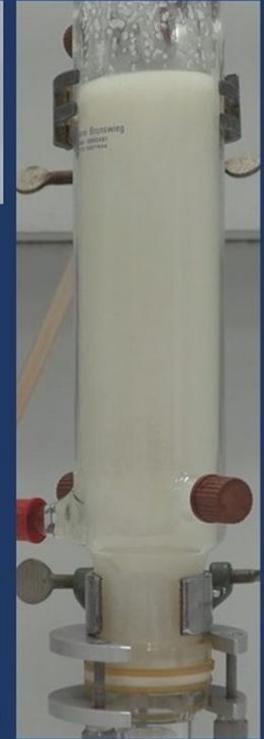
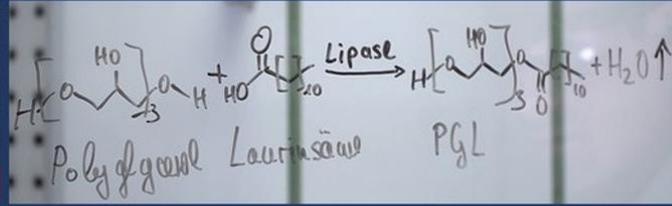


Biotech
-nologische
Produktions-
verfahren



für
Alltagsprodukte



Woraus besteht Handcreme?

Biotechnologische Produktionsverfahren für Alltagsprodukte

Prof. Dr. Andreas Liese, Dr. Joscha Kleber, Dr. Alexander Himmelpach

Inhaltsverzeichnis

Einführung	1.1
------------	-----

Für Schüler/innen

Überblick	2.1
Inhaltsstoffe	2.2
Wasser	2.2.1
Fette & Öle	2.2.2
Glycerin	2.2.3
Fettsäuren	2.2.4
Mono- & Diglyceride	2.2.5
Verbraucherinformationen	2.3
Herstellungsmethoden	2.4
Industrieinterview	2.5

Experimente selberrachen

Dein Labor	3.1
Dein Enzym-Aktivitätstest	3.2
Dein Blasensäulenreaktor	3.3
Deine Handcreme	3.4

Für Studierende

Biotechnologie	4.1
Emulsion	4.2
Blasensäulenreaktor	4.3
Industrieinterview	4.4
Gesprächsthemen	4.4.1

Anhang

Glossar	5.1
Impressum	5.2

Biotechnologische Produktionsverfahren für Alltagsprodukte

Videoverweis: <https://podcampus.de/nodes/pWKAX/embed?vq=res0480>

Über dieses Lernangebot

Die Bioverfahrenstechnik besteht aus den Teildisziplinen der Biologie, Chemie und der Verfahrenstechnik. Von Menschen, die in diesem Feld arbeiten bzw. arbeiten wollen, wird ein hohes Maß an Flexibilität und Teamfähigkeit gefordert. Sie müssen über den Tellerrand der eigenen Disziplin schauen, die Sprachen der anderen Teildisziplinen verstehen sowie die eigenen Kompetenzen und Fertigkeiten einschätzen können, um sich so in interdisziplinären Arbeitsgruppen an der richtigen Stelle einbringen zu können.

Mit unserem HOOU-Projekt möchten wir Prozesse der Bioverfahrenstechnik mit dem Alltag der Menschen verknüpfen und dabei einen Prozess in den Mittelpunkt stellen: **Die Herstellung von Hautcreme und deren Inhaltsstoffe.**

Haut- oder Handcreme ist nicht nur in vielen Berufen unverzichtbar: Ärztinnen und Ärzte, Lagerarbeiter/innen und Handwerker/innen benutzen sie täglich mehrmals, aber auch unabhängig von der täglichen Arbeit gleicht sie unter anderem den Feuchtigkeitshaushalt spröder Hände aus. Darüber hinaus verspricht manche Hautcreme auch kosmetische Effekte.

Das Beispiel *Handcreme* ist sehr gut geeignet, sowohl auf einer theoretischen wie praktischen Ebene unterschiedliche Konzepte der Bioverfahrenstechnik zu verstehen und zu erleben.

Für wen ist dieses Angebot?

Das Angebot richtet sich sowohl an Lernende und Lehrende allgemeinbildender Schulen als auch an angehende Studierende der Biologie, Chemie, (Bio)Verfahrenstechnik und verwandte Studiengänge. Im Übergang von Schule zur Universität bietet das Angebot eine Orientierung inmitten der zahlreichen Möglichkeiten, naturwissenschaftliches Interesse in einen Beruf oder eine Profession münden zu lassen.

Was kann ich danach?

Ziel des Lernangebots ist es, sich anhand des Alltagsprodukts Handcreme und deren Inhaltsstoffe mittels verschiedener Fragestellungen der Chemie und Biologie zu nähern und komplexe Inhalte der Herstellung mittels Bioverfahrenstechnik mit gut zu verstehenden Texten sowie einfach durchzuführenden und ungefährlichen Experimenten erfahrbar zu machen. Insofern können Teilnehmer/innen am Ende selber eine Handcreme herstellen. Darüber hinaus liegt es an Interesse und Einsatzbereitschaft jedes einzelnen, was an Zusammenhängen und Hintergründen erarbeitet wird.

Wie werde ich lernen?

Das Lernangebot ist kein Kurs im klassischen Sinne. Im Mittelpunkt stehen Fragestellungen, die durch Nachdenken, Ausprobieren, Fehler machen, Erfolg haben und Reflektieren beantwortet werden sollen. Den persönlichen Lernfortschritt gestaltet also jeder durch aktive Mitarbeit, Neugier und Kommunikation mit anderen selbst.

Du wirst in diesem Lernangebot

- Lesen und Videos ansehen
- Experimente selber machen
- Erfahrungen mit anderen in einem Forum diskutieren und teilen
- Bilder und/oder Videos von Deinen Experimenten ins Web hochladen und mit anderen teilen

Welche Voraussetzungen muss ich mitbringen?

Die wichtigste Voraussetzung ist Neugier und ein Interesse für naturwissenschaftliche Zusammenhänge. Ein Ort zum Experimentieren wie z.B. die Küche sollte vorhanden sein. Weiterhin sind Kosten im Rahmen von wenigen Euro für die benötigten Zutaten und Geräte zu erwarten.

Wer bereits tiefer mit den Themen vertraut ist, wie Studierende, arbeitet an einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung und der eigenen Entwicklung von neuen Ideen und Herangehensweisen.

Wie viel Zeit muss ich investieren?

Du kannst Dir die Zeit frei einteilen, da alle Texte, Videos und Versuchsbeschreibungen von Anfang an hier im GitBook komplett zur Verfügung stehen. Wenn Du allerdings einen getakteten Ablauf zusammen mit anderen möchtest, weil Du in einer Gruppe besser lernen kannst, musst Du mit einer Stunde Zeitaufwand pro Woche für ungefähr 8 Wochen rechnen.

Was bekomme ich für mein Engagement?

Am Ende hast Du ein besseres Verständnis über Haut- und Handcreme und die bioverfahrenstechnische Herstellung von bestimmten Inhaltsstoffen, und am Ende hältst Du einen Tiegel selbstgemachte Hautcreme in der Hand. Du wirst über Fragestellungen und Fähigkeiten, welche in der produzierenden Industrie gefragt sind, informiert und ein erweitertes Verständnis über die gezeigten bioverfahrenstechnischen Herstellungsmethoden erlangen.

Wer leitet das Angebot?

- Prof. Dr. rer. nat. Andreas Liese
- Dr. Alexander Himmelspach
- Dr. Joscha Kleber
- Dr. Paul Bubenheim
- Axel Dürkop
- Dr. Tina Ladwig
- Stephan Dublasky
- Gerrit Sluyter

Das Lernangebot für Schüler/innen

Dieser Bereich des Lernangebotes richtet sich an interessierte Schülerinnen und Schüler, die sich Thematiken der verschiedenen Unterrichtsfächer (Biologie, Chemie, Physik und Technik) auf einer alltagsbezogenen Art und Weise nähern oder diese vertiefen. Zudem wird hierüber ermöglicht sich über Bioverfahrenstechnik selbst oder thematisch verwandte Studiumsfächer zu informieren.

Dies möchten wir hier am Beispiel von Handcreme und ihrer Inhaltsstoffe, deren Herstellung, sowohl in Versuchen, die Du selber durchführen kannst, als auch über die Vorstellung von Versuchen im bioverfahrenstechnischen Labor und bis hin zur kurzen Vorstellung von der produzierenden Industrie aus menschlicher als auch aus verfahrenstechnischer Sichtweise beleuchten. Es soll auch das in der heutigen Gesellschaft immer wichtigere gesamtheitliche Denken gefördert werden. Ebenso werden auch Nachhaltigkeit, menschliche und soziale Aspekte angeschnitten und nicht ausgeklammert. In den einzelnen Lernschritten werden dabei immer wieder offene Fragen gestellt und Du bist eingeladen dich zur Beantwortung dieser Fragen in Foren mit anderen Nutzer/innen der Webseite auszutauschen. Die Lerninhalte können dabei kritisch diskutiert werden oder durch weitere Informationsquellen ergänzt werden.

Des Weiteren laden wir an dieser Stelle auch Lehrerinnen und Lehrer ein, die hier aufbereiteten Inhalte gerne in Ihren Unterricht zu integrieren. Dabei spielt es keine Rolle, ob das ganze Beispiel der Handcreme oder nur bestimmte Ausschnitte, Bereiche oder Versuche ausgewählt werden. Eine Erweiterung des Lernangebotes oder eine Anpassung der Inhalte für spezifische Unterrichtssituationen durch sie ist sehr erwünscht, um eine Weiter- und Wiederverwertung unseres Online-Lernangebotes zu fördern. So freuen wir uns gleichermaßen über Resonanz und Anregungen von Lehrerinnen und Lehrern, die dieses Lernangebot genutzt haben, um ihren Unterricht zu bereichern.

Allen Wissbegierigen und Nutzern wünschen wir viel Erfolg und Spaß bei der Teilnahme an unserem Lernangebot.

Inhaltsstoffe von (Hand)-creme

Woraus besteht eine Creme?

Bestimmt hat jeder schon mal auf die Rückseite seiner Handcreme geguckt und die lange Liste der Inhaltsstoffe entdeckt. Die verschiedenen langen und chemischen Bezeichnungen sind dabei selten verständlich und so möchten wir hier eine einfache Unterteilung in 5 Gruppe machen.

Nummer	Komponente	Funktion	Ursprung	Herstellung	Anteil
1	Wasser (Aqua)	Feuchtigkeit	allgegenwärtig	destilliertes Wasser durch Destillation aus Leitungswasser	~5% - 40%
2	Fett, Öl	Geschmeidigkeit	Erdöl, pflanzliche und tierische Öle und Wachse	Extraktion aus biologischen Stoffgemischen	~30 - 50%
3	Glycerin	wasserbindend, feuchtigkeits-spendend	Öle und Fette, synthetisch	Hydrolyse von Pflanzenölen, petrochemisch	~5%
4	Emulgatoren	Stabilisation der Emulsion	Lecithin, Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren, Tenside, ...	Extraktion , Hydrolyse , Alkoholyse	~2%
5	andere Inhaltsstoffe	Konsistenz, Geruch, Konservierung, med. Wirkung	divers	divers	variabel

Um eine Creme herzustellen, müssten die ersten vier Komponenten miteinander im richtigen Verhältnis gemischt und je nach Konsistenz angepasst werden. Die ersten beiden Komponenten sind leicht zugänglich, die Komponenten 3 und 4 müssen gezielt durch [Extraktion](#) oder eine chemische oder biokatalytische Reaktion produziert werden. Die biokatalytische Reaktion wird durch Enzyme ermöglicht. Enzyme sind katalytisch aktive Protein aus der Natur. Sie können aber auch für Deine Handcreme gekauft werden.

Fragen:

Hier werden nun verschiedene Fragen gestellt, die eine detailliertere Auseinandersetzung mit einzelnen Inhaltsstoffen ermöglichen. Einige Antworten kannst Du in den Unterkapiteln der einzelnen Inhaltsstoffe finden. Für andere Fragen bietet sich eine Internetrecherche an. Um Deine Antworten und Nachfragen mit anderen Nutzer/innen zu vergleichen und zu diskutieren, nutze das Forum (siehe unten) „Inhaltsstoffe von Handcreme“.

Diskutiere hier über die verschiedenen Fragestellungen zu den Inhaltsstoffen von Handcreme.

