

ENERGIEEFFIZIENTE KOSMETIKHERSTELLUNG



Ein Leitfaden mit:

5 Effizienzkonzepten

Ergebnissen von drei Schweizer Kosmetikunternehmen

Handlungsanweisungen

Ludger J. Fischer und Petra Huber

Leitfaden zur energieeffizienten Kosmetikherstellung

2. Auflage (DE), Januar 2025

ISBN 978-3-9526243-0-2

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und die der Vervielfältigung des Dokumentes oder Teilen daraus, obliegen den Autoren. Auszüge davon resp. anderweitige Verwertung im Rahmen von firmeninterner Weiterbildung können nach schriftlicher Genehmigung der Autoren erfolgen.

Das Copyright liegt bei

ludger.fischer@hslu.ch

petra.huber@zhaw.ch

Dieser Leitfaden entstand durch finanzielle, ideelle, mitwirkende und materielle Unterstützung von

EnergieSchweiz, www.energieschweiz.ch

Schweizerische Gesellschaft der Kosmetik Chemiker, SWISS SCC, www.swissccc.ch

Innovation Booster Energy Lab, Horw, www.energylab.site

La Prairie Group AG, www.laprairie.com

Steinfels Suisse, Division der COOP Genossenschaft, www.steinfels-swiss.ch

Frike Group, www.frike-group.com

Kinematica AG, www.kinematica.ch

Hochschule Luzern Technik & Architektur, HSLU, www.hslu.ch

Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, ZHAW, www.zhaw.ch

Autoren

Prof. Dr. Ludger J. Fischer, Petra Huber

Redaktionelle Mitarbeit: Carla M. Fischer

Die Autoren bedanken sich bei allen Projektpartnern, mitarbeitenden Personen in den Unternehmen und an den Hochschulen für deren Unterstützung, insbesondere Carla Marie Fischer für ihren substanziellen und unermüdlichen redaktionellen Beitrag und das Lektorat.

Verwendung

Mit diesem Leitfaden wenden wir uns an Verantwortliche und Ausführende im Bereich der Produktentwicklung, Formulierung und Herstellung von kosmetischen Emulsionen. Der Leitfaden besteht aus einem für die Schweizer Kosmetikindustrie frei verfügbaren Hauptteil und einem ausführlichen Anhang (Teil A und B) mit detailliertem Wissens-Hintergrund, der bei Bedarf auf Nachfrage bei den Autoren kostenlos bezogen werden kann.

Disclaimer

Dieser Leitfaden ist nicht rechtsverbindlich. Die Autoren übernehmen keine Haftung für Vollständigkeit und Richtigkeit der Inhalte, oder Risiken aus der Umsetzung von Handlungsanweisungen zu den Effizienzkonzepten. Dieser Leitfaden wurde in Deutscher und Englischer Sprache erstellt und ist als Download bei EnergieSchweiz und der SWISS SCC erhältlich.

ABSTRACT

Der erste Schritt auf dem Weg zur Dekarbonisierung ist die Steigerung der Energieeffizienz. Dazu haben drei Schweizer Kosmetikunternehmen, die Hochschule Luzern (HSLU), die Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), und das Unternehmen Kinematica AG, mit Förderung der Swiss SCC und von Energieschweiz, in einem zweijährigen Projekt diesen Leitfaden erarbeitet. Kosmetikprodukte und deren Herstellprozesse sind komplex. Die Autoren haben die langjährige Erfahrung der beteiligten Personen aufgearbeitet und die Ansätze zur Optimierung des Energieverbrauchs und der Ressourcennutzung in der kosmetischen Produktion übersichtlich in fünf Effizienzkonzepte (EK) sortiert. Einführend wurde ein Verfahren zum sicheren Scale-up bei den kosmetikherstellenden Unternehmen etabliert. Begleitend wurde eine dreistufige Qualitätsprüfung eingesetzt. In den Unternehmen konnten unmittelbar Energieeinsparungen von etwa 30% erzielt werden. Diese waren ohne Investitionen und zusätzlich mit Produktivitäts- und Kosteneinsparungen verbunden. Die bisher beteiligten Unternehmen haben ihre interne Kommunikation zwischen Entwicklung und Labor umfassend erweitert. SOP enthalten neu zusätzliche Prozessparameter, wie z.B. Scherrate und Energieeintrag. Alle drei beteiligten Unternehmen haben im Rahmen dieses Projektes ihre Nachhaltigkeit in der Produktion deutlich gesteigert und sind auf dem Weg zu einer vollständig CO₂-neutralen Produktion.

Dieses Dokument ist inhaltlich zweigeteilt. Im ersten Teil werden die Effizienzkonzepte vorgestellt, erzielte Ergebnisse dargestellt und einfache Handlungsanweisungen aufgelistet. Zusätzlich werden detaillierte Vorschriften für Scale-up und Qualitätsbestimmung gegeben. Im sehr umfangreichen Anhang werden dem interessierten Anwender alle notwendigen Hintergrundinformationen, Theorie und Vorschläge für Auswertungen mitgegeben. Damit können die EK in jedem Unternehmen umgesetzt werden.

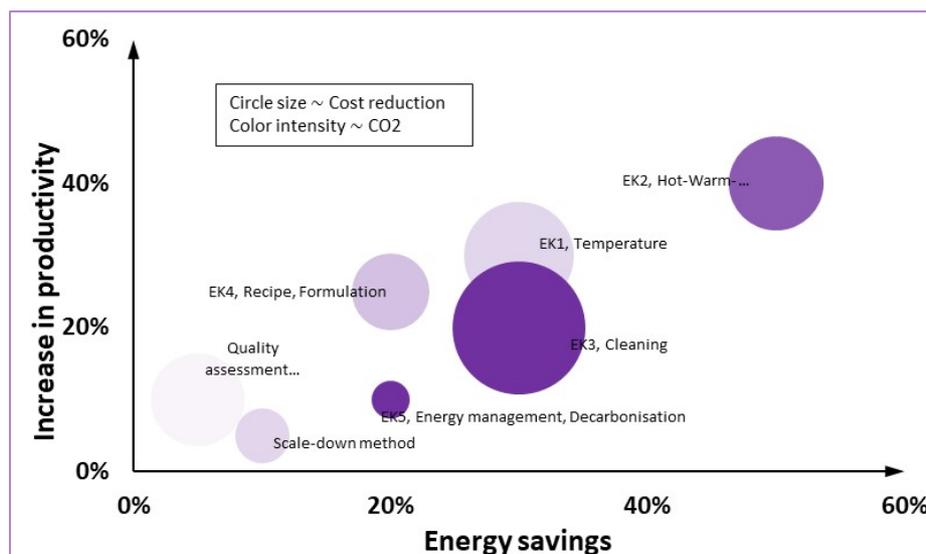


Abbildung 1 Übersicht über die möglichen Energieeinsparungen und Produktivitätssteigerungen mit den in diesem Leitfaden dokumentierten Effizienzkonzepten (EK). Die Blasengrösse symbolisiert die «Menge» an möglicher Kosteneinsparung und die Farbintensität widerspiegelt das Potenzial an CO₂ Einsparung; je dunkler, umso grösser.

Das Einsparpotenzial für Energie wurde für einen Beispielfall einer Batchgrösse von 1000 kg und ohne Investitionen ermittelt und ist in Abbildung 2 dargestellt.

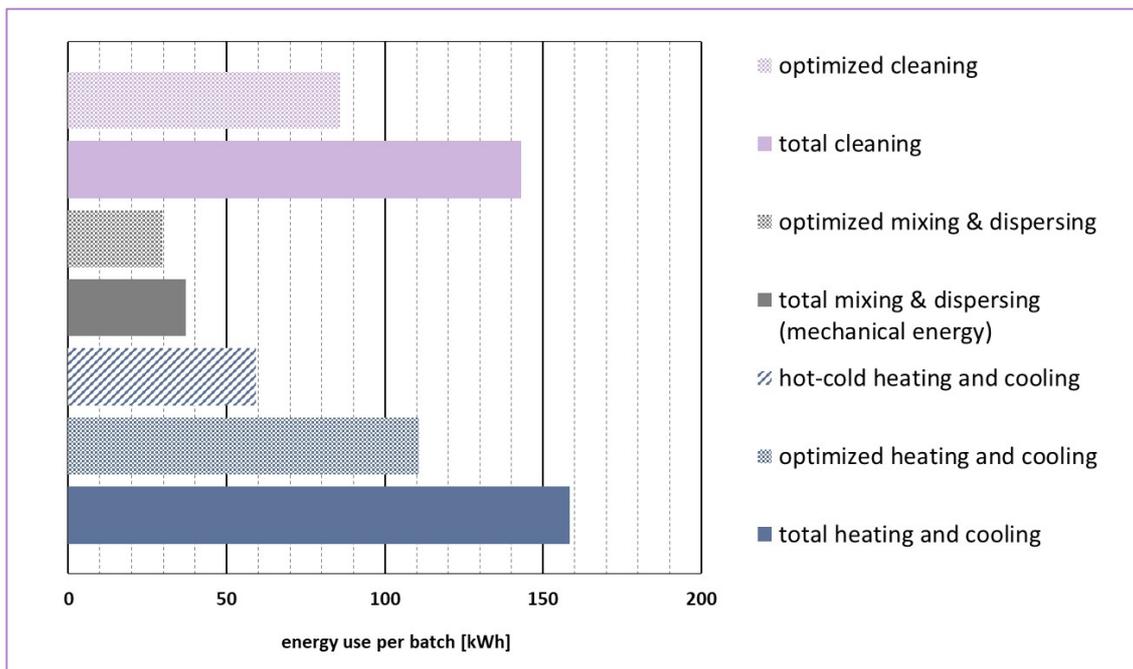


Abbildung 2 Konkretes Einsparpotenzial für einen Batch mit 1000 kg.

Für die Autoren und beteiligten Unternehmen war erstaunlich, wie gross das Einsparpotenzial insbesondere bei der Reinigung ist (siehe Abbildung 3). Die Kosten, insbesondere durch Produktverlust, sind hoch und können ganz leicht und ohne Investitionen in der Grössenordnung von 50 CHF oder mehr pro Charge verringert werden.

