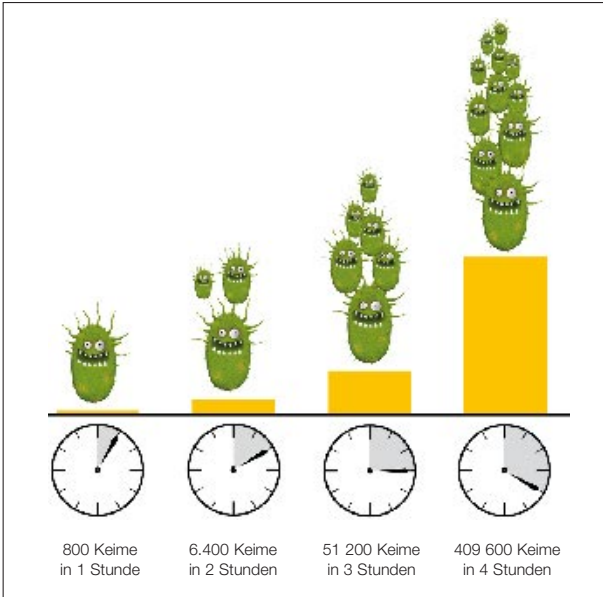


Abb. 3: Keimvermehrung in Abhängigkeit der Temperatur

Wachstum der Keime	Temperatur
Verlangsamt	< 7 °C
Gestoppt, Keime „schlafen“	-18 °C
Eingeschränkt	> 40 °C
Sterben ab	> 65 – 70 °C
Tot (keimfrei machen)	> 125 °C



*Abb. 4: Vermehrung der Mikroorganismen in Abhängigkeit der Zeit*

Bakterien vermehren sich indem sie sich teilen. Diese Teilung findet unter günstigen Umständen (feuchte-, temperaturabhängig) alle 20 Minuten statt.

### **Mikroorganismen – kleine Helfer oder Gesundheitsgefahr?**

Bakterien, Pilze und Mikroorganismen allgemein sind einerseits nützliche Helfer (z. B. Hefe bei der Brotgärung, Bakterien die Sau-

ermilch bilden oder Alkoholgärung durch Hefen), andererseits können sie Krankheiten wie Salmonellen, E-Coli oder Fadenpilze verursachen. Die Bakterien bedienen sich dabei der gleichen „Nahrungsquelle“ wie der Mensch: unseren Lebensmitteln.

Keime kommen von Natur aus überall vor und sind in geringen Mengen harmlos. Erst bei einer übermäßigen Vermehrung (abhängig vom Mikroorganismus) „bemerkt“ der Konsument das Vorhandensein der Keime das sich in Form von Erbrechen, Durchfall oder Fieber äußert. Nachfolgend einige Beispiele für durchschnittliche Keimgehalte von Lebensmitteln und Bedarfsgegenständen:

---

#### **Gesamtzahl je 10 Quadratcentimeter**

---

Kopfsalat (ungewaschen)	10.000–1.000.000
Kopfsalat (gewaschen)	1.000–100.000
Schweinefleisch (frisch)	100.000
Schweinefleisch (abgehangen)	100.000.000
Waagschale (Metzgerei)	750–4.000
Küchentisch	300
Küchenbesteck (sauber)	10–250
Handunterseite (sauber)	10–250

---

#### **Gesamtzahl je Gramm bzw. Milliliter**

---

Tartar	100.000–30.000.000
Leberwurst	500.000
Italienischer Salat	3.000.000
Zwiebeln gehackt	20.000
Pfeffer gemahlen	30.000–1.000.000
Trinkmilch pasteurisiert	bis 10.000

---

Quelle: BERG, THIEL und FRANK, „Rückstände und Verunreinigungen in Lebensmitteln“, UTB 675, Steinkopff-Verlag, Darmstadt 1987



## 2.2 Was wird gemessen?

### Temperatur

Die Temperatur ist nach der Zeit die am häufigsten gemessene physikalische Größe. Dabei werden unterschiedliche Thermometer verwendet. Für den professionellen Einsatz haben sich Digitalthermometer durchgesetzt. Diese Geräte sind im täglichen Einsatz sehr genau und robust.



### Relative Feuchtigkeit

Die relative Feuchtigkeit verdient bei der Langzeitlagerung von Trockenprodukten besondere Aufmerksamkeit. Bei längerem Verbleib von Lebensmitteln in Räumen kann es nach starken Temperaturschwankungen zur Feuchteaufnahme oder zur Kondensation kommen. Die Folge: Schimmelwachstum.



### $a_w$ -Wert

Der  $a_w$ -Wert gibt Aufschluss über das chemisch nicht gebundene Wasser. Die Messung beruht auf der Gleichgewichtsfeuchte. In einem abgeschlossenen Raum mit einer anteilmäßig geringeren Menge Luft als Feststoff, bestimmt das im Feststoff enthaltene freie Wasser die relative Feuchte der umgebenden Luft. Die Wasseraktivität ( $a_w$ -Wert) ist praktisch gleich der Gleichgewichtsfeuchte in einem abgeschlossenen Raum. Sie wird aber nicht in 0 bis 100% rF angegeben, sondern in 0 bis 1  $a_w$ .



pH

### pH-Wert

Der pH-Wert von Lebensmitteln hat direkte Auswirkung auf das Wachstum von Mikroorganismen. Der pH-Wert von bspw. Fleisch ist ein wertvolles Qualitätsmerkmal. Bei vielen Feinkost- und Milchprodukten spielt der pH-Wert ebenfalls eine entscheidende Rolle für den Säuregehalt.

TPM

### Frittierölqualität

Frittieröl ändert seine Eigenschaften und seine Qualität hauptsächlich durch Einwirkung von Hitze und Sauerstoff. So beeinflusst z. B. verbrauchtes Frittieröl den Geschmack des Frittiertes negativ und kann zu Bauchschmerzen oder Verdauungsbeschwerden führen. Zu früh ausgetauschtes, noch gebrauchsfähiges Frittieröl verursacht jedoch unnötige Kosten. Daher ist eine kontinuierliche Messung der Qualität unabdingbar, um die bestmögliche Nutzung des Frittieröles zu gewährleisten.

t

### Zeit

Die Zeit spielt bei der Überwachung von Lebensmitteln eine große Rolle. Dabei kommen Messgeräte zum Einsatz, die punktuelle Messungen durchführen oder Daten über einen bestimmten Zeitraum mitschreiben.