So zum Beispiel zu:

- Welche Inhaltsstoffe sind nicht in Wasser löslich?
- Wie viele verschiedene Möglichkeiten der [Veresterung](#) des Glycerins gibt es bei Mono- oder Diglyceriden?
- Was unterscheidet ein Fett von einer Fettsäure?
- Was ist eine Omega-3-Fettsäure?

Inhaltsstoffe von Handcreme

Wasser

Die Rolle von Wasser in Handcreme



Abbildung 1: Aufprall eines Wassertropfens. Foto aufgenommen und hochgeladen von Roger McLassus. CC-BY-SA-3.0 via Wikimedia Commons

Wie schon erwähnt ist Handcreme ein Gemisch aus wässrigen und öligen Inhaltsstoffen. Die Haut ist die äußere Schicht unseres Körpers und schützt uns vor allem Umgebenden. Genau wie sonst im Körper viel Wasser enthalten ist, hat Haut auch einen hohen Anteil an Wasser. So machen 72% des Gewichts von Haut das enthaltene Wasser aus, und 25% des Wassers in unserem Körper sind in unserer Haut gespeichert. Aus diesen Gründen ist in Handcreme ein Hauptbestandteil Wasser (Aqua). Hierdurch soll der Haut Feuchtigkeit zugeführt werden.

Wasser und Wasserhärte

Beschäftigen wir uns etwas näher mit Wasser. Wasser ist überlebenswichtig für uns. Die Qualität und die Reinheit von Wasser sind für Trinkwasser sehr wichtig und sind in manchen Erdteilen nicht immer gewährleistet. Vom Trinken von Leitungswasser wird schon in manchen Ländern im europäischen Ausland abgeraten. Hierzulande ist die Trinkwasserqualität von Leitungswasser nahezu überall gegeben. Doch unterscheidet sich das Trinkwasser deutlich von Region zu Region im Gehalt von löslichen Salzen (Ionen). Dies wird über die unterschiedliche Wasserhärte in den verschiedenen Regionen deutlich. So enthält auch Mineralwasser aus dem Supermarkt verschiedene Salze, welche als Menge enthaltener Ionen auf dem Etikett angegeben sind. Hier findet man den Gehalt von Natrium-, Calcium- und Magnesiumionen und die damit verbundene Menge von Chlorid, Sulfat und Hydrogencarbonat. Reines Wasser oder auch destilliertes Wasser enthält nahezu keine Ionen oder andere gelöste Stoffe und ist somit nur noch reines Wasser.

Destilliertes Wasser



Abbildung 2: Handelsübliches destilliertes Wasser für den Gebrauch zu Hause. Foto aufgenommen vom Institut für Technische Biokatalyse.

Was ist jetzt aber destilliertes Wasser genau und wozu wird es benutzt?

Klassisch wird destilliertes Wasser durch Verdampfen und Kondensieren hergestellt und darf nur dann als destilliertes Wasser bezeichnet werden. Bei diesem Prozess, der auch in jeder Küche beim Kochen stattfindet, wird das Wasser von verschiedensten Stoffen gereinigt. Dies können, wie schon oben erwähnt, im Wasser gelöste Salze oder auch organische Substanzen sein, soweit diese entweder leicht flüchtiger oder schwer flüchtiger als Wasser sind.

Warum ist es wichtig möglichst sauberes Wasser zum Herstellen einer Creme zu verwenden?

Viele unterschiedliche im Leitungswasser gelöste Stoffe können mit anderen Komponenten der Creme wechselwirken und teilweise stören oder die Herstellung einer Creme komplett verhindern. Darum ist es besser möglichst reines, von Salzen und anderen Stoffen befreites Wasser zu benutzen.

Fette und Öle



Abbildung 1: Eine in der Küche verwendete Ölflasche.

Fette und Öle begegnen uns bei unserer täglichen Ernährung und gehören zu den Grundnährstoffen des Menschen. Öl ist zum Beispiel in Salatdressing (Sonnenblumenöl) enthalten, oder Fett wird beim Braten mit Kokosfett verwendet, auch Butter besitzt Fettanteil. Mittels Internetrecherche bekommt man schon einen ersten, guten Überblick darüber, was Fette und Öle sind und wofür sie benötigt werden. Naturprodukte, die als Lebensmittel erhebliche Bedeutung besitzen, sind beispielsweise Kokosfett, Olivenöl, Palmöl, Rapsöl und Sonnenblumenöl.

Wie sind Fette und Öle chemisch aufgebaut?

Wir gehen kurz auf ihre chemische Struktur ein, weil es im Verlauf des Kurses von besonderer Bedeutung für uns sein wird. Im folgenden Bild (Abbildung 2) ist schematisch ein Fett- bzw. Ölmolekül gezeigt.

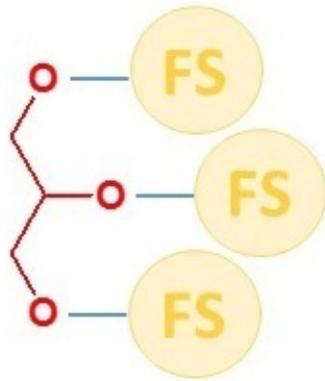


Abbildung 2: Aufbau eines Fett- oder Ölmoleküls. FS steht für **F**ett**s**äure-Rest.

Alle Fette und Öle besitzen das gleiche Grundgerüst, zu dem das **Glycerin** (in Abb. 1 in Rot hervorgehoben) und die Fettsäurereste (gelbe Kugeln, Fettsäure (FS) Rest) gehören. Die blaue Bindung repräsentiert die Esterbindung, und diese gibt es insgesamt dreimal in jedem Fett- oder Ölmolekül. Somit sind Fette und Öle dreifache Ester des Glycerins oder auch Triglyceride genannt. In späteren Unterkapiteln kommen wir darauf zu sprechen wie die **Fettsäuren** aussehen. Kommen wir nun zu der Frage, warum zwischen Fetten und Ölen unterschieden wird, wenn sie doch chemisch vom Prinzip gleichartig sind. Es ist ganz einfach die Übereinkunft bei Raumtemperatur feste Triglyceride als Fette und entsprechend flüssige Triglyceride als Öle zu bezeichnen. Manchmal können je nach Wohnort und Jahreszeit ziemliche Unterschiede in der Raumtemperatur auftreten oder auch die Triglyceride einen Schmelzpunkt bei knapp unter oder über der Raumtemperatur haben. Ein gutes Beispiel dafür ist das Kokosfett oder -öl, dessen Schmelzpunkt zwischen 23-26° C liegt. Was beeinflusst aber, ob ein Fett oder Öl bei Raumtemperatur flüssig oder fest ist? Das klären wir später im Abschnitt **Fettsäuren**.

Eine Creme kann als eine Öl-in-Wasser (O/W)- oder einer Wasser-in-Öl (W/O)-Mischung (**Emulsion**) bezeichnet werden. Ausgehend von dieser Vorstellung können die Inhaltsstoffe auf eine kleine Zahl reduziert werden, und damit würden ölige beziehungsweise fettige Bestandteile zu den Hauptinhaltsstoffen zählen.

Was sind das aber für Komponenten? Und was ist ihre Funktion in der Creme?

Gerade im Winter sollte man fettreiche Creme verwenden, wobei man dann von einer Wasser-in-Öl-**Emulsion** oder auf Wasser-in-Öl-Basis spricht. Die auch als besonders lipidhaltige Creme bezeichneten Cremes bilden mit dem höheren Anteil an Fett oder Öl einen Schutzfilm auf der Haut und isolieren gegen die Kälte, hierdurch trocknet die Haut nicht so schnell aus und wird weniger spröde oder rissig. Ebenso haben der Öl- oder Fettanteil in der Creme die Aufgabe eine ausgewogene **Emulsion** zu gewährleisten, da ansonst die Creme mit einem hohen Wasseranteil (Öl-in-Wasser) zu flüssig wären. Ebenso gibt es aber auch Hautöl, das kaum Wasser enthält und direkt auf die feuchte Haut nach dem Duschen oder Baden aufgetragen wird.

Glycerin

Kommen wir zu einem weiteren Inhaltsstoff, der in einer Creme vorkommen kann, aber nicht muss. Wir haben schon in dem vorherigen Kapitel Glycerin erwähnt, aber nicht genau beschrieben. Der Aufbau beziehungsweise das Aussehen des Moleküls lässt sich aus dem vorher beschriebenen Fettmolekül ableiten, da das Glycerin desselben Bestandteil ist. Vollständigkeitshalber ist in der folgenden Abbildung das Glycerinmolekül gezeigt.

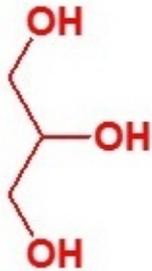


Abbildung 1: Glycerin oder Propan-1,2,3-triol Molekül.

Hiermit stellt das Glycerin das Grundgerüst sowohl von Fett- und Ölmolekülen als auch von Mono- und Diglyceriden dar. Das Fehlen der Fettsäurereste im Glycerinmolekül bewirkt, dass es ausschließlich Wasser und kein Fett anzieht. Diese Eigenschaft, das Wasser stark anzuziehen, gepaart mit der geringen [Flüchtigkeit](#), bewirkt, dass das Glycerin das Wasser bindet und als Feuchthaltemittel dient, wenn es als Zusatzstoff in beispielsweise Lebensmitteln oder Kosmetika eingesetzt wird. Damit trocknen Lebensmittel oder auch Cremes nicht so schnell aus, wenn sie Glycerin enthalten. Im kosmetischen Bereich hat das Glycerin noch eine weitere Funktion, es macht die Haut weicher und lässt bestimmte Stoffe schneller in die Haut einziehen. Dies kann sich einerseits positiv auswirken, andererseits kann es bei empfindlichen Personen allergische Reaktionen begünstigen, da es andere allergieauslösende Stoffe schneller einziehen lässt. Nach aktuellen Erkenntnissen ist Glycerin selbst nicht allergen.

Fettsäuren

Wie Du bei den Fetten und Ölen gelernt hast, sind diese dreifache Fettsäureester von Glycerin.

Was sind nun aber Fettsäuren? Und wie werden sie hergestellt oder gewonnen?

Fettsäuren werden zu den Lipiden und Tensiden gezählt. **Lipide** haben ihren Wortstamm im Griechischen und werden als Fett übersetzt. Die Fettsäuren sind molekulare Teile von Fetten und können aus diesen hergestellt werden. Fettsäuren mischen sich aber ebenso nicht mit Wasser. Tenside sind allgemein aus einem hydrophoben („wasserabweisenden“) Teil und einem hydrophilen („wasserliebenden“) Teil aufgebaut. Bei der Fettsäure ist dies die hydrophile Säuregruppe (in Abbildung 1 der blaue Teil) und die wasserabweisenden Alkylkette (in Abbildung 1 der gelbe Teil).

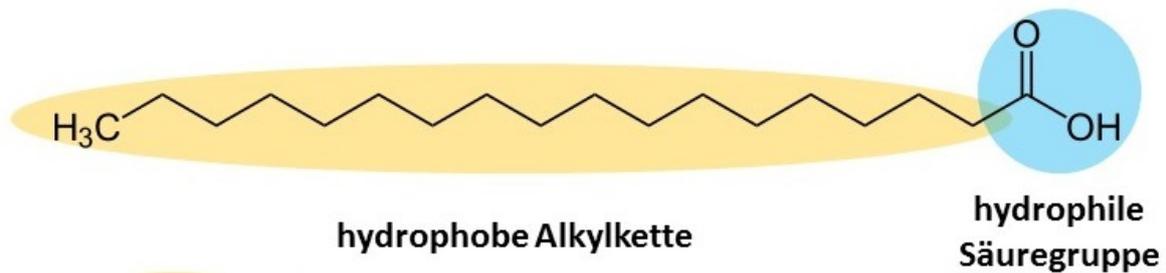


Abbildung 1: Stearinsäure oder *n*-Octadecansäure als Beispiel einer Fettsäure. Die Alkylkette als hydrophoben Molekülteil ist gelb eingefärbt und die Säuregruppe als hydrophiler Teil ist blau eingefärbt.

Die Alkylkette ist im gezeigten Beispiel in Abbildung 1 eine lange Aneinanderreihung von CH₂ Gruppen. Die Anzahl der enthaltenen Kohlenstoffatome (C-Atome) ist bei den in der Natur vorkommenden Fettsäuren größtenteils gerade. Also 12, 14, 16, 18 und so weiter. Die Fettsäuren werden häufig mit Trivialnamen bezeichnet. In Abbildung 2 sind beispielhaft drei Fettsäuren und deren Bezeichnung gezeigt.