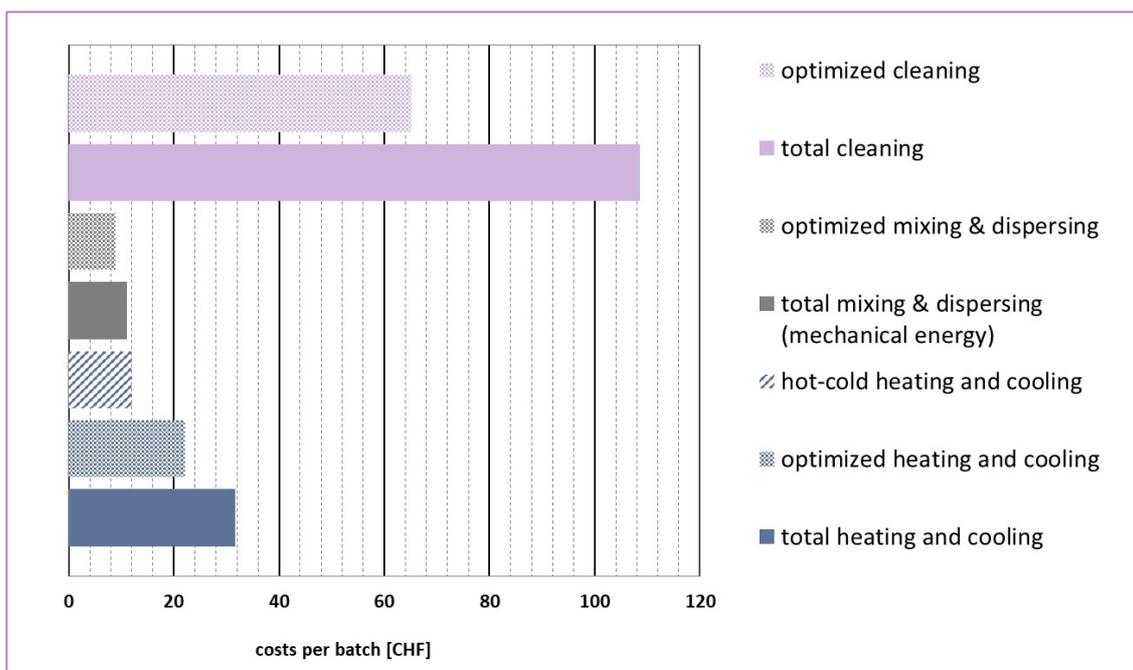


Abbildung 3 Konkretes Einsparpotenzial für einen Batch mit 1000 kg.

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	3
EINLEITUNG	6
VORGEHENSWEISE	7
EFFIZIENZKONZEPTE	9
EK1 TEMPERATURFÜHRUNG	10
EK2 HOT-WARM-COLD	12
EK3 REINIGUNG	14
EK4 REZEPTUR UND FORMULIERUNG.....	16
EK5 ENERGIEMANAGEMENT UND DEKARBONISIERUNG	18
QUALITÄT UND SCALE-UP	19
0 EINFÜHRUNG QUALITÄT	19
1 SCALE-UP/ SCALE-DOWN.....	21
2 PARTIKELGRÖSSEN	22
3 RHEOLOGIE.....	23
4 SENSORIK	24
UMSETZUNG	25
DISKUSSION.....	25
EINSTIEG	27
ERFOLGTE PRÄSENTATION/DISSEMINATION	27
DANKSAGUNG	28
ANHANG A, EFFIZIENZKONZEPTE.....	
A1 TEMPERATURFÜHRUNG	A1
A2 HOT-WARM-COLD	A2
A3 REINIGUNG.....	A3
A4 REZEPTUR UND FORMULIERUNG.....	A4
A5 ENERGIEMANAGEMENT UND DEKARBONISIERUNG	A5
ANHANG B, QUALITÄT UND SCALE-UP.....	
B0 EINFÜHRUNG QUALITÄT.....	B0
B1 SCALE-UP/ SCALE-DOWN	B1
B2 PARTIKELGRÖSSENVERTEILUNG	B2
B3 RHEOLOGIE.....	B3
B4 SENSORIK.....	B4

EINLEITUNG

Die Mitgliedstaaten der Vereinten Nationen haben im Jahr 2015 die Agenda 2030 mit 17 Zielen für nachhaltige Entwicklung (SDGs) verabschiedet. SDG 12 widmet sich dem effizienten Umgang mit Energie und einer nachhaltigen Produktion. Politik und Unternehmen haben sich das Ziel gesetzt, CO₂-Emissionen zu reduzieren. Energieschweiz schätzt das Energiesparpotenzial je nach Branche in Unternehmen auf zwischen 20 und 40 Prozent.

In der Kosmetikindustrie wird die Nachfrage nach Nachhaltigkeit auf verschiedenen Ebenen verfolgt. Die Marktnachfrage nach «clean» oder «conscious beauty» nimmt zu. Interessante Beiträge zur ganzheitlichen Nachhaltigkeit und darüber, wie Kosmetikindustrie oder Industrieverbände ihre Mitglieder unterstützen, finden sich exemplarisch in einer Sonderausgabe des IFSCC Magazins (Vol25/3, 10/22, www.ifsc.org). Zudem ist in der Kosmetikindustrie ein erhebliches Energiesparpotenzial vorhanden, da viele Herstellprozesse, insbesondere das Hot/Hot-Verfahren, noch energieintensiv durchgeführt werden.

Dieser Leitfaden der Autoren zielt darauf ab, den verfahrenstechnischen Aspekt des Energieverbrauchs in der Kosmetikindustrie zu optimieren und zu reduzieren. Die angestrebten Effizienzkonzepte, die in diesem Leitfaden beschrieben werden, basieren auf langjähriger Forschung und Entwicklung durch die Autoren.

Gewonnene Erkenntnisse führen oft zu weiteren Fragen. Nicht alle Folgefragen, die im Rahmen dieses Industriekooperationsprojekts aufgetaucht sind, konnten vollständig beantwortet werden; namentlich kolloidchemische Fragen. Aussagen zur Langzeitstabilität standen nicht im Vordergrund dieses Projekts; vielmehr wurden Kurzzeitbewertungen durchgeführt. Da Emulsionen thermodynamisch instabile und sich langsam verändernde Systeme sind, stellen die Qualitätsmessungen immer nur Momentaufnahmen dar.

Das Projekt verfolgt den Ansatz, bestehende Rezepturen von etablierten Handelsprodukten zu untersuchen und mit einem klaren Scale-down-Verfahren auf die Laboranlage zu übertragen. Im Labormassstab werden Optimierungen vorgenommen. Anschliessend wird mit einem sicheren Scale-up auf Produktionsgrössen (bis maximal 2500 kg) übergegangen. Qualitätsmessungen bestätigen erfolgreiche Verbesserungen.

Oft bleibt im Tagesgeschäft wenig Zeit für Versuchsreihen zur Reduzierung des Energieverbrauchs. Ein bedeutender Nebeneffekt der Effizienzkonzepte ist jedoch die Zeitersparnis in der Produktion! Ein Ziel dieses Projekts ist es also, Mitarbeitende der Entwicklung- und Produktionsteams zu motivieren und zu befähigen, Prozessänderungen mit überschaubarem Aufwand umzusetzen. Die Autoren bieten mit den Erkenntnissen aus diesem Projekt einen äusserst praxisnahen Ansatz zur Umsetzung von Energieeinsparungen in der Kosmetikindustrie.

VORGEHENSWEISE

Dieser Leitfaden basiert auf einer Initiative der Hochschule Luzern (HSLU), der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) und der Schweizerischen Gesellschaft der Kosmetik-Chemiker (SWISS SCC), mit Unterstützung von EnergieSchweiz, dem Energy Lab sowie den Unternehmen La Prairie AG, Frike Group, Steinfels Swiss und Kinematica AG; alle aus der Schweiz. Das übergeordnete Ziel ist es, den Herstellungsprozess von kosmetischen Emulsionen zu modifizieren, um den Energieverbrauch und den CO₂-Fussabdruck zu reduzieren. Durch eine moderne und geschickte Prozessführung sowie die Anwendung neuartiger Verfahren und Rezepturen lassen sich Kosten, Ressourcen und Energie bei der Herstellung kosmetischer Produkte einsparen.

Basierend auf jahrelanger Forschung durch die Autoren wurden fünf Effizienzkonzepte identifiziert und im Rahmen dieser Arbeit genau definiert und angewandt. Diese Konzepte beinhalten Ansätze zur Optimierung des Energieverbrauchs in der kosmetischen Produktion und lauten: Temperaturführung, hot-warm-cold, Reinigung, Rezeptur & Formulierung und Energiemanagement & Dekarbonisierung.

In einem anwendungsnahen Projekt wurden bei den o.g. Kosmetikunternehmen diese Methoden angewandt, geschult und etabliert. Das Projektteam der Hochschulen hat die Mitarbeitenden der Kosmetikunternehmen vor Ort entsprechend den spezifischen Gegebenheiten geschult und die Implementierung begleitet. Jede Firma setzte unterschiedliche Prioritäten. So wurden von den möglichen fünf Effizienzkonzepten im Schnitt drei bis vier intern weiterverfolgt und umgesetzt. Alle geplanten Massnahmen wurden entsprechend potenziellen Energie- und OPEX-Einsparungen (Betriebskosten) und geringen oder keinen CAPEX (Kapitalkosten) ausgewählt. Durch Workshops vor Ort in den Firmen wurden die Mitarbeitenden befähigt, Versuchschargen selbst herzustellen, die anschliessend durch die Hochschulen messtechnisch weiterbearbeitet und analysiert wurden. Die Sensibilisierung zu Energieoptimierung soll vom gesamten Team auch in der Zukunft getragen werden. Das generierte Wissen soll für zukünftige Rezepturenentwicklungen eingesetzt werden. Deshalb wurde der regelmässigen und adäquaten Kommunikation mit dem Mitarbeitenden vor Ort und online grosses Augenmerk geschenkt. Ausserdem soll durch Förderung der internen Kommunikation das bereits vorhandene Branchen- und Firmenwissen (Erfahrungswerte) ausgetauscht und wissenschaftsbasiert erfasst resp. bestätigt oder korrigiert werden.

Nach verschiedenen Vorbesprechungen mit der Geschäftsleitung und den designierten Projektleitenden in den Firmen wurde das Ausmass an zeitlichen Ressourcen abgeschätzt. Es wurden jeweils eine oder zwei Standardrezepturen vom Typ Öl in Wasser (O/W) bestimmt und anhand deren Produktionsplanung terminliche Vereinbarungen getroffen.