## 2.2.1 Temperatur

Die Temperatur-Messung ist mit Kontaktfühlern oder berührungslos möglich.

### Kontaktmessung der Temperatur

Die Kontaktmessung der Temperatur kann auf drei verschiedenen technischen Prinzipien basieren:

1. Thermoelementsensoren, z. B. Typ T, K, J
2. Platinwiderstandssensoren, z. B. Pt100
3. Heißeleiter- oder Thermistorsensoren, z. B. NTC

### Gegenüberstellung der Messwertaufnehmer

	<i>Thermoelement Typ T</i>	<i>NTC</i>	<i>Pt100</i>
Messbereich:	-50...+350 °C	-50...+150 °C (teilw. bis +250 °C)	-200...+400 °C
Ansprechzeit:	sehr schnell	schnell	langsamer
Genauigkeit:	genau	sehr genau	extrem genau
Einsatzgebiet:	Allround-Gerät für Speisenausgabe, Wareneingang u. Küche	Kühl- u. Gefrier- räume, Transport- überwachung, Wareneingang, Speisenausgabe	Labor

Für jede Anwendung gibt es den passenden Fühler (siehe Anhang 4.3, Seite 54).

## **Berührungslose Temperatur-Messung**

Infrarot-Temperaturmessgeräte können berührungslos die Temperatur messen. Systembedingt wird aber immer nur die Oberflächentemperatur gemessen, nicht die Kerntemperatur. Das Messergebnis ist sehr stark abhängig von der Oberfläche der zu messenden Ware/Verpackung. Größere Messfehler können bei Messungen auf Eiskristallen, sowie blanken und spiegelnden Flächen passieren.

## **Wie funktioniert Infrarot-Messtechnik?**

Jedes Objekt, das wärmer ist als die absolute Nullpunkttemperatur (-273 °Kelvin), strahlt Wärmeenergie ab. Diese Wärmeenergie befindet sich im für Menschen nicht sichtbaren Infrarotbereich. Durch spezielle optische Sensoren kann die Wärmeenergie gemessen und die Temperatur angezeigt werden.

## **Optik von Messgeräten**

Infrarotmessgeräte werden über die Optik klassifiziert. Diese Zahl, z. B. 8:1 beschreibt den idealen Abstand zwischen Messgerät und Messobjekt. Das heißt, bei 8 cm Abstand wird ein Messfleck von 1 cm Ø gemessen.

Je größer diese Verhältniszahl ist, umso weiter entfernt vom Messobjekt kann die Messung durchgeführt werden. Grundsätzlich ist zu beachten, dass der Messfleck nicht größer als die Ware/Verpackung sein darf.



*Abb. 5: Infrarot-Messung der Oberflächentemperatur an Nahrungsmitteln*

### **Stationäre Messgeräte für die Temperatur-Messung von Lebensmitteln: Datenlogger**

Wenn Daten nicht nur ambulant gemessen werden sollen, sondern eine Messung über einen längeren Zeitraum erforderlich ist, kommen sog. Messdatenspeichergeräte zum Einsatz.

#### **Was ist ein Datenlogger?**

- Ein Datenlogger ist ein elektronisches Messgerät mit Speicher und Uhr.
- Ein Datenlogger erfasst in bestimmten Abständen, die vom Anwender festgelegt werden (z. B. alle 10 Minuten, alle 30 Minuten, usw.), einen Messwert und speichert ihn ab.

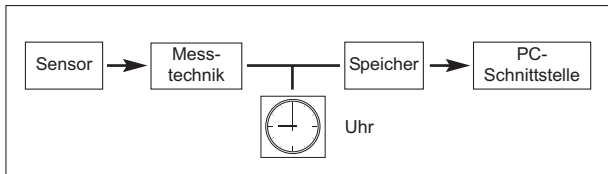


Abb. 6: Funktionsweise eines Datenloggers



Abb. 7: Einsatz von Datenloggern

### Gesetzliche Anforderungen an Temperatur-Messgeräte

Gemäß Verordnung (EG) 37/2005 müssen ab dem 01.01.2010 Temperatur-Messgeräte für tiefgefrorene Lebensmittel in Transport, Lagerung und Verteilung folgenden Normen entsprechen:

EN 12830 Anforderungen an Temperaturregistriergeräte

EN 13485 Anforderungen an Thermometer

EN 13486 Prüfungsvorschriften für Temperaturregistriergeräte und Thermometer

## 2.2.2 pH-Wert

Der pH-Wert von Lebensmitteln hat direkte Auswirkungen auf das Wachstum von Mikroorganismen. Der Säuregehalt von Früchten, Salatsaucen, Konfitüren o. ä. stellt ein natürliches Hemmnis des Keimwachstums dar. Je kleiner der pH-Wert, desto weniger können sich Keime vermehren. Bei Teigprodukten, wie z. B. Sauer- teig, ist der pH-Wert ein Indikator für die Qualität und den Zustand des Garteiges.

Am wichtigsten ist jedoch der pH-Wert in der Fleisch- und Wurst- verarbeitung. Die elementaren Produkteigenschaften wie Wasser- bindungsvermögen, Geschmack, Farbe, Zartheit und Haltbarkeit des Fleisches hängen entscheidend vom pH-Wert ab.

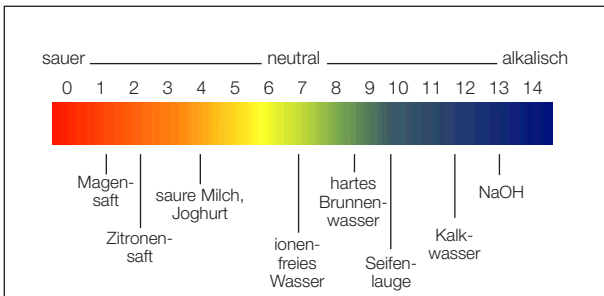


Abb. 8: pH-Skala mit Zuordnung von Beispielen



*Abb. 9: pH-Wertmessung an  
Fleisch- und Wurstwaren*

### **2.2.3 Relative Feuchte**

Die richtigen Lagerbedingungen für Lebensmittel sind von großer Bedeutung. Mikrobiologischer Verderb, wie z. B. Schimmel, hängt stark von der vorhandenen Feuchte ab und tritt vor allem bei Kondensation nach Temperaturschwankungen auf. Kondensat bildet sich bei einer Luftfeuchtigkeit von über 100%. Da die Luft vollständig gesättigt ist, kann sie keine Feuchtigkeit mehr aufnehmen. Der gasförmige Wasserdampf in der Luft wird also flüssig. Je wärmer die Luft, desto mehr Wasserdampf kann sie aufnehmen, ohne dass es zur Kondensation kommt. An kalten Oberflächen kommt es daher immer zuerst zur Kondensation.