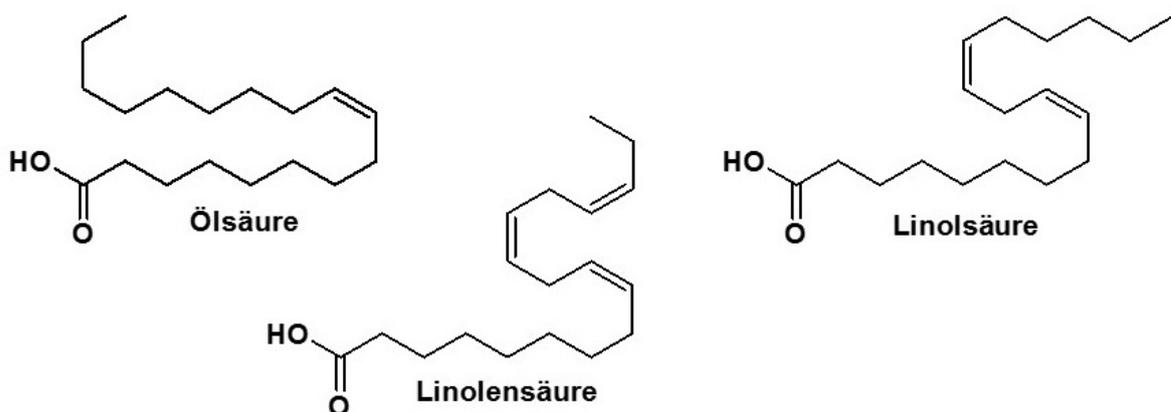


Abbildung 2: Beispiel von drei natürlichen Speisefettsäuren mit einer (Ölsäure), zwei (Linolensäure) oder drei (Linolsäure) Kohlenstoff-Doppelbindungen (C=C).

Die Länge dieser Alkylkette hat einen Einfluss auf den Schmelzpunkt der Fettsäure. Je länger die Kette desto höher der Schmelzpunkt der Fettsäure. Des Weiteren können Doppelbindungen in der Alkylkette vorhanden sein, wie in den drei Beispielen in Abbildung 2 gezeigt. Je mehr Doppelbindungen in der Kohlenstoffkette vorhanden sind desto niedriger ist der Schmelzpunkt der Fettsäure. Da **Fette und Öle** ein dreifacher Ester des Glycerin mit Fettsäuren ist, beeinflusst die Fettsäurezusammensetzung der Triglycinester auch den Zustand, in welchem die Fette oder Öle bei Raumtemperatur vorliegen.

Fettsäuren sind auch in Handcreme enthalten und stabilisieren unter anderem die fein verteilte Mischung (**Emulsion**) von sonst nicht mischbaren hydrophilen und hydrophoben Inhaltsstoffen.

Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren

Diesen Inhaltsstoff findet man in sehr vielen Produkten im Lebensmittelsupermarkt.

Was sind aber die Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren und warum sind diese so oft in Lebensmitteln vorzufinden?

Wenn wir uns an die Beschreibung zu den Fetten und Ölen zurückerinnern, dann fällt auf, dass einzelne Wortbestandteile uns bekannt vorkommen. [Glyceride](#) und Fettsäuren zum Beispiel. Wir haben Öle und Fette als Triglyceride bezeichnet und gesagt, dass diese drei Fettsäurereste besitzen. Da die Vorsilbe "tri" für eine bestimmte Anzahl steht, nämlich drei, und "mono" und "di" für ein oder zwei steht, lässt sich somit ableiten, dass die Mono- bzw. Diglyceride entweder nur einen oder zwei Fettsäurereste besitzen. In der folgenden Abbildung ist die schematische Struktur von diesen Molekülen gezeigt.

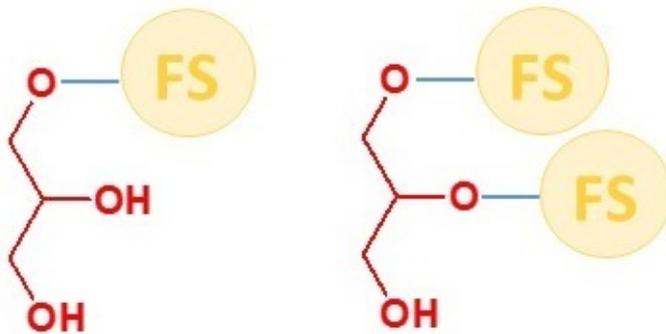


Abbildung 1: Schematische Darstellung von Mono- (links) und Diglyceriden (rechts) von Speisefettsäuren.

Bei den beiden Molekülen in Abbildung 1 handelt es sich um einfache bzw. zweifache Ester des Glycerins. Das Glycerinmolekül selbst wird separat vorgestellt. Was ist nun das Besondere an diesen beiden Molekülen, denn im Prinzip unterscheiden sich diese von Fettmolekülen anscheinend nur geringfügig. Hierbei sind entweder ein oder zwei Fettsäurereste durch ein "H", das für ein Wasserstoffatom steht, ersetzt. Jedoch bringt diese Veränderung schon den gravierenden Unterschied. Diese "OH-Gruppen", in der Chemie auch als Hydroxylgruppen bezeichnet, wirken sehr anziehend auf Wasser. Die übrigen gelben Fettsäurekugeln sind jedoch für Fette und Öle attraktiv. Somit sind zwei Funktionen in einem Molekül vereint: Fett und Wasser anzuziehen. Diese Eigenschaft wird dazu ausgenutzt um Öle bzw. Fette mit Wasser zu vermischen. Hierbei handelt es sich nicht um eine Lösung, wie man diese von Wasser-Alkoholgemischen kennt, sondern um eine [Emulsion](#). Dabei sind kleinste Tröpfchen Wasser mit kleinsten Tröpfchen Öl vermischt, man nennt es auch "emulgiert". Und damit solche Emulsionen stabil bleiben, das heißt, dass das Wasser und das Öl sich nicht mehr voneinander trennen, werden Emulgatoren wie die Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren beigemischt. Daher ist es auch nicht verwunderlich, dass sie in Lebensmitteln aller Art als Inhaltsstoff enthalten sind, wo ebenfalls auch Fette und Öle zusammen mit Wasser enthalten sind. Dort erfüllen die Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren die Funktion des Emulgators und halten Fette und Wasser zusammen. Diese Eigenschaft wird aber auch im kosmetischen Bereich zur Herstellung von Cremes ausgenutzt, womit wir uns im Folgenden beschäftigen werden.

Verbraucherinformation



Abbildung 1: Verschiedene Kosmetikprodukte aus dem Einzelhandel. Foto aufgenommen vom Institut für Technische Biokatalyse.

Wieso ist es wichtig, sich mit Kosmetik einmal intensiver auseinander zu setzen?

Mit Kosmetik kommen wir täglich in Berührung. Wir alle haben mindestens eine Creme oder Lotion zu Hause im Schrank stehen. Doch obwohl wir täglich Kosmetika (z.B. Handcreme) nutzen, beschäftigen wir uns selten mit unseren Kosmetikprodukten, welches wir wirklich auf unseren Körper streichen. Kennen wir die Zusammensetzung bzw. Inhaltsstoffe? Können wir die verschiedenen Deklarationsformen auf den kosmetischen Produkten entschlüsseln? Und wissen wir eigentlich, welche Bedeutung hinter all den verschiedenen Siegeln steckt? Vermutlich nicht. Doch es ist wichtig kosmetische Produkte reflektiert und eigenständig bewerten zu können, daher einmal von Anfang an....

Wo hat Kosmetik ihren Ursprung?

Kosmetische Mittel hatten ihren Ursprung lange vor unserer Zeit. Die Vorläufer waren Kohle und pulverisierte Steine, die damals mit Bienenwachs und Öl vermischt waren.¹ Bis in die dreißiger Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts wurde Kosmetik zu Hause selber zusammen gerührt und die Rezepte über Generationen weitergereicht. Auch Kosmetika, die vertrieben werden sollten, wurden in der heimischen Küche zusammen gemixt und an Türen verkauft.¹ Seit Juli 1976 gibt es die strenge Kosmetikrichtlinie, an die sich Hersteller der Kosmetikindustrie zu halten haben. Diese wurde bis heute immer wieder angepasst, allerdings haben diese konsolidierten Fassungen ausschließlich dokumentarischen Charakter.² Die Richtlinie definiert unter anderem die Stoffe, welche in kosmetischen Erzeugnissen nicht verwendet werden dürfen, ferner werden zugelassene Farbstoffe, Konservierungsstoffe und UV-Filter aufgelistet. Darüber hinaus ist die Etikettierung streng festgelegt. Diese muss lesbar und deutlich sichtbar sein und diverse Angaben, wie z.B. die

Liste der Inhaltsstoffe, den Namen und die Anschrift des Herstellers und „den Nenninhalt zur Zeit der Abfüllung als Gewichts- oder Volumenangabe“² enthalten. Ergänzend geht die Richtlinie gegen Tierversuche mittels zweier Verbote vor. Zum einen sind Tests kosmetischer Fertigerzeugnisse und Bestandteile an Tieren untersagt, zum anderen „das Inverkehrbringen von kosmetischen Fertigerzeugnissen und Bestandteilen, die anhand von Tierversuchen getestet wurden“².

Interesse geweckt?

Die vorangegangenen Informationen waren ein Anstoß, um sich einmal intensiver mit den Inhaltsstoffen, dem Siegel und der Etikettierung von Kosmetik auseinanderzusetzen. Dann sind hier weitere Informationen: www.haut.de, www.codecheck.info, „Verbraucherzentrale Bundesverband“, „Verbraucherzentrale Hamburg“, „Stiftung Warentest“, „Stiftung Ökotest“

¹. P. Underhill, *Was Frauen wollen: Warum sie kaufen, was sie kaufen*, Campus Verlag GmbH, (2014) ↵

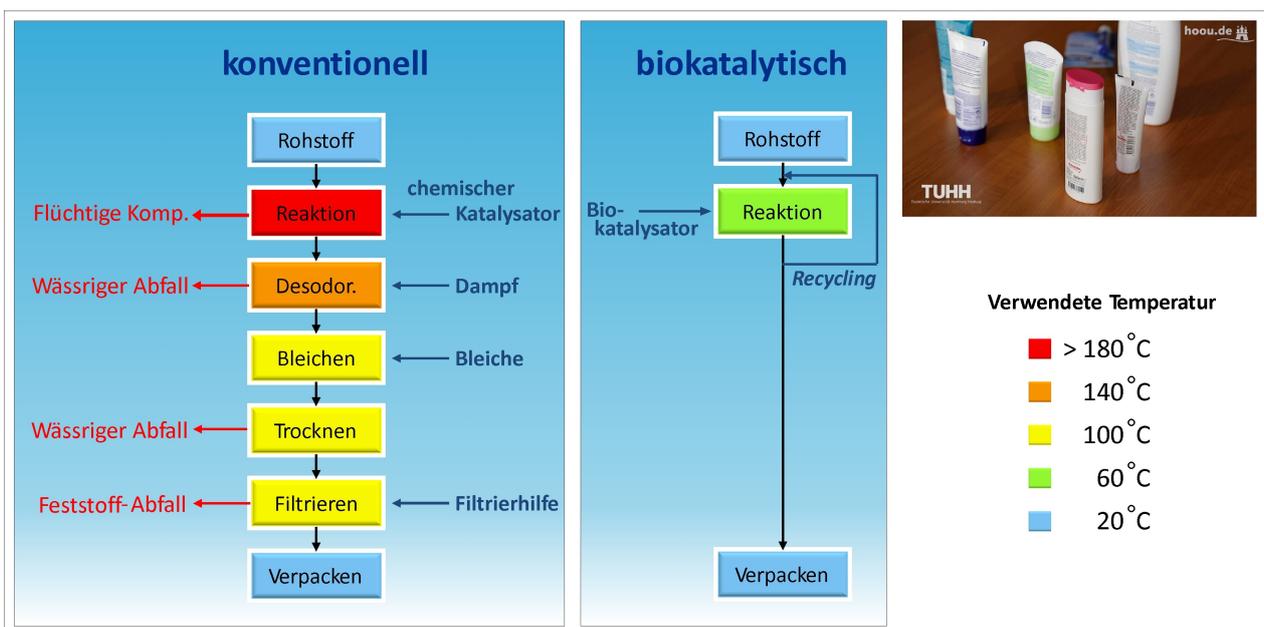
². Kosmetikrichtlinie - Richtlinie 76/768/EWG des Rates zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über kosmetische Mittel, EUR-Lex 2011, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=URISERV%3A121191>, Zugriff 24.03.2017 ↵

Biotechnologische Herstellungsverfahren von Inhaltsstoffen in der Industrie und Forschung

Wie bereits bei den Inhaltsstoffen aufgeführt und in der Einführung erwähnt sind Fettsäureester in Hautcremes enthalten um das Einziehverhalten zu verbessern. Die **Veresterung** kann durch eine klassische chemische Reaktion, z. B. unter der Verwendung von Säure, als Katalysator vollzogen werden.

