



Wacker Siliconöle AK

WACKER

Wacker-Chemie GmbH
Geschäftsbereich Silicone
Hanns-Seidel-Platz 4
D-81737 München
Tel. +49-89-62 79-01
Fax +49-89-62 79-28 88
<http://www.wacker.com>

■ Silicone-Info Service
Deutschland:
Tel. 0-8 00-62 79-80 00
International:
Tel. +8 00-62 79-80 00
E-mail: silicones@wacker.com

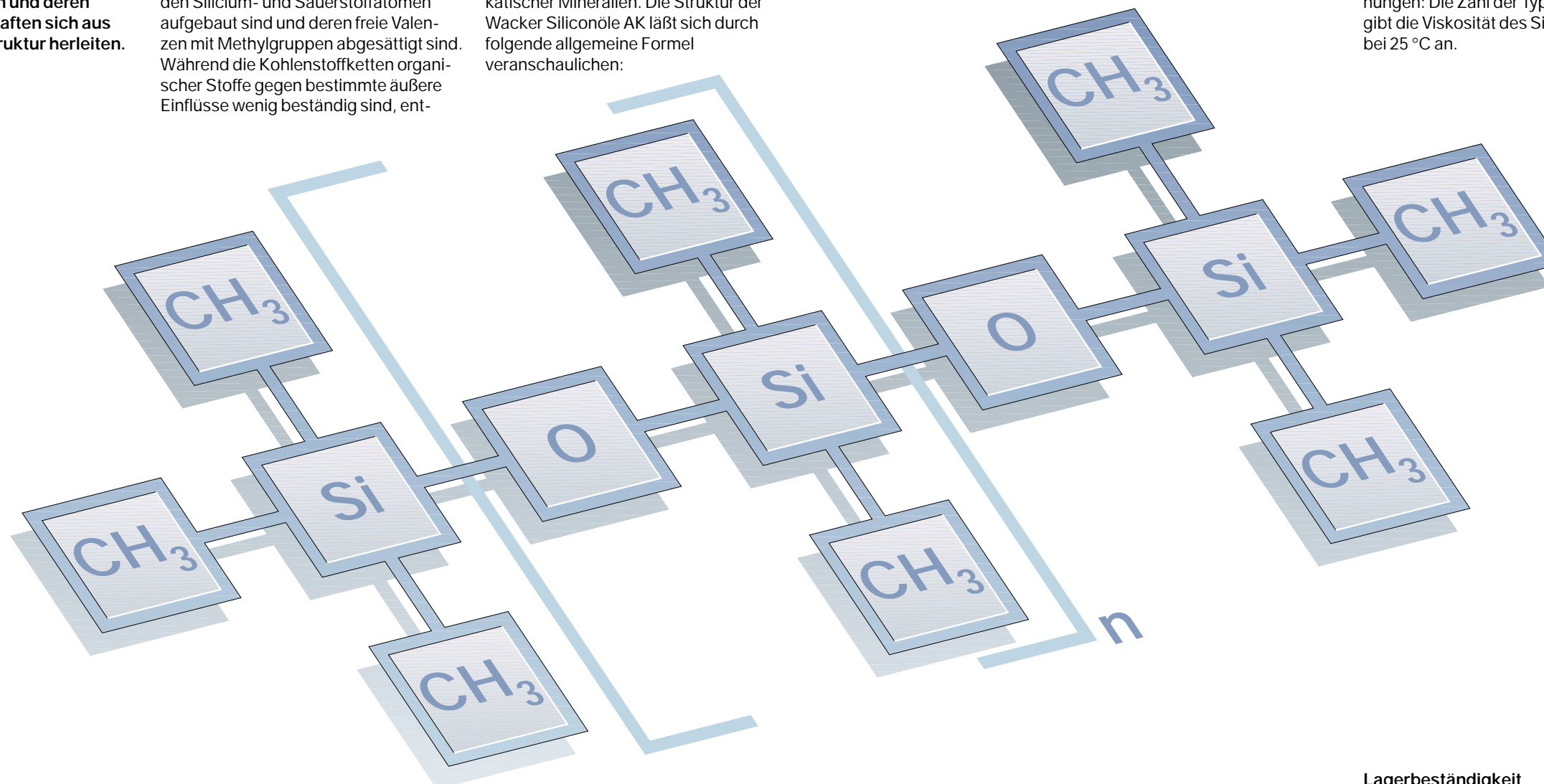
WACKER

Chemische Struktur

Wacker Siliconöle AK sind wasserklare Flüssigkeiten, die in Viskositäten von 0,65 bis 1 000 000 mm²/s zur Verfügung stehen und deren besondere Eigenschaften sich aus ihrer molekularen Struktur herleiten.

Wacker Siliconöle AK sind Dimethylpolysiloxane, deren unverzweigte Ketten wechselweise aus aufeinanderfolgenden Silicium- und Sauerstoffatomen aufgebaut sind und deren freie Valenzen mit Methylgruppen abgesättigt sind. Während die Kohlenstoffketten organischer Stoffe gegen bestimmte äußere Einflüsse wenig beständig sind, ent-

spricht die Beständigkeit der anorganischen Si-O-Bindungen in vieler Hinsicht dem chemischen inerten Verhalten silikatischer Mineralien. Die Struktur der Wacker Siliconöle AK läßt sich durch folgende allgemeine Formel veranschaulichen:



Das Molekulargewicht, und davon abhängig die Viskosität der Wacker Siliconöle AK, ist durch die Anzahl „n“ der Zwischenglieder im Molekül bestimmt. Sogar Siliconöle mit über 2 000 Zwischengliedern sind bei Raumtemperatur noch flüssig. Bei noch höherem Molekulargewicht bilden sich weiche, etwas klebrige Massen, die aber noch Fließvermögen besitzen. Aus nebenstehender Tabelle wird der Zusammenhang zwischen Viskosität und Molekülgröße von Dimethylsiliconölen mit obiger Struktur ersichtlich. Die aufgelisteten Molekulargewichte bzw. Werte für den Index „n“ stellen rechnerisch ermittelte Durchschnittswerte dar.

Viskosität [mm ² /s]	n	Molekulargewicht
0,65	0	162
50	40	3 000
100	70	5 000
1 000	200	15 000
10 000	500	37 000
100 000	1 000	74 000

Unsere Produktpalette

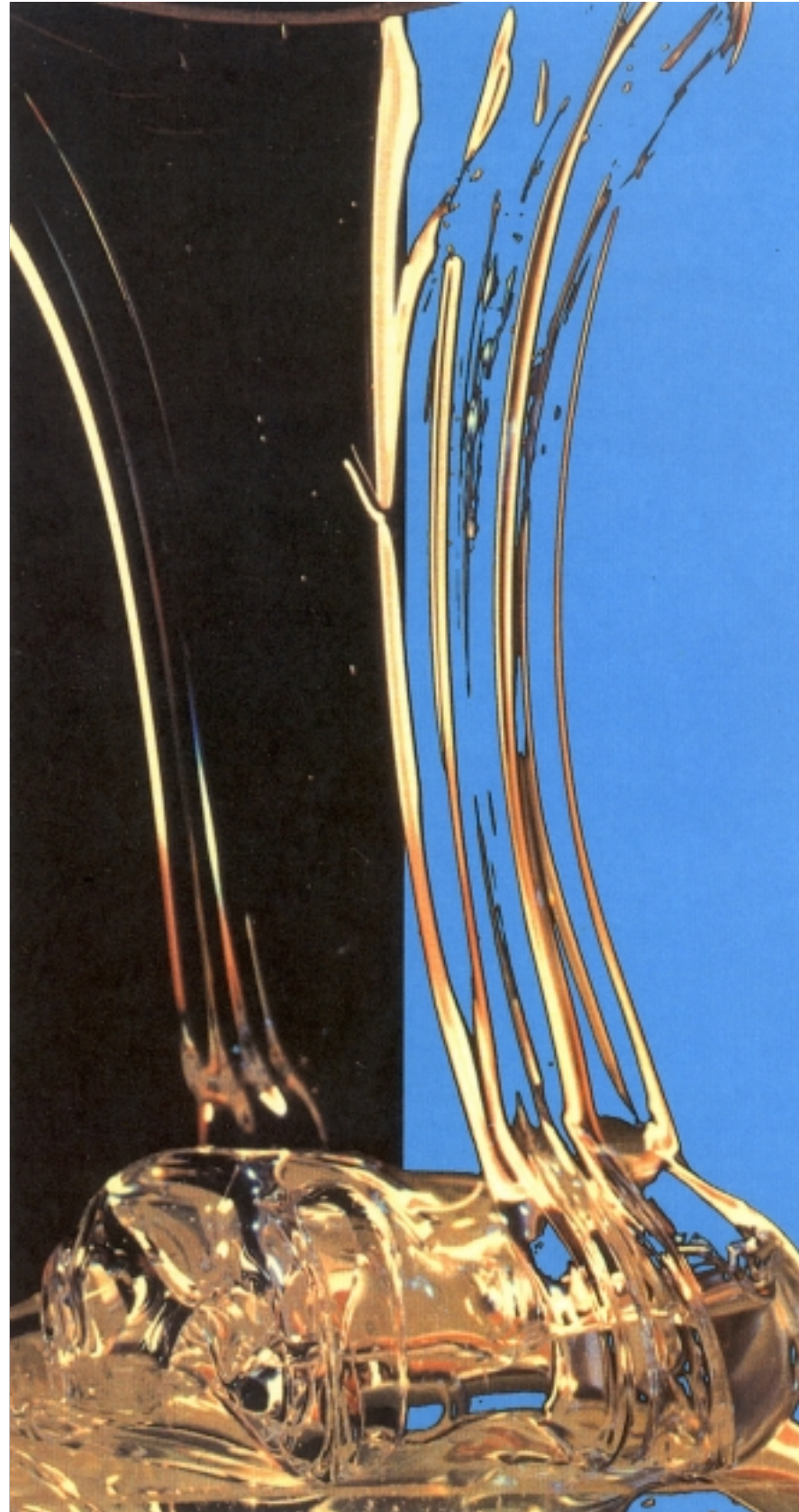
Wacker Siliconöle AK stellen wir in abgestuften Viskositäten her und liefern sie unter den nebenstehenden Bezeichnungen: Die Zahl der Typenbezeichnung gibt die Viskosität des Siliconöls in mm²/s bei 25 °C an.