In einem ausführlichen ganztägigen Workshop wurden die Teams der Entwicklung und Produktion theoretisch auf ihre Aufgaben vorbereitet und im Anschluss praktisch im Betrieb geschult. Oft erforderte es eine Begehung der Produktionsabteilung zur Erfassung der

technischen Parameter der Homogenisatoren und des gesamten Produktions-Equipments. Zur Vorbereitung von Messungen des Energieeintrags an Labormischgeräten und Produktionsmaschinen wurden sogenannte «Wasserfahrten» durchgeführt. Dieser Ansatz ermöglicht es, verschiedene Aspekte wie den Energieeintritt oder andere Leistungsmerkmale zu testen und zu verstehen, ohne die tatsächlichen Produktmaterialien zu verwenden.

Den Hauptuntersuchungen in den Anlagen der Unternehmen gingen verschiedene Vorversuche und radikale Experimente in den Labors der Universitäten voraus. Beispielsweise Temperatursenkungen um 30°C in der Wasserphase (auf lediglich 50°C) unter Beibehaltung der Lipidphasentemperatur von 80°C, Umkehrungen der Mischungsreihenfolge (Wasser zu Öl oder umgekehrt) und Variation der Reihenfolge der Emulgatorzugabe (kontinentale vs. englische Methode) waren Bestandteil von Semester- und Studienarbeiten.

Schliesslich konzentrierten sich die Hauptuntersuchungen bei den Partnerfirmen darauf, bestehende Produktionsrezepturen von den behandelten O/W-Emulsionen zu analysieren und mittels eines klaren Scale-down-Verfahrens auf die Laboranlage zu übertragen. Im Labormassstab wurden dann Optimierungen durchgeführt, die zu Energieeinsparungen führen. Anschliessend wurde mit einem sicheren Scale-up auf Produktionsgrössen (bis maximal 2500 kg) übergegangen. Qualitätsmessungen bestätigten erfolgreiche Verbesserungen.

Um diese Übergänge zu erleichtern, wurde zunächst eine klare Scale-down- / Scale-up-Methode sowie umfassende Qualitätskontrollverfahren festgelegt und in den drei Herstellbetrieben implementiert. Für die beteiligten Unternehmen wurden Handouts und Kalkulationstabellen erstellt, die sich in der finalen Version im Anhang dieses Leitfadens befinden.

Die hier behandelten O/W-Emulsionen wiesen Ölphasenkonzentrationen zwischen 10 bis 30 Prozent mit unterschiedlichen Fettalkoholmengen auf. Die Ölphasenbestandteile wurden mittels Differential-Scanning-Calorimetry (DSC) analysiert, um die maximal notwendigen Temperaturen für das Erwärmen zu ermitteln. Um die vorhandene Qualität im Scale-down-Prozess zu sichern, wurden Partikelgrössenverteilungen bestimmt, rheologische und sensorische Tests (Unterschiedsprüfungen) aufgezeichnet und mit Proben aus der konventionellen Produktion auf Unterschiede verglichen.

Damit die Vertraulichkeit der firmeninternen Daten gewährleistet war, eröffnete jede Firma einen eigenen SharePoint. Dort wurden die Messdaten hinterlegt, welche die Hochschulpartner anschliessend analysieren, bereinigen und anonymisiert in ihre Datensätze überführten. Keines der Unternehmen erhielt Einsicht in Daten der anderen Unternehmen. Die Zusammenarbeit wurde vorab in einem Kooperationsvertrag zwischen den Hochschulen und den einzelnen Firmen abgeschlossen.

Da dieses Projekt in den Firmen parallel zum Alltagsgeschäft gewährleistet werden musste (personelle Ressourcenplanung) und man bei den Scale-up Versuchen mit veränderten Prozessparametern auf freie Lücken im Produktionsplan angewiesen war, lag der

durchschnittliche Bearbeitungszeitraum im jeweiligen Unternehmen zwischen 6 bis 18 Monaten. Bei einzelnen Firmen wurde auf Wunsch zwischenzeitlich erreichte Ziele präsentiert und diskutiert. Bei allen wurde eine Endpräsentation mit Dokumentation durchgeführt, damit möglichst viele Mitarbeitende informiert und nochmals geschult wurden.

Nach der Aufbereitung der Datensätze für die einzelnen Firmen, erfolgte die Sichtung für das hier vorliegende Dokument. Das vorliegende Dokument enthält detaillierten Hintergrund sowie konkrete Beispiele aus dem Projekt; insbesondere im Anhang. Ziel ist, dass jede Leserin und jeder Leser in der Lage sein kann die Konzepte im eigenen Unternehmen umzusetzen und die Energieeffizienz zu steigern.

Parallel dazu hat das Streuen der Erkenntnisse (Dissemination) begonnen, um möglichst viele der Branche zu erreichen. Am Weiterbildungsents der Schweizerischen Gesellschaft der Kosmetik-Chemiker (SWISS SCC) am 14.09.2022 in Olten mit dem Titel «Die Wirtschaft der Zukunft – Energieeffizienz in Entwicklung und Produktion als Teil der Sustainability», wurden erste Resultate präsentiert. Die mögliche Umsetzung in der Industrie wurde kritisch diskutiert: Wie viel Nachhaltigkeit wäre in den einzelnen Betrieben möglich und was könnte die Branche dazu beitragen? Es wurden viele Fragen zur Energieeffizienz in der Kosmetikbranche gestellt. Bei einer Ad-hoc-Umfrage bestätigten die Teilnehmenden, dass neben der Rohstoffbeschaffung die Nachhaltigkeit (an zweiter Stelle) und die Energiesicherheit (an dritter Stelle) als ihre Hauptanliegen gelten. Etwa die Hälfte der Befragten hätte bereits allgemeine Energieoptimierungen im Betrieb umgesetzt, davon die Hälfte in der Produktion und 15% in der Entwicklung. Die andere Hälfte hat noch keine Massnahmen getroffen, plant diese jedoch. Dies interpretieren die Autoren als Zeichen der Veränderung.

Dass Energieeffizienz Interesse generiert, zeigt die Akzeptanz beim Einreichen von Beiträgen. Vor Veröffentlichung dieses Dokumentes wurde das «Schweizer Konzept» bereits an vier internationalen Konferenzen präsentiert. Der Leitfaden wird nach Veröffentlichung in einer ersten Phase den Mitgliedern der SWISS SCC digital zur Verfügung stehen.

EFFIZIENZKONZEPTE

Der Begriff Effizienzkonzept (EK) steht als Synonym für eine geeignete Massnahme, um die Effizienz zu erhöhen. Die folgenden 5 Kapitel enthalten jeweils

- Beschreibungen die das EK erklären
- Ergebnisse
- Handlungsanweisungen

Die Texte und Erläuterungen sind bewusst kurzgehalten. Im umfangreichen Anhang sind Details, Hintergründe, Theorie und Fallbeispiele («Cases») aufgeführt.

EK1 TEMPERATURFÜHRUNG

Üblicherweise wird zur Herstellung von Kosmetikprodukten «heiss» emulgiert. Wasser- und Ölphase werden separat auf Temperaturen im Bereich 70 bis 80°C erwärmt und dann bei dieser Temperatur im Homogenisator vereinigt. Nach dem Fertigstellen wird das Produkt abgekühlt. Oft wird bei einer Temperatur um 40 bis 50°C eine weitere Phase zugegeben. Typischerweise wird die Emulsion bei einer Temperatur von ca. 25°C dem Mischbehälter entnommen, meist zwischengelagert und anschliessend zur Abfüllung bereitgestellt. Durch Anpassen der Temperaturen kann eine deutliche Energieeinsparung erzielt werden. Details siehe Anhang A1. Einsparungen bis zu 50% an Heiz- und Kühlenergie sind möglich!

EK1.1 Maximaltemperatur

Die Maximaltemperatur muss möglichst **tief** liegen. Mittels Differentialkalorimetrie kann diese Maximaltemperatur genau und produktindividuell gemessen werden.

EK1.2 Auslasstemperatur

Die Auslasstemperatur sollte von oft üblichen 25°C auf mindestens 30°C **angehoben** werden.

EK1.3 Beschleunigte Abkühlung

Die Abkühlung nach dem Emulgieren ist ein zeit- und kostenintensiver Prozess. Eine Überprüfung kann durch einen einfachen Test und Auswertung nach der sogenannten NTU-Methode (siehe Anhang A1) vorgenommen werden. Der ermittelte Kennwert eines Wärmedurchgangskoeffizienten beleuchtet die Güte der Wärmeübertragung.

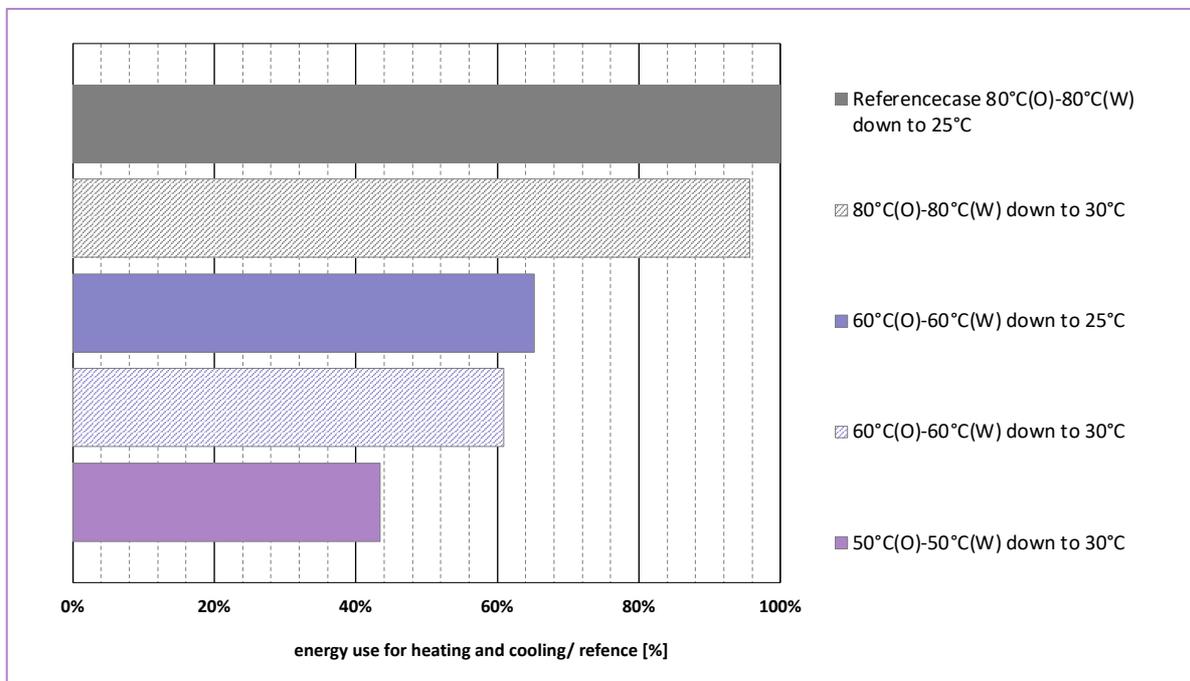


Abbildung 4 Konkretes Energieeinsparpotenzial für eine geänderte Temperaturführung von ursprünglich 80°C für Öl- und Wasserphase auf bis zu 50°C, sowie für eine erhöhte Auslasstemperatur 30°C anstatt 25°C.

