

Was bei der Auswahl von Flüssigkeiten für Kalibrierbäder zu beachten ist

Ellab White Paper - 06/18



Inhaltsverzeichnis

Intro	3
Anwendungsbereich - Obere/Untere Temperaturgrenzen	3
Flammpunkt	4
Viskosität	4
Spezifisches Gewicht	5
Wärmekapazität	5
Wärmeausdehnung	5
Wärmeleitfähigkeit	5
Polymerisation	6
Wasser	6
Lüftung	7
Verwendung mehrerer Flüssigkeiten	7
Sicherheitshinweise	8

Auswahl der Flüssigkeiten für Kalibrierbäder

Um eine qualitativ hochwertige, sichere und störungsfreie Kalibrierung in Flüssigkeitsbädern durchführen zu können, muss als Teil der Konfiguration die entsprechende Flüssigkeit ausgewählt werden. Da viele Faktoren berücksichtigt werden müssen, hat Ellab mehrere Tests durchgeführt, um die Auswahl der idealen Flüssigkeit für die gewünschte Anwendung zu erleichtern. Die relevanten Spezifikationen und wichtigsten Fakten zu jeder Flüssigkeit sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:



Ellab Standard Öl

Flüssigkeit	Untere Temperaturgrenze*	Obere Temperaturgrenze*	Flammpunkt	Viskosität (centistokes)	Spezifisches Gewicht	Spezifische Wärme (cal/g/°C)	Wärmeleitfähigkeit (cal/cm/°C)	Wärmeausdehnung (cm/cm/°C)	Spezifischer Widerstand (10 ¹² Ω-cm)
Ethanol	-97 °C (fr)	16 °C (fl,cc)	16 °C	1 @ 20 °C	0,809 @ 20 °C	0,61	0,00047	-	-
Ellab Tieftemperatur-Flüssigkeit	-89 °C (fr)	10 °C (fl,cc)	12 °C	20 @ 20 °C	0,79 @ 20 °C/4 °C				
Wasser	0 °C (fr)	95 °C (b)	-	1 @ 25 °C 0,4 @ 75 °C	1,00	1,00	0,0014	0,0002 @ 25 °C	
Ethylenglycol - 50 %	-30 °C (fr)	90 °C (b)	-	7 @ 0 °C 2 @ 50 °C 0,7 @ 100 °C	1,05	0,8 @ 0 °C	0,001		
Ellab Standard Öl 200.10	-30 °C (v)**	209 °C (fl,cc)	211 °C	10 @ 25 °C 3 @ 135 °C	0,934 @ 25 °C	0,43 @ 40 °C 0,45 @ 100 °C 0,482 @ 200 °C	0,00032 @ 25 °C	0,00108	1000 @ 25 °C 50 @ 150 °C
Ellab Hochtemperatur Öl 710	80 °C (v)	300 °C (fl,cc)	302 °C	50 @ 80 °C 7 @ 204 °C	1,11 @ 25 °C	0,363 @ 40 °C 0,454 @ 100 °C 0,505 @ 200 °C	0,00035 @ 25 °C	0,00077	100 @ 25 °C 1 @ 150 °C

*Grenzkriterien - B-Siedepunkt, e-hohe Verdunstung, fl-Flammpunkt, fr-Gefrierpunkt, v-Viskosität / Flammpunkt Test - oc-"open cup", cc-"closed cup"

**Sehr geringe Wasserlöslichkeit, Eis wird sich als Kondenswasser durch Kondensation unter dem Gefrierpunkt bilden

Anwendungsbereich - Untere/Obere Temperaturgrenzen

Der Anwendungsbereich ist der Temperaturbereich, in dem eine Flüssigkeit eine stabile Umgebung für die zu kalibrierenden Sensoren und Messfühler bietet. Der Bereich und die Spezifikationen können je nach Hersteller variieren und durch Faktoren wie Viskosität, Flammpunkte, Gefrier- und Siedepunkte, Verdampfungsraten usw. eingegrenzt sein.