AK 0,65
AK 5
AK 10
AK 20
AK 35
AK 50
AK 100
AK 150
AK 200
AK 250
AK 350
AK 500
AK 1 000
AK 2 000
AK 5 000
AK 10 000
AK 12 500
AK 20 000
AK 30 000
AK 60 000
AK 80 000
AK 100 000
AK 200 000
AK 300 000
AK 500 000
AK 600 000
AK 1 000 000

Lagerbeständigkeit

Siliconöle AK besitzen eine Lagerbeständigkeit von mindestens 12 Monaten, sofern die original verschlossenen Gebinde zwischen 5 °C und 30 °C gelagert werden. Das Mindesthaltbarkeitsdatum der jeweiligen Charge ist auf dem Produktetikett angegeben. Eine Lagerung über den auf dem Produktetikett angegebenen Zeitraum hinaus bedeutet nicht notwendigerweise, dass die Ware unbrauchbar ist. Eine Überprüfung der für den jeweiligen Einsatzzweck erforderlichen Eigenschaftswerte ist jedoch in diesem Falle aus Gründen der Qualitätssicherung unerlässlich.

Produktbeschreibung von Wacker Siliconölen AK



Mischung von Wacker Siliconölen AK

Außer den aufgeführten Typen der Wacker Siliconöle AK können auf Rückfrage Sonderviskositäten geliefert werden. Werden Siliconöle mit anderen als den angegebenen Viskositäten benötigt, so kann der gewünschte Viskositätsgrad durch Mischen eingestellt werden. Alle Wacker Siliconöle AK besitzen den gleichen chemischen Aufbau und können daher ohne weiteres gemischt werden. Das Mischungsverhältnis der einzelnen Komponenten kann nebenstehendem Diagramm entnommen werden.

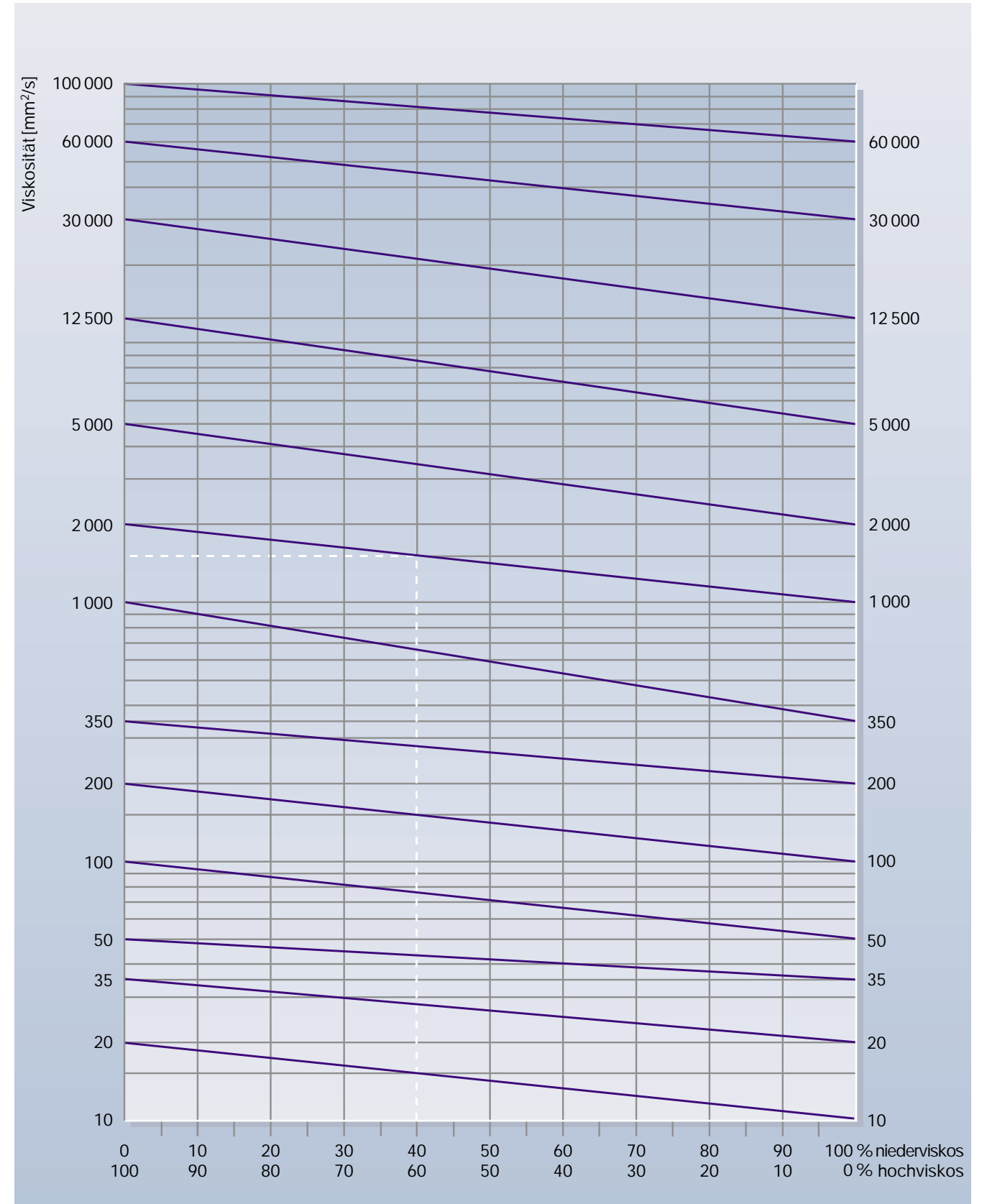
Zur Einstellung einer gewünschten Viskosität verwendet man zweckmäßigerweise Siliconöle der nächstliegenden Standardviskositäten. Um ein Siliconöl mit der Viskosität von $1\,500\text{ mm}^2/\text{s}$ (gemessen bei 25 °C) zu erhalten, verwendet man daher die Standardviskositäten Siliconöl $1\,000\text{ mm}^2/\text{s}$ und Siliconöl $2\,000\text{ mm}^2/\text{s}$.

In dem Diagramm zeichnet man zunächst eine Waagrechte (---) von Punkt $1\,500\text{ mm}^2/\text{s}$ aus (= die gewünschte Viskosität). Wo diese gestrichelte Linie die Verbindungslinie zwischen den beiden Standardviskositäten schneidet, fällt man das Lot (---) auf die Prozentkala.

In unserem Beispiel benötigt man 40 Gew.% des niederviskosen Öls (= Wacker Siliconöl AK $1\,000$) und 60 Gew.% des höherviskosen Öls (= Wacker Siliconöl AK $2\,000$).

Eigenschaften

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Eigenschaften der Wacker Siliconöle AK angeführt. Die Gesamtübersicht auf den Seiten 6 und 7 bringt eine Zusammenstellung der wesentlichen Daten. Die höherviskosen Typen – ab AK 100 etwa – zeigen in ihren Eigenschaften nur noch geringe Unterschiede.



Eigenschaftsdaten von Wacker Siliconölen AK

Viskosität bei 25 °C ¹⁾		Viskositäts-Temperatur-Koeffizient ²⁾	Dichte bei 25 °C	Wärmeausdehnungskoeffizient von 0 – 150 °C	Wärmeleitfähigkeit bei 50 °C	Flammpunkt nach Cleveland DIN ISO 2592	Stockpunkt DIN 51794	Flüchtigkeit ⁴⁾	Brechungsindex bei 25 °C	Dielektrizitätszahl bei 25 °C und 10 ² Hz	Oberflächen- spannung bei 25 °C DIN 53 914
kinematisch	dynamisch										
[mm ² /s]	[mPa · s]		[g/cm ³]	$\left[\frac{\text{cm}^3}{\text{cm}^3 \cdot \text{°C}} \cdot 10^{-4} \right]$	[W · K ⁻¹ · m ⁻¹]	[°C]	[°C]	[%]			[mN/m]
0,65	0,6	–	0,76	–	0,10	– ³⁾	–68	Kp100 °C/1 bar	1,375	2,18	15,9
5	4,6	–	0,92	–	0,12	> 130	< –80	< 4 (1h/150 °C)	1,396	2,49	19,2
10	9,3	0,56	0,93	10,0	0,13	> 165	< –80	< 1 (1h/150 °C)	1,399	2,61	20,2
20	19	0,575	0,945	9,7	0,14	> 200	< –70	< 1 (1h/150 °C)	1,401	2,68	20,6
35	33	0,585	0,955	9,5	0,14	> 235	< –60	< 6	1,402	2,69	20,7
50	48	0,59	0,96	9,5	0,15	> 250	–55	< 2	1,402	2,71	20,8
100	96	0,59	0,963	9,4	0,15	> 275	–55	< 1,5	1,403	2,73	20,9
150	145	0,595	0,965	9,3	0,15	> 300	–50	< 1,5	1,403	2,73	21,0
200	193	0,595	0,966	9,3	0,15	> 300	–50	< 1,5	1,403	2,73	21,0
250	240	0,595	0,967	9,3	0,15	> 300	–50	< 1,5	1,403	2,73	21,0
350	340	0,595	0,968	9,25	0,15	> 300	–50	< 1,5	1,4035	2,73	21,1
500	485	0,60	0,969	9,25	0,15	> 300	–50	< 1,5	1,4035	2,74	21,1
1 000	970	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–50	< 1,5	1,4035	2,74	21,2
2 000	1 940	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–50	< 1,5	1,4037	2,74	21,3
5 000	4 850	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–50	< 1,5	1,4037	2,74	21,4
10 000	9 700	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–45	< 1,5	1,4037	2,75	21,5
12 500	12 100	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–45	< 1,5	1,4037	2,75	21,5
20 000	19 400	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–45	< 1,0	1,4037	2,76	21,5
30 000	29 100	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–45	< 1,0	1,4037	2,76	21,5
60 000	58 200	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–45	< 0,75	1,4037	2,76	21,5
80 000	77 600	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–45	< 0,75	1,4037	2,76	21,5
100 000	97 000	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–40	< 0,75	1,4037	2,76	21,5
200 000	194 000	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–40	< 0,75	1,4037	2,76	21,5
300 000	290 000	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–40	< 0,75	1,4037	2,76	21,5
500 000	485 000	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–40	< 0,75	1,4037	2,76	21,5
600 000	582 000	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–40	< 0,75	1,4037	2,76	21,5
1 000 000	970 000	0,60	0,97	9,2	0,15	> 320	–40	< 1,0	1,4037	2,76	21,5

