

Kristallisation von Paraffinwachs

Wachsentölungstechnologie für die Zukunft

Die meisten Paraffinwachse werden heute aus Erdöl hergestellt. Aufgrund der niedrigen Erdgaspreise gewinnt die Herstellung synthetischer Kraftstoffe mithilfe von Gas-to-Liquids-Verfahren (Gasverflüssigung) jedoch zunehmend an Bedeutung. Sulzer hat ein neues Kristallisationsverfahren entwickelt, das die Gewinnung von hochwertigem Paraffin aus den Nebenprodukten der synthetischen Kraftstoffherstellung ermöglicht.

Wachse werden seit der Frühzeit der Menschheit auf verschiedenste Weise genutzt. Die wichtigste Anwendung ist die Herstellung von Kerzen. Auch wenn sie nicht mehr

als Hauptlichtquellen dienen, sind Kerzen zurzeit das am stärksten wachsende Segment des Paraffinmarkts. Kerzen, die gut brennen und nicht rußen, sind hochwertige Produkte. Wichtig für die Kerzen-

hersteller ist die Reinheit der Wachse. Das Sulzer-Wachsentölungsverfahren hat sich als führende Technologie zur Herstellung hochreiner Paraffinwachse etabliert. Neben der Kerzenherstellung gibt

Neben Kerzen kommt Wachs in vielen weiteren Produkten wie Kosmetika und Gummireifen zur Anwendung.



es eine Vielzahl weiterer Anwendungen für hochreine Wachse:

- Wachse kommen in vielen kosmetischen Produkten wie Lippenstiften, Mascara, Feuchtigkeitscremes und Sunblockern zum Einsatz. Vollständig raffiniertes Wachs ist ungiftig, und viele Wachsarten sind zur direkten Verwendung in Lebensmitteln und Körperpflegeprodukten zugelassen (Quelle: *American Fuel & Petrochemical Manufacturers, AFPM*).
- Bestimmte Käsesorten werden zum Schutz gegen Austrocknen mit Wachs überzogen. Außerdem wird Wachs auf Zitrus- und andere Früchte gesprüht, um diese gegen Oxidation zu schützen und ihr Aussehen zu verbessern.
- Wachse sind in den meisten Schmelzklebern enthalten, wo sie Eigenschaften wie Viskosität, Verarbeitungszeit, Flexibilität und Dehnung mitbestimmen.
- Wachs ist ein wichtiger Bestandteil von Gummimischungen für Reifen, denn es schützt den Reifen gegen Ozonwirkung. Ozon trocknet ungeschütztes Gummi aus, was zur Bildung von Rissen und Beeinträchtigung der Reifenfestigkeit führen kann. Wachs bildet eine physische Barriere zwischen der Reifenoberfläche und der Atmosphäre.

Etabliertes Sulzer-Entölungsverfahren

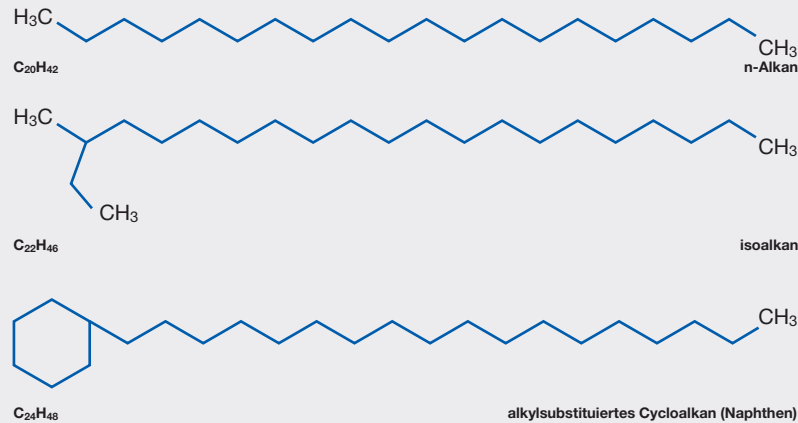
Die wichtigste Quelle für Paraffinwachse ist Erdöl. Je nach Herkunft des Erdöls variiert der Anteil fester Wachse zwischen 3 und 15%. Aufgrund ihrer höheren Siedebereiche gehören Wachse zu den Rückständen der atmosphärischen Destillation von Erdöl. Bei der Verarbeitung der Rückstände zu Schmierölen werden Wachse in allen Fraktionen der Vakuumdestillationsanlage gewonnen. Da sie aufgrund ihrer schlechten Löslichkeit dem Öl einen hohen Stockpunkt verleihen, müssen Wachse aus dem Schmieröl entfernt werden. Liegt die Öltemperatur unter dem Stockpunkt, beginnen sich Wachse als feste Partikel niederzuschlagen. Dies beeinträchtigt die Fließeigenschaften des Öls und verstopft Ölfilter.