Zum Teil müssen mehrere Flüssigkeiten eingesetzt werden, um den gesamten Bereich der Gerätekalibrierung abdecken zu können. Ellab empfiehlt, pro Flüssigkeitsbad nur eine Flüssigkeit zu verwenden. Das verkürzt die Kalibrierprozesse, da die Notwendigkeit des umständlichen und ineffizienten Flüssigkeitsaustausches entfällt.

Flammpunkt

Der Flammpunkt ist die Temperatur, bei der sich ein Gemisch aus Flüssigkeitsdampf und Luft entzünden würde, wenn es einem Funken oder einer Flamme ausgesetzt wird. Es gibt zwei Möglichkeiten den Flammpunkt zu ermitteln, entweder mit der Methode "offener Tiegel" (Open Cup) oder "geschlossener Tiegel" (Closed Cup). Bei der "Open Cup"-Methode wird weder die Flüssigkeit noch die Umgebungsluft eingeschlossen, wodurch ein größeres Verhältnis von Luft zu Flüssigkeitsdampf entsteht.

Bei der "Closed Cup"-Methode werden Flüssigkeit, Flüssigkeitsdampf sowie Luft im Bad eingeschlossen. "Closed Cup"-Flammpunkte sind typischerweise niedriger als "Open Cup"-Flammpunkte. Die Flammpunkte der Ellab Thermal Flüssigkeiten werden unter Benutzung der "Closed Cup"-Methode aufgelistet und die obere Bereichsgrenze wird geringfügig unterhalb des Flammpunktes eingestellt.



Viskosität

Viskosität ist ein Maß für den Strömungswiderstand einer Flüssigkeit – oft auch als "Zähigkeit" bezeichnet. Kinematische Viskosität ist das Verhältnis von absoluter Viskosität zur Dichte und wird in "Centistokes" gemessen. Höhere Centistoke-Werte drücken eine höhere Viskosität aus, was wiederum eine zähere Flüssigkeit bedeutet.

Die Viskosität wird immer bei einer bestimmten Temperatur (oft 25 °C) angegeben, steigt aber mit abnehmender Temperatur der Flüssigkeit und umgekehrt. Allzu viskose Badflüssigkeiten belasten den Rühr- und Pumpmecha-

nismus und übertragen die Wärme nicht gleichmäßig von den Temperaturquellen auf die Kalibriergegenstände. Es werden Flüssigkeiten mit weniger als 25 Centistokes empfohlen, eine Größe, die sich in den für jede Flüssigkeit angegebenen nutzbaren Bereichen widerspiegelt. Als optimal wird jedoch eine Viskosität von weniger als 10 Centistokes erachtet, da eine homogene Temperatur in der "Kalibrierzone" erforderlich ist, um Kalibrierungen mit einer geringen Messunsicherheit zu erreichen; hochviskose Flüssigkeiten verursachen demgegenüber häufig Temperaturgradienten.

Spezifisches Gewicht

Das spezifische Gewicht ist das Verhältnis der Dichte einer Flüssigkeit zu der von Wasser. Je höher das Verhältnis, desto dichter und schwerer ist die Flüssigkeit. Ist die Flüssigkeit zu schwer, kann es sein, dass sie in einem Bad mit Pumpe oder Zirkulator nicht gut funktioniert.

Wärmekapazität

Die spezifische Wärme ist die Wärmemenge, die benötigt wird, um die Temperatur eines Objektes (Masse 1 kg) um 1 K zu erhöhen. Je höher die Wärmekapazität, desto mehr Energie wird benötigt, um die Temperatur zu verändern, was zu einem langsameren und stabileren Prozess führt.

Beispiel: Wasser hat eine hohe Wärmekapazität, d. h., dass es viel Wärme aufnimmt, bevor die Erwärmung beginnt. Aufgrund seiner hohen Wärmekapazität und Viskosität wäre Wasser eines der besten Kalibriermedien.

