

# Innovationen aus Pflanzen

Lichtschutz und Konservierung aus heimischen  
Pflanzenkulturen für naturkosmetische Erzeugnisse

H. Mackwitz, U. Burner, A. Kubin, S. Schemitz

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

**19/2002**

## **Impressum:**

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:  
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien  
Leiter: DI Michael Paula

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter <http://www.nachhaltigwirtschaften.at>  
oder unter:

Projektfabrik Waldhör  
Nedergasse 23, 1190 Wien  
Fax 01 /36 76 151 - 11  
Email: projektfabrik@nexta.at

# Naturkosmetik - Innovationen aus Pflanzen

Lichtschutz und Konservierung aus heimischen  
Pflanzenkulturen für naturkosmetische Erzeugnisse

Dipl.Chem. Hanswerner Mackwitz (Projektleitung),  
DI Dr. Ursula Burner, DI Dr. Andreas Kubin,  
Susanne Schemitz

ARGE Naturstoffe

Wien, Juli 2002





*„Die Pflanze macht aus roher Erde, Wasser, Luft und faulen Stoffen herrliche Gestalt, Farbe und Duft.“*

Gustav Theodor Fechner  
Das unendliche Leben  
München (1984)



## DANKSAGUNG

Die Erstellung dieser Expertise wäre ohne die Mitwirkung vieler Auskunftspersonen und erfahrener KollegInnen im In- und Ausland nicht möglich gewesen. Wir möchten uns bei den folgenden „Unterstützern der naturkosmetischen Nachhaltigkeit“ für die Beantwortung unserer Fragen, für Tipps und Hilfestellungen, für die Beschaffung und Überlassung von Probenmaterial, für die Bereitstellung von Ressourcen und auch für die Vervollständigung unserer Dokumentation herzlich bedanken:

Moritz Aebershold (CH)  
Elisabeth Beyerl (A)  
Dr. Christian Eder (A)  
Mag. Ute Eibel (A)  
Dr. Hermann Fischer (D)  
MR Dipl.-Ing. Elfriede Fuhrmann (A)  
GF Johannes Gutmann (A)  
Dr. Rainier Dierdorf (CH)  
Dipl.-Ing. Christian Fraissl (A)  
Karl Geiger (A)  
Mag. Ursula Gerhold (A)  
Dr. Rudolf Geyl (A)  
Prof. Dr. Harald Greger (A)  
Prof. Dr. Arnim von Gleich (D)  
Mag. Georg Jessner (A)  
Dr. Samir Kedwani (D)  
Dr. Johannes Klumpers (B)  
Dipl.-Ing. Dr. Christian Lechner (A)  
Martin Lichtl (D)  
Dipl.-Ing. Michael Paula (A)  
GF Rainer Plum (D)  
Prof. Dr. Franz F. Reinthaler (A)  
Brigitte Salcher (A)  
GF Martin Sanoll (A)  
OSR Dr. F.H. u. Luise Schemitz (A)  
Dr. Manfred Schinking (A)  
Prof. Dr. Rainer Schmid (A)  
Dr. Martin Schüpbach (CH)  
Dr. Robert Sedlaceck (A)  
Dr. Wolfgang Stadlbauer (A)  
Josef Steiner (A)  
Dipl.-Ing. Dr. Alfred Strigl (A)  
Mag. Peter Trampota (A)  
Mag. Gabriele Unger (A)  
Prof. Dr. Dietrich Wabner (D)  
Prof. Dr. Elfrune Wendelberger (A)  
GF Andreas M. Wilfinger (A)  
Dipl.-Ing. Brigitte Weiß (A)

Hanswerner Mackwitz, Ursula Burner, Andreas Kubin, Susanne Schemitz  
Wien, im Juli 2002





## VORWORT

Nach Vorgesprächen mit Frau Dipl.-Ing. Brigitte Weiß von der Abteilung Energie und Umwelt des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie und Frau MR Dipl.-Ing. Elfriede Fuhrmann von der Sektion II des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft wurde die ARGE NATURSTOFFE im Dezember 1999 von beiden Ressorts mit dem Forschungsprojekt „Naturkosmetik Innovationen aus Pflanzen – Lichtschutz und Konservierung aus heimischen Pflanzenkulturen für naturkosmetische Erzeugnisse“ beauftragt.

Die Expertise trägt der Tatsache Rechnung, dass der Begriff Naturkosmetik im Interesse berechtigter Verbrauchererwartungen in sachlich korrekter und nachvollziehbarer Weise auf der stofflichen Ebene mit neuen Ideen erfüllt, konkretisiert und auf eine breitere wirtschaftliche Basis gestellt wird. Im Vorfeld des Projektes wurden von uns Schwachstellen konventioneller Kosmetikkonzepte analysiert und daraus ein Forschungsplan entwickelt, der insbesondere die Themenfelder „Lichtschutz“ und „Konservierung“ fokussiert. In der nunmehr vorliegenden Expertise werden die Grundlagen für die Notwendigkeit der Implementierung sowie Strategien und konkrete Beispiele für die Machbarkeit und Funktionalität pflanzlicher bzw. mineralischer Systeme für diese Dienstleistungen der bioinhibitorischen und UV-schützenden Komponenten von naturkosmetischen Formulierungen erarbeitet und demonstriert.

Wir haben diese Aufgabe sehr gerne und mit grossem Enthusiasmus übernommen, weil wir im Laufe unserer jahrelangen Befassung mit Umwelt-, Chemie- und Technologieproblemen heute davon überzeugt sind, dass sich durch vorbildliches Handeln gemeinsam mit Partnern aus der Wirtschaft, Verwaltung und Wissenschaft Nachhaltigkeit als Leitbild in konkreten Ergebnissen wiederfinden kann und zur Nachahmung motiviert.

Wirtschaft und Technologie gelten als Auslöser vieler lokaler und globaler Ökoprobeme, sie werden sich daher auch an der Problembewältigung entscheidend beteiligen müssen. Nicht „schwarz“ oder „weiss“ und „falsch“ oder „richtig“ sind jetzt gefragt, sondern Freiraum für Experimente mit neuen Bündnispartnern, mit Gleichgesinnten aus der Wirtschaft und Wissenschaft, fächerübergreifend und transdisziplinär.

In unserer Arbeit beziehen wir uns stets auf unsere Leitlinien

*Ökologische Nachhaltigkeit*  
*Wirtschaftliche Machbarkeit*  
*Transparenz*  
*Soziale Gerechtigkeit*  
*Respekt vor anderen Kulturen – und der*  
*„Weisheit“ der Natur*

Diese globale und soziale Verantwortlichkeit ist die Basis unseres Teamworks. Wir sind überzeugt von der Notwendigkeit nachhaltiger Produktion, ökologischen und fairen Handels und der weltweiten Verfügbarkeit ökologisch-sinnvoller Produkte und Dienstleistungen.



## **Das Selbstverständnis der Forschergruppe**

Die ARGE NATURSTOFFE, ursprünglich eine Arbeitsgemeinschaft der beiden Firmen CONCERNED PEOPLE GmbH und PLANTA NATURSTOFFE GmbH, hat sich mittlerweile zu alchemia-nova, dem Institut für Innovative Pflanzenforschung weiterentwickelt und auch in personeller und struktureller Hinsicht vergrößert.

alchemia-nova hat sich den Schutz der Umwelt und die Förderung einer nachhaltigen Entwicklung von Gesellschaft, Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zum Ziel gesetzt. Ein dauerhaft zukunftsfähiger Fortschritt erfordert eine sozial- und umweltverträgliche Bereitstellung von Produkten und Dienstleistungen. Hierzu ist eine Umstellung des Aufbringens von Rohstoffen von sich erschöpfenden, fossilen Ressourcen auf nachwachsende und regenerierbare ein wesentlicher Teil der Strategie und Lösung: Pflanzen als Bergwerke und Rohstoffe der Zukunft.

