

SFC Berechnung - Funktionsweise

Einleitung

Die Berechnung des Feststoffgehaltes (SFC-Werte) von Öl- und Fettmischungen bereitet große Schwierigkeiten, da sich die Werte nicht linear verhalten. Eine Berechnung ist grundsätzlich möglich, jedoch nur, wenn größere Mengen (mehr als 5%) flüssiger Öle und laurische Fette ausgeschlossen sind. Der Grund ist, dass die Triglyceride sogenannte Eutektika bilden, wie sie auch von metallischen Legierungen bekannt sind. Einige Abweichungen von den linear berechneten Werten sind in der folgenden Tabelle aufgeführt (Werte in absoluten %). Für Mischungen mit laurischen Fetten oder flüssigen Ölen ist es ohne Spezialsoftware nicht möglich, die SFC-Werte von Mischungen mit mehr als 5% dieser Komponenten abzuschätzen.

Sorte	SFC-Depression
Laurics	ca. 20%
Flüssigöle	ca. 10%
Palmprodukte	
Palmolein	ca. 6%
Palmöl	ca. 3%
Palmstearin	ca. 2%
'Trans-Fette'	0%

Manchmal kommt es bei 10 °C und 20 °C auch zu einem leichten Anstieg der SFC-Werte, z.B. bei Palmprodukten und voll hydrierten Fetten.

Um die Berechnung trotzdem zu ermöglichen, haben wir eine Methode entwickelt, um die SFC-Werte von Fettmischungen, auch von Mehrkomponentenmischungen, vorherzusagen. Diese Methode basiert auf vier Faktoren, die verwendet werden, um das eutektische Verhalten und SFC-Messungen mit verschiedenen Methoden zu korrigieren, z. B. stabilisierte und nicht stabilisierte Methoden.

Faktoren für die SFC Vorhersage

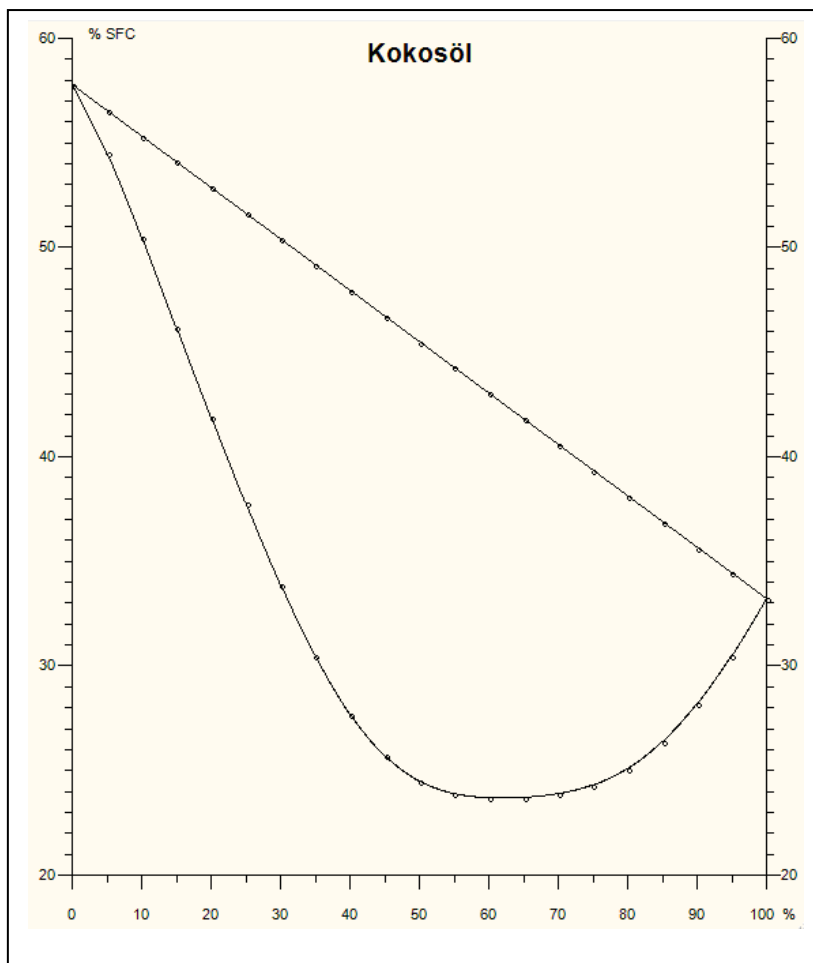
Für die Berechnung einigermaßen korrekter SFC Werte gibt es drei Faktoren in unserem Verfahren:

1. Faktoren, die das eutektische Verhalten berücksichtigen

Da mit der Eutektika nicht gerechnet werden kann, haben wir ein Modell entwickelt. Unabhängig davon, ob das Modell der Realität entspricht oder nicht, ist es möglich, den Feststoffgehalt von Fettmischungen mit angemessener Genauigkeit zu berechnen.