Wärmeausdehnung

Alle Flüssigkeiten haben einen Wärmeausdehnungskoeffizienten. Dieser gibt an, wie stark sich das Volumen einer Flüssigkeit bei Temperaturänderungen verändert (expandiert oder kontrahiert). Die Flüssigkeitsausdehnung hat Auswirkungen auf die Sicherheit, Sauberkeit und Pflege der Geräte. Wird z.B. ein Bad bei niedriger Temperatur zu stark gefüllt und dann ohne Rücksicht auf die Zunahme des Volumens erwärmt, besteht die Gefahr des Überlaufens. Auch wenn sich zu wenig Flüssigkeit in einem Bad befindet, können Badheizungen freigelegt und dadurch beschädigt werden. Silikonöle können sich z.B. um 10-15 % ausdehnen, wenn sie über einen Bereich von 100 °C erhitzt werden.



Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit ist die Fähigkeit einer Flüssigkeit, Wärme von einem Molekül auf ein anderes zu übertragen. Je besser die Wärmeübertragung, desto schneller wird die Flüssigkeit erwärmt oder abgekühlt. Eine bessere Wärmeleitung verbessert die Homogenität eines Bades.



LiquiCal HM Flüssigkeitsbad



LiquiCal LL Flüssigkeitsbad

Polymerisation

Ausreichend Zeit, Temperatur und Katalysatoren vorausgesetzt, werden Silikonöle letztendlich polymerisieren. Das bedeutet, dass sie sich plötzlich in einen melasseartigen "Sirup" verwandeln, der sein Volumen verdoppelt. Dieses Phänomen wird durch Oxidation bewirkt.

Während Silikonöle nahe ihrer Flammpunkte sicher eingesetzt werden können, erhöht sich die Gefahr der Polymerisation, wenn ihre Temperatur über die Oxidationsgrenze steigt.

Vermeiden von Polymerisation:

1. Halten Sie das Bad unterhalb des Oxidationspunktes der Flüssigkeit, wenn es nicht genutzt wird.
2. Vermeiden Sie Verunreinigungen des Öls durch z. B. Salze, andere Öle und Oxidationsmittel.
3. Wechseln Sie das Öl aus, sobald es sich verfärbt, zähflüssig oder temperaturunbeständig wird.



Wasser

Es gibt einige wissenswerte Dinge über Wasser in Nicht-Wasser-Bädern. Führen Sie erstens niemals Wasser in ein Salzbad oder ein heißes Ölbad ein. Dies kann extrem gefährlich sein. Zweitens kann Wasser in einem Ölbad bei niedrigen Temperaturen kondensieren, vor allem wenn die Umgebungsluftfeuchtigkeit hoch ist. Wasser kann zu Kühlflächen gefrieren und eine schlechte Zirkulation verursachen. Die Flüssigkeit muss gelegentlich unter

Berücksichtigung der oberen Temperaturgrenze erwärmt werden, damit das Wasser abgegeben wird. Die Beimischung von 5 % Wasser in Methanol ermöglichen den Einsatz bei -100 °C. Wird dagegen zu viel Wasser absorbiert, wird der Alkohol zu stark verdünnt und es kann sich ein Wasser-Eis-Gemisch bilden. Dies wirkt sich negativ auf die gesamte Stabilität und Gleichmäßigkeit während der Kalibrierungsprozesse aus.

Lüftung

Flüssigkeiten mit hohem Dampfdruck (wie Alkohole und Wasser) verdunsten schnell und müssen häufig nachgefüllt werden. Außerdem wirkt sich die schnelle Verdampfung an der Oberfläche kühlend auf die Flüssigkeit aus, wodurch die Temperaturregulierung, besonders bei einem unbedeckten Bad, erschwert wird. Diese Flüssigkeiten sind im Allgemeinen nur für den Einsatz bei niedrigen Temperaturen geeignet. Bäder mit guter Lüftung verhindern, dass Bediener Dämpfe aus den Bädern einatmen. Als ideale Lösung gelten Absaugvorrichtungen, die mit einem zentralen Absaugsystem in der Nähe der Badöffnung