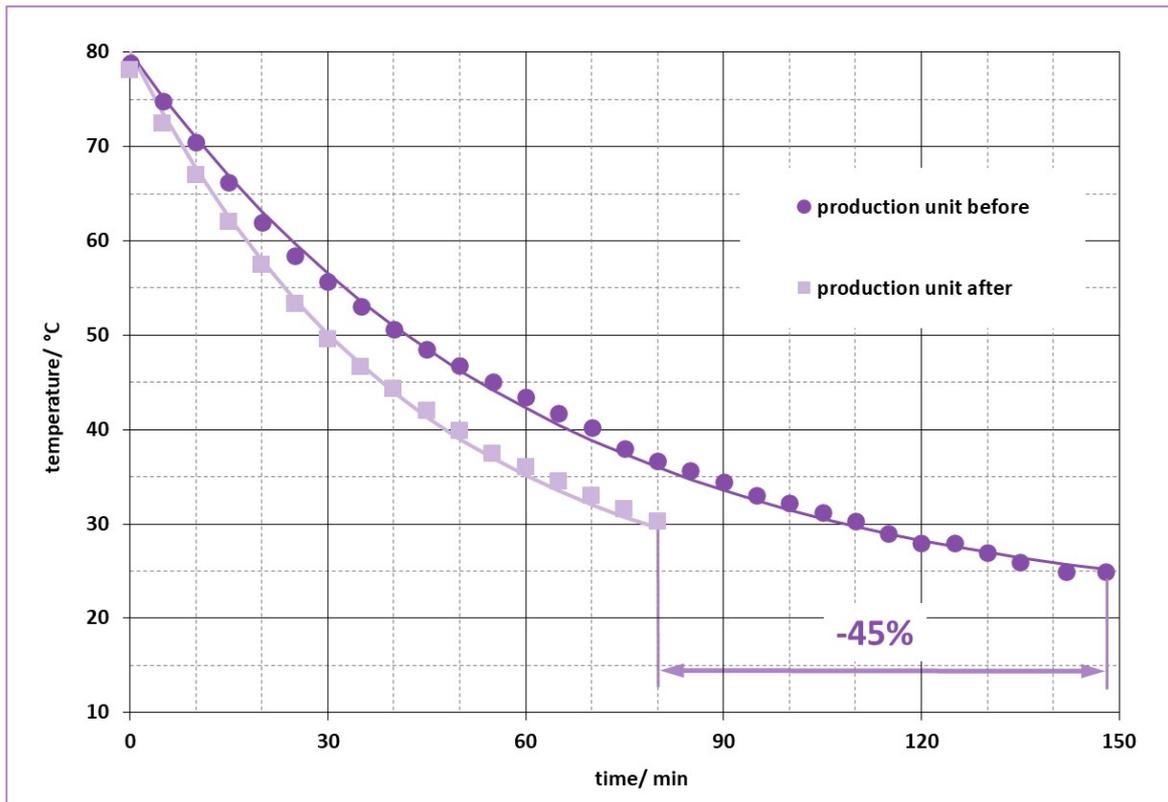


Abbildung 5 45% Zeiteinsparung durch Erhöhen der Auslasstemperatur von 25°C auf 30°C sowie einer Verbesserten Temperaturregelung. Datenpunkte/-quadrate: gemessene Temperaturen vom Produkt im Behälter. Linien: Modellrechnung (NTU-Methode).

Handlungsanweisungen

- ✓ Messung der Schmelzpunkte sämtlicher Inhaltsstoffe mit DSC
- ✓ Messung des Schmelztemperaturverlaufs und Schmelzenthalpie mit DSC
- ✓ Hochschmelzende Komponenten möglichst eliminieren
- ✓ Reduktion der Maximaltemperatur
- ✓ Erhöhen der Auslasstemperatur
- ✓ Verbessern der Kühlerkonfiguration

Detaillierte Handlungsanweisungen, Theorie, Cases und Vorlagen finden sich im 12-seitigen Anhang A1.

EK2 HOT-WARM-COLD

Neben den generellen Temperaturoptimierungen gemäss Effizienzkonzept 1, gibt es auch die Möglichkeit, nur die Wasserphase, oder Teile davon, weniger stark zu erwärmen und dann zu emulgieren. Dies ist eine bekannte Methode, welche unter dem Namen Hot-Cold oder auch Cold-Hot verbreitet ist, da die Ölphase auf unverändert hoher Temperatur (Hot) gehalten wird und die Wasserphase nicht erwärmt wird; also kalt bleibt (Cold).

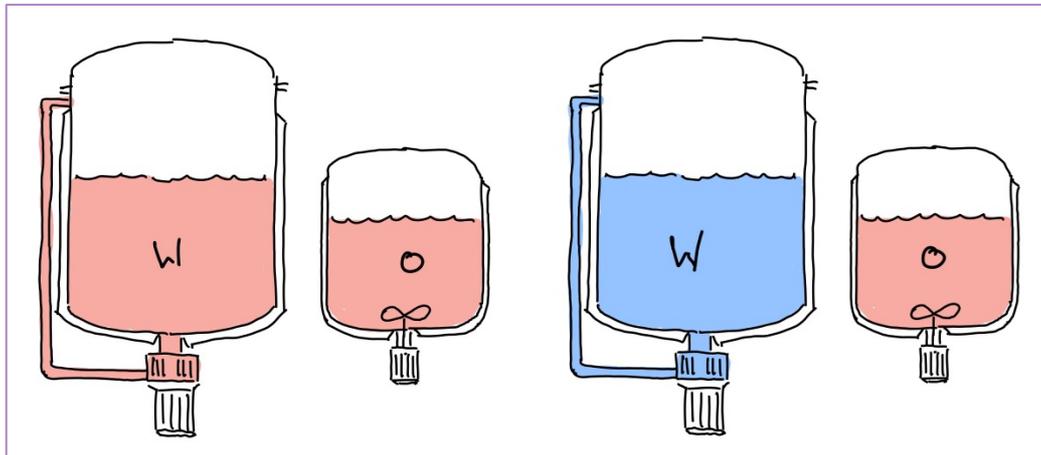


Abbildung 6 Schematische Darstellung des üblichen Prozesses Hot-Hot (links) im Vergleich zum optimierten Hot-Cold (rechts). W steht für die Wasserphase, O steht für die Ölphase.

Beim Hot-Cold Verfahren ist zu beachten, dass der Schmelzpunkt der Ölphase (mit Wachs) im kritischen Moment des Emulgierens nicht unterschritten wird, damit der Tropfenzerfall der Ölphase ungehindert abläuft. Hierfür sollte die Wasserphase entweder, wie beim Hot-Hot Verfahren, eine hinreichend hohe Temperatur haben oder das Phasenverhältnis Wasser zu Öl im Moment des Emulgierens sollte so gewählt werden, dass eindeutig weniger Wasser vorliegt. Die Mischtemperatur ist dann immer noch oberhalb der Schmelztemperatur der am meisten kritischen Komponente. Grundsätzlich sollte also möglichst wenig Wasserphase im Moment des Emulgierens vorliegen. Im Fall einer O/W Emulsion und im Moment des Emulgierens ist jedoch ein Ölanteil unter 70% (noch besser unter 50%) zu halten, weil sonst eine Phaseninversion riskiert wird. Bei Wasser-in-Öl (W/O) Emulsionen ist dies grundsätzlich weniger problematisch als bei Öl-in-Wasser (O/W) Emulsionen.



Abbildung 7 Laborgerät: Die Ölphase wird über einen Zulauf (weisses Rohr) direkt auf den Homogenisator gegeben.

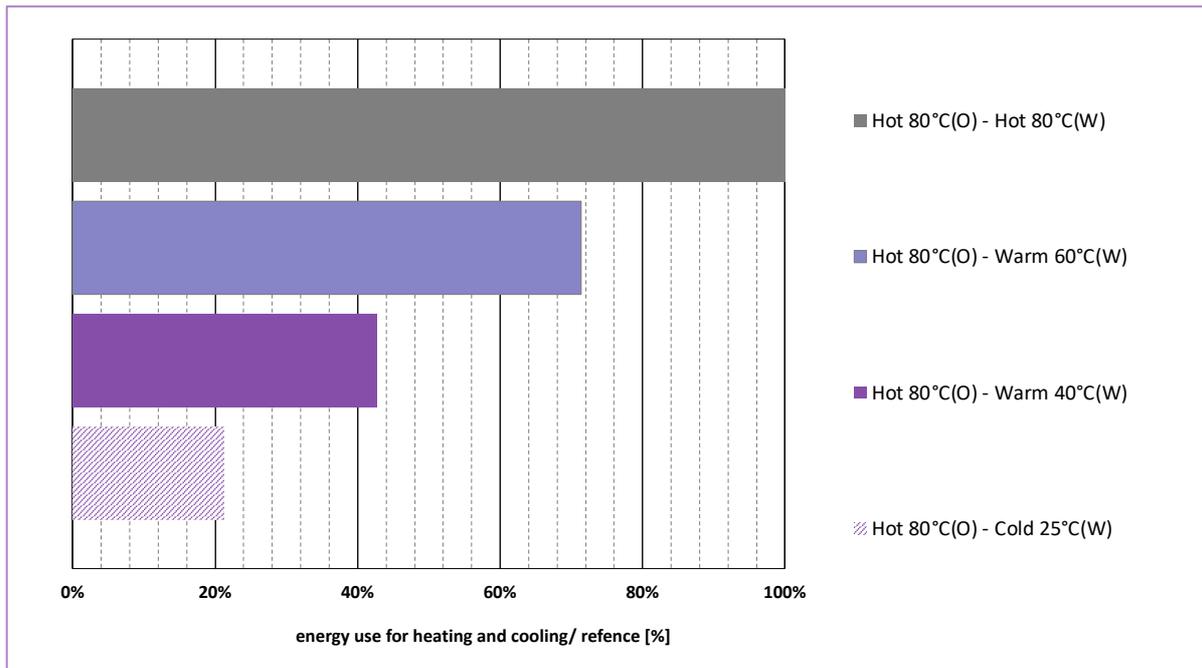


Abbildung 8 Konkretes Einsparpotenzial für Hot-Warm-Cold. Die Ölphase bleibt immer bei 80°C. Die Wasserphase wird stufenweise auf 60°C, 40°C oder Raumtemperatur 25°C geführt.