Vergleich von konventionellem und biokatalytischem Herstellungsverfahren

In den klassischen chemischen Produktionsverfahren werden häufig Lösungsmittel verwendet, höhere Temperaturen benötigt und es fallen häufig Produktionsabfälle an. In der Abbildung 1 werden der konventionelle und der biokatalytische Produktionsprozess verglichen. Hierbei ist deutlich zu erkennen, dass bei der konventionellen Herstellung eine deutlich größere Anzahl von Schritten benötigt wird und auch die Temperaturen, welche benötigt werden, in mehreren Schritten höher liegen als im biokatalytischen Prozess. Somit wird beim konventionellen Prozess viel mehr Energie benötigt, um die Reaktion zu erwärmen. Aufgrund der höheren Temperatur im Syntheschritt werden mehr Nebenprodukte gebildet, die in den folgenden Aufarbeitungsschritten abgetrennt werden müssen. Für diese zusätzlichen Aufarbeitungsschritte werden neue Einsatzstoffe benötigt (Dampf, Bleiche, Filtrierhilfe), die wiederum abgetrennt werden müssen und wodurch die produktspezifische Abfallmenge zunimmt. Aus Sichtweise eines möglichst kosteneffizienten und ökologischen Herstellungsverfahrens besitzt der biokatalytische Weg daher klare Vorteile.



Vergleich des konventionellen (chemokatalytischen) und biokatalytischen Herstellungsverfahrens. Abbildung modifiziert nach Referenz¹

Sowohl das konventionelle als auch das biokatalytische Herstellungsverfahren werden ohne Lösungsmittel in Reinsubstanz durchgeführt, d. h., es werden die reinen Rohstoffe miteinander vermischt und nur der jeweilige Katalysator hinzu gesetzt.

Fettsäureester werden in beiden beschriebenen Herstellungsverfahren durch **Veresterung** einer Fettsäure mit einem Alkohol gewonnen. Diese Reaktion wird durch einen Katalysator beschleunigt, welcher dem Reaktionsgemisch zugesetzt wird. Das chemische und das biokatalytische Verfahren unterscheiden sich vor allem maßgeblich in der Reaktionstemperatur. Aufgrund der niedrigeren Reaktionstemperatur im biokatalytischen Verfahren wird nicht Energie gespart, es werden auch weniger Nebenprodukte gebildet und dadurch vier Aufarbeitungsschritte eingespart. In der Veresterungsreaktion wird neben dem Zielprodukt des Fettsäureesters als zweites Produkt Wasser gebildet. Hierbei handelt es sich um eine sog. „Gleichgewichtsreaktion“, wo die Ausgangsstoffe auf der linken Seite mit

den Produkten auf der rechten Seite im Gleichgewicht liegen. Um maximale Umsätze in der Reaktion zu erzielen, muss deshalb das Reaktionsgleichgewicht auf die Produktseite verschoben werden. Dieses erfolgt durch eine in situ, d. h. gleichzeitig während der Reaktion laufenden, Wasserabtrennung.

Die Durchführung der biokatalytischen Veresterungsreaktion im Blasensäulenreaktor in dem unten gezeigten Video bietet zwei große Vorteile:

1. Hoher Energieeintrag zur Vermischung der Ausgangsstoffe mit dem Katalysator
2. In situ Abtrennung des gebildeten Reaktionswassers mit der eingeblasenen Luft.

Forschungsexperiment zur biokatalytischen Veresterung im Blasensäulenreaktor

Videoverweis: <https://podcampus.de/nodes/RJKIG>

Falls Du Dich mit der [Veresterung](#) im Blasensäulenreaktor und der zugrundeliegenden Reaktion und Theorien näher auseinandersetzen möchtest, dann schaue Dir doch einfach das Unterkapitel [Blasensäulenreaktor](#) an. Dort findest Du ein ausführlicheres Lehrvideo und weiterführende Fragen.

¹. O. Thum, *Enzymatic production of care specialties based on fatty acid esters*, Tenside Surfactants Detergents, 41 (2004), 287-290. DOI: [10.3139/113.100235](https://doi.org/10.3139/113.100235). ↩

Interview mit einem Industriepartner

An dieser Stelle zeigen wir nun Ausschnitte eines Interviews mit einem Industriepartner, welcher in der Entwicklung von biotechnologischen Produktionsanlagen von Inhaltsstoffen für Handcreme tätig war. Falls Du Dich für weitere Abschnitte des Interviews interessierst, kannst Du Dir das komplette Interview und weitere Gesprächsthemen im Abschnitt [Industrieinterview für Studierende](#) und dem Unterkapitel [Gesprächsthemen](#) ansehen.

Übergang vom akademischen zum industriellen

Herausforderungen und Aufgaben für den Übergang vom akademischen zum industriellen Partner am Beispiel der biokatalytischen [Veresterung](#) in einem [Blasensäulenreaktor](#)

Videoverweis: <https://podcampus.de/nodes/REALY/embed?vq=res0480>

Hier wird klar, dass beim Übergang vom Labormaßstab beim akademischen Partner hin zum Pilot- und Produktionsmaßstab in der Industrie verschiedene Bereiche beleuchtet werden. So wird die bestehende industrielle Infrastruktur z. B. für die benötigten chemischen Rohstoffe sowie für die benötigten Reaktionsanlagen betrachtet. So müssen oft technische Herausforderungen gelöst werden, z. B. bestehende Anlagen umgerüstet oder speziell hergestellte Bauteile im großen Maßstab umgesetzt werden. Ebenso wird betrachtet was sich durch diese Maßstabsvergrößerung verändert und ob diese Änderung Einfluss auf die Reaktion, andere prozesswichtige Eigenschaften oder auf die Ausbeute für das angestrebte Produkt, also auf den effektiven Ablauf der Reaktion, hat.

Persönliche Motivation für den Beruf

Videoverweis: <https://podcampus.de/nodes/RKEJo/embed?vq=res0480>

Die ganz persönliche Antwort des Interviewpartners hebt hervor, dass für ihn die Aufhebung der Trennung der naturwissenschaftlichen Disziplinen, so wie man sie aus der Schule von den Schulfächern her kennt, im Beruf eine besondere Motivation ausmacht. Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit in überregionalen Teams an wissenschaftlichen Fragestellungen ist eine tägliche Faszination für ihn.

Dein Labor

Genaugenommen entspricht das Labor in der Bioverfahrenstechnik einer ganz normalen Küche. Viele Werkzeuge, Gefäße, Apparate und sogar "Zutaten" haben eine Entsprechung. Im folgenden Abschnitt sollen diese Ähnlichkeiten aufgezeigt und besprochen werden.



Abbildung 1: Vergleich von Heizplatten aus dem Labor (links) und in der heimischen Küche (rechts, Kochplatte oder Ceranfeld). Fotos aufgenommen vom Institut für Technische Biokatalyse.

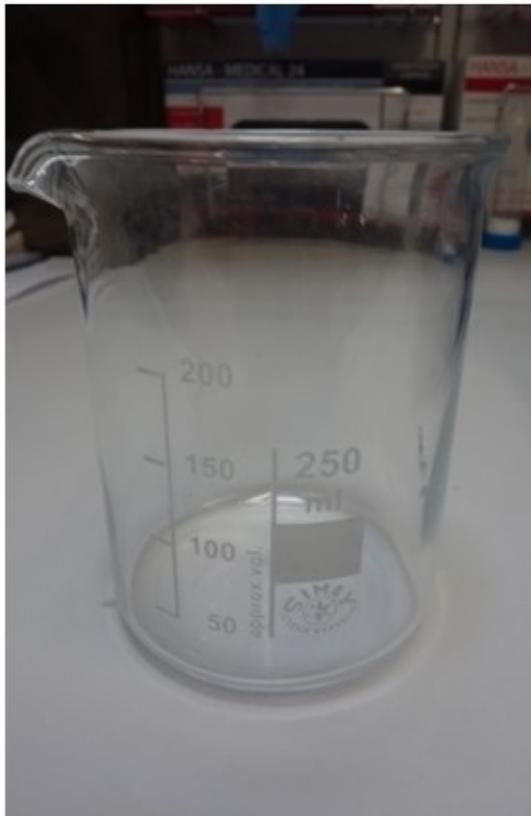


Abbildung 2: Vergleich eines Labor-Becherglases (oben links) und eines hitzebeständigen Becherglases einer Press-Stempelkaffeekanne. Zusammengesetzt (oben rechts) und auseinander gebaut (unten). Fotos aufgenommen vom Institut für Technische Biokatalyse.



Abbildung 3: Vergleich eines Rührstücks ("Rührfisch") für den Laboreinsatz (links) und Rührhilfe (Löffel) aus der heimischen Küche (rechts). Fotos aufgenommen vom Institut für Technische Biokatalyse.

Der magnetische Rührfisch und eine Heizplatte mit regelbarer Rührfunktion kommen regelmäßig im Labor zum Einsatz, um Flüssigkeiten gut und kontinuierlich zu durchmischen. Die Entsprechung findet man natürlich auch beim Kochen. Ob nun mit einem Schneebesen oder mit einem Löffel, häufig müssen Suppen während des Erwärmens ständig gerührt werden um ein Anbrennen oder Siedeverzüge (Überkochen) zu verhindern. Eine andere Aufgaben ist die Durchmischungen zweier flüssiger Phasen, wie z.B. Öl und Wasser beim Salatdressing.



Videoverweis: <https://collaborating.tuhh.de/Early-Bird-Betreuende/handcreme/raw/development/video/ruehren.mp4>

Weitere Entsprechungen:

- Protokoll / Rezept
- Abzug / Dunstabzugshaube
- Rührer / Handrührgerät
- Bechergläser, Kolben, Standzylinder / Töpfe, Pfannen, Messbecher
- Bunsenbrenner / Gasherd

Was ist der Grund für die Formen der einzelnen Gefäße?

Beispiel: Erlenmeyerkolben

Dein Aktivitätstest



Abbildung 1: Butter in einer handelsüblichen Menge von 250 g. Foto aufgenommen vom Institut für Technische Biokatalyse.

Nachdem Du eine [Lipase](#) im Handel (erhältlich als [Lipase](#) oder Verdauungsenzym als Nahrungsergänzungsmittel im Drogeriemarkt) erworben hast, muss diese qualitativ auf ihre Aktivität überprüft werden, denn davon hängt der Erfolg nachfolgender biotechnologischer Schritte ab. Da die [Lipase](#) ein fettsplattendes Enzym ist, bedienen wir uns eines einfachen Tests, nämlich der Spaltung von Triglyceriden (Fettmolekülen) der Butter. Hierbei sollte sich bei einer funktionsfähigen [Lipase](#) der charakteristische Buttersäuregeruch (erinnert an Schweißfüße oder an ranzige Butter) bilden und zeigt somit die Aktivität der gekauften [Lipase](#) an.

Deine benötigten Materialien:

- Butter
- Wasser
- Haushaltshandschuhe
- [Lipase](#) aus dem Drogeriemarkt oder dem Internetshop für Ernährungszusätze

Versuchsbeschreibung:

Achtung! Handschuhe tragen! Eine Messerspitze Lipasepulver aus der Verpackung (evtl. Kapsel) nehmen und mit ein paar Tropfen Wasser auf der Handfläche sanft vermischen. Eine Messerspitze Butter zum wässrigen Lipasegemisch hinzufügen und mit den durch die Handschuhe geschützten Fingerspitzen vermischen. Nach wenigen Sekunden sollte ein unangenehm stechender Geruch wahrnehmbar sein. Hierzu vorsichtig an dem Gemisch riechen. Falls das gekaufte Enzymgemisch Lipaseaktivität aufweist, wird der Test erfolgreich verlaufen und der Buttersäuregeruch auftreten. Die folgende Reaktionsgleichung beschreibt das Geschehen.