Gesellschaft und Wirtschaft, Staat und Individuen benötigen für zukunftsfähige Entscheidungen langfristiges Orientierungs- und Handlungswissen. alchemia-nova verfolgt als unabhängiges gemeinnütziges Forschungsinstitut das Ziel, zukunftsorientierte Projektstudien mit langfristiger gesellschaftlicher Bedeutung interdisziplinär zu bearbeiten. Zukünfte entwickeln sich nicht entlang einzelner Wissenschaftsdisziplinen oder Praxisbereiche, sondern übergreifend und vernetzend. Das gilt auch für deren Erforschung und Gestaltung.

In den Projektgruppen des Instituts und seines wissenschaftlichen Beirats arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Natur-, Technik-, Wirtschafts- und Geisteswissenschaften gemeinsam mit Medienschaffenden an Problemlösungen. Globale und lokale Sichtweisen ergänzen einander zu einer vernetzenden Betrachtung, wobei die politischen Rahmenbedingungen keineswegs ausgeblendet werden; im Gegenteil: sie sind ein wichtiger Bestandteil unserer Arbeitsweise.

Wir sehen gute Möglichkeiten zu positiven Veränderungen durch die Erarbeitung und Vermittlung von wissenschaftlichem Wissen und technischen Innovationen. Aus diesem Grund fokussiert das Institut für innovative Pflanzenforschung seine Kompetenz darauf, die Einführung und Entwicklung neuer Technologien zu analysieren, zu bewerten und auch selbst mitzugestalten. Anwendungsorientierte Erkenntnisforschung, Praxisrelevanz und der umweltpolitische Rahmen dazu bilden die Eckpfeiler unserer Forschungsarbeit.

Mögliche, wahrscheinliche und wünschbare Zukünfte sollen für den Strukturwandel der Gesellschaft erschlossen werden. Bei der vorliegenden Expertise handelt es sich dementsprechend auch um eine orientierende Zukunftsstudie, die aufgrund der Analyse des Istzustands der petrochemisch dominierten kosmetischen Praxis die innovative Möglichkeiten biosphärischer Wertschöpfungsmöglichkeiten unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitskriterien beleuchtet: Pflanzenkraft und Menschenwerk können sich gegenseitig befruchten und wir können noch immer sehr viel von der Natur lernen. Es geht uns dabei nicht nur um die Bewertung und Entwicklung ökologisch-nachhaltiger Produkte und Dienstleistungen, sondern vor allem auch um die Auffindung, Formulierung und Anwendung neuer Strategien zu deren Implementierung.

Wir betrachten den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in Wirtschaft und gesellschaftliche Institutionen als eine der wesentlichen Aufgaben unserer Arbeit. Hierbei kann das Institut auf vielfältige Projekte in direkter Zusammenarbeit mit Unternehmen und Organisationen zur Entwicklung von Leitbildern, Initiierung von Innovationslinien, zur Technik- und Produktfolgenabschätzung sowie zur Umsetzung von Produkt- und Prozessinnovationen verweisen.

Neue Technologien, eine globalisierte Wirtschaft, Wissen als Kapital und gestiegene Anforderungen an die Transparenz unternehmerischer Aktivitäten erfordern verstärkt die Aufnahme und Beachtung gesellschaftlicher und ökologischer Umfeldanforderungen. Die Vermittlung von Ergebnissen aus den verschiedenen Forschungsbereichen des Instituts für innovative Pflanzenforschung alchemia-nova leistet hier einen Beitrag zur mittel- und langfristigen Zukunftsfähigkeit von Unternehmen und Organisationen.

In seinen Untersuchungen und Empfehlungen ist das alchemia-nova Institut bemüht, die verschiedenen Dimensionen der Nachhaltigkeit gleichwertig zu behandeln, um einem nur ökologischen Gebrauch dieses Konzeptansatzes vorzubeugen. Der Handlungsimperativ des Leitbildes Sustainable Development läßt sich nach unserer Auffassung wie folgt zusammenfassen: „Wir müssen unser Handeln so organisieren, dass wir nicht auf Kosten der Natur, nicht auf Kosten anderer Menschen, nicht auf Kosten anderer Regionen und nicht auf Kosten anderer Generationen leben.“



## NATURKOSMETIK - INNOVATIONEN AUS PFLANZEN

### Lichtschutz und Konservierung aus heimischen Pflanzenkulturen für naturkosmetische Erzeugnisse

Naturkosmetik dient der Verschönerung und Pflege des menschlichen Körpers mittels Wirkstoffen aus der Natur. Dies geschieht durch den Einsatz haut- und umweltfreundlicher natürlicher Rohstoffe.

Forschungsziel ist die innovative Nutzung der zellularen und molekularen Eigenschaften von Pflanzen, insbesondere von funktionellen Biomolekülen in Pflanzenextrakten und Pflanzenrestmassen, sowie die Verfeinerung der dazu notwendigen Verfahren im Sinne einer nachhaltigen Nutzung der metabolischen und genetischen Vielfalt als Quelle für neue wertvolle Produkte - zur Pflege der Schönheit, zur Bewahrung der Gesundheit und zum Wohle des Menschen.

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurde das antimikrobielle bzw. Lichtschutzpotential von Pflanzenextrakten mit herkömmlichen Konservierungsmitteln bzw. Sonnenschutzfaktoren *in vitro* verglichen. Dabei handelt es sich um 11 verschiedene Pflanzen bzw. ihre Bestandteile, die bisher in Österreich noch nicht als Rohstoff für kosmetische Wertschöpfungen in Verwendung waren: Apfelwurzel, Balsampappel, Berberitze, Hauhechel, Edelweiß, Mädesüß, Preiselbeere, Stiefmütterchen, Veilchen, Vogelbeere und Weintraube.

Nach der Beschaffung und Vorbereitung der Pflanzenteile zur Extraktion wurden die relevanten Inhaltsstoffe mittels verschiedener Extraktionsverfahren nach den Grundsätzen der Sanften Chemie herausgelöst, gereinigt und getrocknet. Die so gewonnenen Extrakte dienten als Ausgangsbasis für die Überprüfung als Konservierungs- bzw. Lichtschutzkomponente in kosmetischen Präparaten.

Um die antimikrobielle Wirkung zu verifizieren, war es erforderlich, ein passendes Screeningsystem zu etablieren. Verglichen wurden Agardiffusionstest, BacTrac-Impedanzmessung, Challenge-Test nach EU-Richtlinie, Trübungstest sowie Stabilitätstest von kosmetischen Produkten mit und ohne massive künstliche Keimbelastung. Es konnte gezeigt werden, dass die gewählte Methode und die strukturellen und funktionellen Eigenschaften einer Emulsion sowohl das Verhalten der Mikroorganismen als auch jenes der Wirkkomponenten der Pflanzenextrakte massiv beeinflussen. Richtlinien und Anforderungen, die an Konservierungsmittel für kosmetische Formulierungen zu stellen sind, sollten daher neu überdacht werden.