Paraffin wird durch Entwachsen von Schmieröldestillaten gewonnen (siehe

Struktur und Gewinnung von Paraffin

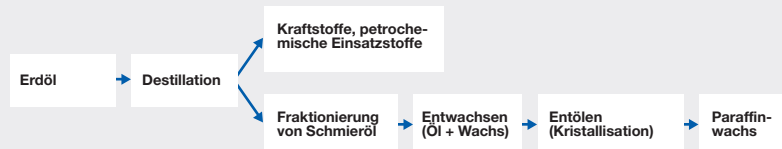
Paraffin ist eine komplexe Zusammensetzung aus Kohlenwasserstoffen. Paraffin mit einem hohen Molekulargewicht ist bei Zimmertemperatur fest und hat eine wachsartige Konsistenz. Paraffinwachse bestehen hauptsächlich aus Mischungen geradkettiger Alkane. Ihre Molmassenverteilung hängt vom Siedebereich des Schmieröldestillats ab, aus dem sie gewonnen werden. Langkettige, schwach verzweigte Isoparaffine sind zu einem geringeren Anteil zusammen mit sehr wenig monozyklischen Paraffinen vorhanden.

Beispiele von Paraffinwachsstrukturen:

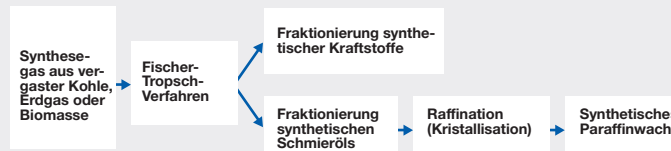


In der Öl- und Gasindustrie gibt es zwei Verarbeitungsverfahren, die Paraffinwachs als Nebenprodukt liefern:

1. Destillation von Erdöl



2. Konversion von Erdgas, Kohle und Biomasse zu synthetischen Kraftstoffen



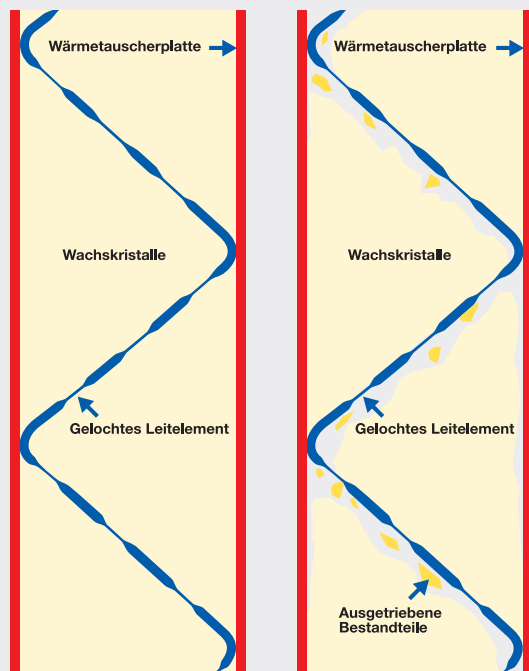
Basisölkategorien nach API				
Basisölkategorie		Schwefel (%)	Gesättigte Verbindungen (%)	Viskositätsindex
Mineralisch	Gruppe I (lösungsmittelfraffiniert)	>0.03	und/oder <90	80 bis 120
	Gruppe II (hydriert)	<0.03	und >90	80 bis 120
	Gruppe III (hydrogecrackt)	<0.03	und >90	>120
Synthetisch	Gruppe IV	Synthetische Schmierstoffe auf Polyalphaolefin-Basis		
	Gruppe V	Alle anderen Basisöle, die nicht den Gruppen I, II, III oder IV angehören		