Die sog. „relative Feuchte“ zeigt an, wieviel der maximal möglichen Menge Wasserdampf sich momentan in der Luft befindet. Weil diese Prozentangabe temperaturabhängig ist, muss gleichzeitig die Temperatur angegeben werden. Messfühler für relative Feuchte müssen daher mit einem zusätzlichen Temperaturfühler ausgestattet sein, der die Umgebungstemperatur erfasst.





Abb. 10: Feuchtigkeitsmessung im Supermarktregal

## 2.2.4 $a_w$ -Wert

### Bedeutung der $a_w$ -Wert-Messung bei Lebensmitteln

Die Wasseraktivität ist ein Maß für die Haltbarkeit eines Produktes in Bezug auf vielerlei Verderbsformen. Im Unterschied zum bloßen Wassergehalt ist die Wasseraktivität bei der Beurteilung etwaiger Verderbsvorgänge ideal geeignet. Sie ist ein Maß für die Verfügbarkeit des Wassers im Reaktionsmedium eines Produktes und gibt nicht nur den Massenanteil des Wassers wieder. In jedem Lebensmittel liegt ein Teil des Gesamtwassergehaltes frei, der andere Teil liegt gebunden vor. Der Anteil des freien Wassers beeinflusst den  $a_w$ -Wert. Für das Wachstum von Mikroorganismen und für deren Toxinbildung ist das freie Wasser von entscheidender Bedeutung. Dabei gibt es jedoch Grenzen, unterhalb derer ein Wachstum oder eine Toxinbildung nicht möglich ist.

## Wasseraktivität, Wassergehalt und Lebensmittelverderb

### Beispiel Nahrungsmittel

Substanz	Wasseraktivität / $a_w$ -Bereich
Destilliertes Wasser	1
Leitungswasser	0.99
Rohes Fleisch	0.97–0.99
Milch	0.97
Saft	0.97
Gekochter Speck	< 0.85
Gesättigte NaCl-Lösung	0.75
Typische Innenluft	0.5–0.7
Honig	0.5–0.7
Getrocknete Frucht	0.5–0.6

### $a_w$ -Werte der Mikroorganismus-Hemmung

Mikroorganismus gehemmt	$a_w$
Salmonellen	0.95
Die meisten Pilze	0.70
Keine mikrobeinstarke Verbreitung	0.60

Quelle: MOSSEL (1982) et al.: „Faktoren, die mikrobiellen Verderb bestimmen“.

## 2.2.5 Frittierölqualität

Das Frittierfett ist während des Lebenszyklus (von der Befüllung mit frischem Fett bis zum Austauschen des gealterten Fettes) aufgrund seiner Zusammensetzung und verschiedener äußerer Einwirkungen ständig chemischen Reaktionen ausgesetzt.

Ein Fettmolekül besteht immer aus einem Glycerin (Alkohol) und drei Fettsäuren. Während des Frittiervorgangs werden die Fettsäuren durch verschiedene Reaktionen vom Glycerinrest abgespalten. Es entstehen neben freien Fettsäuren verschiedene Abbauprodukte wie Aldehyde und Ketone.

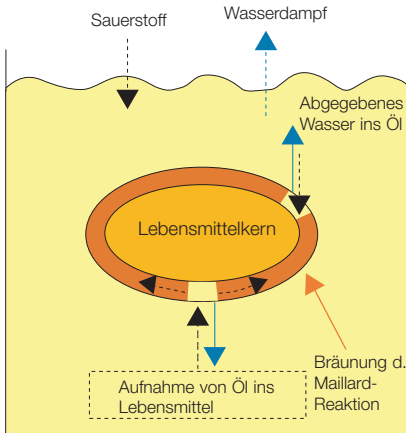


Abb. 11: Vorgänge zwischen Frittiergut und -öl während des Frittiervorganges

Der international anerkannte Parameter für die Frittierqualität ist %TPM „Total Polar Materials“. In vielen Ländern ist der zulässige höchste TPM-Wert gesetzlich begrenzt, z. B:

Land	TPM-Wert in %
Deutschland	24
Schweiz	27
Österreich	27
Belgien	25
Spanien	25
Frankreich	24
Italien	25
Türkei	25

Durch die Messung des TPM-Wertes kann das Frittierfett optimal genutzt werden. Das Fett kann so lange in Gebrauch bleiben bis der national empfohlene Grenzwert überschritten ist, bzw. es kann durch teilweisen Austausch mit frischem Fett immer wieder auf den optimalen Frittierbereich eingestellt werden. Somit kann eine gleichbleibende Qualität der frittierten Lebensmittel gewährleistet werden. Durch regelmäßiges Messen können außerdem Gesundheitsrisiken und Geldstrafen aufgrund von Grenzwertüberschreitungen vermieden werden.

### **TPM-Messung schnell und sicher vor Ort**

Neben der teuren und aufwändigen Laboranalyse von TPM gibt es Schnelltestgeräte mit denen sicher vor Ort gemessen werden kann. Das technologische Prinzip ist dabei ein kapazitiver Sensor,

mit dem die Veränderung der Polarität im Frittieröl gemessen wird. Dadurch kann direkt auf den Verbrauchtheitsgrad und somit die Qualität des Öls geschlossen werden. Die Euro Fed Lipid (European Federation for the Science and Technology of Lipids) empfiehlt die Verwendung solcher Schnelltestgeräte.