Die erzielten Ergebnisse bezüglich der bioinhibitorischen Wirkung sind als äusserst positiv zu bewerten. Zwei der untersuchten Pflanzen, nämlich die Knospen der Balsampappel und die Kerne der Weintraube zeigen auch in der kosmetischen Präparation eine breite und äußerst effiziente antimikrobielle Aktivität gegen Bakterien und Hefen. Die Blüten von Mädesüß und auch die Beeren der Preiselbeere sind ebenfalls gegen Bakterien aktiv. Das Wachstum der Schimmelpilze konnte mit den im Rahmen dieses Projektes untersuchten Pflanzen noch nicht zufriedenstellend gehemmt werden, hier sind weitere Forschungsarbeiten notwendig.

Bei den Forschungsarbeiten zum Lichtschutz wurden die für Sonnenschutzmittel geeigneten Pflanzenmaterialien über ein Screeningverfahren definiert. Dafür wurden jeweils Extrakte mit Ethanol und/oder Wasser hergestellt und die Filtrate qualitativ und quantitativ auf ihre UV-absorptiven Eigenschaften überprüft. Anschließend wurden die Trockenextrakte in eine O/W-Emulsion eingearbeitet und der Lichtschutzfaktor (SPF) bestimmt.

Durch Vergleiche mit handelsüblichen Sonnenschutzmitteln wurde bestätigt, das auch hier die Methode der Bestimmung des Sun Protection Factors dringend überarbeitet werden muss, da die auf der Verpackung angegebenen Lichtschutzfaktoren häufig nicht der Realität entsprechen.

Ein wesentliches Ergebnis des Projektes ist die Entwicklung einer neuen Produktlinie zum Sonnenschutz mit der Tiroler Firma *Sanoll Naturosmetik* nach den Codex Richtlinien. Die Serie auf der Basis natürlicher Öle und dem Bindemittel Xanthan als Emulgator, mit kbA-Karottensaft und einer optimierten Mischung aus pflanzlichen und mineralischen UV-Schutzkomponenten konnte im Rahmen dieser Projektarbeit entwickelt, überprüft und validiert werden.

Die Pflanzenextrakte aus Mädesüßblüten, Balsampappelknospen und Apfelwurzel sind geeignet, die synthetischen Lichtschutzstoffe in der vorliegenden Formulierung zu ersetzen. Titandioxid ist zur Abrundung des SPF derzeit noch zugesetzt, soll jedoch nach weiteren Forschungsarbeiten ebenfalls substituiert werden.



---

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>11</b>
1.1	Die Funktionelle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe und die Bedeutung nachhaltiger Ressourcen .....	11
1.2	Der Megatrend Gesundheit und die Wellness-Gesellschaft .....	11
1.3	Naturkosmetik – Erfolgsgeschichte mit Hindernissen .....	12
1.4	„Kontrollierte Naturkosmetik“ .....	13
1.4.1	Kriterien für das BDIH-Prüfzeichen .....	14
<b>2</b>	<b>FORSCHUNGSZIEL .....</b>	<b>16</b>
2.1	Konservierungssystem .....	16
2.2	Lichtschutzsystem .....	17
<b>3</b>	<b>FORSCHUNGSERGEBNISSE .....</b>	<b>19</b>
3.1	Überblick über die durchgeführten Arbeiten .....	19
3.2	Pflanzen und Extrakte .....	20
3.3	Konservierungspotential .....	20
3.4	Lichtschutzpotential .....	25
<b>4</b>	<b>PFLANZENMATERIAL ZUR UNTERSUCHUNG.....</b>	<b>28</b>
4.1	Selektion der Pflanzen .....	28
4.2	Rohstoffbeschaffung .....	29
4.3	Trocknung und Lagerung des Pflanzenmaterials.....	30
<b>5</b>	<b>BEREITUNG DER PFLANZENEXTRAKTE.....</b>	<b>32</b>
5.1	Standard-Pflanzenextrakte.....	33
5.2	Zusätzliche Pflanzenextrakte zur Untersuchung des antimikrobiellen Potentials .....	37
5.3	Zusätzliche Pflanzenextrakte zur Untersuchung des Lichtschutzpotentials.....	38
5.3.1	Flüssigextrakte für qualitative spektroskopische Voruntersuchungen .....	38
5.3.2	Extrakte für quantitative spektroskopische Untersuchungen .....	38
5.3.3	Extrakte zur Einarbeitung in Basisemulsionen .....	39
5.4	Extraktausbeuten .....	40
5.4.1	Extraktausbeuten mit EtOH / Wasser - Gemischen.....	40
5.4.2	Extraktausbeuten mit Jojobaöl .....	42
5.4.3	Extraktausbeuten mit Olivenöl .....	43
5.4.4	Extraktausbeuten mit Glycerin .....	44
5.4.5	Ausbeuten der Veraschung.....	45
5.4.6	Optimierung der Extraktausbeuten .....	46

---

<b>6</b>	<b>UNTERSUCHUNG DES ANTIMIKROBIELLEN POTENTIALS.....</b>	<b>47</b>
6.1	Screening der Pflanzenextrakte mittels Trübungstest in Flüssig-Nährmedien .....	49
6.1.1	Herstellung und Lagerung der Keimsuspensionen .....	49
6.1.2	Versuchsaufbau des Trübungstests und Beurteilungskriterien.....	50
6.1.2.1	Optische Bewertung des Trübungstests .....	51
6.1.2.2	Screening auf Hefen, Schimmel und Bakterien mittels Abklatsch-Tests .....	52
6.1.2.3	Bestimmung der Keimzahlen mit Hilfe einer auf traditionellem Plattengußverfahren basierenden Methode: SimPlate Technologie .....	54
6.1.3	Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse der Trübungstests in alphabetischer Reihenfolge der untersuchten Pflanzen .....	55
6.2	Agardiffusionstest.....	96
6.3	BacTrac Impedanzmessung .....	97
6.3.1	Messung der Elektrodenimpedanz.....	101
6.3.2	Messung der Medienimpedanz .....	102
6.4	Challengetest nach EU-Richtlinie.....	103
6.5	Untersuchung des antimikrobiellen Potentials in Basispräparationen .....	105
6.5.1	Stabilitätstest ohne massive künstliche Keimbelastung.....	105
6.5.2	Stabilitätstest mit massiver künstlicher Keimbelastung - Konservierungsmittelbelastungstest .....	106
6.5.3	Stabilitätstest mit massiver künstlicher Keimbelastung in unterschiedlichen Basispräparationen.....	108
6.5.3.1	Versuchsaufbau des Kosmetik- Belastungstests und Beurteilungskriterien.....	108
6.5.3.2	Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse der Belastungstests in alphabetischer Reihenfolge der untersuchten Pflanzen .....	115
<b>7</b>	<b>UNTERSUCHUNG DES LICHTSCHUTZPOTENTIALS .....</b>	<b>131</b>
7.1	Qualitative spektroskopische Voruntersuchungen.....	132
7.2	Trockenextrakte im Vergleich mit synthetischen Lichtschutzmitteln - Quantitative Untersuchung.....	139
7.3	Quantitative spektroskopische Untersuchungen.....	147
7.4	Basisemulsionen .....	151
7.4.1	Einarbeitung der Extrakte in Emulsionen durch einen Lohnhersteller .....	152
7.5	Bestimmung des Lichtschutzfaktors (SPF).....	154
7.5.1	In vitro-Bestimmung des Lichtschutzfaktors .....	154
7.5.2	In vivo - Testung des Sonnenschutzfaktors (SPF).....	158
<b>8</b>	<b>BEURTEILUNG DER FARBGEBUNG .....</b>	<b>160</b>
<b>9</b>	<b>DIE ENTWICKLUNG DES ENDPRODUKTES.....</b>	<b>163</b>
9.1	Die neue Produktlinie .....	168
9.2	Titandioxidproblematik .....	170