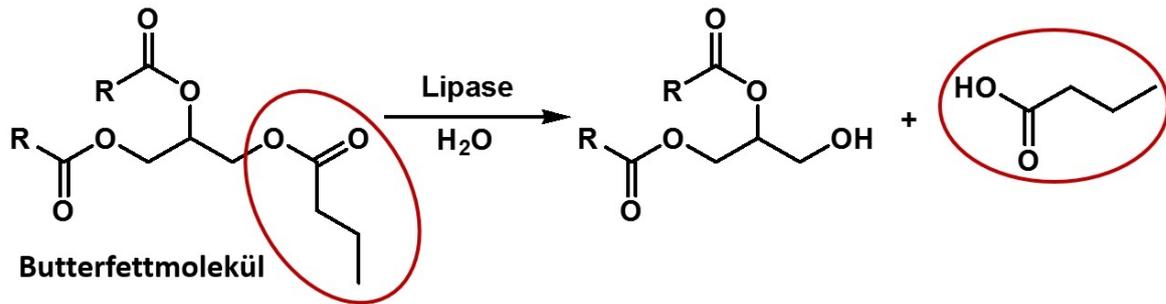


Abbildung 2: Reaktionsgleichung der Esterspaltung eines Triglycerids der Butter unter der Freisetzung der Buttersäure.

Hierbei ist das Buttersäuremolekül als Bestandteil des Triglycerids (Fettmolekül) der Butter auf der linken Seite des Pfeils im Startmaterial und als freie Säure auf der rechten Seite des Pfeils als rot umrandetes Produkt gezeigt. Als Bestandteil im Fettmolekül ist die Buttersäure nicht wahrnehmbar, jedoch als freie Säure direkt als charakteristisch stechend riechend zu empfinden.

Bei dem hier beschriebenen Aktivitätstest wird die Rückreaktion der [Veresterung](#), nämlich die [Hydrolyse](#) des Fettsäureesters mit Wasser unter Bildung von Buttersäure und abgespaltenem Alkohol ausgenutzt.

Dein eigener Blasensäulenreaktor

Hier soll es darum gehen mittels weniger Utensilien eine eigene Blasensäule aufzubauen. In diesem Versuch soll ein grundlegendes Verständnis für den Betrieb eines Blasensäulenreaktors vermittelt werden. Aus pragmatischen Gründen wird hier nicht die Fettsäureestersynthese untersucht, welche die Inhaltsstoffe für eine Hautcreme liefert, sondern die bereits beim Aktivitätstest vorgestellte **Hydrolyse**-Reaktion eines Fettsäureesters. Deshalb handelt es sich bei dem Reaktionsgemisch auch um zwei Phasen, eine nicht wassermischbare Öl-Phase (Fettsäureester) und einer Wasserphase. Zu der Durchführung des Experimentes kannst Du Dir unten auf der Seite ein Video ansehen.

Deine benötigten Materialien:

- Aquariumpumpe (schon für einige Euro in einem Zoofachgeschäft)
- Klares Glas mit geraden Wänden (z. B. Kölschglas) 200 – 400 mL
- Strohhalm (länger als die Höhe des Glases sein sollten und idealerweise einen knickbaren Bereich besitzen)
- Schläuche
- Öl (z.B. Sonnenblumenöl, Rapsöl oder Olivenöl)
- Wasser
- **Lipase** bzw. Enzymgemisch mit **Lipase** aus dem Drogeriemarkt oder dem Internetshop

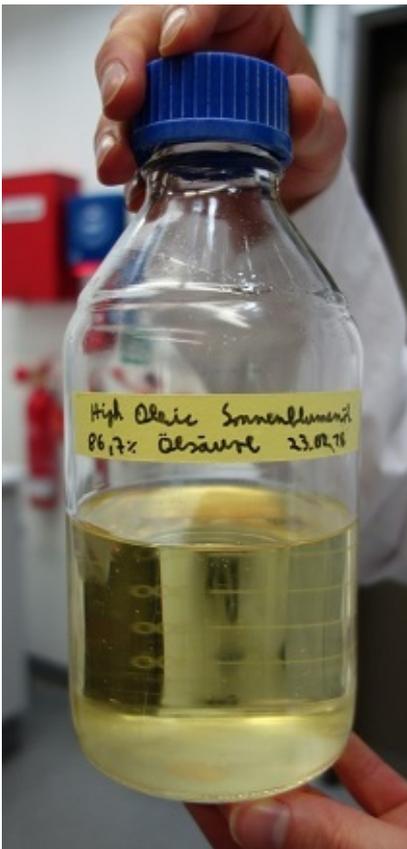


Abbildung 1: Wir verwenden Sonnenblumenöl.

Versuchsbeschreibung:

Zuerst wird die Aquariumpumpe mit Hilfe eines Schlauchs mit einem Strohhalm fest verbunden und auf Dichtigkeit geprüft. Des Weiteren ist es sinnvoll, dass Du in einem Vorversuch zuerst nur mit den beiden Flüssigkeiten und ohne das Enzym die Luftförderleistung der Pumpe überprüfst, um das eventuelle Überschwappen des Öl-Wasser-Gemisches zu vermeiden, indem die Flüssigkeitsmenge angepasst wird. Die Durchmischung wird durch das Anschalten der Pumpe begonnen. Durch verschiedene Versuchsvariationen kann die Durchmischung und die Größe der Blasen optimiert werden. Hierzu kannst Du Dir das erste Video ansehen.

Wenn Du die Vorversuche abgeschlossen hast, kannst Du die **Lipase** bzw. das Enzymgemisch mit **Lipase** in das Glas geben. Falls das Pulver in Kapseln gekauft wurde, die Kapseln aufbrechen und nur das Pulver benutzen. Ein Viertel des Glasvolumens mit Wasser füllen und kurz schwenken, so dass das Pulver gelöst oder gut suspendiert vorliegt. Danach ein zweites Viertel des Glasvolumens an Öl dazugeben und den an die Aquariumpumpe angeschlossenen Strohhalm tief an den Boden anbringen und dort fixieren.

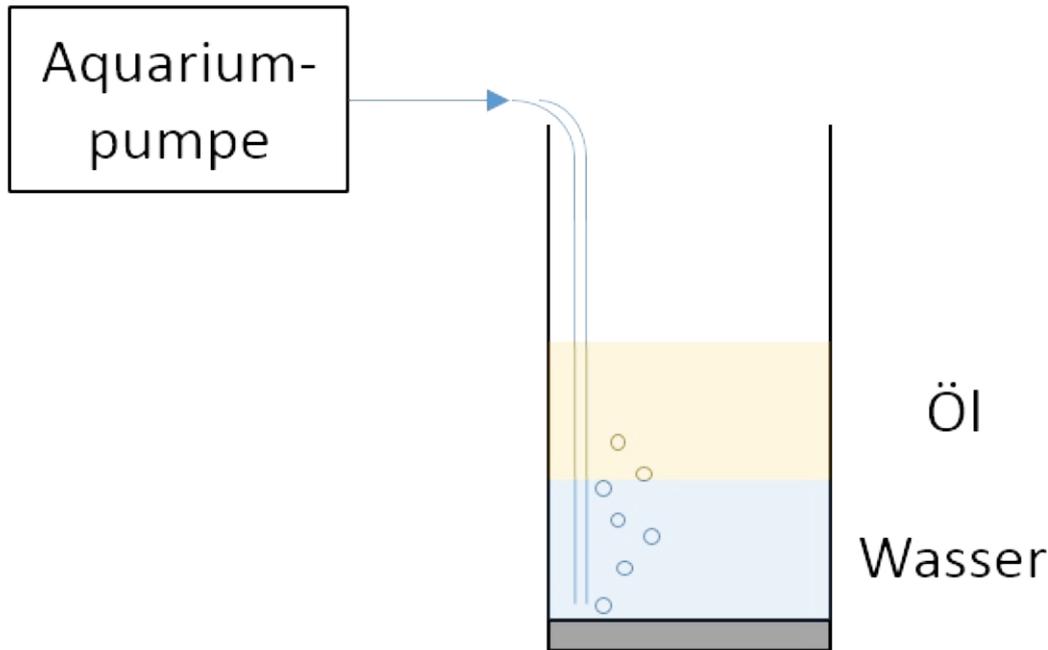


Abbildung 2: Schematischer Aufbau deines Blasensäulenreaktors

Videos zur Versuchsdurchführung

Wir haben die Experimente mit den einfachen Utensilien auch schon selber im Labor durchgeführt. Hier kannst Du Dir die aufgenommenen Videos ansehen.

Experiment 1 zur Blasengröße und -verteilung:

Videoverweis: <https://podcampus.de/nodes/wLrVx/embed?vq=res0480>

Experiment 2 zur Vermischung von zwei Phasen und Hydrolyse eines Esters mittels des Enzyms Lipase:

Videoverweis: <https://podcampus.de/nodes/pBZel/embed?vq=res0480>

Arbeitsauftrag:

Hier werden nun verschiedene Fragen gestellt oder Versuchsdurchführungen beschrieben, die die Experimentierneugier wecken soll. Deine eigenen Erfahrungen mit Deinem Blasensäulenreaktor kannst Du mit anderen Nutzer/innen teilen, nutze dazu das Forum „Eigene Erfahrungen mit dem Blasensäulenreaktor“ (siehe unten).

- Die Durchmischung ist Abhängig von dem Innendurchmesser des Strohhalmes und der Luft-Pumprate. Experimentiere mit Strohhalmes mit unterschiedlichem Innendurchmesser und falls du eine regelbare Aquariumpumpe hast, reduziere die Pumpleistung.
- Experimentiere mit verschiedenen Materialien am Luftauslass des Strohhalmes herum um die Größe der Blasen zu variieren.
- Um die Effektivität der Durchmischung der beiden Phasen messbar zu machen, gib deinem Versuchsaufbau einen bestimmten Zeitraum (2 Minuten) um die beiden Phasen zu durchmischen und stoppe dann die Aquariumpumpe. Wie lange dauert es bis die beiden Phasen wieder klar voneinander getrennt sind? Erkennst du einen Zusammenhang?
- Wie sehen nun deine Erfahrungen und Ergebnisse zum Experimentieren mit deinem eigenen Blasensäulenreaktor aus?

Eigene Erfahrungen mit dem Blasensäulenreaktor

Error Embedding

Deine Handcreme

Da es sich bei einer Handcreme lediglich um eine Öl-Wasser- beziehungsweise Wasser-Öl-**Emulsion** handelt, wäre es vollkommen ausreichend Öl mit Wasser zu emulgieren. Dies wäre schon damit erledigt, dass man die beiden Komponenten miteinander schüttelt. Allerdings wird man schnell feststellen, dass sich Öl und Wasser wieder entmischen (siehe Abbildung 1).

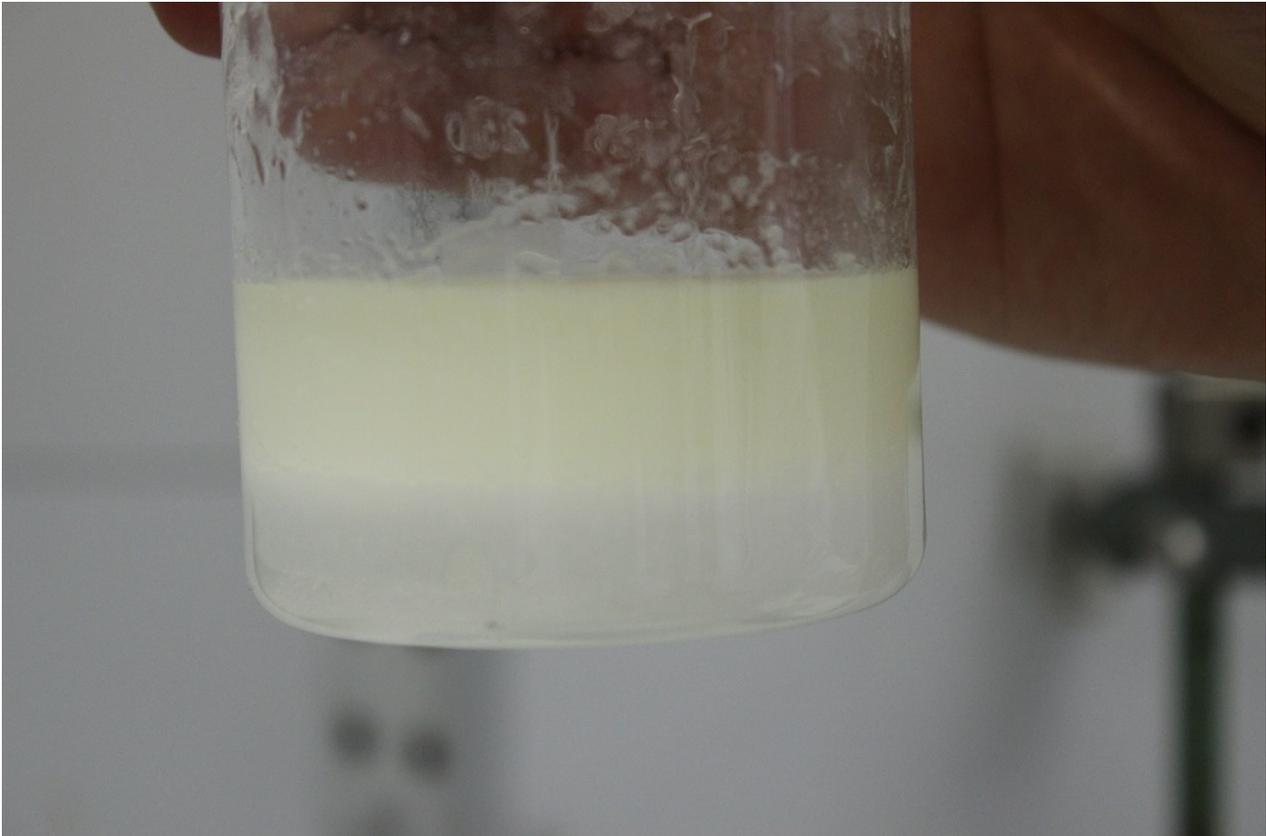


Abbildung 1: Entmischte **Emulsion** mit der gelblichen öligen Phase oben und der trüben wässrigen Phase unten.