<b>Prozentualer Anteil der Polaren Substanzen</b>	<b>Einstufung der Fettalterung</b>
Kleiner 1–14% TPM	Frisches Frittierfett
14–18% TPM	Leicht gebraucht
18–22% TPM	Gebraucht, aber noch ok
22–24% TPM	Stark gebraucht, Fett wechseln
Größer 24% TPM	Verbrauchtes Frittierfett



*Abb. 12: Messung des TPM-Wertes in Frittieröl mit dem testo 270*

## 3. Tipps und Tricks

### 3.1 Praktische Tipps zur Anwendung von Lebensmittel-Messgeräten

#### 3.1.1 Temperatur

##### Wo wird das Gerät am Besten gelagert?

Das Gerät sollte bei Umgebungstemperaturen zwischen +4 °C und +30 °C gelagert werden. Empfohlen ist die Lagerung im Büro (Abteilungsbüro, Werkstatt, etc.). Wird das Gerät ausschließlich zur Messung im Wareneingangsbereich benutzt, kann es auch dort gelagert werden. Vorteil: Das Gerät hat immer die Umgebungstemperatur und benötigt keine Angleichzeit.



Lagern Sie das Messgerät niemals im Tiefkühlraum!

##### Wie verhalten sich Messgeräte bei schwankenden Umgebungstemperaturen?

Messgeräte mit Thermoelement-Sensorik und Infrarot-Messgeräte sind von Umgebungstemperaturen abhängig. Bei sehr kurzem Aufenthalt (1 bis 2 Minuten) in kalter Umgebung, macht sich die Temperaturschwankung nicht bemerkbar. Bei einem längeren Aufenthalt benötigt das Gerät eine Angleichzeit von 15 bis 20 Minuten.

## Wie tief muss ein Fühler eingestochen werden?

### **Messungen mit Einstechfählern an nicht gefrorenen Lebensmitteln**

Für einen guten Wärmeübergang vom Lebensmittel zum Fühler sollte der Fühler mindestens 5 Mal (besser 10 Mal) so tief in das Material eingetaucht werden, als er dick ist.

Beispiel: Durchmesser der Fühlerspitze = 4 mm  
 Einstechtiefe = 4 mm x 5 = 20 mm

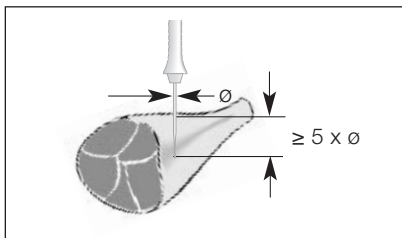


Abb. 13: Einstechtiefe für Messungen mit Einstechfählern

### **Messungen im Gefriergut mit speziellem Fühler**

Für Messungen in harten, gefrorenen Lebensmitteln ist ein spezieller Gefriergutfühler verfügbar. Er hat eine selbsteinschraubende Spitze (Korkenzieherspitze). Diese muss soweit eingedreht werden, bis das Gewinde nicht mehr zu sehen ist.



Nur an ausreichend großen Fleischstücken (mindestens 2 kg Gewicht) messen. Nicht geeignet für Pizza, Steak, Filets, etc.

## Richtiger Einsatz eines Oberflächenfühlers

Zur richtigen Messung an Oberflächen wird eine verbreiterte Messspitze zum Aufsetzen benötigt.

## Ansprechzeit

Jeder Fühler benötigt eine gewisse Zeit, bis er den Temperatur-Endwert des Lebensmittels erreicht hat. Dieser Wert heißt in der Fachsprache t<sub>99</sub>-Zeit und ist in Katalog-/Prospektangaben zu finden, bezieht sich aber nur auf eine Messung in Wasser. In Lebensmitteln ist dieser Wert höher (ca. 15 Sekunden bis 3 Minuten, abhängig von der Bauform des Fühlers, dem Material sowie der Dicke des Fühlerrohrs).

## Fühlergenauigkeit bei unterschiedlichen Temperaturen

<i>Genauigkeits- angabe</i>	±0,2 °C ±0,2% v.M.	±0,2 °C ±0,2% v.M.
<i>Anzeige bei -18 °C</i>	-17,8 ... -18,2 °C -17,96 ... -18,04 °C	-17,76 ... -18,24 °C
<i>Anzeige bei +25 °C</i>	24,8 ... 25,2 °C 24,98 ... 25,05 °C	24,75 ... 25,25 °C
<i>Anzeige bei +100 °C</i>	99,8 ... 100,2 °C 99,8 ... 100,2 °C	99,6 ... 100,4 °C

Eine Messung ist beendet, wenn:

1. Der geforderte Mindestwert erreicht ist.
2. Durch Auto-Hold Funktion der Endwert auf dem Display angezeigt bleibt.
3. Die letzte Stelle des Displays um nicht mehr als ± eine Stelle springt.





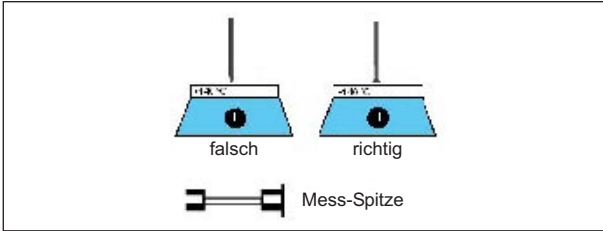


Abb. 14: Anwendung eines Oberflächenfühlers

### Berührungslose Messung von verpackten Lebensmitteln

Bei der berührungslosen Messung der Temperatur mit Infrarot-Messgeräten wird nur die Oberflächentemperatur gemessen. Bei folienverschweißten Lebensmitteln wird somit nur die Folientemperatur gemessen. Es empfiehlt sich daher die Messung an Stellen vorzunehmen, an denen die Folie direkt an der Ware anliegt. Für Kartonumverpackungen muss der Karton geöffnet werden, um direkt am Messobjekt messen zu können. Bei Messungen auf Eiskristallen sowie blanken und spiegelnden Oberflächen können auch Messfehler auftreten.

### Rechtliche Absicherung von berührungsloser Temperatur-Messung

Die berührungslose Temperatur-Messung eignet sich gut zum Temperatur-Monitoring. Im Zweifelsfall muss aber zur rechtlichen Absicherung mit Kontaktthermometern die Kerntemperatur gemessen werden.

## Der richtige Abstand bei berührungsloser Temperatur-Messung

Die Optik beschreibt den idealen Abstand zwischen Messgerät und Messobjekt. Für die genaue Messung von kleinen Messobjekten ist ein kurzer Abstand erforderlich und umgekehrt.