---

<b>10</b>	<b>EPIKUTANTEST.....</b>	<b>172</b>
10.1	Das Endprodukt .....	172
10.1.1	Rezeptur der Prüfpräparate.....	172
10.1.2	Ergebnis .....	173
<b>11</b>	<b>PFLANZENDOSSIERS.....</b>	<b>174</b>
11.1	Apfel .....	175
11.2	Balsampappel.....	178
11.3	Berberitze .....	180
11.4	Mädesüß .....	182
11.5	Preiselbeere .....	185
11.6	Veilchen.....	187
11.7	Weintraube.....	190
11.8	weitere untersuchte Pflanzen .....	192
<b>12</b>	<b>ANHANG.....</b>	<b>193</b>
12.1	BDIH Naturkosmetik-Richtlinie.....	193
12.2	Die wichtigsten Kosmetikrohstoffe mit Kurzbewertung .....	195
<b>13</b>	<b>LITERATUR.....</b>	<b>215</b>
<b>14</b>	<b>VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN, TABELLEN UND ABKÜRZUNGEN.....</b>	<b>219</b>



# 1 EINLEITUNG

## 1.1 Die Funktionelle Nutzung Nachwachsender Rohstoffe und die Bedeutung nachhaltiger Ressourcen

Ein nachhaltiges Wirtschaftswachstum erfordert sichere und nachhaltige Ressourcen für die industrielle Produktion. Der heute vorherrschende Rohstoff Erdöl ist weder nachhaltig, da endlich - noch umweltfreundlich, da risikobehaftet, störfallintensiv und altlastenerzeugend.

Die künftige Umstellung ganzer Volkswirtschaften auf biologische Rohstoffe als primäre Wertschöpfungsquelle erfordert ganz neue Ansätze in Forschung und Entwicklung. Zum einen kommen den Biowissenschaften und der Sanften Chemie eine führende Rolle bei der Formierung der Zukunftsindustrien des 21. Jahrhunderts zu. Zum anderen müssen neue Wege des Zusammenwirkens der biologischen, physikalischen, chemischen und technischen Wissenschaften erarbeitet und gefunden werden. Und dies im Verbund mit neuen Verkehrstechnologien, Medien-, Informations-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften. Der generativen Umweltforschung – man könnte auch sagen: integrative Umweltwissenschaften – kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, weil sie ein neues Rollenverständnis definieren: weg von der End-of-Pipe Zustandsbeschreibung hin zu einer innovativen Führung und Gestaltung. Die funktionsbezogene stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe wird der Schlüssel für den Zugang zu einer generativen Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Chemikalien im weitesten Sinne der ursprünglichen Bedeutung, von Werkstoffen, Gebrauchsgütern und Kraftstoffen der Zukunft sein.

## 1.2 Der Megatrend Gesundheit und die Wellness-Gesellschaft

Kaum eine Branche wird in den nächsten Jahren derart grundlegende Veränderungen erleben wie die Gesundheitsbranche. Kein Wertewandel hat tiefere Auswirkungen auf unsere gesamte Lebenswelt wie der "Wellness"-Trend.

Der Wirtschaftsfaktor "Wellness" erzeugt einen Nachfrageboom in vielen Bereichen der Wirtschaft. Während im eigentlichen Gesundheitssektor moderne Management-Methoden Einzug halten, werden immer mehr Unternehmen mit Gesundheits-Dienstleistungen für ihre Mitarbeiter aufwarten: In der modernen Arbeitswelt wird umfassende Fitness zum Produktivitätsfaktor.

Eine neue Nachfrage nach Gesundheitsdienstleistungen und –produkten verändert nicht nur den Pharmasektor, sondern auch Branchen wie Food, Tourismus, Kosmetik, Freizeit, etc...

Im Kern des Wertewandels handelt es sich um einen Paradigmenwechsel von der PASSIVEN zur AKTIVEN Gesundheit.

Die Zukunft der Medizin ist von Vorsorge- und Selbsthilfemedizin sowie von neuen Formen von Wellness-Dienstleistungen geprägt. Eine alternde Gesellschaft und neue Schönheits- und Körperideale definieren den neuen Dreiklang von Körper, Geist und Seele.

Gesundheit in der industriellen Gesellschaft war als "Abwesenheit von Krankheit" definiert. In der Wellness-Kultur jedoch entwickelt sich ein neuer, aktiver und aktivierender Gesundheitsbegriff: Die Balance von Körper, Geist und Seele rückt ins Zentrum des Diskurses. In den Unternehmen, Familien und Institutionen beginnt eine Auseinandersetzung um die vielen Dimensionen von Stress, die in der mobilen Gesellschaft auf den Einzelnen einwirken. Empowerment und Selbstverwirklichung werden zu originären Gesundheitsthemen. Wellness wird von einem Freizeit- und Tourismus-Thema schließlich zur Produktivitäts-Frage, die in den Unternehmen selbst thematisiert wird.

Während im Spätindustrialismus der Intellektuelle ein besonderes Image besaß, erlebt der Körper im Zeitalter der Virtualität eine Renaissance. Der Körper wird zum Zentrum der Selbstverwirklichung, von einem eher vernachlässigten Nebenaspekt des Lebens rücken Körper-Themen ins Zentrum der Selbst-

wahrnehmung. Der Körper ist das letzte Refugium des Individualisten, Träger erotischer Freude und energetischer Erfahrung. Sport- und Fitness-Trends erleben in den kommenden Jahren einen beispiellosen Boom, Schönheit wird zur kultischen Kategorie, Ernährung und Langlebigkeit erzeugen nachhaltige Trendströmungen.

### 1.3 Naturkosmetik – Erfolgsgeschichte mit Hindernissen

Nach Schätzungen der Branchenverbände hat der Körperpflegemittelmarkt in den Ländern der EU ein Volumen von über 30 Mrd. EUR erreicht. Der Wegfall von Kontrollen an den Binnengrenzen der EU-Länder seit dem 1. Januar 1993 eröffnet auch für Hersteller von Kosmetika interessante neue Absatzmärkte in den Nachbarländern, bedeutet aber zugleich verstärkte Konkurrenz durch ausländische Anbieter. Während jedoch der Umsatz bei konventioneller Kosmetik 1999/2000 um mehr als 10 Prozent zurückging, berichten Firmen wie Weleda und Dr. Hauschka über steigende Verkaufszahlen im Segment Naturkosmetik. Dabei liegt auch die Deko-Kosmetik im Naturbereich inzwischen ganz vorne im Trend.

*Naturkosmetik dient der Verschönerung und Pflege des menschlichen Körpers mittels Wirkstoffen aus der Natur. Dies geschieht durch den Einsatz haut- und umweltfreundlicher natürlicher Rohstoffe.*

*Naturkosmetik dient der Anregung und Unterstützung unserer natürlichen Hautfunktionen.*

*Naturkosmetik bietet sanfte, natürliche Pflege und leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Gesunderhaltung der Haut in jedem Lebensalter.*

*Naturkosmetik belebt die Harmonisierung von Körper, Seele und Geist.*

Der Einsatz von Naturstoffen in der Schönheitspflege ist seit Jahrtausenden überliefert, und auch in der modernen Kosmetik haben Pflanzenextrakte nach wie vor einen hohen Stellenwert – zumindest als Verkaufsargument. Die "Naturkosmetik" hat inzwischen ihren festen Platz in den Verkaufsregalen des Handels.