1) Die Toleranz bis 50 mm²/s beträgt ± 10 %, bei höherviskosen Ölen ± 5 %

2) Viskositäts-Temperatur-Koeffizient: $1 - \frac{\text{kinematische Viskosität bei } 99^\circ\text{C}}{\text{kinematische Viskosität bei } 38^\circ\text{C}}$

3) Flammpunkt-Messung nach DIN 51755

4) Gewichtsverlust in % bei einer Einwaage von 5 g in einer Metallkapsel nach zweistündigem Erhitzen auf 230 °C

Alle Angaben stellen Richtwerte dar und sind nicht zur Erstellung von Spezifikationen bestimmt.

Viskosität

Abhängigkeit von der Temperatur

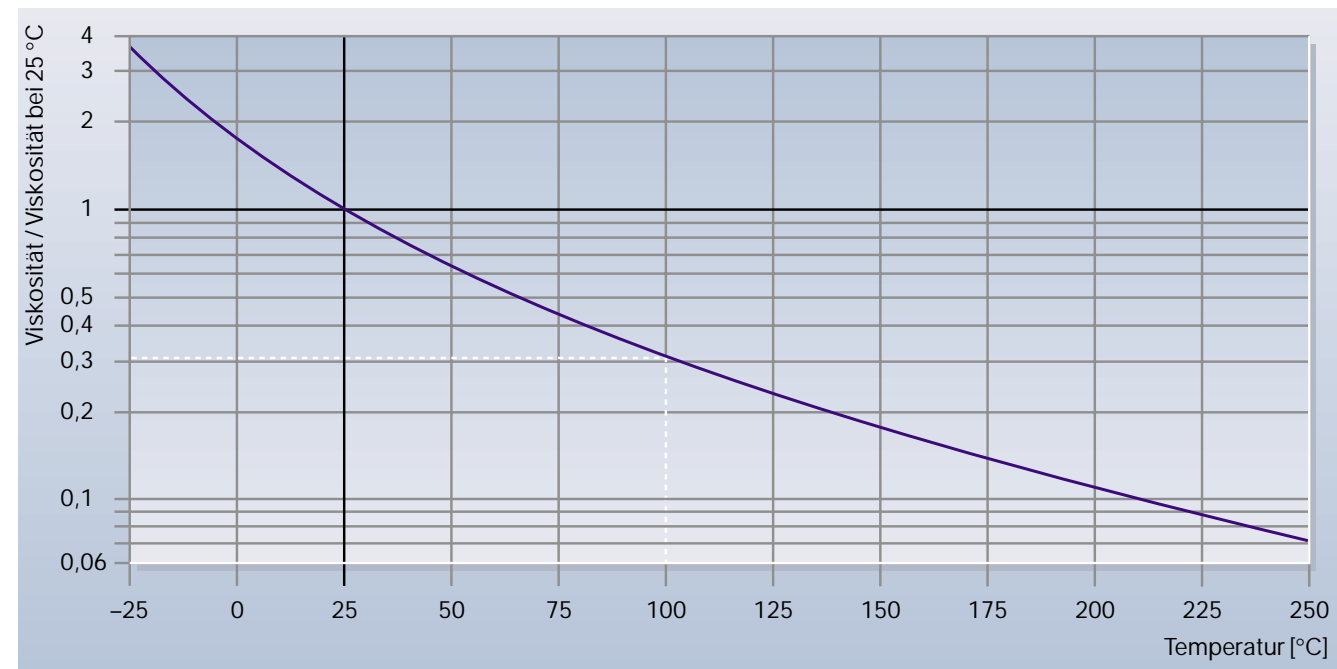
Wie bei allen Flüssigkeiten ist auch die Viskosität der Wacker Siliconöle AK von der Temperatur abhängig, jedoch ist diese Abhängigkeit bedeutend geringer als z. B. bei Mineralölen. Den numerischen Vergleich gibt folgendes Beispiel:

Bei Raumtemperatur haben beide Öle die gleiche Viskosität. Innerhalb der Temperaturspanne von -25 bis +120 °C ändert sich aber die Viskosität des Mineralöles bedeutend mehr als die des Siliconöles. Ein Maß für die Temperaturabhängigkeit der Viskosität ist der **Viskositäts-Temperatur-Koeffizient**.

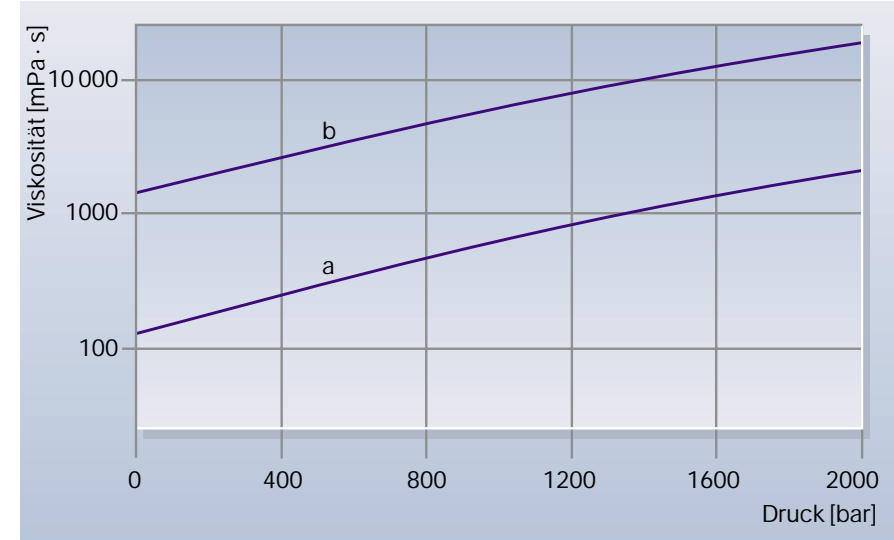
$$VTK = 1 - \frac{\text{Viskosität [mm}^2/\text{s] bei 99 °C}}{\text{Viskosität [mm}^2/\text{s] bei 38 °C}}$$

Der VTK nimmt mit steigender Viskosität zu und erreicht bei > 100 mm²/s den Höchstwert von 0,60, d.h. für Wacker Siliconöle AK > 100 mm²/s ist die Temperaturabhängigkeit der Viskosität gleich. Für Öle ≤ 100 mm²/s kann der VTK der Tabelle Seite 6 entnommen werden. Die untenstehende Abbildung zeigt die Temperaturabhängigkeit der durch die kinematische Viskosität bei 25 °C dividierten kinematischen Viskosität von Wacker Siliconölen AK > 100 mm²/s.

Viskositäten in mm ² /s bei	-25 °C	+25 °C	+120 °C
Wacker Siliconöl AK 100	350	100	25
Motorenöl SAE 10	5 000	100	5



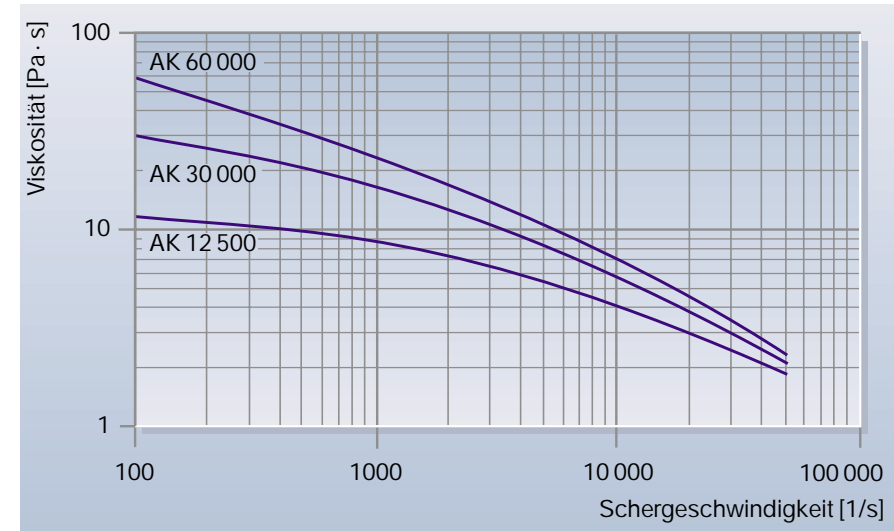
Beispiel:
Ein Wacker Siliconöl AK hat bei 25 °C eine kinematische Viskosität von 500 mm²/s.
Bei 100 °C wird für $V(100^\circ)/V(25^\circ) = 0,31$ abgelesen.
Die Viskosität bei 100 °C ist $V(100^\circ) = 0,31 \cdot V(25^\circ) = 155 \text{ mm}^2/\text{s}$.