Wir gehen dafür von folgender Annahme aus: Öle und Fette, die eine SFC-Depression verursachen, lösen einen Teil des enthaltenen Fettes auf und führen auf diesem Weg zur SFC-Depression. Dieser Effekt wird im Folgenden als "Löslichkeit" bezeichnet. Die für die Berechnung verwendeten Faktoren werden als "Löslichkeitsfaktoren" bezeichnet und experimentell für jedes Öl oder Fett durch eine Reihe von Mischun-

gen bestimmt. Die Löslichkeitsfaktoren sind nichts anderes als die Unterschiede zwischen den linear berechneten SFC-Werten und den gemessenen Werten (siehe nachfolgende Grafik).



Löslichkeitsfaktoren für Kokosöl

Um nicht jede Komponente gegeneinander messen zu müssen, wird ein Standard verwendet. Dieser Standard sollte selbst keine "Löslichkeit" aufweisen. Dafür ist hydriertes Rapsöl 36/38 geeignet, alternativ hydriertes Sonnenblumenöl 36/38 oder hydriertes Sojaöl 36/38. Die mit OilExpert.net gelieferten Daten basieren alle auf Messungen mit hydriertem Rapsöl 36/38.

Bei allen Messungen zur Ermittlung der Löslichkeitsfaktoren handelt es sich nicht um die absoluten SFC-Werte, da nur Differenzen für die Berechnungen herangezogen werden. Für alle in OilExpert.net enthaltenen Öle und Fette sind die Löslichkeitsfaktoren bereits vorhanden. Wie Sie die Löslichkeitsfaktoren ermitteln, ist im Oil-Expert-

Handbuch ausführlich beschrieben. In vielen Fällen ist es möglich, die 'Löslichkeitsfaktoren' von ähnlichen Komponenten zu kopieren. Bei Nichtübereinstimmung können die Faktoren - ohne weitere Messungen - manuell angepasst werden.

2. Faktoren für die Feinabstimmung

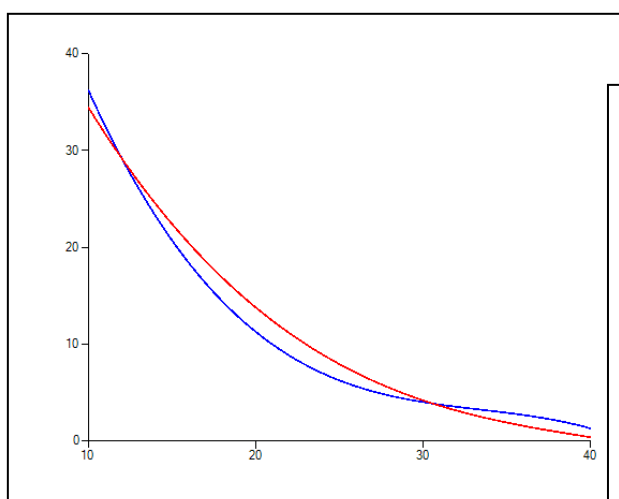
Um die Genauigkeit zu erhöhen, gibt es Faktoren, die eine Feinabstimmung der SFC-Ergebnisse ermöglichen. Diese Faktoren werden zu den zuvor berechneten Werten addiert.

Die Korrekturfaktoren sind abhängig vom prozentualen Anteil der Komponente. Ein praktisches Beispiel zeigt der Dialog rechts für doppelt fraktioniertes Palmolein.