Gründe dafür sind nicht nur in der Sehnsucht nach "natürlicheren Lebensformen" und einem generell steigenden Umwelt- und Gesundheitsbewusstsein der VerbraucherInnen zu suchen; der unübersehbare Trend zur Naturkosmetik ist auch eine Konsequenz aus der sprunghaften Zunahme von Allergien infolge der zunehmenden Schadstoffbelastung von Nahrung und Umwelt. Fünf bis zehn Prozent der Millionen Allergiker reagieren auf bestimmte Kosmetik-Inhaltsstoffe, besonders auf diverse synthetische Farb- und Konservierungsstoffe (die zum Teil in anderen Ländern bereits verboten sind). Schätzungen besagen, dass bereits mehr als ein Viertel der Verbraucher "natürliche" Kosmetik bevorzugt, um diesen Stoffgruppen auszuweichen.

Duschgels, Shampoos und Cremes konserviert man konventionell oft mit allergieauslösenden und krebverdächtigen Stoffen. Zwar müssen aufgrund der EU-Richtlinie seit Juni 99 alle Inhaltsstoffe von Kosmetika nach INCI (International Nomenclature of Cosmetic Ingredients) deklariert sein, doch die meisten KonsumentInnen wissen nicht, welche dieser Substanzen als kritisch zu bewerten sind. Allergisch reagieren viele Menschen auf Parabene, Propylenglycol oder Hydantoin, das auch umstrittenes Formaldehyd abspaltet.<sup>1</sup>

Sonnenlicht ist einer der maßgeblichen Faktoren für die Hautalterung. Aus diesem Grunde raten Wissenschaftlerkollegen aus den USA, sich täglich vor der UV-Strahlung zu schützen. Sie empfehlen kosmetische Präparate mit einem Lichtschutzfaktor von „mindestens zehn“. Damit sollen jene UV-Strahlen, die für Hautkrebs verantwortlich sind und zunehmend durch das „Ozonloch“ dringen, um bis zu 93 Prozent reduziert werden.

<sup>1</sup> Eine Zusammenstellung der wichtigsten Kosmetikrohstoffe, der INCI-Bezeichnung mit einer Kurzbewertung findet sich im Anhang dieser Projektstudie.

Häufig sind nicht nur die angegebenen Lichtschutzfaktoren fragwürdig, viele Sonnencremes wirken möglicherweise wie das weibliche Geschlechtshormon Östrogen. Diese Warnungen wurden jüngst von Schweizer Forschern publiziert und haben nicht nur in der Fachpresse erhebliche Reaktionen hervorgerufen. Wissenschaftler der Universität Zürich haben sechs gängige Filter gegen schädliche UV-Sonnenstrahlen untersucht (SCHLUMPF, M. et al. 2001). Fast alle Filter verhielten sich in Labortests wie das weibliche Geschlechtshormon Östrogen: Sie ließen Krebszellen schneller wachsen. Drei Substanzen führten außerdem zu Entwicklungsstörungen bei Tieren.

Besonders stark wirkte eines der am häufigsten verwendeten Sonnenschutzmittel: 4-Methylbenzylidene-Camphor - kurz - 4-MBC. Vermischt mit Olivenöl auf die Haut von jungen Laborratten aufgetragen, ließ es die Gebärmutter der Tiere doppelt so schnell anwachsen wie bei der Kontrollgruppe. Margaret SCHLUMPF vom Institut für Pharmakologie und Toxikologie der Universität Zürich hat in ihrem Versuchsdesign die gleiche Konzentration wie in Sonnencremes verwendet. Die Kollegen können jedoch nicht mit Sicherheit sagen, ob die Mittel auch für Menschen gefährlich sind. Dazu sind noch weitere Untersuchungen nötig.

Solche und viele andere Forschungsergebnisse sind ebenfalls als Stimulus für die Notwendigkeit sanfter Kosmetikkonzepte anzusehen; sie verstärken den Impuls für eine konsequente, am Menschen und an der Umwelt orientierte Schönheits- und Gesundheitspflege.

Angesichts des anhaltenden Trends zu natürlichen Produkten versuchen zur Zeit nicht nur kleine Anbieter, sondern auch die großen Kosmetikhersteller, mit klingenden Werbesprüchen wie "Vitalpflege aus der Natur", "Bio-Kosmetikprogramm", "Schönheitspflege auf pflanzlicher Basis", manchmal auch mit kaum mehr als einem aus der Flora geborgten Produktnamen und diversen Blümchen auf dem Etikett, Marktanteile zu sichern. Die Tatsache, dass es bisher keine gesetzliche Definition des Begriffs Naturkosmetik gibt, begünstigt den schwunghaften Handel mit "Pseudo-Naturkosmetik".

Bei den Kontroversen um die Naturkosmetik spielt der für den Tatbestand der "Irreführung" entscheidende Begriff der Verbrauchererwartung eine wichtige Rolle. Wiederholt haben Verbraucherverbände, Behörden und auch engagierte Kosmetikhersteller die Verwendung der Bezeichnung "Naturkosmetik" mit dem Argument beanstandet, sie wecke beim Verbraucher die Erwartung, das Produkt bestehe zu 100% aus Naturstoffen, sei zumindest frei von chemischen Konservierungs- und Farbstoffen.

Ein anderer Streitpunkt war die Werbung für Naturkosmetik-Produkte mit dem Hinweis "keine Tierversuche" (interessanterweise bei Verbrauchern in anderen europäischen Ländern ein viel wesentlicheres Kriterium für den Kauf von "Naturkosmetik" als der Verzicht auf synthetische Konservierungsmittel). Hier wurde einer Naturkosmetik-Firma diese Auslobung als irreführend untersagt; denn auch wenn sie selbst keine Tierversuche durchführe, arbeite sie doch mit Rohstoffen, die durch Tierversuche getestet worden seien.

## 1.4 „Kontrollierte Naturkosmetik“

In Zusammenarbeit mit führenden Naturkosmetikherstellern hat der BDIH, der Bundesverband deutscher Industrie- und Handelsunternehmen für Arzneimittel, Reformwaren, Nahrungsergänzungsmittel und Körperpflegemittel e.V., eine umfassende Richtlinie für kontrollierte Naturkosmetik entwickelt. Auf der Grundlage dieser Richtlinie wurden durch ein unabhängiges Kontrollinstitut bereits hunderte von Produkten im Bereich Naturkosmetik auf ihre Inhaltsstoffe und ihre Herstellung überprüft.

Die Hersteller der Produkte, die mit dem BDIH-Prüfzeichen "kontrollierte Naturkosmetik" ausgezeichnet sind, stellen bei der Produktentwicklung hohe Ansprüche an moderne natürliche Pflege. Der behutsame Umgang mit pflanzlichen Wirk- und Pflegestoffen und die Berücksichtigung neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse stehen für „innovative, pflegende und schützende Produkte, die Natürlichkeit Tag für Tag erlebbar machen“.