Beispiele für ein Messgerät mit 30:1 Optik:

Kleines Messobjekt von  $\varnothing$  1,8 cm  $\rightarrow$  idealer Abstand: 50 cm

Großes Messobjekt von  $\varnothing$  6,8 cm  $\rightarrow$  idealer Abstand: 1,5 m

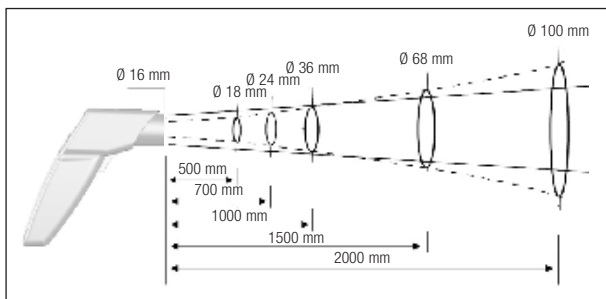


Abb. 15: Optik des Infrarot-Messgerätes testo 831 von 30:1

## Tipps zur Messstellenauswahl für Datenlogger

Entsprechend der Messaufgabe sind geeignete Messpunkte zu wählen.

### **Kühltruhen, Tiefkühltruhen**

Neben der Produkttemperatur ist die Lufttemperatur in der Kühltruhe wichtig. Es wird empfohlen, die Lufttemperatur in der Nähe

der Luftrückführung mit einem geeigneten Fühler (Luftfühler) zu erfassen. An dieser Stelle ist die Luft am Wärmsten. Wenn diese Luft die geeignete Temperatur hat (z. B.  $-18\text{ °C}$ ), kann von einer einwandfreien Funktion der Kühltruhe ausgegangen werden. Zum längeren Überwachen von Tiefkühltruhen empfehlen sich Datenlogger mit mehreren Eingangskanälen. Ein Fühler misst beispielsweise die Lufttemperatur am Boden, ein weiterer im Bereich der maximalen Füllhöhe, ein dritter Fühler die Lufttemperatur an der Luftrückführung. Für einfache Überwachungen genügt das Beilegen eines Datenloggers mit internem Temperatursensor zum Gefriergut.


### ***Kühlräume, Lagerräume***

Neben der Überwachung der Lufttemperatur und der Produkttemperatur (Kerntemperatur des Kühlgutes) wird die Anbringung eines Messdatenspeichergerätes (Datenlogger) empfohlen. Bei Kühl- und Gefrierräumen, die größer als  $10\text{ m}^3$  sind, ist eine Datenaufzeichnung sogar Pflicht. Nach EN 12830 gelten 15 Minuten als geeigneter Messintervall. Die Grenzwerte eines Messdatenspeichergerätes werden auf die maximal zu vertretende Temperatur ( $-18\text{ °C}$ ,  $-15\text{ °C}$ ) eingestellt. Werden Bereichsüberschreitungen festgestellt, kann das Datenspeichergerät am PC ausgelesen werden. Eine Grafik gibt einen genauen Überblick darüber, zu welchem Zeitpunkt und wie lange, Messdaten außerhalb der zulässigen Grenzwerte lagen.


## 3.1.2 Frittierölmessung mit dem testo 270 – So messen Sie richtig

### Vorbereitung



 Kunststoffteile dürfen nicht mit dem Frittieröl in Berührung kommen.



 Fassen Sie den heißen Fühler nicht an. Es besteht Verbrunnungsgefahr!




Frittiergut vor der Messung entnehmen.

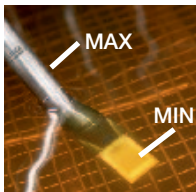


Warten bis keine Bläschen mehr aufsteigen (ca. 5 Min.).

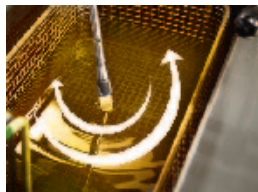
### Messung



Gerät einschalten  
[/Hold]



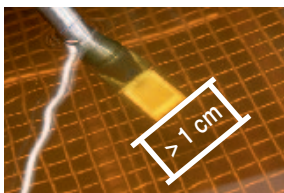
Sensor in heißes Öl tauchen.  
Min-/Max-Markierung beachten!



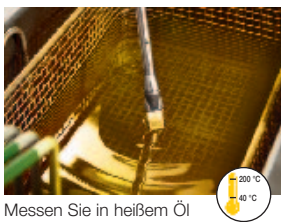
1. Sensor in Öl bewegen  
(Angleichzeit ca. 20 s)

#### Auto-Hold aktiviert:

- Auto-Hold im Display gibt Ende der Messung an. Falls eingestellt, ertönt zusätzlich ein akustisches Signal.
- Endwert wird gehalten.



Mindestabstand von 1 cm zu metallischen Teilen einhalten.



Messen Sie in heißem Öl (mind. 40 °C, max. 190 °C).



#### Auto-Hold deaktiviert:

- Wenn die Temperaturanzeige sich nicht mehr verändert ist ein stabiler TPM-Endwert erreicht.
- > Um Messwerte zu halten: [↺/HOLD] kurz drücken (<1 s).
- 2. Um wieder in den Messmodus zu wechseln: [↻/HOLD] kurz drücken (<1 s)



Notieren Sie die ermittelten Messwerte. Kostenloser Download des Formulars zum Erfassen Ihrer Messergebnisse unter: [www.testo.com/measurement-results](http://www.testo.com/measurement-results)

## Reinigung



Gerät mit milden Spül-/Reinigungsmitteln reinigen. Sensor unter fließendem Wasser abspülen und mit einem weichen Papiertuch vorsichtig abtrocknen.



TopSafe und Handschlaufe können in der Geschirrspülmaschine gereinigt werden.

## Welche Öle oder Frittierfette können gemessen werden?

Es können prinzipiell alle zum Frittieren vorgesehenen Öle und Fette gemessen werden. Darunter fallen z. B. Raps-, Soja-, Sesam-, Palm-, Oliven-, Baumwollsaat- oder Erdnussöl, ebenfalls Fette tierischen Ursprungs. Bei reinem Kokosfett (aus dem Kernfleisch der Kokosnuss) und bei Palmkernfett (nicht zu verwechseln mit Palmöl) können höhere Startwerte auftreten. Kokosfett und Palmkernfett werden meist zur Herstellung von Margarine und nur selten zum Frittieren verwendet. Eine korrekte Messung ist aber dennoch möglich.