Die Trübung der beiden flüssigen Phasen in Abbildung 1 entsteht durch kleinste Tröpfchen Wasser im Öl und kleinste Tröpfchen Öl im Wasser. Eigentlich ist sowohl das Öl als auch das Wasser klar und durchscheinend. Eine **Emulsion** hingegen erscheint meistens weiß. Um das in der Abbildung 1 gezeigte Zweiphasensystem in eine stabile **Emulsion** umzusetzen, wird ein **Emulgator** benutzt. Es kann ein beliebiger **Emulgator** hierfür verwendet werden. Es müssen allerdings die jeweiligen Bedingungen eingehalten werden, bei denen der gewählte **Emulgator** seine Eigenschaften am besten entfalten kann. Wir werden **Mono- und Diglyceride von Speisefettsäure (MDSF)** als **Emulgator** für die Herstellung unserer Handcreme verwenden. Hierzu am besten die MDSF in Lebensmittelqualität verwenden, da es der beste Standard für unsere Zwecke ist. Wir werden lediglich noch Wasser, ein beliebiges Fett oder Öl und eventuell Glycerin verwenden. Hierbei stellen wir eine Creme mit und eine ohne Glycerin her und vergleichen beide hinsichtlich der Langzeitlagerung.

Deine benötigten Materialien und Zutaten:

- Hitzefeste Gläser
- Waage
- Spatel oder Löffel
- Messbecher
- Wasserbad (Topf mit Wasser)
- Herd

- evtl. Thermometer
- Destilliertes Wasser
- Öl oder Fett (z.B. Kokosfett)
- Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren (Kann als [Emulgator E 471](#) im Internet oder Lebensmittelzusatzhandel gekauft werden.)
- evtl. Glycerin

In Abbildung 2 ist gezeigt, was wir im Labor verwenden und eventuelle Entsprechungen für den heimischen Versuchsaufbau. Unter [Dein Labor](#) kannst Du weitere Entsprechungen von Labor und Küche finden.



Abbildung 2: Typisches Labormaterial, bestehend aus Bechergläsern, Spatel, Glasschale mit Magnetrührstäbchen und einer Wägeschale sowie Entsprechungen aus dem heimischen Umfeld.

Versuchsbeschreibung:



Abbildung 3: Magnetrührer mit Heizfunktion mit Thermometer (26.8° C), Glasschale mit Wasser und Rührfisch.

In den größeren Bechergläsern werden wir das Fett erhitzen, den **Emulgator** darin auflösen und schließlich das entstandene Gemisch mit Wasser vermischen. Das kleinere Becherglas eignet sich zum Abmessen des benötigten Wasservolumens, wobei Wasser auch abgewogen werden kann. Die größere Glasschale, eigentlich eine Kristallisierschale, werden wir als Behälter für ein Wasserbad benutzen. Zusätzlich benutzen wir einen Rührfisch zum Durchmischen des Wassers im Wasserbad, um eine effizientere Wärmeverteilung zu gewährleisten. In der Wägeschale wird der **Emulgator** in fester Form abgewogen. Zum Heizen werden wir den vorher schon erwähnten Magnetrührer mit Heizfunktion verwenden (Abbildung 3).

Zuerst wird eine definierte Menge (z. B. 50 g) Fett oder Öl auf der Waage im Becher oder Glas abgewogen und ins Wasserbad gestellt. Die Fettkomponente wird im Wasserbad auf eine Temperatur von 65° C erhitzt. Währenddessen wird der **Emulgator** (5% bezogen auf die Fettkomponente, 2.5 g) abgewogen und zur Fettkomponente zugegeben. In ein zweites Glas werden 50 mL (g) destilliertes Wasser gefüllt und ebenfalls ins Wasserbad gestellt. Nachdem sich der **Emulgator** im Öl gelöst hat, kann das Anmischen der Creme beginnen, indem das Öl und das Wasser in unterschiedlichen Verhältnissen zueinander in einem dritten Glas zusammengegeben und vermischt werden. Das Abmessen von Öl und Wasser kann mit einem Esslöffel gemacht werden und das Vermischen mit einem Teelöffelstiel. Es muss solange gemischt werden bis das Gemisch eine bleibende cremige Konsistenz angenommen hat. Die Verhältnisse von Öl zu Wasser können der Reihe nach ausprobiert werden (z. B. 1:4, 1:2, 1:1, 2:1, 4:1). Je nach Wasseraufnahmevermögen der **Emulsion** bedingt durch den **Emulgator** wird bei unterschiedlichen Verhältnissen von Öl zu Wasser eine unterschiedliche Konsistenz erzielt. Dokumentiert und vergleicht die Ergebnisse.

Wir haben die Beispielmengen von 50 g Fett, 50 g Wasser und 2.5 g **Emulgator** eingesetzt und Kokosfett bzw. Kokosöl verwendet (Abbildung 4). In der folgenden Abbildung 5 ist das Kokosöl einmal in seiner festen Form bei Raumtemperatur und in der flüssigen Form bei ca. 50 °C gezeigt.

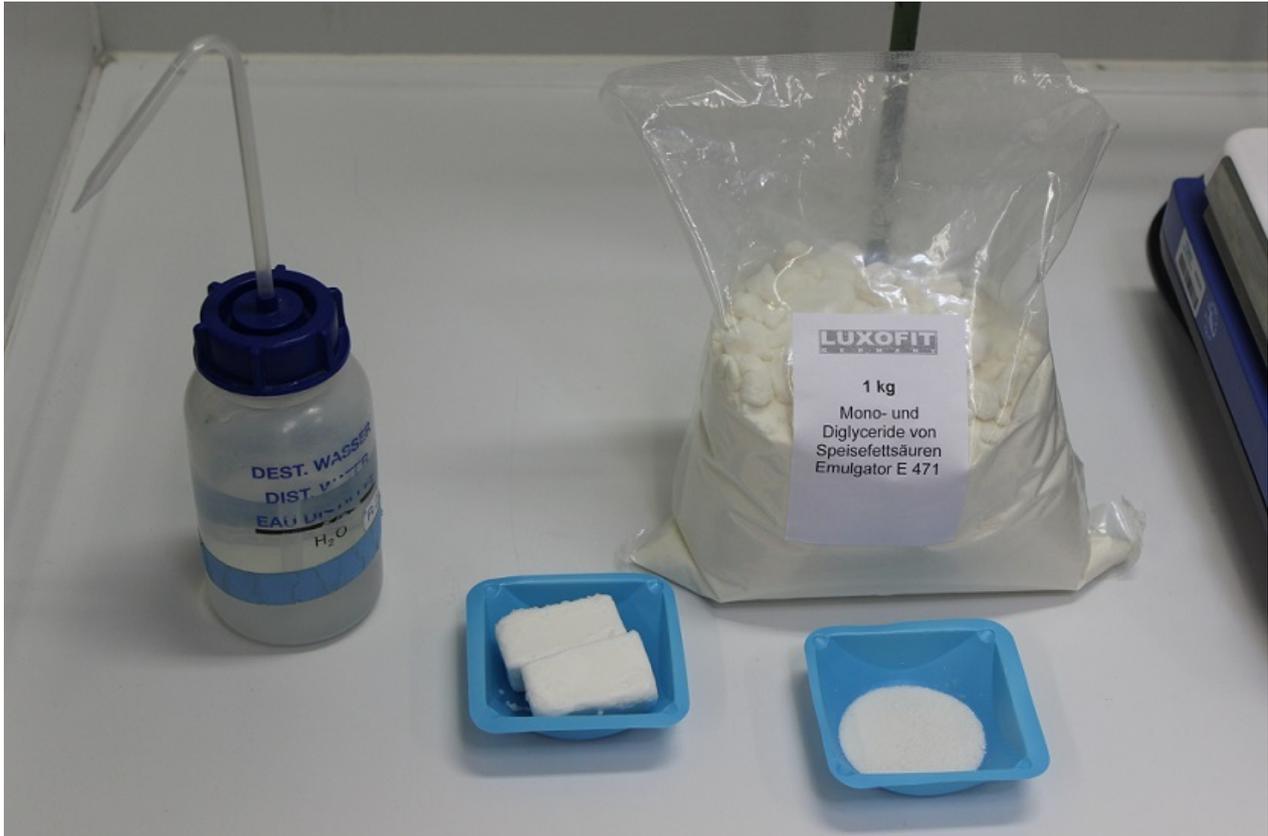


Abbildung 4: Die drei Komponenten nebeneinander: demineralisiertes Wasser (links), Kokosöl (mitte), Mono- und Diglyceride von Speisefettsäuren (rechts).

Als nächstes wurden 2.5 g **Emulgator** im heißen Kokosöl bei ca. 65 °C gelöst. Auch die 50 g Wasser wurden auf ca. 65 °C erwärmt (Abbildung 5). Im nächsten Schritt wurde das Wasser komplett zum öligen Gemisch gegeben und sofort mit Hilfe des Spatels für mindestens eine Minute energisch vermischt.



Abbildung 5: Kokosfett bei Raumtemperatur als Feststoff neben dem Wasserbad (links) und bei ca. 50 °C im Wasserbad flüssig (rechts).

In der Abbildung 6 ist das Ergebnis unseres Versuches zur Herstellung einer **Emulsion** gezeigt, die als eine Creme verwendet werden kann. Es ist klar zu erkennen, dass das Endprodukt keine cremige Konsistenz aufweist und somit die **Emulsion** nicht stabil war, sondern sich nach einer Minute Standzeit die beiden Komponenten Öl und Wasser wieder getrennt hat.



Abbildung 6: Kokosöl-MDGSF-Gemisch und Wasser vor dem Mischen (links) nach einer Minute Mischen (Mitte) und nach einer Minute Standzeit des Gemisches (rechts).

Dieses Verhalten hat einen Grund, den Du herausfinden sollst. Somit wollen wir alle Experimentierfreudigen zum Mitmachen einladen.

Arbeitsauftrag:

Hier werden nun verschiedene Fragen gestellt oder Versuchsdurchführungen beschrieben, die die Experimentierneugier wecken soll. Deine eigene Erfahrungen mit der Herstellung Deiner Handcreme kannst Du mit anderen Nutzer/innen teilen, nutze dazu das Forum (siehe unten) „Eigene Erfahrungen mit der Herstellung der Handcreme“.

- Probiere verschiedene Verhältnisse (z. B. 1:4, 1:2, 1:1, 2:1, 4:1) von Öl zu Wasser aus.
- Frage: Was ist der Grund für die Entmischung bzw. die instabile [Emulsion](#)?
- Wie sehen Deine Ergebnisse und Erfahrungen mit dem Experiment zur Herstellung Deiner eigenen Handcreme aus?

Eigene Erfahrungen mit der Herstellung der Handcreme

Error Embedding

Biotechnologie

Aber Moment mal, was ist eigentlich "Biotechnologie"? Und wieder einmal hilft uns das [Internet](#) weiter bei der Beantwortung dieser Frage, wo es heißt, dass Biotechnologie eine interdisziplinäre Wissenschaft ist, die lebende Organismen und ihre Bestandteile dazu ausnutzt, um verschiedenste Produkte für unseren alltäglichen Bedarf auf eine schonende Art herzustellen.