Produkte mit dem Prüfzeichen "kontrollierte Naturkosmetik" verwenden Rohstoffe wie pflanzliche Öle, Fette und Wachse, Kräuterextrakte und Blütenwässer, oder ätherische Öle und Aromen aus kontrolliert biologischem Anbau (kbA) oder Wildsammlung. Neben der sorgfältigen Auswahl der eingesetzten pflanzlichen Rohstoffe spielen die ökologische Verträglichkeit jedes Produktes, also umwelt- und

ressourcenschonende Herstellungsverfahren, die optimale Abbaubarkeit von Rohstoffen sowie der sparsame Einsatz wiederverwertbarer Verpackungsmaterialien eine wichtige Rolle.

Außerdem handelt es sich bei den natürlichen Substanzen durchwegs um Rohstoffe, die eine gemeinsame Evolution mit dem Menschen durchlaufen haben, so dass hier überwiegend ein geringes toxikologisches Risikopotential vorliegt.

Auch die Forderung nach durchschaubaren Produktions- und Sozialzusammenhängen wird durch Naturprodukte am ehesten erfüllt. Die meisten entstammen dem Pflanzenreich, mit einigen Ergänzungen mineralischen und tierischen Ursprungs.

### 1.4.1 Kriterien für das BDIH-Prüfzeichen

#### 1. Pflanzliche Rohstoffe

Einsatz pflanzlicher Rohstoffe soweit möglich aus:

- kontrolliert-biologischem Anbau (kbA), unter Berücksichtigung von Qualität und Verfügbarkeit
- kontrolliert biologischer Wildsammlung



#### 2. Tierschutz und Tierversuche

- Tierversuche und Endprodukte Weder bei der Herstellung noch bei der Entwicklung oder Prüfung der Endprodukte werden Tierversuche durchgeführt noch in Auftrag gegeben.
- Tierversuche und Rohstoffe

Rohstoffe, die vor dem 01.01.1998 noch nicht im Markt vorhanden waren, dürfen nur dann verwendet werden, wenn sie nicht im Tierversuch getestet worden sind. Außer Betracht bleiben hierbei Tierversuche, die nach dem 01.01.1998 an Rohstoffen, welche zu diesem Zeitpunkt bereits auf dem Markt waren, durch Dritte durchgeführt wurden, die weder im Auftrag noch auf Veranlassung des Auftraggebers gehandelt haben, noch mit diesen gesellschafts-rechtlich oder vertraglich verbunden sind.

- Tierische Rohstoffe

Der Einsatz von Rohstoffen toter Wirbeltiere (z.B. Walrat, Schildkrötenöl, Nerzöl, Murmeltierfett, tierische Fette, tierisches Collagen und Frischzellen) ist nicht gestattet.

#### 3. Mineralische Rohstoffe

Der Einsatz anorganischer Salze (z.B. Magnesiumsulfat) und mineralischer Rohstoffe (z.B. Natriumchlorid) ist grundsätzlich gestattet. Ausnahme siehe unter Punkt 5.

#### 4. Rohstoffe mit beschränktem Einsatz

(z.B. Emulgatoren und Tenside) Für die Herstellung von Naturkosmetika können Emulgatoren und Tenside verwendet werden, die durch Hydrolyse, Hydrierung, Veresterung oder Umesterung aus folgenden Naturstoffen gewonnen werden: Fette, Öle und Wachse, Lecithine, Lanolin, Mono-, Oligo- und Polysaccharide, Proteine und Lipoproteine. Den konkreten Rohstoffeinsatz regelt die aktuelle Positivliste für die Entwicklung und Herstellung von kontrollierter Naturkosmetik.

#### 5. Bewußter Verzicht auf

Synthetische Farbstoffe, synthetische Duftstoffe, ethoxilierte Rohstoffe, Silikone, Paraffine und andere Erdölprodukte; Zulassungskriterium für natürliche Riechstoffe ist die ISO-Norm 9235.

#### 6. Konservierung

Zur mikrobiologischen Sicherheit der Produkte werden, neben natürlichen Konservierungssystemen, bestimmte naturidentische Konservierungsmittel zugelassen.

Dies sind: Benzoesäure, ihre Salze und Ethylester, Salicylsäure und ihre Salze, Sorbinsäure und ihre Salze, Benzylalkohol

Beim Einsatz dieser Konservierungsstoffe ist der Zusatz: "Konserviert mit ... [Name des Konservierungsstoffes]" erforderlich!

### **7. Radioaktive Bestrahlung**

Eine Entkeimung von organischen Rohstoffen und kosmetischen Endprodukten durch radioaktive Bestrahlung ist nicht gestattet.

### **8. Kontrollierte Naturkosmetik**

Die Überprüfung der Einhaltung oben aufgeführter Kriterien wird durch das weltweit tätige, unabhängige Prüfinstitut Ecocontrol in Osterode gewährleistet. Die Einhaltung der Kriterien wird durch das verbandseigene Prüfzeichen dokumentiert

#### **Weiterführende Zielsetzungen:**

##### **Rohstoffvoraussetzungen**

- Nachvollziehbare Herstellung mit durchschaubaren Verfahren und
- Verbraucheraufklärung.

##### **Genmanipulation**

- Einsatz gegen genmanipulierte pflanzliche und tierische Rohstoffe.
- Da die Gentechnik in der Landwirtschaft umstritten und ökologisch nicht vertretbar ist, wird der biologische Anbau unterstützt und ein aktiver Einsatz gegen die Gentechnik betrieben.

##### **Ökologische Verträglichkeit**

- Ausschließlich natürliche Ausgangsrohstoffe, wenn möglich zertifiziert nach EG-Bio-VO (EG Verordnung über den ökologischen Landbau)
- Umweltschonende Herstellverfahren
- Optimale Abbaubarkeit der Rohstoffe und Fertigprodukte
- Sparsame, umweltverträgliche und recyclingfähige Verpackungen
- Erhalt der natürlichen Lebensgrundlagen

##### **Soziale Verträglichkeit**

- Rohstoffe aus Fair Trade und Dritte-Welt-Projekten
- Gebrauch und Entsorgung
- Kollegiales Miteinander

## **1.5.2 "Kriterien zu schwammig"**

Nicht alle Firmen, die sich mit der Materie professionell befassen, haben das Zeichen "Kontrollierte Naturkosmetik" bisher beantragt. Rainer PLUM, Geschäftsführer der renommierten Firma Tautropfen kritisiert die Kriterien als "zu schwammig" und hat dabei vor allem die Formulierung im Auge, dass die pflanzlichen Rohstoffe "soweit wie möglich" aus kontrolliert biologischem Anbau (kbA) beziehungsweise kontrolliert biologischer Wildsammlung stammen sollen. Hier fehle die Entwicklungsperspektive. So hätte man bei bestimmten Rohstoffen vorschreiben können, dass sie zu 100 Prozent aus kbA stammen müssen. Und bei anderen hätte man Zeitpunkte vorgeben können, zu denen ein bestimmter Anteil erreicht sein soll. „Ein bisschen biologisch geht nicht“, sagt man bei Tautropfen und setzt für die eigenen Produkte lieber auf das bekannte Demeter-Zeichen der Biobauern.

Dazu kommt, dass die Hersteller der „kontrollierten Naturkosmetik“ auf eine „begrenzte Auswahl technischer Erzeugnisse, wegen heutiger Verbrauchererwartungen nicht völlig verzichten können, da sie mit reinen Naturerzeugnissen unerfüllbar sind“, und somit als Bestandteile akzeptiert werden müssen.