Handlungsanweisungen

- ✓ Sicherstellen, dass in der Produktionsanlage eine Zuführung der Ölphase direkt auf den Homogenisator erfolgen kann
- ✓ Bereits bei der Entwicklung der Formulierung in Hot-Cold denken und so im Labor entwickeln
- ✓ Erweiterung der Laborgeräte um eine direkte Zuführung der Ölphase auf den Homogenisator
- ✓ Screening kann wie bisher im Hot-Hot Verfahren erfolgen

Detaillierte Handlungsanweisungen, Theorie und Cases finden sich im 8-seitigen Anhang A2.

EK3 REINIGUNG

ISBN

Nach der Herstellung einer Produktcharge wird der Mischbehälter entleert. Es verbleiben Produktreste an den Rührorganen, an der Behälterwand und in der Umpumpleitung, sofern vorhanden. Je nach Maschinentyp und Produktviskosität verbleiben üblicherweise 1 bis 3 % des Produktes in der Maschine; bei hochviskosen Produkten bis zu 10 %. Insbesondere die Umpumpleitung enthält oft noch grosse Mengen Produkt. Dies ist aus zwei Gründen nachteilig: a) das Produkt wäre verkaufsfertig und geht verloren, und b) das verbleibende Produkt verursacht Aufwand und Kosten bei der Reinigung und in der Abwasserbehandlung.

Die Anlage muss gereinigt werden. Der Reinigungsprozess ist teuer und die Kosten dafür werden häufig unterschätzt. Eine Kostenanalyse kann dem Unternehmen grosse finanzielle Ersparnisse und ökologische Verbesserung bringen. Kosten- und Energieverlust beim Reinigungsprozess beinhalten:

- Zeit: Mehrere Reinigungsschritte mit Befüllen und Entleeren.
- Produktverlust: Werthaltig am meisten bedeutend.
- Wasserkosten: Umkehrosmose-Wasser kostet im Branchendurchschnitt (2023) etwa 0.2 CHF/kg und sollte sparsam eingesetzt werden.
- Energie für die Wassererwärmung: Diese kann unter Umständen den Energieaufwand für die eigentliche Herstellung übersteigen.

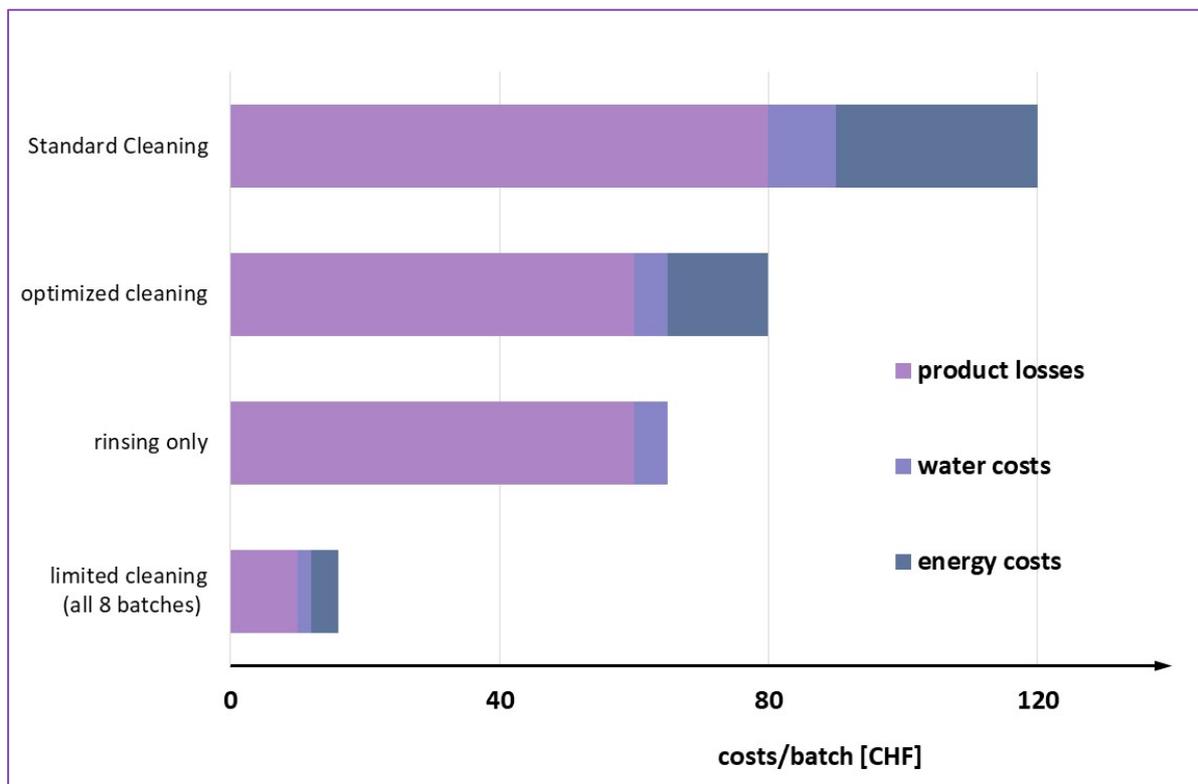


Abbildung 9 Kostenbeispiel für die Reinigung anhand einer Charge mit 1000 kg.



Abbildung 10 Foto eines sauberen Deckels nach einer ordentlichen Reinigung.

Handlungsanweisungen

- ✓ Transparente und ehrliche Kostenanalyse!
- ✓ Logistik und Produktionsplanung dahingehend optimieren, dass mehr Kampagnen gefahren werden, bei denen keine Zwischenreinigung erforderlich ist
- ✓ Wassermengen und Temperaturen der Reinigung anpassen
- ✓ Reinigungsvalidierung nach ISO Norm 22716
- ✓ Hygieneproblem der Anlage an der «Maschine» durch Austausch von Komponenten lösen und nicht mit Reinigung versuchen zu «heilen»

Das Thema Hygiene und Reinigung ist ein heikles und sehr bedeutendes Thema. Eine detaillierte Behandlung wäre ein eigenes Buch wert. Getestete Handlungsanweisungen, Theorie, Cases und weiterführende Literatur finden sich im 7-seitigen Anhang A3.

EK4 REZEPTUR UND FORMULIERUNG

Jede bereits im Handel käufliche Rezeptur bietet aufgrund ihrer Herstellvorschrift und deren Rohstoffe bereits ein **Sparpotenzial bei der Herstellung**.

Bei Neuentwicklungen bietet sich die Chance, Rezepturanpassungen (auch Inhaltstoffe) vorzunehmen, um strukturgebende Rohstoffe mit **niedrigeren Schmelzpunkten** auszuwählen. Dies gilt z.B. bei der Auswahl von Wachsen, Emulgatoren und Co-Emulgatoren.

Zu klären ist jeweils welchen Einfluss Prozessveränderungen wie eine tiefere Maximaltemperatur resp. eine höhere Auslasstemperaturen auf die hier behandelten O/ W Emulsionen haben. **Qualitätsparameter** wie Partikelgrößenverteilung und Rheologie **müssen identisch bleiben**. Bei visko-elastischen Vergleichen kann/darf es in begrenztem Umfang Unterschiede geben.

Es muss sichergestellt werden, dass die Formulierung wie bis anhin physikalisch im Zeitraum zwischen Produktion und ihrer Anwendung (in der Regel über 30 Monate) stabil bleibt. Prädiktive Schätzungen zur Langzeitstabilität eines Emulsionssystem sind von Vorteil (Rheologie, Lichtzentrifugen, u.w.). Sie ersetzen den «Goldstandard» der firmeninternen Langzeit-Stabilitätsprüfung bislang aber nicht.



Abbildung 11 Rohstoffe für Emulsionen; vor allem Rohstoffe der Ölphase wie Wachse, Emulgatoren und Co-Emulgatoren bieten Potenzial für eine bessere Energieeffizienz.

In unseren Testfällen waren die Emulsionen physikalisch stabil; rheologische Messungen nach 8, 12 resp. 18 Monaten wiesen keine markanten Abweichungen auf zum Ausgangsmuster (Laborbatch oder Produktion).

Um die resultierende Qualität der Rezepturen vor resp. nach Prozessänderung (zum Beispiel Temperatursenkung) bestmöglich optimieren zu können, sind unterschiedliche Aspekte auf Laborstufe im Vorfeld oder als nachträgliche Korrekturmaßnahme zu überprüfen. Bei den Laboransätzen ist auf eine möglichst gute **Standardisierung und Reproduzierbarkeit der Versuche** zu achten.

Die zeitliche Synchronisierung von Homogenisieren (Scherdauer), Temperaturführung (schnelles Einleiten der Kühlung nach Phasenvereinigung) und der Einfluss der Phaseninversionstemperatur PIT, stellen bei einem manuell hergestellten Laborbatch wichtige Parameter dar.

Zusätzlich sollten folgende Punkte a) bis e) in einem Laborexperiment ausprobiert und deren Einflussgrad auf die vorliegende Emulsion beurteilt werden:

Temperaturabhängige Einflussfaktoren:

- a. Erhalt der Phasentemperatur der Fett- und Ölphase während des Einzugs in die Wasserphase
- b. Mischtemperatur nach Beendigung der Phasenvereinigung

Zeitabhängige Einflussfaktoren:

- c. Abkühlkinetik (Dauer)
- d. Berücksichtigung der PIT (gilt nur für nicht-ionische Emulgatoren)
- e. Energieeintrag mittels Schereintrag während des Abkühlens (Nachhomogenisieren)

Handlungsanweisungen

- ✓ Emulgatorenbeigabe in die Ölphase (Kontinentale Methode)
- ✓ Vorphasenkombination aller Öl- und Fettkomponenten (Effekte der «Eutektik» nutzen)
- ✓ Vereinfachen der Prozessschritte (Bsp. Beigabezeitpunkt der Rohstoffe)
- ✓ Überprüfen des Einflusses der Scherrate/-dauer auf optimale Partikelgrößenverteilung und Sensorik

Detaillierte Handlungsanweisungen, Theorie, Cases und Hintergrund zur PIT finden sich im 15-seitigen Anhang A4.