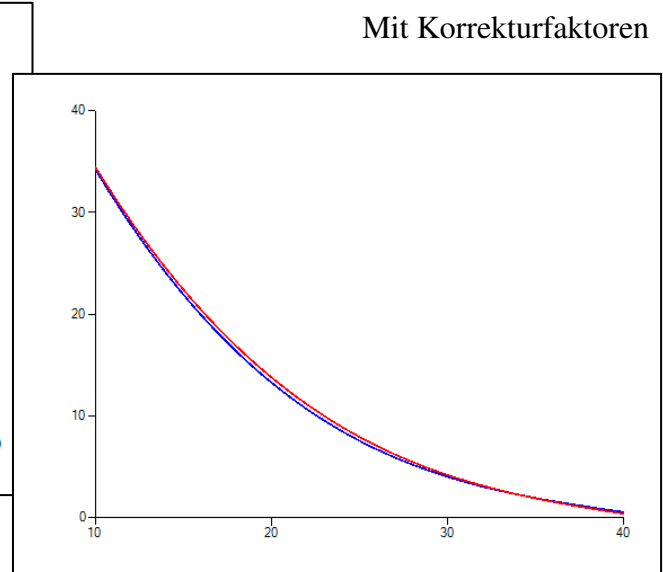
Der Effekt der neuen Korrekturfaktoren wird in den beiden folgenden Bildern gezeigt - Ohne Korrekturfaktoren / Mit Korrekturfaktoren.



Anteil [%]	Korrekturwert
0	0.00
5	0.00
10	0.00
20	0.00
30	0.00
40	2.00
50	4.00
60	6.00
70	8.00
80	4.00
90	2.00
95	1.00
100	0.00



Ohne Korrekturfaktoren



Mit Korrekturfaktoren

3. Globale Korrekturfaktoren

Diese Korrekturfaktoren ermöglichen eine weitere Korrektur der SFC-Werte. Die globalen Faktoren werden für jede einzelne Temperatur definiert. Sie berücksichtigen die laborspezifischen Eigenschaften der SFC-Messung. Der gemessene Wert wird mit diesem Faktor multipliziert und ist unabhängig von den Komponenten und der Mischung. Der Bereich für jede Temperatur liegt zwischen 0 und 2. Der Standardwert ist 1 - das heißt, es erfolgt keine Korrektur.

4. Korrekturfaktoren für SFC-Messungen mit verschiedenen Methoden

Dieser Faktor hat nichts mit dem eutektischen und Löslichkeitsverhalten von Ölen und Fetten zu tun. In der Praxis kommt es manchmal vor, dass SFC-Werte mit unterschiedlichen Methoden gemessen werden. Die Messergebnisse sind in der Regel nicht vergleichbar, aber die Unterschiede zwischen den Ergebnissen sind reproduzierbar. Aber auch hier gibt es Ausnahmen hinsichtlich der Reproduzierbarkeit: Kakaobutter als Beispiel wird immer mit einer β -stabilisierenden Methode gemessen. Messungen unter Verwendung einer nicht stabilisierenden Methode ergeben bei jeder Wiederholung unterschiedliche Werte. Auf der anderen Seite ist dies für Palmstearin durchaus möglich. Die Ergebnisse zwischen stabilisierenden und nicht stabilisierenden Methoden sind zwar etwas unterschiedlich, aber die Unterschiede sind in den meisten Fällen reproduzierbar.

Normalerweise ist dies kein Problem - Fette mit verschiedenen Methoden zu messen. Ein Problem besteht jedoch darin, die SFC-Werte von Gemischen vorherzusagen, deren Komponenten mit verschiedenen Methoden gemessen wurden. Zum Beispiel, wenn die Mischung sowohl polymorphe als auch nicht polymorphe Fette enthält.

Nachfolgend ein Beispiel für eine Mischung aus Komponenten, deren SFC-Werte mit verschiedenen Methoden gemessen wurden - mit β -stabilisierenden und nicht-stabilisierenden Methoden:

- 50% Sheastearin (β -stabilisierende Methode)
- 30% Palmöl (nicht stabilisierende Methode)
- 20% Palmolein (nicht stabilisierende Methode)

In diesem Fall wird die Mischung unter Verwendung einer β -Stabilisierungsmethode gemessen. Eine Berechnung ist nicht möglich, da die SFC-Werte von stabilisierenden und nicht stabilisierenden Methoden nicht kompatibel sind. Um dieses Problem zu lösen, hatten wir die Idee, die gemessenen SFC-Werte mithilfe von Korrekturfaktoren an verschiedene Methoden anzupassen.

Natürlich weichen die Werte manchmal stark von der Standardmethode ab. Mit den Korrekturfaktoren ergibt sich jedoch eine ausreichende Genauigkeit, zumindest für die Produktionskontrollmessungen.

Weitere Informationen finden Sie im Newsletter Nr. 7.