## 2 FORSCHUNGSZIEL

Genau an diesem Punkt setzt das vorliegende Forschungsvorhaben an. Unsere Arbeitshypothese lautet: Was synthetische Chemikalien im Kosmetikprodukt scheinbar mühelos erreichen – den Schutz vor der harten UV-Strahlung der Sonne und den Schutz vor dem mikrobiellen Verderb – sollte durch eine intelligente und innovative Kombination pflanzlicher und mineralischer Komponenten ebenfalls erfüllbar sein. Fleiß, Ausdauer, Phantasie und Wissen sind dafür ebensowichtige Voraussetzungen, wie Qualitätsmanagement und Kontrolle.

Unser erklärtes Forschungsziel ist die innovative Nutzung der zellularen und molekularen Eigenschaften von Pflanzen, insbesondere von funktionellen Biomolekülen in Pflanzenextrakten und Pflanzenrestmassen, sowie die Verfeinerung der dazu notwendigen Verfahren im Sinne einer nachhaltigen Nutzung der metabolischen und genetischen Vielfalt als Quelle für neue wertvolle Produkte - zur Pflege der Schönheit, zur Bewahrung der Gesundheit und zum Wohle des Menschen.

**Sanfte Chemie** ist die Chemie auf der Grundlage der Stoffbildungsprozesse der Natur. Sie nutzt die Syntheseprozesse, die sich im Verlauf der Evolution als langfristig bewährt entwickelt und verfeinert haben. Sie geht von der Überzeugung aus, dass die Herausbildung dieser Prinzipien - vor allem der Photosynthese - im evolutionären Wettbewerb die beste Garantie dafür darstellt, dass auf dieser Grundlage auch auf lange Sicht der stoffliche Bedarf der Menschheit und ihrer pflanzlichen und tierischen Mitwelt ohne Beeinträchtigungen von Umwelt und Gesundheit gedeckt werden kann. Die zentrale These lautet daher: *Die funktionsorientierte stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe wird der Schlüssel für den Zugang zu einer generativen Produktion von Nahrungsmitteln, Futtermitteln, Chemikalien im weitesten Sinne, für die Bereitstellung von Wirkstoffen, Werkstoffen, Gebrauchsgütern und Kraftstoffen der Zukunft sein.*

Ziel des Projektes ist die Entwicklung von Kombinationen aus Naturstoffen pflanzlicher Herkunft, die als Ersatz von synthetischen Lichtschutzstoffen zum Schutz der Haut vor UV-Strahlen sowie als Ersatz synthetischer Konservierungsstoffe in kosmetischen Mitteln eingesetzt werden können und die den Anforderungen von konsequenter Naturkosmetik gerecht werden.

Die Eignung von Pflanzenextrakten als Konservierungs- bzw. Lichtschutzmittel in verschiedenen naturkosmetischen Formulierungen wird in ausgewählten *in vitro*-Testsystemen, *in vivo* und unter Praxisbedingungen beurteilt.

### 2.1 Konservierungssystem

Das Problem der Konservierung mit Hilfe von Wirksubstanzen aus nachwachsenden Rohstoffen ist derzeit weitgehend ungelöst. Ziel dieses anwendungsorientierten Projektes ist es, den mikrobiellen Verderb naturkosmetischer Formulierungen durch ein innovatives, pflanzliches Konservierungssystem zu unterbinden und ein verkaufsfähiges Endprodukt zur Verfügung zu stellen.

In den letzten Jahren haben sich die Systeme von kosmetischen Konservierungsmitteln stark verändert und sind zunehmend komplexer geworden. Deren Wirksamkeit wird auch durch die Verwendung von nichtionischen Tensiden reduziert, sodass eine Weiterentwicklung der Konservierungsmittel auch in der konventionellen Kosmetik erforderlich scheint. Um den veränderten Konsumgewohnheiten zu entsprechen, sind heute viele Hersteller bemüht, antimikrobiotische Agentien bereits als "Cocktail" anzubieten, um so die empfindlichen Rezepturen vor Verkeimung zu schützen. Andererseits ist auch der Gesetzgeber bestrebt, durch die Beschränkung von chemisch-synthetischen Konservierungsmitteln bzw. deren Konzentrationen im Endprodukt das Risiko für den Konsumenten zu vermindern.

Unser Lösungsansatz sieht die Verwendung von antimikrobiell wirkenden Substanzen aus Pflanzen in Systemen zur mikrobiologischen Stabilisierung von naturkosmetischen Formulierungen vor. Folgende Inhaltsstoffe können als antimikrobiell wirkende Substanzen genannt werden: Phenolglycoside, Gallensäure-Tannine, phenolische Säuren, Salicin, Populin (Benzoylsalicylicin), Chrysin, [alpha]-Caryophyllen, Cineol, Bisabolol, Farnesol, Acetophenon und verschiedene Flavone.



## 2.2 Lichtschutzsystem

Als Sonnenschutz werden derzeit synthetische Pigmente und Lichtschutzstoffe mit problematischem Herstellungsprozess eingesetzt. Im Rahmen des Forschungsprojektes sollen aus heimischen Pflanzen Lichtschutzstoffe isoliert werden. Es gibt in Österreich wie auch international nur geringe Entwicklungsarbeiten auf diesem Gebiet. Dabei steigt weltweit die Nachfrage nach Sonnenschutzmitteln aufgrund der bereits wahrnehmbaren Erhöhung der UV-Strahlung und freizeitbedingter längerer Verweilzeit im Sonnenlicht.

Für das innovative Lichtschutzsystem werden von der ARGE NATURSTOFFE natürlich vorkommende Benzophenonderivate, Benzoessäure und Salicylate, soweit diese für den Einsatz kosmetischer Präparationen zulässig sind, aus Pflanzen extrahiert, angereichert, in Basisformulierungen eingearbeitet und getestet. Zusätzlich werden strahlenundurchlässige Glimmerpigmente aus heimischen Vorkommen eingesetzt, um ein breites Band an UV-Strahlung zu absorbieren.

Sonnenlicht verursacht eine Reihe von akuten und chronischen Störungen und Erkrankungen auf der Haut wie Sonnenbrand, Photoimmunsuppression, Photoaging und Photocarcinogenese. Während endogen der antioxidative Status maßgeblich an der Kompensation von UV-Strahlung beteiligt ist (L1), absorbiert die Haut mit natürlicher Pigmentierung und einigen Metaboliten wie der Urocansäure einen Teil der Strahlung schon vor Eintritt in tiefer gelegenes Gewebe. Lange Exposition der Haut durch Sonnenlicht und der ungenügende natürliche Schutz vor UV-Strahlung erfordern Präparationen, die ausreichenden Strahlungsschutz gewährleisten.

Ein Maß für die Wirksamkeit von kosmetischen Präparationen (Sonnenschutzmittel oder Lichtschutzmittel) ist der Lichtschutzfaktor (SPF), der angibt, um ein wievielfaches länger die Verweilzeit unter Sonneneinstrahlung ausgedehnt werden darf, bevor die ersten akuten Schäden (Erytheme) auftreten. Das Maximum der Erythembildung liegt bei etwa 297 nm, nur ist die Intensität des Sonnenlichtes bei 297 nm an der Erdoberfläche gering. Der Schnittpunkt der Erythemwirkungskurve mit der Intensität des Sonnenlichtes liegt bei etwa 308 nm. Demnach ist das Maximum der Erythembildung in der Biosphäre um etwa 308 nm zu finden. Da also die Erythembildung zur Definition des SPF herangezogen wird, gibt der SPF auch überwiegend den Schutz vor UV-B-Strahlung (also vor Sonnenbrand) an.