EK5 ENERGIEMANAGEMENT UND ISBN978 DEKARBONISIERUNG

Nachhaltigkeit und CO₂ neutrale Produkte sind verpflichtend für die heutige Welt. Durch mehr und mehr zunehmende Transparenz und Vergleichbarkeit auf dem Markt wird der Druck von der Verbraucherseite steigen, diese Kriterien auch in der Kosmetikindustrie umzusetzen. Der Energiebedarf muss auf ein technisch sinnvolles Mass reduziert werden. Die verbleibende Energie ist CO₂-neutral bereitzustellen. Mit wenigen Massnahmen lässt sich Energieverbrauch und CO₂-Fussabdruck deutlich reduzieren:

«Um fossile Brennstoffe zu eliminieren, sollen Wärmepumpen eingesetzt werden. Dies wird vorteilhaft durch Wärmerückgewinnung unter Zuhilfenahme von thermischen Speichern gestaltet.»

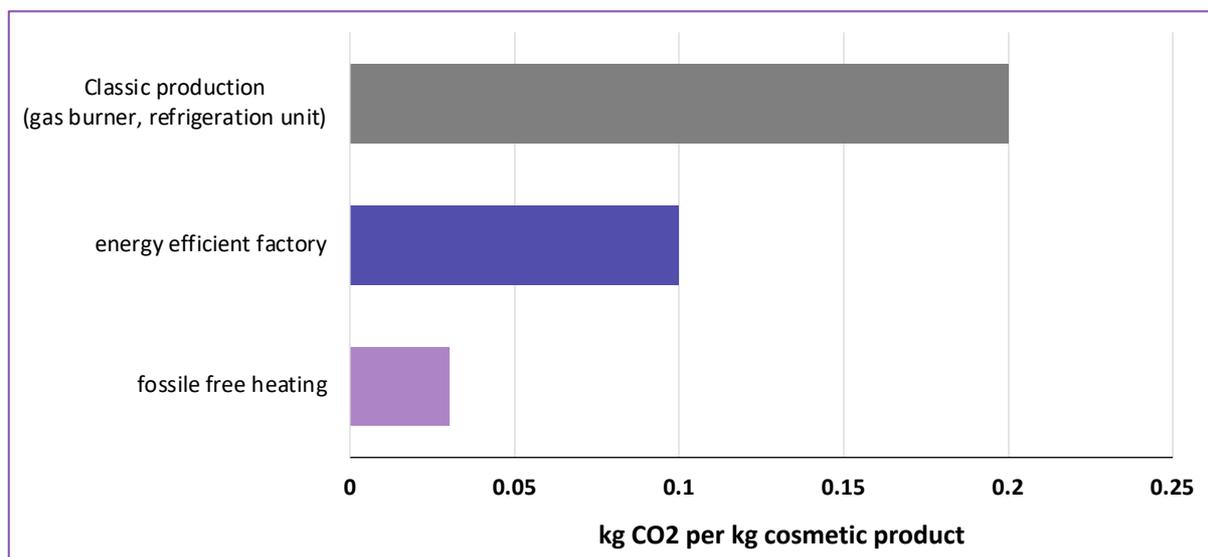


Abbildung 12 Die rechnerische CO₂-Bilanz zur Herstellung eines kosmetischen Produktes. Ungefähre Werte aus verschiedenen Erhebungen durch die Autoren.

Handlungsanweisungen

- ✓ Analyse von Wärme- und Kältebedarf vornehmen
- ✓ Kältebedarf und Wärmebedarf reduzieren Effizienzkonzepte umsetzen
- ✓ Kältespeicher und Wärmespeicher einbauen
- ✓ Frischwasser als Kältequelle sofort eliminieren
- ✓ Wärmepumpen zur Kopplung von Wärme- und Kälteversorgung vorsehen
- ✓ Fossile Brennstoffe eliminieren
- ✓ Photovoltaik, PV installieren

Detaillierte Handlungsanweisungen, Theorie und Cases finden sich im 8-seitigen Anhang A5.

QUALITÄT UND SCALE-UP

0 EINFÜHRUNG QUALITÄT

Im Bereich der kosmetischen Emulsionen unterscheiden wir zwei Ebenen, den Begriff Qualität zu definieren:

- Eine möglichst **gute Qualität**. Damit sind vielfältige Parameter eingeschlossen. Unter anderem auch solche, die wir messtechnisch erfassen.
- Sobald ein Produkt freigegeben und auf dem Markt ist, stellen wir sicher, dass die **gleiche Qualität** gewährleistet ist.

Gelegentlich ergibt sich die spezielle Situation, dass durch eine Prozessverbesserung eine «bessere Qualität» möglich wird, zum Beispiel eine engere und feinere Tropfengrößenverteilung. Dies bedeutet aber auch eine Abweichung in anderen Eigenschaften (zum Beispiel in der Viskosität) und damit eine geänderte Qualität.

Für ein im Handel befindliches Produkt ist eine «geänderte Qualität» in der Regel eine schlechtere Qualität. Zudem haben wir es bei Emulsionen mit thermodynamisch instabilen Systemen zu tun. Die Produkte haben eine Lebensdauer, die Viskosität ändert sich zwischen Produktion und Abfüllung sehr deutlich und im Laufe der Lagerzeit weiter, wenn auch langsamer. Im Rahmen dieses Projektes haben wir ein dreistufiges Qualitätskonzept entwickelt, damit für zwei Produkte, Standard und Probe «die gleiche Qualität» gesichert ist.

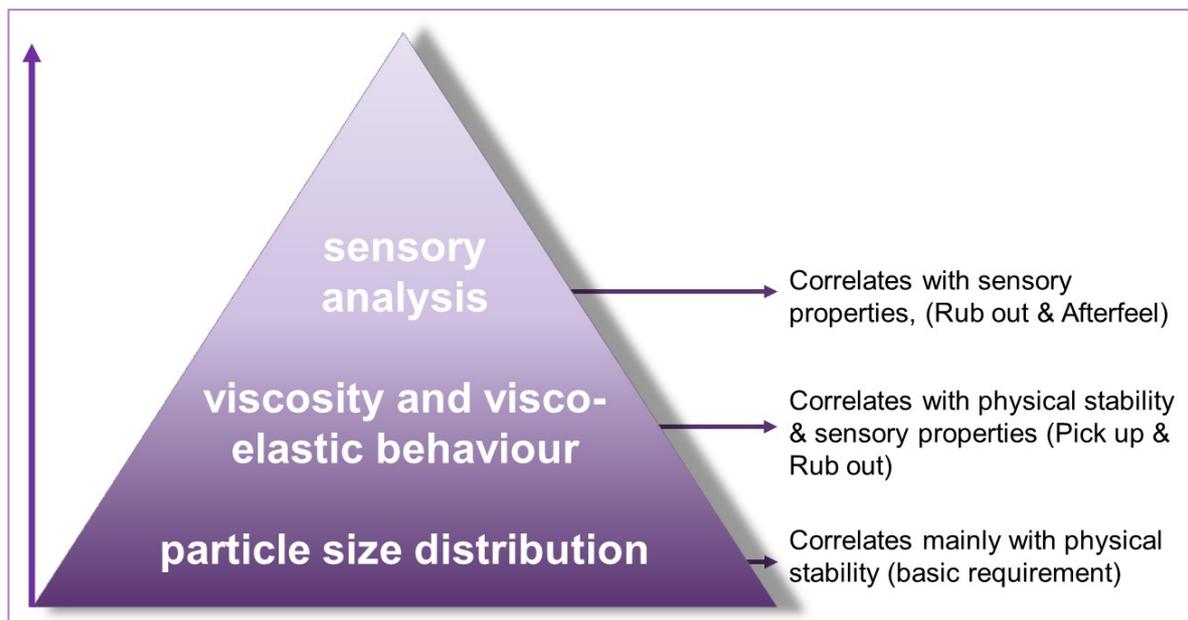


Abbildung 13 «Pyramide der Qualitätsmatrix»; Hierarchie der eingesetzten Messmethoden und deren Qualitätsparameter.

Handlungsanweisungen

- ✓ Die Partikelgrößenverteilung muss unbedingt gleich sein
- ✓ Viskosität muss scherratenabhängig geprüft werden und gleich sein
- ✓ Die Viskoelastizität muss mittels Dynamisch Mechanischer Analyse (DMA) und Oszillationsversuche gemessen werden & Speichermodul und Verlustmodul oder deren Verhältnis sollte gleich sein
- ✓ Die Gleichheit der sensorischen Qualität aus Sicht des Anwenders muss mittels Dreiecksprüfung bestätigt werden

Jedem Unternehmen ist freigestellt, die Toleranzwerte für o.g. Parameter festzulegen. Schlussendlich ist dies auch eine Kostenfrage.

Detaillierte Handlungsanweisungen und Theorie finden sich im 4-seitigen Anhang B0.

1 SCALE-UP/ SCALE-DOWN

Der Begriff **Scale-up** beschreibt den Vorgang in der Produktentwicklung, bei dem festgelegt wird, wie ein im Labor entwickeltes Produkt auf den Produktionsmassstab übertragen werden soll. Ein Übertragen der aktuellen Prozesseinstellungen des Produktionsgerätes auf die Dimensionen des Laborgerätes versteht sich als sogenanntes Scale-down.

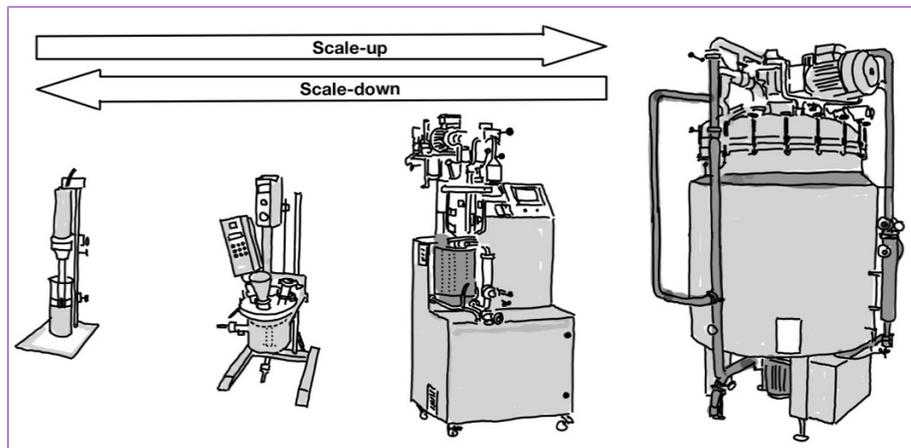


Abbildung 14 Scale-up: Vom Labormassstab zum Produktionsmassstab. Scale-down: Vom Produktionsmassstab zum Labormassstab.