Konfiguration des Systems und Anpassung der Faktoren für die SFC Berechnung

1. Eingabe der Daten aller Rohstoffe

Zunächst müssen alle Rohstoffe mit ihren Parametern eingegeben werden - mindestens SFC-Werte für 10 °C, 20 °C, 30 °C und 40 °C und die Fettsäurezusammensetzung. Andere Parameter sind möglich. Oil-Expert.net kommt mit ca. 50 Rohstoffen. In vielen Fällen reicht es aus, die vorhandenen Komponenten anzupassen. Wenn die Komponenten als EXCEL-Workbook vorliegen, können sie automatisch importiert werden. Da Oil-Expert.net nur Textfiles importieren kann, wurde für Excel ein Makro entwickelt, das jede Komponente als Textfile exportiert. Das macht aber erst ab 30 Komponenten Sinn.

2. Erstellen der Löslichkeitskurven

Der nächste Schritt sind die eutektischen oder Löslichkeitskurven, um die Löslichkeitsfaktoren zu erhalten. Am einfachsten ist es, die Daten von ähnlichen Komponenten zu kopieren. Eine Kopierfunktion ist in Oil-Expert.net verfügbar. Wenn dies nicht zufriedenstellend funktioniert, gibt es zwei Möglichkeiten:

- Manuelle Anpassung der Löslichkeitskurven für die entsprechenden Komponenten. Dazu ist jedoch grosse Erfahrung erforderlich.
- Bestimmung der Löslichkeitskurven experimentell, wie im Handbuch beschrieben. Das ist immer möglich, auch ohne Erfahrung, erfordert aber viel Zeit und Laborarbeit.

3. Ändern der globalen Faktoren

Wenn alle gemessenen SFC-Werte im Vergleich zu den berechneten Werten zu hoch oder zu niedrig sind, kann für jede Temperatur eine globale Korrektur vorgenommen werden. Der Standardwert der Faktoren ist 1 und bedeutet keine Korrektur. Der Bereich reicht von 0 bis 2. Faktoren <1 führen zu niedrigeren Werten, Faktoren > 1 zu höheren Werten.

4. Feinabstimmung

Normalerweise beträgt die Genauigkeit $\pm 2\%$, in einigen Fällen auch schlechter. Zur Verbesserung der Genauigkeit gibt es die auf Seite 3 beschriebenen Faktoren. Dies ist der letzte Schritt beim Einrichten und Anpassen der Faktoren für SFC.

Vorgehensweise in der Praxis

Um die SFC-Werte hinreichend genau zu berechnen, sind folgende Schritte erforderlich:

- Zusammenstellung aller Rohstoffe inkl. SFC-Werte bei 10, 20, 30 und 40 ° C. Wenn die Rohmaterialdaten in elektronischer Form vorliegen, z.B. EXCEL-Workbook, Textdatei oder LIMS, können sie automatisch importiert werden.
- Import der Rohstoffe entweder automatisch oder durch manuelle Eingabe.
- Bestimmung der Löslichkeitskoeffizienten oder manuelle Anpassung der Löslichkeitskurven ähnlicher Komponenten.
- Anpassung der globalen Faktoren und Feinabstimmung
- SFC-Test mit realen Mischungen. Dafür sind die SFC-Werte von ca. 50 Mischungen mit zwei, drei und vier Komponenten erforderlich.

Jetzt kann die Arbeit mit Oil-Expert.net beginnen.

Oil-Expert.net

Impressum

Gerne geben wir Ihnen weitere Informationen. Bitte wenden Sie sich an einen der folgenden Ansprechpartner.

Dr. Cullmann Consulting | Haakestr. 50 | 21075 Hamburg/Germany
Telefon +49(0)40 703 8569 12 | Fax +49(0)40 703 8569 19
info@oil-expert.net | www.oil-expert.net

Deutsche Gesellschaft für Fettwissenschaft e.V. | Varrentrappstraße 40-42
60486 Frankfurt am Main/Germany
Telefon +49(0)69 7917 529 | Fax +49(0)69 7917 584
info@dgfett.de | www.dgfett.de/oil-expert

LAIX Technologies UG | Am Fasanenhang 5 | 52379 Langerwehe/Germany
Telefon +49(0)2409 48798 07 | Fax +49(0)2409 48798 08
info@laix-tech.de | www.laix-tech.de/oil-expert.php

Demo Version

Gerne stellen wir Ihnen eine Demoversion mit vollem Funktionsumfang zur Verfügung. Diese Version ist sechs Monate lauffähig - die Laufzeit kann bei Bedarf verlängert werden. Die Demoversion kann einfach über einen Link von unserer Website heruntergeladen werden. Bei Interesse wenden Sie sich bitte an einen der oben genannten Ansprechpartner.