Beispiel: Druckabhängigkeit der Viskosität für zwei Siliconöle bei 25 °C nach KUSS
a) 130 mPa · s, b) 1 400 mPa · s

Abhängigkeit vom Druck

Die Viskosität der Wacker Siliconöle AK nimmt – geringer als bei Mineralölen – mit steigendem Druck zu. Bei Ölen ≥ 1 000 mPa · s bewirkt ein Druck von 450 bar eine Viskositätserhöhung um den Faktor 2.



Abhängigkeit von der Scherkraft

Alle Wacker Siliconöle AK bis zur Type AK 1 000 verhalten sich nahezu wie Newton'sche Flüssigkeiten: die Viskosität ist unabhängig von der Scherkraft. Hochviskose Siliconöle zeigen Strukturviskosität, d.h. die Viskosität nimmt mit steigender Scherkraft ab.

Dichte

Abhängigkeit von der Viskosität

Die Dichte der Wacker Siliconöle AK nimmt mit steigender Viskosität zu und erreicht bei ca. 500 mm²/s den Maximalwert von 0,97 g/cm³ bei 25 °C (s. Seite 6).

Abhängigkeit von der Temperatur

Die Temperaturabhängigkeit der Dichte ist bei Wacker Siliconölen AK größer als bei Mineralölen. Sie nimmt mit steigender Dichte bzw. Viskosität ab. Bei 0,97 g/cm³ bzw. ≥ 500 mm²/s erreicht der Wärmeausdehnungskoeffizient den Minimalwert von 0,00092/°C (s. Seite 6). Die Temperaturabhängigkeit der Dichte ist fast linear.

Die Dichte ρ [g/cm³] eines Wacker Siliconöls AK ≥ 500 mm²/s bei der Temperatur T [°C] (-20 °C bis 200 °C) kann mit folgender Formel berechnet werden:

$$\rho(T) = \rho(25^\circ) / [1 + a \cdot (T-25) + b \cdot (T-25)^2]$$

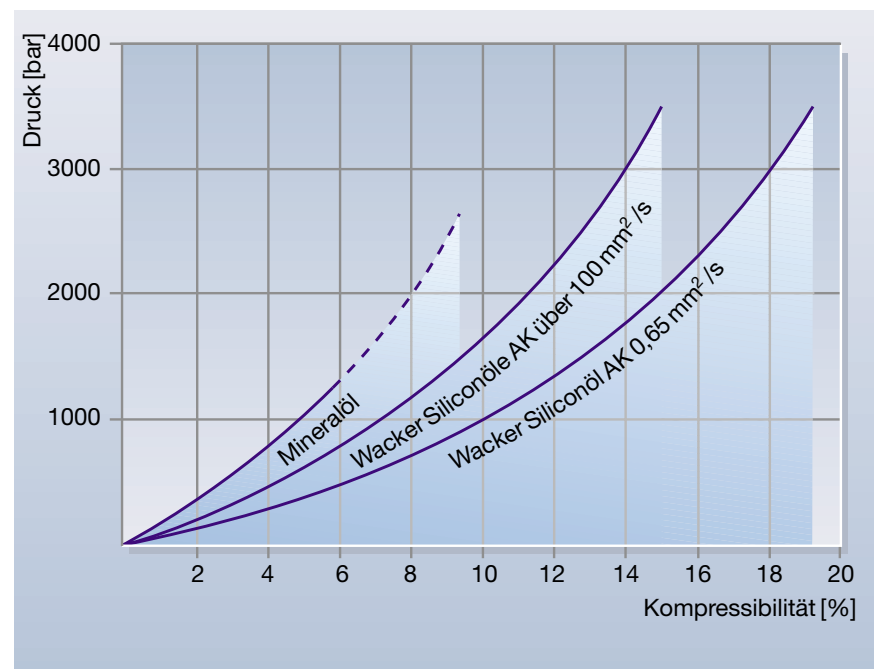
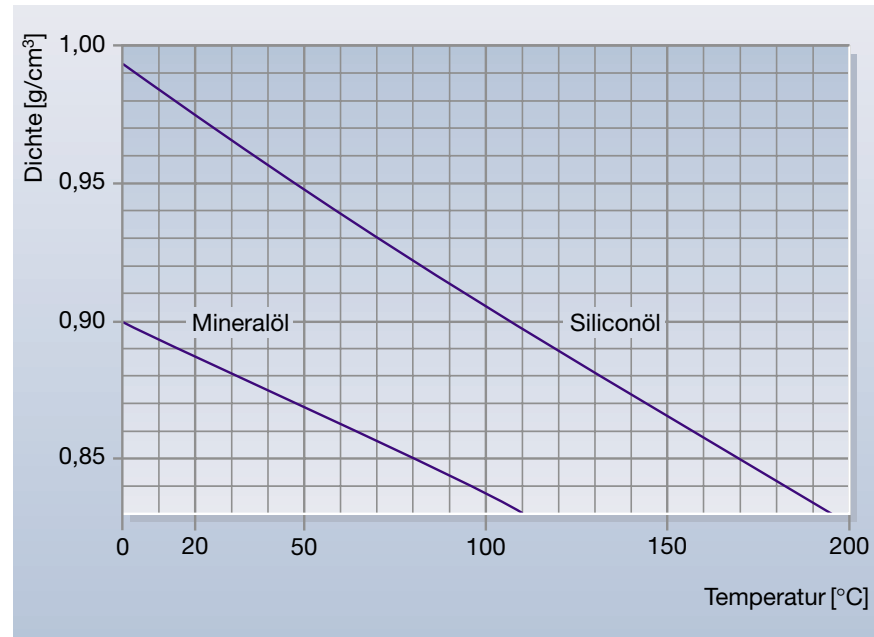
$\rho(25^\circ) = 0,97 \text{ g/cm}^3$;
 $a = 9,2 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C}$; $b = 4,5 \cdot 10^{-7} / ^\circ\text{C}^2$

Obenstehendes Diagramm zeigt die graphische Darstellung dieser Funktion.

Abhängigkeit vom Druck

Die Druckabhängigkeit der Dichte von Wacker Siliconölen AK ist groß. Sie nimmt mit steigender Viskosität ab. Die adiabatische Kompressibilität von Ölen ≥ 100 mm²/s ist bei 25 °C $100 \cdot 10^{-11} \text{ m}^2 \cdot \text{N}^{-1}$. Sie nimmt mit steigender Temperatur zu.

Wegen der gegenüber Mineralölen hohen Kompressibilität der Wacker Siliconöle AK kommen diese als Dämpfungsmedien z.B. in Stoßdämpfern zum Einsatz.



Stockpunkte

Wacker Siliconöle AK zeichnen sich durch ungewöhnlich tiefe Stockpunkte aus. Sie steigen mit zunehmender Viskosität der Öle bis auf -40 °C an (s. Seite 7). Beim Tieftemperatureinsatz von Wacker Siliconölen AK ist deren Neigung zur Unterkühlung zu beachten. Bei langsamem Abkühlen, z.B. ≤ 0,2°/min, tritt Kristallisation ein. Die Schmelzpunkte der Öle liegen höher als die Stockpunkte (siehe nebenstehende Tabelle). Werden die Öle längere Zeit bei Temperaturen zwischen Stockpunkt und Schmelzpunkt gehalten, so kann spontan Kristallisation eintreten. Bei schnellem Abkühlen erstarren die Öle ≥ 100 mm²/s amorph bei -122 °C (Glasübergangstemperatur T_g).

Wärmeleitfähigkeit

Die Wärmeleitfähigkeit der Wacker Siliconöle AK ist nur geringfügig temperaturabhängig. Sie ist bei den Viskositäten ab Wacker Siliconöl AK 350 nahezu konstant und beträgt etwa 0,15 W · K⁻¹ · m⁻¹. Diese Angaben beziehen sich auf 50 °C. Die niedrigviskosen Öle weisen geringere Werte auf. Wacker Siliconöl AK 0,65 z. B. hat eine Wärmeleitfähigkeit von etwa 0,10 W · K⁻¹ · m⁻¹ (s. Seite 6).

Spezifische Wärmekapazität

Die spezifische Wärmekapazität der Wacker Siliconöle AK zeigt im niederviskosen Bereich eine geringe Abhängigkeit von der Viskosität. Wacker Siliconöle AK ≥ 50 mm²/s haben eine spezifische Wärmekapazität von etwa 1,55 J · g⁻¹ · K⁻¹. Der Wert nimmt mit steigender Temperatur geringfügig zu.