Im **Scale-down** wird von der Anlagenperformance der Produktionsanlagen ausgegangen. Diese werden ausgemessen. Damit kann ein **Übertragen auf die Laborgeräte** sichergestellt werden. Wenn die damit ermittelten Betriebsparameter (Drehzahl und Scherdauer) bei der Formulierungsentwicklung eingehalten werden, ist sichergestellt, dass die Produktionsanlage die gleiche Produktqualität herstellen kann. Weniger Pilotierung ist notwendig, das Risiko von Fehlchargen sinkt drastisch. Eine Übertragung von beliebigen Laborgeräten auf beliebige Produktionsanlagen (eigene Produktion sowie externe) ist möglich.

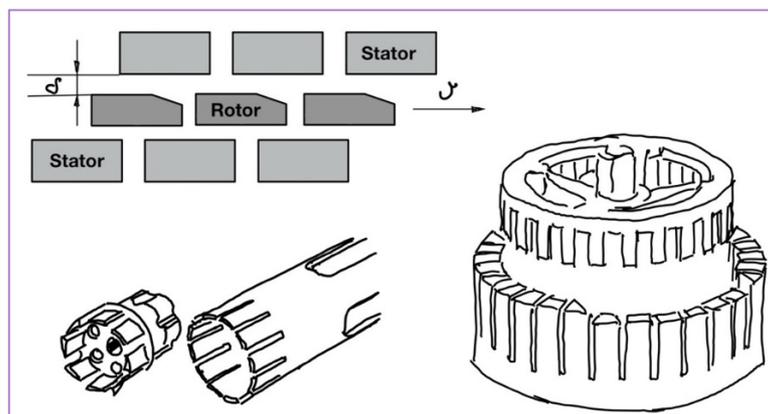


Abbildung 15 Die rechnerische Scherrate und dabei die gleiche eingetragene Scherenergie eines Rotor-Stator-Homogenisators muss bei Laborgerät und Produktionsanlage gleich gehalten werden!

Detaillierte Handlungsanweisungen, Theorie und Vorlagen finden sich im 13-seitigen Anhang B1.

2 PARTIKELGRÖSSEN

In der Praxis ist es üblich, Partikelgrößen mittels Mikroskopie zu bewerten. Dies ist im Sinn einer Qualitätssicherung sinnvoll. Im vorliegenden Projekt wurde zusätzlich mittels Laserbeugung die genaue Verteilung gemessen und verschiedene Muster miteinander verglichen.

- ✓ Die Partikelgrößenverteilung (PGV) muss mit analytischen Verfahren ermittelt werden
- ✓ Aus der Form der Partikelgrößenverteilung lassen sich Rückschlüsse auf potenzielle Probleme ziehen
- ✓ Die Verteilung muss gleich sein
- ✓ Vorteilhaft ist eine normgerechte Darstellung der Volumendichteverteilung q_3



Abbildung 16 Messung einer PGV an der HSLU: Links Laserbeugung, rechts optische Zentrifuge.

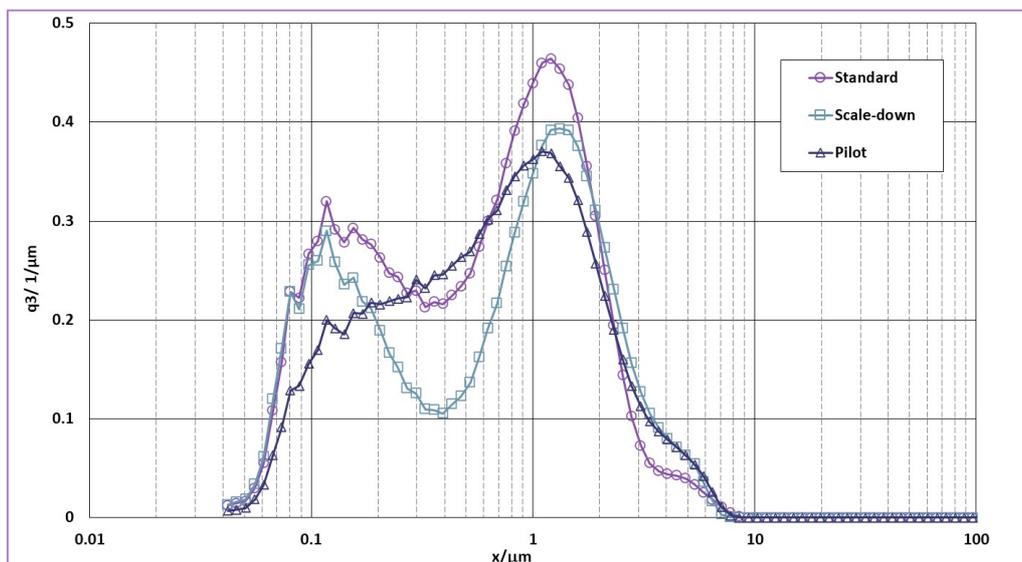


Abbildung 17 Partikelgrößenverteilung eines Standardproduktes im Vergleich zu Labor- und Pilotansatz mit geänderten Temperaturen. (Beispiel aus Anhang A1)

Detaillierte Handlungsanweisungen, Theorie und Cases finden sich im 8-seitigen Anhang B2.

3 RHEOLOGIE

Zur Charakterisierung der Qualität von Emulsionen verwendet man rheologische Messmethoden. Sie können unter bestimmten Voraussetzungen auch zur Langzeitstabilität oder sensorischem Verhalten Informationen liefern. Die hier vorliegenden rheologischen Messungen wurden mit dem Rheometer von A. Paar MCR 302 ausgeführt. Es sind Platte/Platte Messungen, die im Rotationsmodus resp. Oszillationsmodus ausgeführt wurden.

3.1 Viskosität

Die Bestimmung der Viskosität ist ein wichtiger und leicht zu bestimmender Qualitätsparameter. Kosmetische Emulsionen sind scherverdünnend. Je feinpartikulärer die disperse Phase ist, umso höher viskos wird das Produkt aufgrund der Wechselwirkungen bei einer hohen Packungsdichte. Die Viskosität eines Produkts wird massgeblich von der Art und Menge der gebildeten flüssig-kristallinen Phase beeinflusst, die durch die Zugabe des Emulgators und anderer strukturgebender Lipidkomponenten entsteht. Die Anordnung der Lipidkristalle in der Emulsion spielt dabei eine entscheidende Rolle.

3.2 Viskoelastische Eigenschaften (Elastizität und Fließgrenze)

Im Gegensatz zur Viskositätsmessung werden die viskoelastischen Eigenschaften in einem nicht texturerstörenden Bereich unterhalb der Fließgrenze gemessen. Das Speichermodul G' gibt den Hinweis auf den elastischen Anteil, das Verlustmodul G'' auf den viskosen resp. fluiden Anteil. Die Länge des linear-viskoelastischen (LVE) Bereich ist ein Plateauwert. Der Messbereich wird durch den Fließpunkt begrenzt.

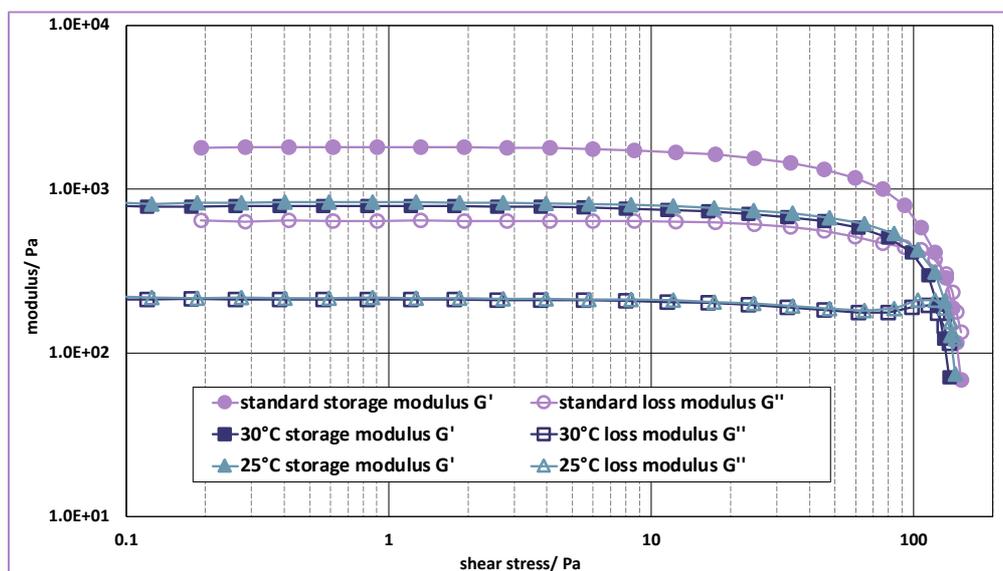


Abbildung 18 Darstellung der visko-elastischen Eigenschaften von 3 Mustern mit Auslasstemperatur 30°C (neu), 25° (herkömmlich) versus älteren Standard.

Detaillierte Handlungsanweisungen, Theorie und Cases finden sich im 10-seitigen Anhang B3.

4 SENSORIK

Durch sensorische Prüfungen werden makro- oder mikroskopischen Produkteigenschaften «erfahrbar» gemacht. Wenn dies in einem wissenschaftlichen Setting geschieht, sprechen wir von der wissenschaftlichen Disziplin «Sensorik». Während untrainierte Verwender/-innen eher Auskunft geben über Akzeptanz- oder Präferenz eines Produktes, bewerten bei deskriptiven Prüfmethode trainierte Fachpanelisten/-innen anhand eines Prüfprotokolls die Intensitäten oder Unterschiede der einzelnen Produkteigenschaften (Attribute). An einer wie unten beschriebenen Prüfung können sowohl trainierte als auch untrainierte Personen teilnehmen.



Abbildung 19 Blick in eine Testkabine, die für eine sensorisch deskriptive Prüfung (Profilierung) von Kosmetika eingerichtet wurde (ZHAW Wädenswil).

In diesem Projekt bietet sich konkret die **Unterschiedsprüfung** an, welche bei sehr ähnlichen Produkten eingesetzt werden kann. Die hier eingesetzte **Dreiecksprüfung** ermittelt, ob ein wahrnehmbarer sensorischer Unterschied oder eine Ähnlichkeit zwischen den Mustern vorhanden ist.