Am einfachsten kann dies am Beispiel von Brotbacken verstanden werden. Hierzu benötigt man nur ganz wenige Zutaten: Nämlich Wasser, Mehl etwas Salz und Zucker und dann noch etwas Hefe oder Sauerteig. Die beiden letztgenannten Zutaten bringen die Reaktion zum Laufen und enthalten die Biokatalysator, die Enzyme, und machen aus dem Gemisch der vier erstgenannten erst ein schmackhaftes Brot. Die Hefe macht das Brot luftiger und der Sauerteig sorgt für Aroma sowie Geschmack und hat noch viele andere nützliche Funktionen. Bemerkenswert ist, dass die Chemiker und Chemikerinnen die Bäckerhefe auch für sich entdeckt haben und diese als Biokatalysator für chemische Reaktionen einsetzen. In der Industrie werden darüber hinaus weitere Enzyme für die Herstellung von Produkten im großen Maßstab genutzt. Mitarbeiter/innen des Unternehmens mit einem Abschluss z. B. in der Ingenieurwissenschaften, der Chemie oder der Biologie arbeiten gemeinsam an der Umsetzung oder der Optimierung dieser biokatalytischen Reaktion und an dieser Stelle kann von Biotechnologie gesprochen werden.

Biotechnologie in Hautcremes

Aber kommen wir zurück zum kosmetischen Bereich und widmen uns der Biotechnologie in Hautcremes.

Was macht eine Creme zu einer Creme?

Zuerst einmal ist es die Konsistenz. Hier wird normalerweise grundsätzlich zwischen Lotionen, die noch recht dünnflüssig sind, und feuchten bzw. fettigen Cremes, die nicht mehr fließfähig sind, unterschieden. Dieses Fließverhalten hängt von den Grundzutaten ab, die in einer Hautcreme enthalten sind. Dazu gehören vor allem Wasser und die fettigen Substanzen. Diese können pflanzlichen oder tierischen Ursprung haben oder aus Erdöl gewonnen werden. Bekanntlich lässt sich Wasser mit Fett oder Öl nicht mischen, es sei denn es wird ein [Emulgator](#) hinzugefügt und Emulgatoren bilden die dritte Komponente, die unbedingt in eine Hautcreme hineingehört. Es gibt recht viele unterschiedliche Emulgatoren, die aus unterschiedlichen Quellen bezogen werden können, aber alle nur einen Zweck erfüllen, nämlich Wasser und Fett zu verbinden, damit eine cremige Konsistenz erhalten wird. So vielfältig wie die Emulgatoren sind, so vielfältig sind auch die Methoden ihrer Herstellung. Heutzutage werden sehr viele Emulgatoren biotechnologisch hergestellt. Eine Zusammenstellung über [Inhaltsstoffe](#) einer Creme findest Du im Bereich für Schülerinnen und Schüler.

Emulsion

Wenn man im Internet recherchiert, findet man heraus dass Emulsionen eine fein verteilte Gemische zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten sind, die sich aber bei einer [Emulsion](#) durch Hilfsstoffe und Energieeintrag mischen und somit nicht wieder zwei getrennte Phasen bilden. Gibt man Öl und Wasser in ein Gefäß sind deutlich zwei Phasen zu erkennen. Man denke dabei an ein einfaches Beispiel von Öltröpfen, die auf der Wasseroberfläche schwimmen. Künstliche Emulsionen werden wir noch viel öfter im Alltag antreffen. Ob Shampoos, Flüssigseife oder Hautcremes – dies sind alles künstliche Emulsionen. Um sich davon zu überzeugen, braucht man lediglich die Liste der Inhaltsstoffe auf der Kosmetikverpackung zu lesen. Zugegebenermaßen wird das Lesen allein nicht ausreichen, denn vieles davon trägt zum Teil schwer verständliche Namen und Bezeichnungen, die einen an den Chemieunterricht und die Chemievorlesung erinnern. Und genau diesem Umstand werden wir auf den Grund gehen und uns mit [Inhaltsstoffen von Hautcremes](#) und deren [biotechnologischer Herstellung](#) beschäftigen.

In den beiden Experimenten zur Enzymaktivitätsbestimmung als auch zu dem Blasensäulenreaktor wurde mit Öl-Wasser-Emulsionen gearbeitet, d. h. mit zwei nicht mischbaren flüssigen Phasen. Durch den Energieeintrag durch die Begasung im Blasensäulenreaktor wurden diese beiden Phasen miteinander vermischt. Bei der Synthese von Fettsäureestern, d. h. der [Veresterung](#) = Rückreaktion der [Hydrolyse](#), besteht die Reaktionslösung zum Zeitpunkt Null aus einer Phase, solange Fettsäure und Fettalkohol miteinander mischbar sind. Ein Beispiel ist die Synthese von Myristylmyristat, welches im Video im Abschnitt [Einführung](#) beschrieben ist. Häufig gibt es aber auch die Fälle, wo die beiden reinen flüssigen Ausgangsstoffe nicht miteinander mischbar sind. Ein solches Beispiel ist die [Veresterung](#) von Polyglycerol mit Laurinsäure.¹ Dieses wird in Kurzform im Video auf der Seite [Herstellungsmethoden](#) und ausführlich in dem Video [Blasensäulenreaktor](#) beschrieben. Zur Durchmischung der beiden nicht mischbaren Phasen muss in das Reaktionsmedium Energie eingetragen werden. Dieses kann entweder durch einen mechanischen Rührer, wie z. B. ein Magnetrührer oder einem hängenden Propellerrührer, erfolgen. Alternativ kann dieser Energieeintrag zur Durchmischung des Reaktionsmediums auch durch das Einblasen von Gasen, in diesem Falle Luft, erfolgen. Je nach dem Energieeintrag kann man die beiden Komponenten nicht mehr klar voneinander unterscheiden, weil die gebildeten kleinen Tropfen nicht mehr mit dem Auge wahrzunehmen sind. Bei bestimmten Emulsionen kann man die Tropfen aber mit Hilfe von einem Mikroskop erkennen. Wenn das der Fall ist, dann spricht man davon, dass man Öl in Wasser oder revers emulgiert hat, das heißt man hat eine Öl-Wasser-[Emulsion](#) hergestellt.

Wenn man diese frisch hergestellte [Emulsion](#) eine Zeit lang stehen lässt, dann trennen sich Wasser und Öl wieder voneinander. Hierbei wird davon gesprochen, dass die [Emulsion](#) nicht stabil war. So stellt sich die Frage: Was kann man machen, um eine stabile [Emulsion](#) zu erzeugen, so dass sich Wasser und Öl auch nach einem Jahr nicht voneinander trennen?

Es sind die tensidischen Eigenschaften mancher Stoffe, wie z. B. Fettsäuren oder Mono- und Diglyceride, die dazu ausgenutzt werden, um eine [Emulsion](#) zu stabilisieren. Im alltäglichen Leben wird der eher geläufige Begriff "[Emulgator](#)", wenn es um Lebensmittel oder Kosmetika geht, verwendet und "Tenside" finden wir vorwiegend in Putzmitteln, die in "ionische" ("anionische" oder "kationische") und "nicht-ionische" Tenside unterteilt werden.

Was hat das mit Biotechnologie zu tun?

Jetzt haben wir schon Vieles angesprochen, was uns im alltäglichen Leben begegnet. Aber was davon hat mit Biotechnologie zu tun?

Zuerst sollte die Frage geklärt werden, warum wir uns überhaupt mit Emulsionen beschäftigen. Ein schneller Blick ins Internet verrät uns, dass es natürliche Emulsionen wie Milch sowie eine Menge künstlich hergestellter Emulsionen gibt. Und warum sind diese überhaupt in unserem Leben so wichtig?

Wer sich mit Milch auskennt, weiß, dass diese im natürlichen Zustand aufrahmt und eine Schicht Rahm auf der Oberfläche zu finden ist. Manche mögen es, viele jedoch nicht, und darum wird die Milch vor der Abfüllung homogenisiert. Bei diesem Prozess wird das Milchfett in kleinste Kügelchen in der Milch fein verteilt, und durch das natürliche Lecithin der Milch wird die [Emulsion](#) stabilisiert. Das Ergebnis davon ist, dass die Milch nicht mehr aufrahmt. Dies ist ein Beispiel für natürliche Emulsionen, die uns im Alltag begegnen.

¹. J. J. Müller, M. Neumann, P. Scholl, L. Hilterhaus, M. Eckstein, O. Thum and A. Liese, *Online monitoring of biotransformations in high viscous multiphase systems by means of FT-IR and chemometrics*, Analytical chemistry, 82 (14) (2010), 6008 - 6014, DOI: [10.1021/ac100469t](https://doi.org/10.1021/ac100469t). ←

Blasensäulenreaktor

Bereits im Bereich für Schülerinnen und Schüler wurde im Unterkapitel [Herstellungsmethoden](#) kurz auf den Vergleich des konventionellen und des biokatalytischen Prozesses eingegangen.

Um den Biokatalysator, die [Lipase](#), in wasserfreien Reaktionsmedien einsetzen zu können, wird dieser auf einem heterogenen Träger immobilisiert. Die [Lipase](#) als Protein ist in Wasser löslich, aber nicht in der Fettsäure, dem Fettalkohol oder dem Fettsäureester. Bei der im folgenden Video vorgestellten Veresterungsreaktion handelt es sich um zwei nicht mischbare flüssige Ausgangsstoffe, welche durch die Begasung mit Luft im Blasensäulenreaktor durchmischt werden. Der Biokatalysator wird als Immobilisat, d. h. an einen heterogenen Träger angebundener Biokatalysator, hinzugegeben. Final resultiert ein vierphasiges Reaktionssystem.¹ In dem speziell hier vorgestellten Experiment haben Polyglycerol als Reaktionskomponente und der gebildete Fettsäureester eine ähnlich hohe Viskosität wie Honig.

Durch den Einsatz des Blasensäulenreaktors für die [Veresterung](#) in dem vierphasigen Reaktionssystem ergeben sich drei Vorteile im Vergleich zu einem klassischen Rührkesselreaktor:

1. Energieeintrag zur Durchmischung der Reaktionsphase bei geringen Scherkräften (Wird dieses vierphasige Reaktionssystem mit einem hängenden Rührer in einem Rührkessel durchmischt, so tritt an den Rührblättern des Rührers eine große Scherung auf, welche zur Zerstörung der Träger des Biokatalysators führt. Dieses ist nicht der Fall bei Einsatz des Blasensäulenreaktors²).
2. Durch die durchströmende Gasphase wird das Reaktionswasser ausgetragen und dadurch das Reaktionsgleichgewicht auf die Seite der Produkte zu maximalem Umsatz verschoben.
3. Durch die im vierphasigen Reaktionsgemisch vorliegenden Gasblasen verringert sich die makroskopische Viskosität des Gesamtsystems. Dieses lässt sich dadurch effizienter durchmischen als in einem klassischen Rührkesselreaktor.

Das folgende Video zeigt nun ausführlich einen typischen Versuchsaufbau und die Versuchsdurchführung einer [Veresterung](#) in einem Blasensäulenreaktor in der Bioverfahrenstechnik.

Videoverweis: <https://podcampus.de/nodes/QVKqg/embed?vq=res0480>

Vor der Einführung des Blasensäulenreaktors für die [Veresterung](#) von viskosen Reaktionssystemen war Stand der Technik der Einsatz eines Festbettreaktors. Hierbei wird der immobilisierte Biokatalysator als Festbett in ein Rohr gepackt, und die Reaktanden kontinuierlich durch dieses Festbett hindurch gepumpt. Diese Technologie ist aber nur für niedrigviskose einphasige Reaktionssysteme anwendbar. Höherviskose Ausgangsstoffe, wie in dem Video gezeigten Beispiel, können so nicht umgesetzt werden, und es würde zu einem großen Druckabfall über die Reaktorlänge kommen. Dieses ist vergleichbar mit dem Versuch, Honig durch einen Kaffeefilter laufen zu lassen.