Heute werden kaum noch die reinen Naturöle verwendet, sondern spezielle Züchtungen aus Raps- und Sonnenblumenpflanzen mit einem hohen Gehalt an Ölsäure hergestellt, sog. „Blends“ oder HO-Öle (High Oleic). Diese Frittieröle sind besonders langlebig und hitzestabil.

### **3.1.3 pH-Wert-Messung**

#### **Durchführung einer Messung**

Vor der Inbetriebnahme sollten zunächst das Messgerät sowie die Elektroden optisch auf deren einwandfreien Zustand überprüft werden. Das Messsystem kann nach den Herstellerangaben gegebenenfalls kalibriert werden.

Danach sollte wie folgt vorgegangen werden:

1. Richtige Elektrode und Gerät für den Einsatzzweck auswählen.
2. Überprüfen der Elektrode (Flüssigkeitsstand, Glasbruch, Verschlussstopfen vor der Messung öffnen).
3. Elektrode an das pH-Meter anschließen.
4. Elektrode mit Wasser abspülen und abtupfen. Abreiben kann elektrische Ladungen auf der Glasmembran erzeugen, was zu einer verzögerten Anzeige führt.
5. Elektrode in die Messlösung tauchen und kurz schwenken, danach stehen lassen. Elektrode dabei soweit eintauchen, bis mindestens das Diaphragma mit der Messlösung bedeckt ist. Es kann vorkommen, dass in gerührten Lösungen ein etwas anderer pH-Wert angezeigt wird als in stehenden Lösungen. Meist ist der „ungerührte“ pH-Wert genauer. Bei Sonden mit Schutzkorb muss beachtet werden, dass keine Luftblasen an der Glasmembran oder am Diaphragma sitzen.
6. Warten, bis ein stabiler Messwert erreicht ist (z. B. mit Hilfe einer automatischen Hold-Funktion) und den Wert ablesen.
7. Elektrode mit Leitungswasser abspülen und nach Herstellerangabe aufbewahren.

8. Die Temperatur der Messlösung muss mit dem pH-Wert protokolliert werden. Dies gilt für alle pH-Messungen und für alle pH-Messgeräte. Bei Geräten mit fest angebrachter Elektrode entfällt das Anschließen der Elektrode an das Messgerät.

## Aufbewahrung



Eine Einstabmesskette sollte grundsätzlich in der Lösung aufbewahrt werden, die auch im Referenzsystem verwendet wird.

## Erkennung von Alterungserscheinungen der pH-Elektrode:

- Zunahme der Ansprechzeit der Elektrode
- Zunahme der Empfindlichkeit gegenüber dem Abreiben der Glasmembran (elektrostatische Einflüsse)
- Zunahme der Querempfindlichkeit der Elektrode z. B. gegen Natrium-Ionen
- Abnahme der Steilheit<sup>1</sup>
- Änderung der Nullpunktspannung<sup>2</sup>

1) Die Spannungsänderung bei Änderung des pH-Wertes um eine Einheit wird als Steigung der pH-Elektrode angegeben. Auch die Steigung ist vom Zustand der pH-Elektrode abhängig (Lebensalter, Beanspruchung etc.).

2) Eine Einstabmesskette wird durch ihre Steigung und Nullpunktspannung charakterisiert. Während die Nullpunktspannung bei guten Elektroden eine Konstante darstellt, ist die Steigung der pH-Elektrode eine Funktion der Temperatur. Da sich ihr Nullpunkt und ihre Steigung durch die äußeren Messbedingungen sowie durch den natürlichen Alterungsprozess verändern können, muss eine pH-Elektrode regelmäßig kalibriert werden.



### **Mögliche Ursachen für Messstörungen:**

- Verdunsten von Referenzlösung
- Eindringen von Messlösung in die Elektrode
- Defektes oder verstopftes Diaphragma
- Fehlerhafter oder falscher Referenzelektrolyt  
(nur bei nachfüllbaren Elektroden)
- Falsche Aufbewahrung oder falsche Lagerung

### **Was sind Pufferlösungen?**

Pufferlösungen werden zum Überprüfen und zur Kalibrierung eines pH-Messsystems benötigt. Sie heißen pH-Pufferlösungen, da sie den pH-Wert sehr stabil halten, ihn also gut „puffern“ können.

## **3.1.4 $a_w$ -Wert-Messung**

### **Wie erhalte ich zuverlässige Messergebnisse?**

Eine genaue  $a_w$ -Wert-Messung ist gewährleistet, wenn die Temperatur von Messkammer, Sensor und Messgut während bzw. bereits vor der Messung identisch sind (Angleichzeit bei Temperatur-Differenzen zwischen Probe und Sensor beachten). Empfehlenswert ist die Messung bei konstanter Temperatur (z. B. 25 °C).

### **Einfluss der Temperatur auf den $a_w$ -Wert**

Eine allgemeine Aussage vom Einfluss der Temperatur auf den  $a_w$ -Wert kann nicht getroffen werden. Der Einfluss der Temperatur auf den  $a_w$ -Wert ist von der Art des Messgutes abhängig. Es gibt Produkte, bei denen der  $a_w$ -Wert mit steigender Temperatur steigt

(z. B. Mehl), Produkte, bei denen der  $a_w$ -Wert mit steigender Temperatur sinkt (z. B. Milchzucker) und Produkte, die keine Temperaturabhängigkeit aufweisen.

### Dauer der Messung

Die Dauer der Messung kann je nach Messgut unterschiedlich lang sein. Die  $a_w$ -Wert-Messung ist dann beendet, wenn sich keine Änderungen innerhalb einer definierten Zeit ergeben.

### Füllhöhe

Die Messkammer sollte mindestens bis zur Hälfte gefüllt werden.



Der  $a_w$ -Wert kann prinzipiell dann gemessen werden, wenn ein Messgut hygroskopisch ist. Stoffe, die an feuchter Luft mit einer relativen Luftfeuchtigkeit  $< 100\%$  Wasser aufnehmen bzw. abgeben, bezeichnet man als hygroskopisch. Sand kann z. B. kein Wasser aufnehmen, ist also nicht hygroskopisch. Eine  $a_w$ -Wert-Messung bei Sand ist daher nicht möglich.