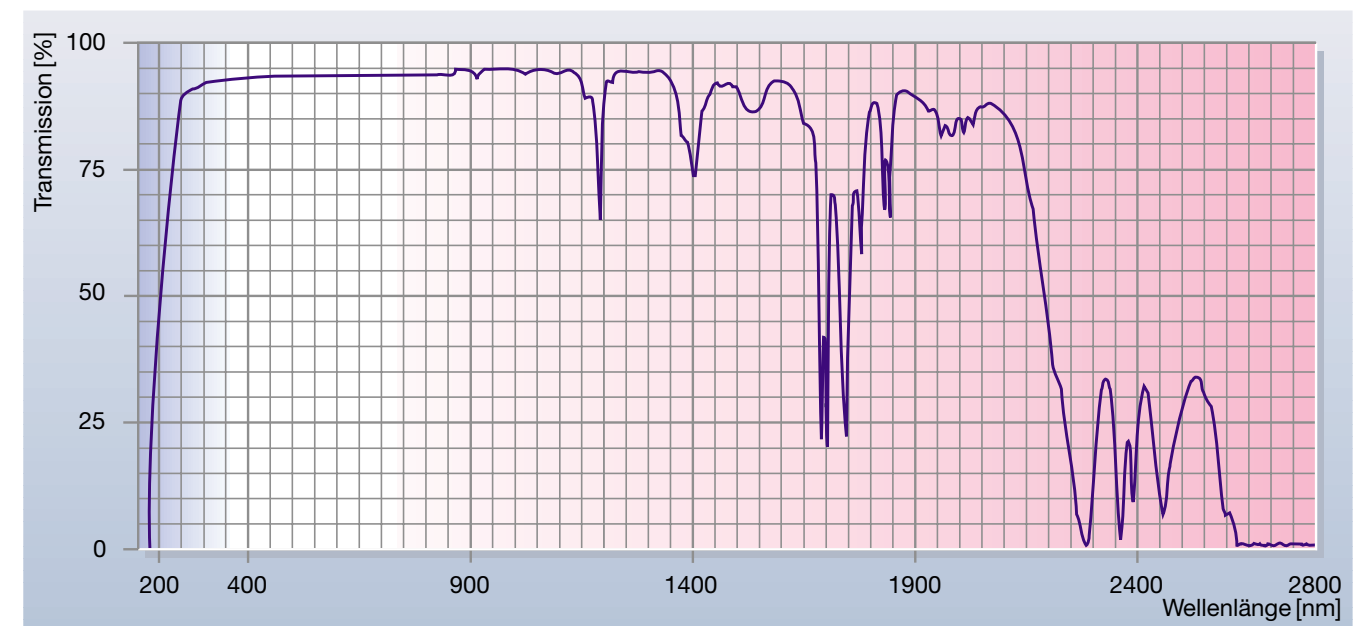
Wacker Siliconöl AK	35	50	100	1 000
Stockpunkt [°C]	< -60	-55	-55	-50
Schmelzpunkt [°C]	-44	-40	-38	-38

Brechungsindex und Lichtabsorption

Der Brechungsindex der Wacker Siliconöle AK steigt mit zunehmender Viskosität an und erreicht bei ca. 1 000 mm²/s den Maximalwert von 1,404 bei 25 °C (s. Seite 7). Mit steigender Temperatur nimmt der Brechungsindex ab. Der Temperatur-

gradient beträgt -0,00038/°C und ist von der Viskosität unabhängig. Die Lichtabsorption ist für alle Wacker Siliconöle AK etwa gleich. Im sichtbaren Bereich (400 – 760 nm) hat man bei dünnen Schichten fast 100 % Durchläss-

igkeit. Im UV-Bereich unter 200 nm sind die Öle undurchlässig. Die folgende Abbildung zeigt das UV-Vis-NIR-Transmissionsspektrum eines Wacker Siliconöls AK 100 (Schichtdicke 2 mm).



Hitzebeständigkeit

Wacker Siliconöle AK sind thermisch stabiler als Mineralöle. Die Typen ab 35 mm²/s sind an der Luft bei Temperaturen bis zu 150 °C über lange Zeit beständig. Bei noch höheren Temperaturen tritt Viskositätsänderung durch Oxidation ein. In geschlossenen Systemen, welche die Öle vor Luftzutritt schützen oder in inerter Atmosphäre (Stickstoff, Kohlendioxid, Edelgase) sind längere Belastungen bis zu 200 °C möglich. Innerhalb dieser zulässigen Temperaturbereiche bleiben die ursprünglichen Eigenschaften der Siliconöle weitgehend erhalten; es tritt keine Zersetzung oder Verfärbung auf.

Flüchtigkeit

Mit Ausnahme von AK 0,65 sind Wacker Siliconöle AK bei Umgebungstemperatur praktisch nicht flüchtig. Auch bei höheren Temperaturen ist die Flüchtigkeit sehr gering. Sie nimmt mit steigender Viskosität der Öle weiter ab (s. Seite 7).

Flammpunkte

Die Flammpunkte der Wacker Siliconöle AK liegen bei den Typen über 100 mm²/s über 300 °C. Sie sinken mit abnehmender Viskosität auf -1 °C für AK 0,65 (s. Seite 7).

Selbstentzündungstemperatur

Die Selbstentzündungstemperatur steigt mit zunehmender Viskosität. Für Siliconöle ab 100 mm²/s ist sie nahezu konstant bei etwa 500 °C.

Heizwert

Der Heizwert für Wacker Siliconöl AK 350 beträgt nach DIN 51 900 23,24 kJ/g. Dieser Wert kann beispielhaft für alle Wacker Siliconöle der Reihe AK angesehen werden.



Strahlungsbeständigkeit

Die Strahlungsbeständigkeit der Wacker Siliconöle AK ist abhängig von der Viskosität des belasteten Öles sowie der Strahlungsdosis.

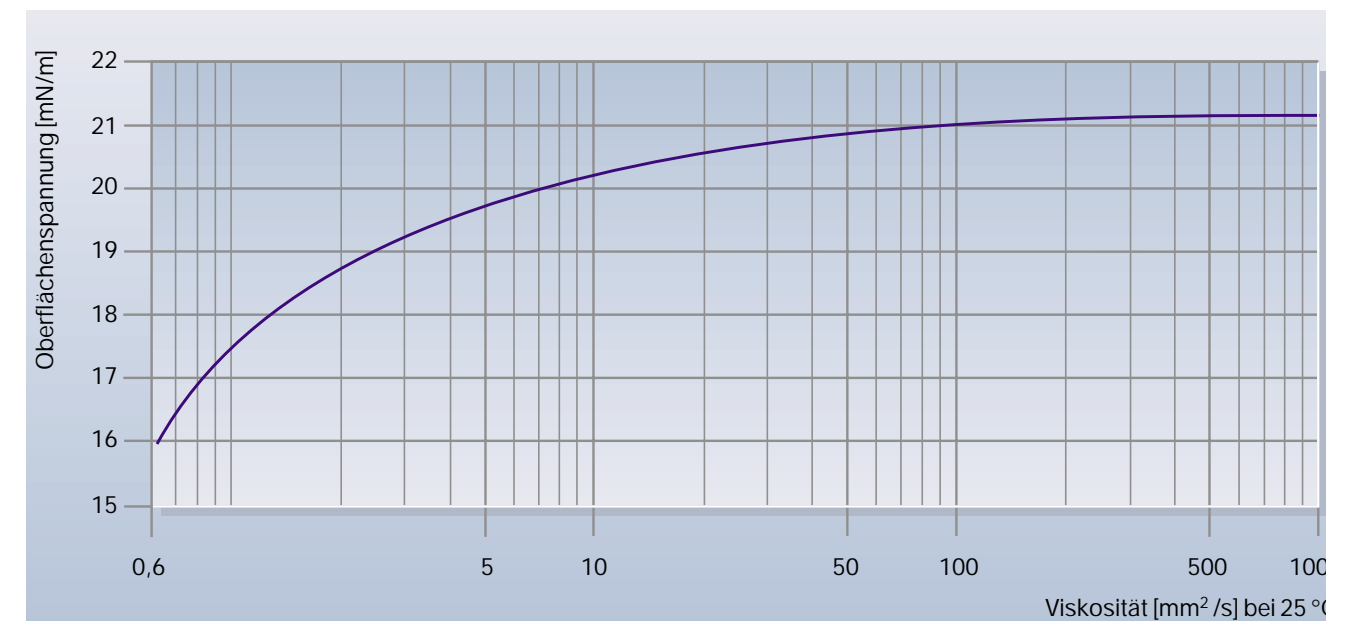
Am Beispiel einer ⁶⁰Co γ - Bestrahlung wird die Änderung der Ausgangsviskosität in Abhängigkeit von der Strahlungsdosis aufgezeigt.

Wacker Siliconöl	Ausgangsviskosität [mm ² /s]	Strahlungsdosis [Mrad]				
		5	10	20	40	60
AK 50	53	54	59	69	98	230
AK 350	351	398	627	geliert		
AK 1 000	1000	1525	5973	geliert		

Oberflächenspannung

Geringe Oberflächenspannung ist eine charakteristische Eigenschaft der Wacker Siliconöle AK. Für die höheren Glieder liegt sie bei 21 mN/m. Sie ist

meist geringer als die organischer Lösemittel. Geringe Oberflächenspannung ist gleichbedeutend mit großer Oberflächenaktivität.



Elektrische Eigenschaften

Alle Wacker Siliconöle AK haben bemerkenswert gute elektrische Isoliereigenschaften, die in einem weiten Frequenzbereich fast unverändert bleiben. Diesen kommt, zusammen mit der günstigen Viskositäts-Temperaturkurve, der Hitzebeständigkeit und dem hydrophoben Verhalten, eine besondere Bedeutung zu, wenn die Öle als flüssiges Dielektrikum verwendet werden.