1 Basisöle (Schmieröle) werden in fünf Gruppen eingeteilt (Quelle: American Petroleum Institute, API). Die Produktion von Basisölen der Gruppe I, bei der Paraffin-Gatsch anfällt, ist rückläufig. Die Produktion von Basisölen der Gruppe II liefert kein Paraffin-Gatsch, sodass Paraffin aus synthetischen Basisölen zunehmend an Bedeutung gewinnt.

Ein neues Raffinationsverfahren für synthetisches Paraffin

Die Kristallisation ist eine der leistungsstärksten Reinigungsmethoden in der Verfahrenstechnik. Bei der statischen Kristallisation kommen vertikale Platten zum Einsatz, die durch interne Zirkulation eines Wärmeträgermediums (HTM) erwärmt oder gekühlt werden. Die Platten hängen im geschmolzenen Einsatzstoff. Durch langsames Abkühlen des HTM unter den Gefrierpunkt der Schmelze bildet sich eine Kristallschicht auf den Platten.

Mehr Informationen: www.sulzer.com/Statische-Kristallisation



Struktur der Paraffinschicht am Ende des Kristallisationsprozesses.

Die Paraffinschicht während des Schmelzens (teilweises Schmelzen): Die ausgetriebenen Bestandteile mit hohem Ölgehalt werden nach unten abgeleitet.

Infobox S. 13). Beim Entwachsen werden die Paraffinwaxe mithilfe von Lösungsmittelextraktionsverfahren vom Schmieröl getrennt. Das mit Paraffin angereicherte Nebenprodukt dieses Verfahrens ist der sogenannte Paraffin-Gatsch, eine Mischung aus Öl und Wachs. Das Sulzer-Entölungsverfahren wird zur Reinigung der Paraffin-Gatsche eingesetzt. Es umfasst einen modernen, dreistufigen Prozess mit einem statischen Kristallisor, der den Ölgehalt auf unter 0,5% reduziert. Die erste Anlage dieser Art ging 1998 bei der Sasol Wax GmbH in Hamburg in Betrieb.

Das Sulzer-Entölungsverfahren trennt den größten Teil der unter normalen Bedingungen flüssigen und weichen Kohlenwasserstoffe ab. Hierbei handelt

es sich hauptsächlich um normale Paraffine und Isoparaffine mit geringer molarer Masse sowie Naphthene und Alkylaromate. In entölten Paraffin-Gatschen sind die normalen und schwach verzweigten Isoparaffine angereichert. Das Entölungsverfahren reinigt das Wachs, erhöht aber auch die Härte und den Erstarrungspunkt des Paraffinwachses – beides wichtige Qualitätskriterien.

Veränderung des Marktes

Der heutige Jahresbedarf an Wachs liegt bei etwa 4,4 Mio. Tonnen, wobei die meistproduzierten Wachsarten aus Erdöl

gewonnen werden. Rund 85% der Wachsproduktion basiert auf Erdöl, der Rest ist synthetisches Wachs. Doch diese Zahl wird sich aufgrund der rückläufigen Produktion von Paraffin-Gatschen schnell ändern. Paraffinwaxe sind ein Nebenprodukt der Herstellung von Schmierölen (Basisöle, siehe Tabelle 1), die den Hauptanteil der in Kraftfahrzeugen eingesetzten Motoröle bilden. Die sogenannten Basisöle der Gruppe I werden durch Lösungsmittelraffination hergestellt, ein einfaches und kostengünstiges Raffinationsverfahren, bei dem auch Paraffin-Gatsche anfallen. Mittlerweile verlangt der Markt zunehmend Basisöle der Gruppe II. Diese werden durch Hydrocracken der

Synthetische Wachse gewinnen zunehmend an Bedeutung.