verbunden sind. Öldämpfe können sich auf der Oberfläche der Augen absetzen und Beschwerden verursachen. Silikonöle können Benzol und Formaldehyd bilden, während sie bei hohen Temperaturen, d.h. um oder über dem Flammpunkt, zerfallen. Halten Sie die Bäder nach Möglichkeit geschlossen, um zu verhindern, dass Dämpfe in den Arbeitsraum eindringen. Dies trägt zur Sicherheit des Bedieners bei, erhöht die Lebensdauer der Öle und verbessert die Leistung des Bades.



Verwendung mehrerer Flüssigkeiten

Obwohl die Verwendung einer einzigen Flüssigkeit optimal wäre, ist dies für eine Messtechnik-Abteilung aufgrund der vielfältigen zu wartenden und zu kalibrierenden Geräte nur selten möglich. Bei allen Flüssigkeiten gibt es aus unterschiedlichen Gründen Grenzen des Temperaturbereiches. Es treten nicht nur Probleme beim Gefrieren und Sieden auf, auch Viskositätsänderungen, Verdampfung und Flammpunkte begrenzen den nutzbaren Temperatur-

bereich einer Flüssigkeit. Dies bedeutet, dass eine einzige Flüssigkeit nicht immer den erforderlichen Bereich innerhalb eines einzelnen Bades abdecken kann, sodass der Anwender die Wahl zwischen umständlichem Austausch der Flüssigkeiten oder mehreren Bädern mit zugeordneten Temperaturen hat. Ellab empfiehlt ein Bad für jede benötigte Flüssigkeit, um den festgelegten Temperaturbereich effizient abzudecken.

Sicherheitshinweise

Gesetzliche und/oder betriebsinterne sicherheits- und arbeitsschutztechnische Vorgaben und Regelungen in Bezug auf die Verwendung von Flüssigkeiten müssen beachtet werden.

Hier sind einige Empfehlungen:

- Tragen Sie immer eine geeignete Schutzausrüstung. Dazu gehören Handschuhe, Schürzen und Gesichtsschutz, die aus einem Material bestehen, das für die Temperaturen/Flüssigkeiten, mit denen gearbeitet wird, geeignet ist.
- Machen Sie sich mit den vom Hersteller der Flüssigkeiten zur Verfügung gestellten Sicherheitsdatenblättern und Technischen Datenblättern vertraut. Die Sicherheitsdatenblätter der Hersteller können nützlich sein und Produktspezifikationsblätter enthalten häufig weitere hilfreiche Informationen.
- Lüften Sie ausreichend.
- Mischen Sie niemals Flüssigkeiten und geben Sie niemals Chemikalien in die Flüssigkeit.
- Geben Sie niemals etwas in die Badflüssigkeiten, das eine physikalische/chemische Reaktion hervorrufen könnte.
- Lassen Sie niemals Wasser mit heißen Salzen oder Ölen in Berührung kommen.
- Geben Sie nur saubere Sensoren und Messfühler in die Badflüssigkeit.
- Betreiben Sie niemals ein Bad in der Nähe von brennbaren Materialien. Halten Sie den Bereich um das Bad herum sauber.
- Bewahren Sie eine geeignete Feuerlöschschrüstung in der Nähe auf.
- Stellen Sie sicher, dass alle Mitarbeiter/Bediener von Flüssigkeitsbädern die zutreffenden Vorsichtsmaßnahmen verstehen und im Umgang mit eventuellen Notfällen geschult sind.
- Beachten Sie die Gesetze und/oder Vorschriften zur Lagerung und Entsorgung von gefährlichen oder brennbaren Badflüssigkeiten.
- Vermeiden Sie die Verwendung von Flüssigkeiten bei Temperaturen über deren Flammpunkten. Besondere Sicherheitshinweise sind zu beachten für Alkohole, da deren Flammpunkte typischerweise unterhalb der Raumtemperaturen liegen.