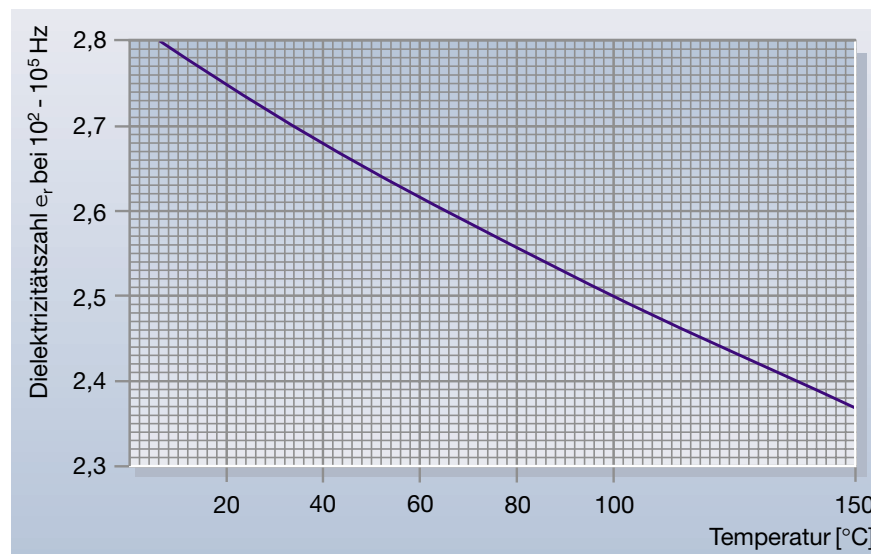
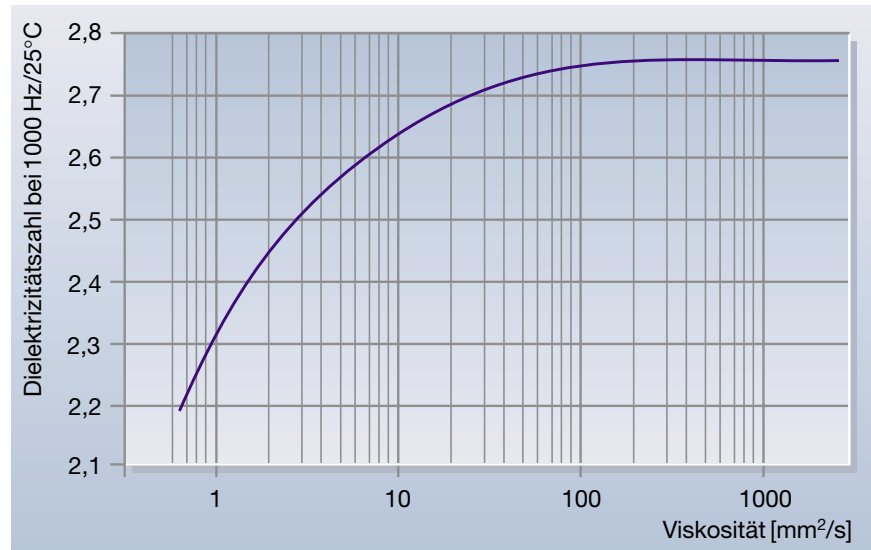
Die nach VDE 0370 gemessene Durchschlagfestigkeit ist $> 30 \text{ kV}/2,5 \text{ mm}$ bei 23°C . Sie nimmt mit steigender Temperatur ab.

Der spezifische Durchgangswiderstand, – gemessen nach VDE 0303 – ist $> 10^{14} \Omega \cdot \text{cm}$ bei 25°C . Er nimmt mit steigender Temperatur ab.

Die Dielektrizitätszahl – gemessen nach VDE 0303 – nimmt mit steigender Viskosität der Siliconöle zu und erreicht bei ca. $300 \text{ mm}^2/\text{s}$ den Maximalwert von 2,75 bei 25°C . Die Dielektrizitätszahl nimmt mit steigender Temperatur ab.

Der dielektrische Verlustfaktor $\tan \delta$ – gemessen nach VDE 0303 – ist $< 10 \cdot 10^{-4}$. Er ist über einen weiten Temperatur- und Frequenzbereich konstant.

Die elektrischen Eigenschaften werden durch den Feuchtigkeitsgehalt ($< 200 \text{ ppm}$) der Siliconöle beeinflusst. Mit steigendem Wassergehalt nehmen Durchschlagfestigkeit und Durchgangswiderstand ab – Dielektrizitätszahl und Verlustfaktor nehmen zu.

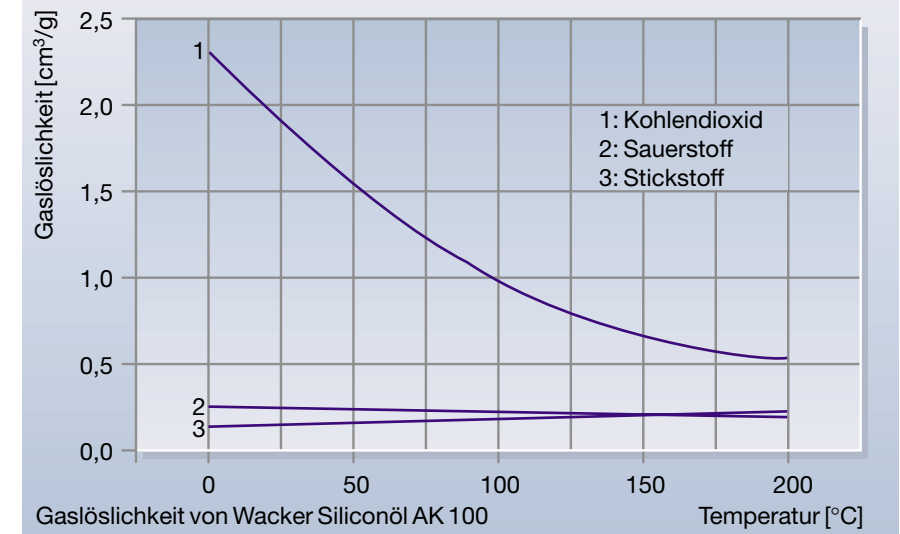


Löslichkeit

Wacker Siliconöle AK sind zu den unpolaren Flüssigkeiten zu rechnen; dem entspricht auch ihre Löslichkeit, die sich mit dem Viskositätsgrad geringfügig ändert. Die niedrigviskosen Öle bis $20 \text{ mm}^2/\text{s}$ lösen sich in manchen Lösemitteln, z.B. Dioxan, Butanol und Isopropanol, in jedem Verhältnis, während die höherviskosen Reihenglieder nur noch teilweise in diesen Flüssigkeiten löslich sind. Die Anwesenheit von Wasser in Lösemitteln setzt die Löslichkeit außerordentlich stark herab. Wacker Siliconöle der Reihe AK sind mit den Wacker Siliconölen AS weitgehend mischbar, mit den Wacker Siliconölen AR, AP und CR jedoch nicht mischbar.

Die Löslichkeit von Gasen in Wacker Siliconölen AK ist hoch. Bei Ölen $\geq 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ ist die Gaslöslichkeit unabhängig von der Viskosität. Nebstehendes Diagramm zeigt die geringe Temperaturabhängigkeit der Löslichkeit von Sauerstoff und Stickstoff sowie die extrem hohe und stark temperaturabhängige Löslichkeit von Kohlendioxid in Wacker Siliconöl AK 100.

Lösemittel, in denen Wacker Siliconöle AK in jedem Verhältnis löslich sind:	
aliph. und arom. Kohlenwasserstoffe	Ether
Chlorkohlenwasserstoffe	Ester
höhere Alkohole ab C_5	Ketone



Wasserabweisende Eigenschaften

Alle Wacker Siliconöle AK sind in Wasser unlöslich und sehr wasserbeständig. Ein Maß für die wasserabweisenden Eigenschaften ist der sogenannte Berührungswinkel. Er wird an Wassertropfen gemessen, die auf entsprechend vorbehandelten Glasflächen liegen. Es zeigt sich, daß eine Behandlung der Glasfläche mit Wacker Siliconöl AK 500 etwa zum gleichen Berührungswinkel führt wie eine Paraffinbehandlung. Paraffin gilt allgemein als das am stärksten hydrophobe Mittel. Bei Paraffin beträgt der Berührungswinkel etwa 105° , für das Siliconöl ergeben sich Werte zwischen 90° und 110° . Wassertropfen auf sauberen Metallflächen weisen einen relativ kleinen Berührungswinkel auf. Eine geeignete Oberflächenbehandlung erhöht diesen

erheblich und man sieht aus der nachstehenden Tabelle, daß die Vergütung mit einem Wacker Siliconöl der Reihe AK die gleiche Verbesserung erzielt wie eine Behandlung mit Paraffin. Die Anwendung der reinen Wacker Siliconöle AK zur wasserabstoßenden Imprägnierung erfolgt jedoch meistens nur dann, wenn hohe

Einbrenntemperaturen möglich sind, z.B. bei der Behandlung von Glasampullen. Um den Anforderungen in den verschiedensten Industrien nachzukommen, wurde eine Zahl spezieller Wacker Silicon-Imprägniermittel entwickelt. (Siehe entsprechende Druckschriften).

Berührungswinkel in [°]	Kupfer	Messing	Stahl
Oberfläche unbehandelt	78	82	50
Oberfläche paraffiniert	103	107	105
Oberfläche AK 500 behandelt	104	100	108

Farbstoffe

Zum Einfärben von Wacker Siliconölen AK eignen sich fettlösliche Farbstoffe, z.B.
 Spritblau (Hoechst AG)
 Sudanblau II (BASF)
 Sudanviolett BRN (BASF)
 Fettrot B (Hoechst AG)
 Ciba-Rot (Ciba)



Gleitfähigkeit

Wacker Siliconöle AK zeigen manche Eigenschaften, die für die Verwendung als Gleitmittel sehr günstig sind, wie z.B. niedrige Stockpunkte, hohe Flammpunkte, große Hitzebeständigkeit und Druckfestigkeit sowie relativ geringe Änderung der Viskosität bei Temperaturschwankungen.