Paraffinkomponenten hergestellt und liefern ein besseres Produkt zu ähnlichen Kosten. Doch bei der Herstellung von Basisölen der Gruppe II entstehen keine Paraffin-Gatsche.

Aufgrund der rückläufigen Verfügbarkeit von Paraffin-Gatsch gewinnt synthetisches Wachs aus Fischer-Tropsch-Prozessen zunehmend an Bedeutung. Fischer-Tropsch-Wachse fallen als Nebenprodukte bei der Herstellung flüssiger Kraftstoffe aus Kohle oder Erdgas an (siehe Infobox S. 13). Angetrieben von der Schiefergasrevolution in den USA und sehr niedrigen Erdgaspreisen, sind hohe Investitionen in diese Gas-to-Liquids-Technologie (GTL) zu erwarten.

Neues Verfahren für synthetisches Paraffin

Beim Fischer-Tropsch-Verfahren wird Synthesegas, eine Mischung aus Kohlenmonoxid und Wasserstoff, in flüssige Kohlenwasserstoffe umgewandelt. Dieses Verfahren bildet die Grundlage für die GTL-Technologie und dient der Herstellung synthetischer Schmieröle und Kraftstoffe, typischerweise aus Kohle, Erdgas oder Biomasse. Eine Vielzahl der dabei produzierten Kohlenwasserstoffe mit unterschiedlichen Kettenlängen wird hauptsächlich zur Herstellung von Kraftstoffen und Lösungsmitteln verwendet,

2 Raffinierte Wachse werden künftig für Hochleistungsanwendungen wie das Präzisionsgießen von Triebwerkschaufeln für Flugzeuge benötigt. Sulzer wendet diese Methode für die Herstellung von Ersatzteilen für Gasturbinen an: www.sulzer.com/gas-turbine-parts



© Creative Commons/Olivier Cleynen

während als Bestandteile mit den höchsten Siedebereichen die sogenannten Fischer-Tropsch-Wachse anfallen. Fischer-Tropsch-Wachse bestehen im Wesentlichen aus normalen Paraffinen mit Kettenlängen zwischen 20 und 75 Kohlenstoffatomen. Die Eigenschaften synthetischer Paraffine sind vollständig kompa-

nung ist eine exakte Temperatursteuerung. Nach der Abkühlphase wird die Mutterflüssigkeit abgelassen und die Kristallschicht vorsichtig erwärmt. Bei diesem sogenannten Schwitzen werden niedrigschmelzende Wachskomponenten vom Hartwachs getrennt. Dazu besitzt das Leitelement eine Perforation, durch die

Das neue Verfahren für synthetische Wachse hat eine hohe Zuverlässigkeit bei niedrigen Betriebskosten.

tibel mit jenen erdölbasierter Paraffinwachse. In der Vergangenheit wurden synthetische Wachse hauptsächlich für spezielle Anwendungen wie Schmelzkleber, Beschichtungen und Kosmetika verwendet.

Fischer-Tropsch-Wachse können für die gleichen Anwendungen genutzt werden wie natürliche Paraffinhartwachse. Allerdings ist ein weiteres Raffinationsverfahren notwendig, um die gleichen Eigenschaften zu erreichen wie Paraffinwachse aus fossilem Öl. Sulzer hat ein neues Verfahren zur Raffination synthetischer Wachse entwickelt, das auf der bewährten Wachs-entölungstechnologie basiert. Die raffinierten synthetischen Wachse erfüllen die äußerst strengen Anforderungen der Kerzenindustrie hinsichtlich Härte, Erstarrungspunkt und Ölgehalt. Die Schlüsselkomponente dieses neuen Verfahrens ist der statische Kristallisator von Sulzer, der über besondere Merkmale zur Behandlung weicher, wachsartiger Produkte verfügt.