## 3.2 Kalibrierung und Eichung

### Kalibriert, geeicht – Wer braucht was?

Kalibrieren bedeutet, das Messgerät mit angeschlossenem Fühler mit einem Referenzgerät zu vergleichen. Die Kalibrierung gibt Aufschluss darüber, wie weit der von einem Messgerät oder einer Messeinrichtung angezeigte Messwert (bzw. der angegebene Nennwert einer Maßverkörperung) mit dem dazugehörigen richtigen Wert der Messgröße übereinstimmt. Der „richtige“ Wert wird durch ein Bezugsnormale dargestellt, das seinerseits auf ein nationales Normal und damit auf die jeweilige SI-Einheit rückgeführt ist (SI-Einheit = Internationales, metrisches Einheitssystem).



*Abb. 16: Kalibriersiegel*

Die Abweichungen werden auf einem Kalibrierzertifikat dokumentiert. Jeder, der Messungen nach HACCP/LMHV durchführen möchte, benötigt ein kalibriertes Gerät.

Kalibrierungen dürfen von allen autorisierten Kalibrierstellen durchgeführt werden.

Bei ISO 9000 ist ein zentraler Punkt, Mess- und Prüfmittel in regelmäßigen Abständen zu kalibrieren. Da im Bereich HACCP einer der kritischen Kontrollpunkte die Temperatur ist, müssen die verwendeten Messgeräte ebenfalls in regelmäßigen Abständen kalibriert werden.

Eichen bedeutet „Kalibrieren durch eine Behörde“. Das Eichamt kalibriert speziell dafür zugelassene Geräte und Fühler. Gerät und Fühler erhalten, für den Anwender sichtbar, eine Eichmarke. Das Kalibrierzertifikat heißt in diesem Fall Eichschein. Lebensmittelkontrolleure, Veterinärmediziner und weitere Personen, die in staatlichem Auftrag arbeiten, benötigen geeichte Geräte.

Testo Industrial Service führt ISO, DAkkS-Kalibrierungen und Eichungen für alle Messgeräte durch.

## 4. Anhang

### 4.1 Glossar

#### A

---

##### **Absolutfeuchte**

Die absolute Feuchte gibt an, wie viel Gramm Wasser sich in einem Kubikmeter Luft oder Gas befinden. Maßeinheit: g/m<sup>3</sup>.

##### **a<sub>w</sub>-Wert**

Der a<sub>w</sub>-Wert, auch *Wasseraktivität* genannt, ist ein Maß für frei verfügbares Wasser in einem Material und die Haltbarkeit von Lebensmitteln. Er beeinflusst das Vorkommen der Mikroorganismen, die unterschiedliche Ansprüche an frei verfügbares Wasser haben. Je nach Verfügbarkeit an freiem Wasser können sich Mikroorganismen vermehren oder absterben.

#### C

---

##### **Celsius [°C]**

Temperatureinheit. Unter Normaldruck liegt der Nullpunkt der Celsius-Skala (0 °C) bei der Gefriertemperatur von Wasser. Ein weiterer Fixpunkt für die Celsius-Skala ist der Siedepunkt von Wasser bei 100 °C.

$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) / 1,8$  oder  $^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$ .

## D

---

### Datenlogger

Ein Datenlogger ist eine Speichereinheit, welche Daten in einem bestimmten Rhythmus aufnimmt und auf einem Speichermedium ablegt. Der Datenlogger wird häufig mit Sensoren kombiniert, die physikalische Messdaten über eine bestimmte Zeit hinweg erfassen wie z. B. Temperatur und relative Feuchte.

## E

---

### Eichung

Eichen bedeutet „Kalibrieren durch eine Behörde“.

## EU

Europäische Union. Wirtschaftlicher Zusammenschluss von 27 europäischen Staaten.

## F

---

### Fahrenheit [°F]

Temperatureinheit, die hauptsächlich in Nordamerika gebräuchlich ist.

$$^{\circ}\text{F} = (^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32.$$

Beispiel 20 °C in °F:  $(20\text{ }^{\circ}\text{C} \times 1,8) + 32 = 68\text{ }^{\circ}\text{F}$ .

## G

---

### Genauigkeit

Die Messfehler bzw. die Genauigkeit können in drei verschiedenen Formen angegeben werden:

- Absolute Angabe:  
Im Messbereich kann jeder abgelesene Messwert eine maximale Toleranz von z. B.  $\pm 0,2$  °C haben.
- Prozentuale Angabe:  
Im Messbereich kann jeder abgelesene Wert eine Toleranz von z. B.  $\pm 0,3$  % vom Messwert haben.
- Genauigkeitsangabe mit absolutem und prozentualen Anteil:  
Im Messbereich kann jeder abgelesene Messwert eine maximale Grundtoleranz von z. B.  $\pm 0,2$  °C haben. Zusätzlich tritt ein Fehler von  $\pm 0,5$  % vom Messwert auf, der dazu addiert wird.

## H

---

### HACCP

HACCP ist die Abkürzung für „Hazard Analysis Critical Control Points“ und steht sinngemäß für Gefahren-Analyse und kritische Kontrollpunkte.

## I

---

### Infrarot-Temperatur-Messung

Jeder Körper strahlt Wärmeenergie ab. Durch spezielle optische Sensoren kann diese Wärmeenergie (Infrarotstrahlung) gemessen und die Oberflächen-Temperatur angezeigt werden.

## K

---

### **Kalibrierung**

Verfahren, bei dem Messwerte eines Gerätes (Ist-Werte) und Messwerte eines Referenzgerätes (Soll-Wert) ermittelt und verglichen werden. Das Ergebnis lässt Rückschlüsse zu, ob die Ist-Messwerte des Gerätes noch in einem zulässigen Grenz-/Toleranzbereich liegen.

### **Keime**

Lebens- und fortpflanzungsfähige Mikroorganismen.

### **Kelvin [K]**

Temperatureinheit.

0 K entspricht dem absoluten Nullpunkt (-273,15°C). Entsprechend gilt: 273,15 K = 0 °C = 32 °F.

$K = °C + 273,15$ .

Beispiel 20 °C in K:  $20 °C + 273,15 K = 293,15K$

## M

---

### **Maillard-Reaktion**

Die Maillard-Reaktion (benannt nach dem Chemiker Louis Camille Maillard) ist eine so genannte nicht-enzymatische Bräunungsreaktion. Hierbei werden Aminosäuren und reduzierende Zucker unter Hitzeeinwirkung zu neuen Verbindungen umgewandelt. Sie ist nicht zu verwechseln mit dem Karamellisieren, jedoch können beide Reaktionen gemeinsam auftreten.