Trotz dieser großen Vorteile gegenüber organischen Stoffen können die Wacker Siliconöle AK nicht allgemein, sondern nur in bestimmten Fällen als Schmiermittel empfohlen werden.

Insbesondere ist dies der Fall, wenn sie als Hydrauliköle oder Wärmeübertragungsflüssigkeiten eingesetzt werden, wo nur eine begrenzte Schmiereigenschaft erforderlich ist.

Bei gleitender Reibung zwischen Stahl- und Eisenflächen haben sie eine nur sehr begrenzte Tragfähigkeit. Bei gleitender und besonders bei rollender Reibung zwischen Stahl und anderen Metallen ist die Tragfähigkeit und Schmierwirkung etwas besser.

Besonders vorteilhaft sind diese Siliconöle für Lager und Getriebe aus reinen oder verstärkten Kunststoffen. Auch als Gleitmittel für synthetischen Kautschuk, Naturkautschuk, PVC, Polystyrol sowie für Nähfäden haben sie sich bewährt.

Für sehr niedrige Lagertemperaturen verwendet man die Wacker Siliconöle AK 10 bis AK 35, für Temperaturen bis zu 180 °C die Öle AK 100 bis AK 500.

In den meisten Fällen werden jedoch den Wacker Siliconölen AK die speziell für die Schmierung entwickelten Siliconöle und Siliconschmierfette vorgezogen, da sie günstigere Eigenschaften aufweisen. (Siehe Druckschrift „Siliconpasten“ und „Wacker Siliconfette“).

Physiologisches Verhalten

Bei den Wacker-Siliconölen AK handelt es sich um reine Polydimethylsiloxane. Diese Produkte zeigen in Tierversuchen bei dermalen, inhalativer oder oraler Exposition weder akut toxische Wirkungen noch wurden in Studien zur subchronischen (90 Tage) oralen Toxizität, die in Zusammenarbeit mit anderen Siliconherstellern durchgeführt wurden, schädigende Effekte beobachtet. Zahlreiche auch in der Literatur beschriebene Untersuchungen zur Genotoxizität geben keinen Hinweis auf ein erbgutschädigendes Potential. Untersuchungen zur Hautreizung und Sensibilisierung zeigten sowohl in Tierversuchen als auch am Menschen (Human-Insult-Repeat Patch Test) eine gute Hautverträglichkeit. Lediglich bei direktem Augenkontakt wurden im Tierversuch am Kaninchen eine leichte, vorübergehende Bindehautreizung beobachtet. Eine Kennzeichnungspflicht im Sinne der EU-Richtlinie besteht jedoch nicht.

Nach dem Deutschen Lebensmittelgesetz bestehen gegen die Verwendung von Wacker Siliconölen AK, mit einer Viskosität $\geq 100 \text{ mm}^2/\text{s}$ bei 20 °C zur Herstellung von Bedarfsgegenständen im Sinne des Lebensmittel- und Bedarfsgegenstandesgesetzes keine Bedenken. Diese Siliconöle entsprechen auch der hierfür maßgeblichen Empfehlung XV. Silicone der Kunststoffkommission beim BgVV (Bundesamt für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin). Auch in Europa und USA erfüllen Wacker-Siliconöle AK die lebensmittelrechtlichen Anforderungen. Detaillierte Informationen hierzu können Sie von der Wacker-Chemie erhalten.

Für äußere kosmetische Anwendungen besteht keine Limitierung hinsichtlich der Viskosität der verwendeten Wacker Siliconöle AK.

Alle Angaben stellen Richtwerte dar und sind nicht zur Erstellung von Spezifikationen bestimmt.

Anwendungen für Wacker Siliconöle AK

Anwendung	Eigenschaften	Einsatzgebiete
Trennmittel	temperaturbeständig, bilden keine Rückstände in den Formen, einmaliger dünner Auftrag reicht für viele Trennvorgänge; verhindert das Festkleben thermoplastischer Kunststoffe an den Verarbeitungsgeräten	Entformung von Kautschuk- und Kunststoffteilen, z. B. in der Reifenindustrie, bei der Fabrikation von Preßteilen aus Polyamiden, Zelluloseacetat, Polystyrol, PVC; Verpackungsindustrie
Gleitmittel	verleihen Kunststoffen und Gummi ausgezeichnete Gleiteigenschaften und machen gleichzeitig wasserabweisend; verringern die Oberflächenreibung	Kunststofflager, Folien, Schneidwerkzeuge, Form- und Spritzteile, Nähgarn
Dämpfungsmedien	behalten in einem Temperaturbereich von über 200 °C die physikalischen Eigenschaften fast unverändert bei	Drehzahlregler, Flüssigkeitskupplungen (z. B. für Lüfter), nautische und aeronautische Instrumente, Kreiselkompassse, Federbeine, Meßschreiber, Zeitregler, Luftfederventile, Überlast-relais, Tonabnehmer
Hydrauliköle	ausgezeichnetes Viskositäts-Temperaturverhalten, hohe Kompressibilität und Stabilität bei Scherbeanspruchung	Stoßdämpfer, Pumpen, Bremszylinder
Flüssige Dielektrika	die elektrischen Eigenschaften bleiben bei hohen und tiefen Temperaturen sowie in einem weiten Frequenzbereich fast unverändert erhalten; strahlungsbeständig	Kühlmittel (z. B. für Magnetotrone oder andere wärmeabgebende Baueinheiten), Transformatoren, Kondensatoren, Hochspannungsröhren, Raumfahrt (in großen Höhen reicht die Luft nicht mehr als Kühlmittel aus)
Hydrophobierungsmittel	geringe Oberflächenspannung, stark wasserabweisend, kein Nährboden für Bakterien und Pilze	Glas, Keramik, Schichtstoffe; Schalter, Isolatoren; Textilien
Antischaummittel	schon in sehr geringen Mengen wirksam, geruch- und geschmacksfrei	verhindern Schaumbildung in nicht-wäßrigen Systemen, z. B. Mineralölen oder Pflanzenölen
In der kosmetischen und dermatologischen Rezeptur	ungiftig, bilden einen wasserabweisenden Schutzfilm, der die Haut atmen läßt und nicht reizt	Hautschutzsalben, Sonnencremes, Haarpflegemittel, Insektenschutzmittel
Pflegemittel-zusatz	glanzhaltend, wasserabstoßend, glättend	Auto- und Möbelpolituren, Schuh- und Bodenpflegemittel

Produkte für Spezialanwendungen

Für Spezialanwendungen weisen wir auf folgende mit den Wacker Siliconölen AK verwandte Produkte mit speziellem Eigenschaftsbild hin. Bitte fordern Sie die entsprechenden Unterlagen an:

Wacker Produktbezeichnungen	besondere Eigenschaften	kinematische Viskosität [mm ² /s], bei 75°C	Anwendungsgebiete
Siliconöle AKF	extrem geringe Flüchtigkeiten	100/300/1000/10000	Trennmittel für z.B. Fotokopierer, Laserdrucker
Siliconöl TR 50	geringe Flüchtigkeit, sehr gute elektrische Eigenschaften	50	Transformatorenöle
SILFAR®	geringe Flüchtigkeiten, hohe Reinheit	350/500/1000	Pharmaanwendungen
Wacker-Belsil®DM	geringe Flüchtigkeiten, hohe Reinheit	0,65/5/10/20/50/100/ 350/500/1000/12500/ 60000/300000/ 500000/1000000	Kosmetikanwendungen
Siliconöle AKC	besonders hohe Hitzestabilität	2000/4000/5000/6000/ 125000/300000/50000	Lüfterkupplungen, Wärmeübertragung
Wacker Siliconöle AK ...STAB	erhöhte Dauerbeständigkeit im Kontakt mit Metallen	60000/100000/ 150000/200000/ 300000/500000/ 600000	Viscokupplungen, Dämpfungsmedien

Anwendungsgebiet Kosmetik: Wacker-Belsil® DM Öle

Dimethicone haben ein breites Anwendungsgebiet in Formulierungen für Kosmetik. Diese Stoffe finden auch Verwendung als Hautschutzmittel, wobei sie eine in höchstem Maß gasdurchlässige Schutzschicht aufbauen, welche die Atmung der Haut nicht unterbindet. Dimethicone werden in Formulierungen zur Hautpflege verwendet, um das Spreitvermögen zu verbessern, das „Weißeln“

und „Seifen“ beim Einreiben zu reduzieren, Geschmeidigkeit zu vermitteln und eine atmungsaktive Schutzschicht auf die Haut aufzubringen. In Produkten der Haarpflege verbessern Dimethicone die Kämmbarkeit des Haares; trockenes Haar greift sich geschmeidig an und das „Fliegen“ der Haare wird vermindert. Außerdem wird das Haar widerstandsfähiger gegen Feuchtigkeit und erhält

mehr Glanz und gesünderes Aussehen. In Sonnenschutzformulierungen und bei der deckenden Kosmetik wird durch niedermolekulare Dimethicone das Spreitvermögen verbessert und ein samtig-weiches Hautgefühl vermittelt. Hochmolekulare Öle und Mischungen haben eine feuchtigkeitsabweisende Wirkung.