Vorteile des Kristallisators

Die Raffination synthetischer Wachse durch statische Kristallisation ist ein erfolgreiches und robustes Verfahren. Der Kristallisator besitzt vertikale Kühlelemente, die in das flüssige Wachs eintauchen. Die Wachse kristallisieren an den kalten Oberflächen dieser Elemente (siehe Infobox). In Richtung der Kühlelemente geeignete Leitelemente stützen die feste Wachsschicht. Diese Elemente liefern die Oberfläche für einen effizienten Stoffaustausch zwischen der festen und flüssigen Phase. Entscheidend für das Kristallwachstum und somit für die Tren-

die flüssigen Fraktionen mit niedrigschmelzenden Bestandteilen ablaufen können. Schließlich wird die verbliebene und entölte Kristallschicht zur Gewinnung des flüssigen Produkts abgeschmolzen.

Das neue Verfahren für synthetische Wachse zeichnet sich durch die gleiche Zuverlässigkeit und die gleichen niedrigen Betriebskosten aus wie andere Kristallisationsprozesse von Sulzer. Das äußerst flexible Gegenstromkonzept in Verbindung mit vorbestimmten und kontrollierten Massen- und Energiebilanzen ermöglicht die Herstellung von Wachsen mit den gewünschten Eigenschaften wie Härte, Ölgehalt und Erstarrungspunkt. Darüber hinaus ist das Verfahren dank des Stickstoffüberlagerungssystems und des Verzichts auf Lösungsmittel umweltfreundlich. Somit ist auch keine Lösungsmittelrückgewinnung oder -handhabung erforderlich. Mit Ausnahme von Pumpen und Ventilen (bewährten Standardkomponenten) gibt es beim Sulzer-Prozess keine beweglichen Teile, was den Wartungsaufwand auf ein Minimum reduziert. Eine zuverlässige, auf Mikroprozessoren basierende Prozesssteuerung minimiert den menschlichen Arbeits-einsatz, der sich hauptsächlich auf die Produktionsüberwachung konzentriert. Der Prozess kann sehr leicht angehalten und nach einer Unterbrechung ohne Zeit- oder Produktverlust neu gestartet werden.

Hochleistungsanwendungen

Paraffinwachse aus fossilem Öl werden auch in Zukunft benötigt, und es bleibt den Wachsproduzenten überlassen, ihre Anlagen zu modernisieren. Allerdings wird der Schwerpunkt mehr auf Wachsen mit speziellen Eigenschaften für hoch-

wertige Anwendungen liegen als auf der Herstellung von Paraffin für Kerzen. Ein Beispiel ist die Entwicklung eines Verfahrens zur Herstellung von Hartmassenmodellen für das Präzisionsgießen, wie sie z. B. bei der Fertigung moderner Flugzeugtriebwerke eingesetzt werden (Bild 2).

Moderne Wachsenanwendungen sind auch Teil der Strategie von Polwax S.A., einem Unternehmen mit Sitz in Jaslo im Südosten Polens. Zurzeit ist Polwax der größte Produzent und Vertreiber von raffinierten Paraffinwachsen in Polen und einer der größten in Europa. Im Dezember 2013 nahm Polwax eine neue Paraffin-Entölungsanlage von Sulzer in Betrieb (Bild 3), die die Produktion von zwei alten Kristallisationsanlagen ersetzte. Der neue Kristallisator produziert Paraffine mit höherer Leistung, und der Bau der Anlage dauerte nur sechs Monate. «Nach der Privatisierung vor zwei Jahren haben wir eine unserer größten Investitionen in Betrieb genommen. Die Anlage nutzt die neueste Technologie von Sulzer und stellt einen großen Fortschritt gegenüber dem dar, was wir vorher hatten», so Dominik Tomczyk, CEO von Polwax.

Manfred Stepanski
Sulzer Chemtech Ltd
Sulzerallee 48
P.O. Box 65
8404 Winterthur
Schweiz
Telefon +41 52 262 3786
manfred.stepanski@sulzer.com

3 Sulzer hat eine neue Paraffin-Entölungsanlage beim polnischen Unternehmen Polwax installiert.