## P

---

### **pH-Wert**

Der pH-Wert ist ein Maß für die saure oder alkalische Reaktion einer wässrigen Lösung. Der pH-Wert ist eine dimensionslose Zahl. Er ist der negative dekadische Logarithmus (= „Zehnerlogarithmus“) der Wasserstoffionen-Aktivität.

## R

---

### **Relative Luftfeuchtigkeit (%rF)**

Prozentuale Angabe, mit wie viel Wasserdampf die Luft gesättigt ist. Z. B. enthält die Luft bei 33%rF nur ca. 1/3 der Wasserdampfmenge, die bei gleicher Temperatur und gleichem Luftdruck maximal von der Luft aufgenommen werden könnte.

## T

---

### **Temperatur**

Zustandsgröße für die in einem Körper innewohnende Energie.

### **Thermistoren (NTC)**

Die Temperatur-Messung mit Thermistoren basiert auf einer temperaturabhängigen Widerstandsänderung des Sensorelements. Im Gegensatz zu den Widerstands-Thermometern haben Thermistoren einen negativen Temperaturkoeffizienten (Widerstand wird mit steigender Temperatur kleiner). Kennlinien und Toleranzen sind nicht genormt.

## **Thermoelemente**

Die Temperatur-Messung mit Thermoelementen beruht auf dem thermoelektrischen Effekt. Thermoelemente (Thermopaare) bestehen aus zwei punktuell miteinander verschweißten Drähten aus unterschiedlichen Metallen oder Metall-Legierungen. Die Grundwerte der Thermospannungen und die zulässigen Toleranzen von Thermoelementen sind in den Normen IEC 584 festgelegt. Das am weitesten verbreitete Thermoelement ist NiCr-Ni (Typ-Bezeichnung K).

## **TPM**

Bedeutet „Total Polar Material“ und gibt die Polaren Anteile im Frittieröl an, welche über ein kapazitives Verfahren gemessen werden können.

## **U**

---

### **UNO**

United Nations Organization, Vereinte Nationen. Zwischenstaatlicher Zusammenschluss von 192 Staaten. Weltweit anerkannte Organisation zur Sicherung des Weltfriedens, der Einhaltung des Völkerrechts und dem Schutz der Menschenrechte.

## W

---

### WHO

World Health Organization, Weltgesundheitsorganisation. Sonderorganisation der UNO für das internationale Gesundheitswesen mit Sitz in Genf.

### Widerstandssensoren (Pt100)

Bei der Temperatur-Messung mit Widerstandssensoren nutzt man die temperaturabhängige Widerstandsänderung von Platin-Widerständen. Der Messwiderstand wird mit einem konstanten Strom gespeist, dabei wird der Spannungsabfall gemessen, der sich mit dem Widerstandswert über der Temperatur ändert. Grundwerte und Toleranzen für Widerstandsthermometer sind in der IEC 751 festgelegt.

## Z

---

### Zeit

Physikalische Größe mit Formelzeichen  $t$ .

## 4.2 Testo Messgeräte für Lebensmittel

Messort	Temperatur			Analytik		
	Kontakt	Infrarot	Stationär	pH	TPM	Feuchte
<i>Wareneingang</i>						
	t 104					
	t 105					
	t 106	t 826		t 205		
	t 110	t 831		t 206		
	t 112	t 845				
	t 926					
<i>Herstellungsprozess</i>						
	t 103					
	t 104					
	t 105					
	t 106	t 826	t 175	t 205	t 270	
	t 110			t 206		
	t 735			t 230		
	t 926					
<i>Kühltruhen, Tiefkühltruhen und Vitrinen</i>						
	t 104					
	t 110	t 826	t 174			t 177-H1
	t 735					
	t 926					
<i>Verarbeitung von Lebensmitteln in der Küche</i>						
	t 103	t 805				
	t 104	t 826				
	t 106	t 831				
	t 926	t 845				

Messort	Temperatur			Analytik		
	Kontakt	Infrarot	Stationär	pH	TPM	Feuchte
<i>Beim Frittieren</i>						
					t 270	
<i>Kühl- und Lagerräume</i>						
	t 105 t 110	t 805 t 826 t 831 t 845	t 175 Saveris			t 177-H1
<i>Transport</i>						
		t 805 t 826 t 831 t 845	Saveris			t 177-T3
<i>Qualitätssicherung und Labor</i>						
	t 103 t 110 t 112 t 735	t 805 t 831	t 174 t 175	t 206 t 230	t 270	t 177-H1

Mehr Testo-Messgeräte finden Sie im Internet unter [www.testo.de](http://www.testo.de)

## 4.3 Fühlerbauformen und ihre Anwendung

### Tauch-/ Einstechfühler



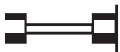
Tauch-/Einstechfühler sind speziell zur Messung in Flüssigkeiten und in zähplastischen Stoffen (Fleisch, Fisch, Teig, etc.) konzipiert. Mit ausreichend Zeit eignen sie sich auch zur Luftmessung.

### Luftfühler



Luftfühler sind speziell zur Messung von Lufttemperaturen z. B. an Kühltheken, in Gefriertruhen, an Klimaanlage (Ausblastemperatur) oder im Lüftungsbereich (Zuluft/Abluft) geeignet.

### Oberflächenfühler



Zur Messung an Oberflächen (Paketen, Verpackungen, Gefriergut, Gartischen, etc.) wird eine verbreiterte Messspitze zum Aufsetzen benötigt.

### Einschraubfühler



Zur Messung in Gefriergut muss ein Fühler zur Kerntemperaturmessung in das Gefriergut eingeführt werden. Hierzu muss in der Regel ein Loch gebohrt werden, um den Einstechfühler einführen zu können.



Wir messen es.



testo AG  
Postfach 1140, 79849 Lenzkirch  
Testo-Straße 1, 79853 Lenzkirch  
Telefon: 07653 681-700  
Telefax: 07653 681-701  
E-Mail: [info@testo.de](mailto:info@testo.de)

Die aktuellen Anschriften unserer Töchter und Vertretungen weltweit finden Sie unter **[www.testo.com](http://www.testo.com)**