Die Wacker-Chemie

Die Wacker-Chemie ist ein global tätiges Industrieunternehmen mit Hauptsitz in München.

Über die vier Geschäftsbereiche Halbleiter, Polymere, Silicone und Werkstoffe produziert und vertreibt die Wacker-Chemie Reinstsilicium für Halbleiter-Bauelemente, Vinylacetat-Polymere, Grundstoffe, Katalysatoren und Spezialchemikalien, Silicone, Silane und pyrogene Kieselsäure, Siliciumcarbid, Ingenieurkeramik, Borverbindungen, Oberflächenveredelung und mikroporöse Dämmstoffe in aller Welt. 17.600 Mitarbeiter erzielen damit einen Jahresumsatz von über 3 Mrd. Euro. Etwa ein Drittel davon geht auf das Konto der Silicone: einem Material, das aufgrund seiner großen Flexibilität ein äußerst breites Spektrum an Anwendungsmöglichkeiten bietet und der Wacker-Chemie nun schon seit mehr als 50 Jahren eine führende Stellung im Markt sichert.

Grundlage dieses Erfolges ist unser hoher und beständiger Qualitätsanspruch, der sich auf alle Bereiche unseres unternehmerischen Denkens und Handelns erstreckt:

Qualität fängt für uns schon bei einem außerordentlich hohen

Forschungsniveau an, geht über die Perfektion von Produktionsabläufen, Produkten und Prüfverfahren bis hin zu unserem verantwortungsvollen Engagement für die Umwelt, das durch die Norm ISO 14001 zertifiziert ist.

Mit unseren Produktionsstätten in Deutschland, den USA, Brasilien, Japan, Singapur, Indien, Frankreich, Italien, Spanien und den Niederlanden, mit unseren Niederlassungen in fast hundert Ländern auf allen Kontinenten der Erde haben wir ein globales Netzwerk geschaffen, das es uns ermöglicht, besonders schnell und flexibel auf die Bedürfnisse des Marktes zu reagieren und damit sehr gezielt auf die Wünsche unserer Kunden

einzuweichen. Es entstehen Produkte, die ebenso gefragt sind wie die besonders kundennahe Serviceleistung unserer Anwendungstechnik.

Die Nähe zu unseren Kunden ist schließlich auch ein zentraler Qualitätsaspekt unserer Arbeit. Eine Nähe, die nur in zweiter Hinsicht geographisch gemeint ist. In erster Hinsicht meinen wir damit die langfristigen und vertrauensvollen Beziehungen, die für eine partnerschaftliche Zusammenarbeit mit der Wacker-Chemie typisch sind.



Verkaufsbüros und Vertriebsgesellschaften

Australien/Victoria

Wacker Chemicals
Australia Pty. Ltd.
Tel. +61-3-98 02 61 00
Fax +61-3-98 02 63 11

Brasilien/Jandira

Wacker Química do Brasil Ltda.
Tel. +55-11-47 89 83 00
Fax +55-11-47 89 83 56

China/Beijing

Wacker Chemicals China Ltd.
Tel. +86-10-65 66 83 61
Fax +86-10-65 66 83 63

China/Guangzhou

Wacker Chemicals China Ltd.
Tel. +86-20-83 86 47 19
Fax +86-20-83 87 15 84

China/Hong Kong

Wacker Chemicals Hong Kong Ltd.
Tel. +852-25 06 32 28
Fax +852-25 06 32 80

China/Shanghai

Wacker Chemicals China Ltd.
Tel. +86-21-50 80 11 22
Fax +86-21-50 80 17 18

Deutschland/Düsseldorf

Wacker-Chemie GmbH
Tel. 02 11-1 69 93-0
Fax 02 11-36 40 41

Deutschland/Stuttgart

Wacker-Chemie GmbH
Tel. 07 11-6 19 42-0
Fax 07 11-6 19 42-61

Deutschland/Ottobrunn DRAWIN Vertriebs-GmbH

Tel. 0 89-6 08 69-0
Fax 0 89-6 08 69-2 50

Frankreich/Lyon

Wacker-Chimie S.A.
Tel. +33-4-72 61 03 00
Fax +33-4-78 95 27 45

Großbritannien/Nordirland/ Egham

Wacker Chemicals Ltd.
Tel. +44-17 84-48 78 00
Fax +44-17 84-48 78 70

Indien/Calcutta

Wacker Metroark Chemicals Ltd.
Tel. +91-33-4 70 83 90
Fax +91-33-4 70 99 43

Indien/Mumbai

Wacker Metroark Chemicals Ltd.
Tel. +91-22-6 93 89 01
Fax +91-22-6 93 89 03

Indonesien/Jakarta

Wacker Chemicals
(South Asia) Pte. Ltd.
Tel. +62-21-5 26 33 24
Fax +62-21-5 26 33 23

Irland/Dublin

Wacker Chemicals Ltd.
Tel. +353-1-6 37 50 40
Fax +353-1-6 37 50 50

Italien/Peschiera Borromeo

Wacker-Chemie Italia SpA
Tel. +39-02-5 16 91-1
Fax +39-02-5 16 91-4 99

Japan/Tokio

Wacker Asahikasei
Silicone Co., Ltd.
Tel. +81-3-52 72-31 33
Fax +81-3-52 72-31 30

Korea/Seoul

Wacker Chemicals Korea Ltd.
Tel. +82-2-5 62 68 77
Fax +82-2-5 62 67 71

Mexiko/Mexiko-City

Wacker Mexicana, S.A. de C.V.
Tel. +52-55-55 95 75 99
Fax +52-55-56 83 84 34

Niederlande/Krommenie

Wacker-Chemie Benelux B.V.
Tel. +31-75-6 47 60 00
Fax +31-75-6 21 50 61

Norwegen/Stabekk

Wilh. Willumsen AS
Tel. +47-67 10 21 20
Fax +47-67 10 21 30

Österreich/Wien

Wacker-Chemie Ges.m.b.H.
Tel. +43-1-5 36 52-0
Fax +43-1-5 36 52-33

Polen/Warschau

Wacker-Chemia Polska Sp.z o.o.
Tel. +48-22-6 35 33 31
Fax +48-22-6 35 65 17

Russland/Moskau

Wacker-Chemie GmbH
Tel. +7-0 95-2 39 10 39
Fax +7-0 95-2 30 68 47

Schweden/Solna

Wacker-Kemi AB
Tel. +46-8-52 20 52 20
Fax +46-8-52 20 52 21

Schweiz/Basel

Wacker-Chemie (Schweiz) AG
Tel. +41-61-2 06 85 85
Fax +41-61-2 06 85 75

Singapur

Wacker Chemicals
(South Asia) Pte. Ltd.
Tel. +65-5 42 66 38
Fax +65-5 42 66 32

Spanien/Barcelona

Wacker Química Ibérica, S.A.
Tel. +34-93-2 92 07 00
Fax +34-93-2 17 57 66

DRAWIN Química, S.A.

Tel. +34-93-2 70 27 17
Fax +34-93-3 01 75 27

Taiwan/Taipei

Wacker Chemicals Hong Kong Ltd.
Tel. +886-2-27 92 98 58
Fax +886-2-27 92 82 18

Thailand/Bangkok

Wacker Chemicals
(South Asia) Pte Ltd.
Tel. +662-66 18 44-1
Fax +662-66 18 44-3

Tschechische Republik/ Slowakei/Prag

Wacker-Chemie S.r.o.
Tel. +420-2-67 29 85 01
Fax +420-2-67 29 85 10

Türkei/Istanbul-Maslak

Wacker-Chemie GmbH
Tel. +90-2 12-3 35 64 00
Fax +90-2 12-3 35 64 10

Ungarn/Budapest

Wacker-Chemie Hungária Kft.
Tel. +36-1-4 64 73 30
Fax +36-1-4 64 73 60

USA/Adrian, MI

Wacker Silicones Corporation
Tel. +1-5 17-2 64-85 00
Fax +1-5 17-2 64-82 46

USA/Duncan, SC

Kelmar Industries
Tel. +1-8 64-4 33-07 77
Fax +1-8 64-4 33-07 78

Die in dieser Broschüre mitgeteilten Daten entsprechen dem derzeitigen Stand. Der Abnehmer ist von sorgfältigen Eingangsprüfungen im Einzelfall hierdurch nicht entbunden. Änderungen der Produktkennzahlen im Rahmen des technischen Fortschritts oder durch betrieblich bedingte Weiterentwicklung behalten wir uns vor. Die in dieser Broschüre gegebenen Empfehlungen erfordern wegen der durch uns nicht beeinflussbaren Faktoren während der Verarbeitung, insbesondere bei der Verwendung von Rohstoffen Dritter, eigene Prüfungen und Versuche. Unsere Empfehlungen entbinden nicht von der Verpflichtung, eine eventuelle Verletzung von Schutzrechten Dritter selbst zu überprüfen und gegebenenfalls zu beseitigen. Verwendungsvorschläge begründen keine Zusicherung der Eignung für den empfohlenen Einsatzzweck.

Überreicht durch:

Integriertes
Managementsystem
zertifiziert nach
DIN EN ISO 9001 und
DIN EN ISO 14001

München, Januar 2001

WACKER

Wacker-Chemie GmbH
Geschäftsbereich Silicone
Hanns-Seidel-Platz 4
D-81737 München
Tel. +49-89-62 79-01
Fax +49-89-62 79-28 88
<http://www.wacker.com>

■ Silicone-Info Service

Deutschland:
Tel. 0-8 00-62 79-8 00
International:
Tel. +8 00-62 79-80 00
E-Mail: silicones@wacker.com

Nr. 4405 1.02
Ersetzt Nr. 4405 5.00