Zusätzlich kann ein Unterschied aufgrund einer einzelnen oder mehreren sensorischen Eigenschaften (Attributen) festgestellt werden. Alle weiteren Angaben finden sich in der Norm ISO 4120:2021, Sensorische Analyse - Prüfverfahren - Dreiecksprüfung.

Eine geforderte Trennschärfe definiert die Anzahl Prüfpersonen resp. Prüfdurchgänge. Mit 24-30 Prüfpersonen kann die Prüfung auf einen Unterschied erfüllt werden. Bei einem Signifikanzniveau von $\alpha=5\%$ kommt dies einem «streng» ausgelegten Selektionsverfahren gleich.

Detaillierte Handlungsanweisungen, Theorie und Cases finden sich im 7-seitigen Anhang B4.

UMSETZUNG

DISKUSSION

Bereits in der Vergangenheit haben sich immer wieder Unternehmen und Autoren (einschliesslich der Autoren dieses Leitfadens) mit der wirtschaftlichen Seite zur Herstellung von Emulsionen befasst. Hier waren Prozesszeitverkürzung, reduzierte Restmengen bei der Entleerung, verbesserter Mischeffekt und erhöhte Flexibilität im Fokus.

Im Projekt ist es uns gelungen bei den untersuchten Produkten bei praktisch gleichbleibender Qualität, finanzielle Spareffekte zu erzielen und mehr Nachhaltigkeit in der Produktion zu erzielen. Dieses ist nur dann nachhaltig erfolgreich, wenn er auch tatsächlich für alle neuen Produkte umgesetzt und **aktiv weitergelebt** wird. Deshalb sind neben den technischen und wirtschaftlichen Aspekten insbesondere die Kompetenzstärkung bei den Mitarbeitenden wichtig!



Abbildung 20 Steter Austausch ist entscheidend, um erfolgreich eine Produkt- oder Prozessanpassung umzusetzen.

Die erreichten (und zu erreichenden) Ziele können in zwei Kategorien beurteilt werden.

Effekte für Nachhaltigkeit und Wirtschaft: In allen Unternehmen wurden Einsparungen an Energie um 20-30% und damit entsprechend weniger CO₂ Footprint erreicht. Zusätzlich wurde auch die Steigerung der Produktivität um 20-30% erreicht. Dies durch höhere Flexibilität in der Produktion, durch verkürzte Produktionszeiten und Einsparungen an Materialkosten durch Optimierung des Reinigungsprozesses. Die umgesetzten Effizienzkonzepte erforderten keine Investitionen.

Kompetenzsteigerung: Durch die Workshops zu Beginn des Projektes wurden Geschäftsleitung, Entwicklung und Produktion **gemeinsam** auf das Thema sensibilisiert und

anschliessend während der Durchführung durch adäquates Coaching immer wieder ermuntert, das Erlernete umzusetzen. Dabei wurde die Kommunikation unter den einzelnen Abteilungen und der regelmässige Austausch gefördert. Implizites Erfahrungswissen wurde bei den teils langjährigen Mitarbeitenden wertschätzend zusammengetragen. Die Kommunikation zwischen den Abteilungen über Produkte und Herausforderungen findet neu fakten- und KPI-basiert statt. Das Wissen um Energieeintrag, Scherrate und Homogenisierzeiten erweitert die Diskussion um bisher «Zeit und Drehzahl». Die messtechnische Bestimmung von Qualitätsparametern erweitert das bisherige (go/no-go) für die Produktfreigabe.

Im Nachgang zeigte sich, wie «hartnäckig» Gewohnheiten und tradiertes Wissen sein können. Die bisherigen Gewohnheiten: «Prozesstemperaturen beim Hot-Hot Verfahren sind mindestens 15-20°C höher zu wählen als der höchste Schmelzpunkt der Inhaltsstoffe», oder «aus mikrobiologischen Gründen sind die Auslasstemperaturen möglichst niedrig zu halten», oder «beim Abkühlen des Produktes im Mischer ist der Rührer auf langsam zu stellen» und noch viele andere, mussten revidiert werden. Mit faktenbasierten Erkenntnissen kann dies gelingen.

In diesem Projekt haben wir aufzeigen können, dass trotz tieferen Prozesstemperaturen physikalisch stabile und in ihrer Sensorik feine Produkte produziert werden können. Bei den Projektpartnern sind keine negativen Rückmeldungen betreffend mikrobiellen Befall (Gesamtkeimbestimmung) bei den höheren Auslasstemperaturen gesammelt worden.

Im Verlauf des Projektes sind aus Sicht der Partikelgrössenverteilung Formulierungen (multimodale Systeme) «aufgefallen», die nicht unbedingt der idealen Partikelgrössenverteilung einer kosmetischen Emulsion entsprechen. Aber vielleicht handelte es sich trotz oder gerade wegen dieser Anomalien um geschätzte und einzigartige Produkte auf dem Markt, die dennoch physikalisch stabile Systeme darstellten. Und auch diese Emulsionen konnten durch die angepassten Prozesse optimiert werden.

Während die Methodik für Scale-down und Qualitätsprüfung nunmehr standardisiert ist, sind die Angaben über Rezeptur und Formulierung sehr individuell gestaltet und orientieren sich an den Produktpaletten der einzelnen Unternehmen. Dies gilt ebenso für die Themen zu Dekarbonisierung und Energieeffizienz, der Beschreibung von Anlagen. All dies folgt der individuellen Firmenausstattung ist von der vor Ort Energieeinbindung abhängig.

Die Autoren erheben mit diesem Leitfaden somit keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Wohl aber sind die hier beschriebenen Fallbeispiele (Cases) und theoretischen Hintergründe nach bestem Wissen und Gewissen sowie auf Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse mit grosser Sorgfalt aufbereitet worden.

EINSTIEG

Für den Einstieg und die Umsetzung im eigenen Unternehmen empfehlen die Autoren folgende Hinweise:

Vorbereitungs-Checkliste:

- ✓ Auswahl eines Produktes, an dem ohne zu grosse Risiken geübt werden kann. Am besten O/W mit Öl-Anteil über 20% und Viskositäten über 10 Pas und unter 100 Pas bei Scherrate 5/s.
- ✓ Schulung und Workshop mit Mitarbeitenden aus Labor und Produktion. Schaffen einer gemeinsamen Erfahrung und Sprache.
- ✓ Start mit Scale-down von einer Produktionsanlage und einer Laboranlage zum Lernen und Prüfen der bisherigen eigenen Praxis und der Konformität zum Scale-down Konzept aus diesem Leitfaden.
- ✓ Prüfen der technischen Voraussetzungen, wie Direkteinzug Ölphase auf Rotor-Stator in Produktion und Labor.
- ✓ Zugang zu DSC, Rheometer, Laserbeugung Analyse vorliegend?
- ✓ Rohstoffsicherheit für Musterherstellungen (mind. 10 Ansätze Labormasstab, mind. 2-3 Ansätze Scale up) sollte sichergestellt sein.
- ✓ Sind Ressourcen für die Projektarbeit vorhanden: Man sollte mit 6 Monaten Projektdauer rechnen und die GL muss das Projekt wollen. Ziele sollten festgelegt werden und Erfolge kommuniziert werden!

Gerne stehen die Autoren für eine individuelle Unterstützung vor Ort zur Verfügung.

ERFOLGTE PRÄSENTATION/DISSEMINATION

An folgenden Veranstaltungen wurde das Projekt bereits vorgestellt:

Olten, 15. September 2023, Weiterbildungs-Event der Schweizerische Gesellschaft der Kosmetik-Chemiker SWISS SCC, https://www.swissccc.ch/wp-content/uploads/2022/05/Programm_SWISSCCC_Weiterbildung_Sept_2022.pdf, Titel: Erste Erkenntnisse - Projekt Energieeffizienz in der Kosmetikbranche; Testimonials der Projektpartner - Umsetzung in der Industrie; Erste Schritte hin zu mehr Energieeffizienz Ihres Betriebes

Cambridge, 5. Juli 2023, SCS UK-Society of Cosmetic Chemists Annual Conference, L. Fischer, Petra Huber, Titel: Energy Efficient Production of Cosmetics.

Barcelona, 4. bis 7. September 2023, International Conference of the IFSCC: Petra Huber, L. Fischer, Titel: The path to zero CO₂, using formulation and process expertise – a time and energy saving journey.

Berlin, 26. Oktober 2023, SEPAWA Congress, L. Fischer, Petra Huber Titel: Reduce to the max – making emulsion with reduced energy, process time and costs.

Paris, 18. April 2024, Incosmetics, L. Fischer, Petra Huber, Titel: Energy Efficient Cosmetic Production.

DANKSAGUNG

Die Grundlagenforschung im industriellen Umfeld wurde von der Schweizerischen Gesellschaft der Kosmetik-Chemiker SWISS SCC, den Plattformen EnergieSchweiz und dem Energy Lab getragen.

Als Hauptunterstützer ist EnergieSchweiz dem öffentlichen Recht unterstellt. Damit erfüllen wir deren Anforderungen an transparente Kommunikation und Wissenstransfer. Die Autoren haben keine wirtschaftliche Verbindung zu den beteiligten Unternehmen und auch keine Interessenkonflikte. Dieses Dokument steht den Schweizer Unternehmen der Kosmetikindustrie kostenlos zur Verfügung. Geplant ist, das Projekt mit zusätzlichen Unternehmen weiter zu verfolgen.

Wir bedanken uns bei den Vorständen und verantwortlichen Personen, ebenso für die Unterstützung durch die Industriepartner La Prairie AG, Frike Group, Steinfels Swiss und Kinematica AG und dem offenen und anregenden Dialog während unserer Forschungsarbeit. Weiterhin bedanken wir uns für die Unterstützung durch die Mitarbeitenden und Studierenden an der HSLU und ZHAW für die Unterstützung bei Analytik und Erstellung der Grafiken.

Einen Paradigmenwechsel einzuleiten, erfordert Zeit und kontinuierliche Anreize, aber vor allem motivierte und visionäre Mitarbeitende und Vorgesetzte, die bereits heute bereit sind, umzudenken und immer wieder Neues zu versuchen – proaktiv und ohne äusseren regulatorischen Druck. Das ist innovatives Unternehmertum! Unsere zukünftigen Generationen werden Ihnen danken.

In diesem Sinne, wünschen wir Ihnen gutes Gelingen!

Kontaktaten für Rückfragen oder in-house Coaching:

Prof. Dr. Ludger J. Fischer ludger.fischer@hslu.ch oder Petra Huber, petra.huber@zhaw.ch.