¹. L. Hilterhaus, O. Thum and A. Liese, *Reactor concept for lipase-catalyzed solvent-free conversion of highly viscous reactants forming two-phase systems*, *Organic Process Research Development*, 12 (4) (2008), 618-625, DOI: [10.1021/op800070q](https://doi.org/10.1021/op800070q) ↵

². A. Prediger, A. Bluma, T. Höpfner, P. Lindner, S. Beutel, J. J. Müller, L. Hilterhaus, A. Liese and T. Scheper, *In-situ-Mikroskopie zur online-Überwachung von Enzymträgern und Zweiphasenprozessen*, *Chemie Ingenieur Technik*, 83 (6) (2011), 884-887, DOI: [10.1002/cite.201000203](https://doi.org/10.1002/cite.201000203) ↵

Fragen:

Hier werden nun einige Fragen gestellt, die die verschiedenen Vorteile der [Veresterung](#) im Blasensäulenreaktor beleuchten sollen. Also diskutiere Deine Antworten und Dein Verständnis der zugrundeliegenden Theorien mit anderen Nutzer/innen. Nutze hierzu das Forum "[Veresterung in der Blasensäule](#)" (siehe unten).

- Welche verschiedenen Aspekte haben Einfluss auf die Durchmischung der beiden Phasen mittels der aufsteigenden Blasen?
- Warum verursachen die Blasen eine Gleichgewichtsverschiebung zugunsten vom Produkt?
- Die Synthese des Fettsäureesters wird ohne Lösungsmittel durchgeführt. Welche Vorteile ergeben sich hierdurch für das spätere Produkt oder aus ökologischen Gesichtspunkten?

- Welche Eigenschaften besitzt Polyglycerol und wie wird es hergestellt?
- Welche verschiedenen Vorteile hat die [Veresterung](#) in einem Blasensäulenreaktor?

Veresterung in der Blasensäule

Error Embedding

Interview mit einem Industriepartner

Hier kannst Du Dir ein ungefähr 20-minütiges Interview mit einem Industriepartner ansehen. Hierbei werden die Fragestellungen einer naturwissenschaftlichen Interdisziplinarität, des Abdeckens von Soft- und Hardskills, des Übergangs zwischen Studium und Industrie sowie der Etablierung von neuen Herstellungsverfahren in der Industrie und die damit verbunden Fragen erörtert. Um die einzelnen Fragestellungen genauer zu betrachten, kannst Du Dir aber auch einzelne Fragestellungen ansehen (siehe Unterkapitel [Gesprächsthemen](#)). Am Ende dieser Seite sind einige Fragen aufgeführt um verschiedene Aspekte des Interviews zu hinterfragen. Über diese kannst Du Dich mit anderen Nutzer/innen im Forum (siehe unten) „*Austausch zum Industrieinterview*“ austauschen.

Komplettes Interview mit Dr. Oliver Thum

Dr. Oliver Thum ist Director Bioprocesses / Science and Technology der Evonik Creavis GmbH.

Videoverweis: <https://podcampus.de/nodes/RqBNa/embed?vq=res0480>

Fragen:

Hier möchten wir, gerne einen Austausch über die angesprochenen menschlichen Fragestellungen und ein Hinterfragen der eigenen Zukunftswünsche anregen. Also diskutiere und tausche Dich mit anderen Nutzer/innen über die verschiedenen im Interview angesprochenen Aspekte aus.

So zum Beispiel zu:

- Warum ist die Fähigkeit des interdisziplinären Kommunizierens für einen späteren Berufseinstieg wichtig?
- Warum lassen sich Laborverfahren nicht ohne weiteres in den industriellen Maßstab vergrößern?
- Was sind die sich maßgeblich verändernden Größen bei der Skalierung eines Prozesses?
- Was sind entscheidende Kriterien, ob aus einem Laborverfahren ein Industrieverfahren wird?

Austausch zum Industrieinterview

Error Embedding

Gesprächsthemen im Interview

Im [Interview mit Oliver Thum](#) werden verschiedene Themen angesprochen. Die folgenden Videos behandeln jeweils eins dieser Themen und laden zur Diskussion ein.

- [Persönliche Vorstellung und Arbeitsalltag](#)
- [Interdisziplinäres Kommunizieren](#)
- [Softskills für die Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams](#)
- [Herausforderung für die Umsetzung und Skalierung von neuen, innovativen Verfahren](#)
- [Kriterien für eine mögliche Umsetzung von innovativen Verfahren bis hin zur Produktion](#)
- [Schrittanzahl und Zeitrahmen für die Umsetzung der innovativen Verfahren](#)
- [Maßstabsgrößen? Labor-, Pilot- und Produktionsmaßstab](#)
- [Herausforderungen und Aufgaben für den Übergang vom akademischen zum industriellen Partner am Beispiel der biokatalytischen Veresterung in einem Blasensäulenreaktor](#)
- [Kriterien für die Standortwahl von industriellen Produktionsanlagen](#)
- [Persönliche Motivation für den Beruf](#)
- [Ratschläge fürs Studium und dessen Gestaltung für eine gute Vorbereitung auf den Jobeinstieg bei Firmen der biotechnologischen Industrie](#)

Persönliche Vorstellung und Arbeitsalltag

Interdisziplinäres Kommunizieren

Softskills für die Zusammenarbeit in interdisziplinären Teams

Herausforderung für die Umsetzung und Skalierung von neuen, innovativen Verfahren

Kriterien für eine mögliche Umsetzung von innovativen Verfahren bis hin zur Produktion

Schrittanzahl und Zeitrahmen für die Umsetzung der innovativen Verfahren

Maßstabsgrößen? Labor-, Pilot- und Produktionsmaßstab

Herausforderungen und Aufgaben für den Übergang vom akademischen zum industriellen Partner am Beispiel der biokatalytischen Veresterung in einem [Blasensäulenreaktor](#)

Kriterien für die Standortwahl von industriellen Produktionsanlagen

Persönliche Motivation für den Beruf

Ratschläge fürs Studium und dessen Gestaltung für eine gute Vorbereitung auf den Jobeinstieg bei Firmen der biotechnologischen Industrie

Error Embedding

Glossar

Emulsion

Eine **Emulsion** ist ein fein verteiltes Gemisch zweier nicht mischbarer Flüssigkeiten.

Für detaillierte Information siehe: <http://www.chemie.de/lexikon/Emulsion.html>

Emulgator

Emulgatoren sind Substanzen, die helfen, zwei oder mehrere eigentlich nicht miteinander mischbare Flüssigkeiten, wie z. B. Öl und Wasser, in eine beständige und fein verteilte Mischung (**Emulsion**) zu stabilisieren. Emulgatoren besitzen die wichtige Eigenschaft, dass sie sowohl in wasserliebend als auch in fettliebend sein können. Die Moleküle eines Emulgators bestehen aus zwei Teilen, einem fettliebenden (lipophilen) und einem wasserliebenden (hydrophilen) Teil (z.B. Fettsäuren). Mit Hilfe von Emulgatoren entstandene Emulsionen sind beispielsweise Margarine, Mayonnaise, Sauce Hollandaise oder eben auch Handcreme.

Flüchtigkeit

Die **Flüchtigkeit** ist eine Eigenschaft von Stoffen die unter gegebenen Bedingungen wie z. B. bei Raumtemperatur leicht verdampfen, d.h. von der flüssigen in die Gasphase übertreten.

Für detaillierte Information siehe: http://www.chemie.de/lexikon/Flüchtige_organische_Verbindingen.html

Extraktion

Die **Extraktion** ist ein physikalisch-chemisches Trennverfahren bei dem aus einem Feststoff oder einer Flüssigkeit mit einer flüssigen oder gasförmigen Phase Stoffe herausgezogen, d. h. extrahiert werden.

Für detaillierte Information siehe: <http://www.verfahreningenieur.de/Extraktion.html>

Hydrolyse

Die **Hydrolyse** ist die Spaltung einer chemischen Verbindung mit Wasser. Im hier diskutierten Beispiel wird ein Ester mit Wasser zur freien Säure und dem entsprechenden Alkohol hydrolysiert, oder auch „verseift“.

Für detaillierte Information siehe: <http://www.chemie.de/lexikon/Hydrolyse.html>

Veresterung

Die **Veresterung** ist die Rückreaktion der **Hydrolyse**, d. h. die Synthese eines Esters ausgehend von einer Carbonsäure und einem Alkohol unter Abspaltung von Wasser.

Für detaillierte Information siehe:

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/2/vlu/alkohole/alkohole_reaktionen.vlu/Page/vsc/de/ch/2/oc/stoffklassen/systematik_funktionelle_gruppen/alkohole/veresterung.vscml.html

Petrochemie

Mit **Petrochemie** wird der Bereich der Chemie bezeichnet, der sich mit der Herstellung von chemischen Produkten aus Erdgas und Erdöl beschäftigt.

Für detaillierte Information siehe: <https://de.wikipedia.org/wiki/Petrochemie>

Destillation

Die **Destillation** ist ein thermische Trennverfahren, bei dem, flüssige und gleichzeitig ineinander lösliche, Stoffe durch das Einbringen von thermischer Energie getrennt werden.

Für detaillierte Information siehe: <http://www.chemie.de/lexikon/Destillation.html>

Glyceride

Die **Glyceride** sind Ester mit dem dreiwertigen Alkohol Glycerin. Alternativ werden diese auch als Acylglycerine bezeichnet.

Für detaillierte Information siehe: <http://www.chemie.de/lexikon/Acylglycerine.html>

Lipase

Die **Lipasen** sind Katalysatoren der Natur (= Enzyme, katalytisch aktive Protein) die die **Hydrolyse** von Fettsäureestern und die entsprechende Rückreaktion der **Veresterung** von Fettsäuren katalysieren.

Für detaillierte Information siehe: <http://www.chemie.de/lexikon/Lipase.html>

Lipide

Lipide bezeichnen ganz oder größtenteils wasserunlösliche Naturstoffe, die sich in hydrophoben Lösungsmitteln, wie z.B. Hexan gut lösen.

Für detaillierte Information siehe: <http://www.chemie.de/lexikon/Lipide.html>

Impressum

Angaben gemäß § 5 Telemediengesetz

Herausgeber

Prof. Dr. Andreas Liese
Technische Universität Hamburg
Institut für Technische Biokatalyse
Denickestraße 15
21073 Hamburg

Telefon: +49 40 428 78 30 18

Fax: +49 40 428 78 21 27

Homepage: <http://www.technical-biocatalysis.com>

E-Mail: liese@tuhh.de

Videoproduktion

Stephan Dublasky
Technische Universität Hamburg
Institut für Technische Bildung und Hochschuldidaktik
Am Irrgarten 3-9
21073 Hamburg

Telefon: +49 40 428 78 47 83

E-Mail: stephan.dublasky@tuhh.de

Zuständige Aufsichtsbehörde

Behörde für Wissenschaft, Forschung und Gleichstellung
der Freien und Hansestadt Hamburg
Hamburger Straße 37
22083 Hamburg

Redaktion der Website

Dr. Joscha Kleber, Dr. Alexander Himmelspach, Axel Dürkop, Dr. Tina Ladwig

Rechtliche Hinweise

Inhalte des Online-Angebotes

Der Anbieter stellt den Nutzern im Rahmen seiner technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten diesen Dienst unentgeltlich zur Verfügung. Der Anbieter ist bemüht seinen Dienst verfügbar zu halten. Der Anbieter übernimmt keine darüber hinaus gehenden Leistungspflichten, insbesondere besteht kein Anspruch des Nutzers auf eine ständige Verfügbarkeit des Dienstes. Der Anbieter übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Vollständigkeit, Aktualität und Brauchbarkeit der bereitgestellten Inhalte. Der Anbieter ist berechtigt, Änderungen an seinem Dienst vorzunehmen und seinen Dienst jederzeit ohne Ankündigung zu beenden.

Links und Verweise

Das Dienstangebot enthält Verknüpfungen zu Webseiten Dritter (externe Links). Diese Webseiten unterliegen der Haftung der jeweiligen Betreiber. Der Anbieter hat keinerlei Einfluss auf die aktuelle und zukünftige Gestaltung und auf die Inhalte der verknüpften Seiten. Das Setzen von Links bedeutet nicht, dass sich der Anbieter diese Inhalte zu eigen macht. Eine ständige Kontrolle der externen Inhalte ist für den Anbieter ohne konkrete Hinweise auf Rechtsverstöße nicht zumutbar. Bei Kenntnisnahme von Rechtsverstößen werden jedoch derartige externe Inhalte unverzüglich gelöscht.

Urheber- und Kennzeichenrecht

Das Urheberrecht für Texte und Bilder liegt, soweit nicht anders gekennzeichnet, beim Anbieter. Auf den Webseiten zur Verfügung gestellte Texte, Textteile, Grafiken, Tabellen oder Bildmaterialien dürfen ohne ausdrückliche, vorherige Zustimmung des Anbieters nicht vervielfältigt, verbreitet oder ausgestellt werden.