Die Erythembildung wird jedoch überwiegend durch UV-B-Strahlung induziert (290 - 320 nm). Die Intensität der UV-A-Strahlung (320 - 400 nm) auf der Haut, die vor allem für die Carcinogenese verantwortlich gemacht wird, ist durch den SPF demnach nicht vollständig erfaßt (L2). Deshalb wird eine Neudefinition des SPF international sehr rege diskutiert (L3), und auch von unserer Arbeitsgruppe werden Anstrengungen unternommen, die Relevanz der Absorption im UV-A-Bereich von Lichtschutzmitteln in die Projektarbeit zu integrieren.

Hautkrebs und Photoaging werden als Langzeitfolgen intensiver und oftmaliger Sonnenbestrahlung der Haut betrachtet (L6). Non Melanoma Skin Cancer (NMSC) erreichen dabei eine höhere Inzidenz, als alle anderen Krebsarten zusammen. Diesen Hautschäden kann durch Sonnenschutzmittel und  $\beta$ -Carotin vorgebeugt werden.

Photoaging entsteht auf genetischer Ebene durch Aktivierung und Deaktivierung von Proteinen, die an der Collagensynthese beteiligt sind (L7). Durch UV-Licht wird der Prokollagenspiegel gesenkt und die Aktivität der Collagenase (Collagen spaltendes Enzym) erhöht. Dadurch wird lokal der intakte Collagenspiegel gesenkt und Gewebeherde mit degeneriertem Collagengewebe entstehen. Dieser Mechanismus kann durch Retinol (ROL) inhibiert werden, während die Ascorbinsäure keine Wirkung zeigt (Anmerkung: Der Einsatz von Vitamin A Säure ist aber auf Grund der toxischen Nebenwirkungen in der Kosmetik nicht zulässig).

Die Collagendegeneration führt also zum sogenannten Photoaging, das sich optisch durch starke Faltenbildung und Pigmentierung manifestiert und histologisch im Mikroskop sichtbar ist. Durch Behandlung mit ROL ist zumindest die optische Ausprägung von Photoaging reversibel, während auf genetischer Ebene irreversible Schäden verbleiben.

Vor allem Collagen I ist nach UV-Licht-Belastung gesenkt, Collagen IV ist stabil. Sonnenschutzmittel verbessern allgemein die Stabilität des Collagens (L8). Auch Fibrillin (elastisches Gewebe) zeigt Verlust an der Quervernetzung und Abnahme der Gesamtfibrillinkonzentration durch ungeschützte UV-Belastung.

Paradox daran ist, dass das Risiko für Menschen mit Photoaging (also Falten und Hyperpigmentierung durch UV-Licht) geringer ist an Hautkrebs zu erkranken, als für Menschen mit wenig pigmentierter weißer Haut. Ursachen sind erstens an der Hyperpigmentierung zu finden, die einen höheren UV-Schutz gewähren und ebenso scheinen Metaboliten, die Falten verursachen, gegen bestimmte Hautkrebsarten zu schützen, vor allem gegen das nicht invasive BCC (Basal Cell Carcinoma). Als Antirisikogruppe für Hautkrebs werden Berufsgruppen genannt, die ihre Arbeit hauptsächlich unter freiem Himmel ausüben und ständig starke Pigmentierung aufweisen: Dachdecker und Seeleute.

Frauen scheinen gefährdeter für extreme Faltenbildung durch UV-Licht-Belastung zu sein (L9). Verstärkend auf die Faltenbildung wirken:

- Rauchen
- Dispigmentierung
- Sonnenlicht
- Alter (je älter, desto leichter Faltenbildung durch Sonnenlicht)
- Geschlecht (Frauen haben höheres Risiko)
- Hautfarbe (Hellhäutige sind gefährdeter)

Sonnenschutzmittel reduzieren Faltenbildung und Pigmentierung und erhöhen jedoch das Krebsrisiko. Sonnenschutzmittel ermöglichen eine längere Verweilzeit unter Sonnenlichtexposition ohne dass Erythembildung auftritt. Die dadurch entstehende massivere Einwirkung von UV-A-Strahlung erhöht das Risiko der Carcinogenese.

Die heute verwendeten Sonnenschutzmitteln sind überwiegend gegen Sonnenbrand und Erythembildung konzipiert (Schutz gegen UV-B-Strahlung), nicht aber gegen Photoaging und Hautkrebs.

Welche Schäden können durch Sonnenschutzmittel mit hohem SPF neben der Erythembildung und Sonnenbrand noch vermindert werden?

DNA-Schäden (DNA Protecting Factor, DPF), deshalb kann angenommen werden, dass ein hoher SPF auch gegen Hautkrebs schützt, wenn auch die Absorption im UV-A-Strahlenbereich berücksichtigt wird

$$\text{DPF} \sim \text{SPF}$$

Lokale Immunsuppression (Immunsuppressive factor, IPF): Wenn der Schutz gegen UV-B-Strahlung die Erythembildung verhindert, kann trotzdem Immunsuppression auftreten. Immunsuppression wird überwiegend durch UV-A-Licht ausgelöst:

$$\text{IPF} < \text{SPF}$$

Sonnenschutzmittel als Schutz gegen Hautkrebs (L10):	Melanom	kein Schutz
	BCC	kein Schutz
	SCC	wenig Schutz

Ursachen für den geringen Schutz von Sonnenschutzmitteln gegen Hautkrebs sind einerseits im Verhalten der Konsumenten zu suchen. Stark verlängerte Verweilzeit in der Sonne, die durch Sonnenschutzmittel ermöglicht wird, erhöht die UVA-Gesamtexposition. Unregelmäßiger, stark schwankender Aufenthalt in der Sonne (punktuelle Urlaube, Freizeitverhalten – Wochenendausflüge, etc.) führen zu häufigem Sonnenbrand. Andererseits liegt das Hauptaugenmerk bei der Formulierung von kosmetischen Sonnenschutzmitteln immer noch auf dem Schutz vor Wellenlängenanteilen der Sonne im UV-B-Bereich, der überwiegend den Sonnenbrand verursacht. An starken und lichtstabilen UV-A-Strahlenabsorbierenden Lichtschutzstoffen besteht daher ein großer Bedarf, um die Risiken bei langer Sonnenlichtexposition zu reduzieren.

Die hier vorliegenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten haben als zentrales Thema, die Substitution von synthetischen Lichtschutzstoffen in kosmetischen Produkten durch natürliche UV-Strahlenfilter aus Naturstoffen, die in umweltschonender Kreislaufwirtschaft hergestellt werden können.

### 3 FORSCHUNGSERGEBNISSE

#### 3.1 Überblick über die durchgeführten Arbeiten

Im Rahmen des Projektes "Lichtschutz und Konservierung aus heimischen Pflanzenkulturen für naturkosmetische Erzeugnisse" wurde das antimikrobielle bzw. Lichtschutzpotential von Pflanzenextrakten untersucht und mit herkömmlichen Konservierungs- bzw. Lichtschutzmitteln *in vitro* verglichen.

Es wurden ausschließlich heimische Pflanzen(-teile) untersucht, die entweder neu zu kultivieren sind, als Rest in der landwirtschaftlichen bzw. verarbeitenden Produktion anfallen, und/oder bislang noch nicht als Rohstoff für feinstoffliche Wertschöpfungen genutzt werden.

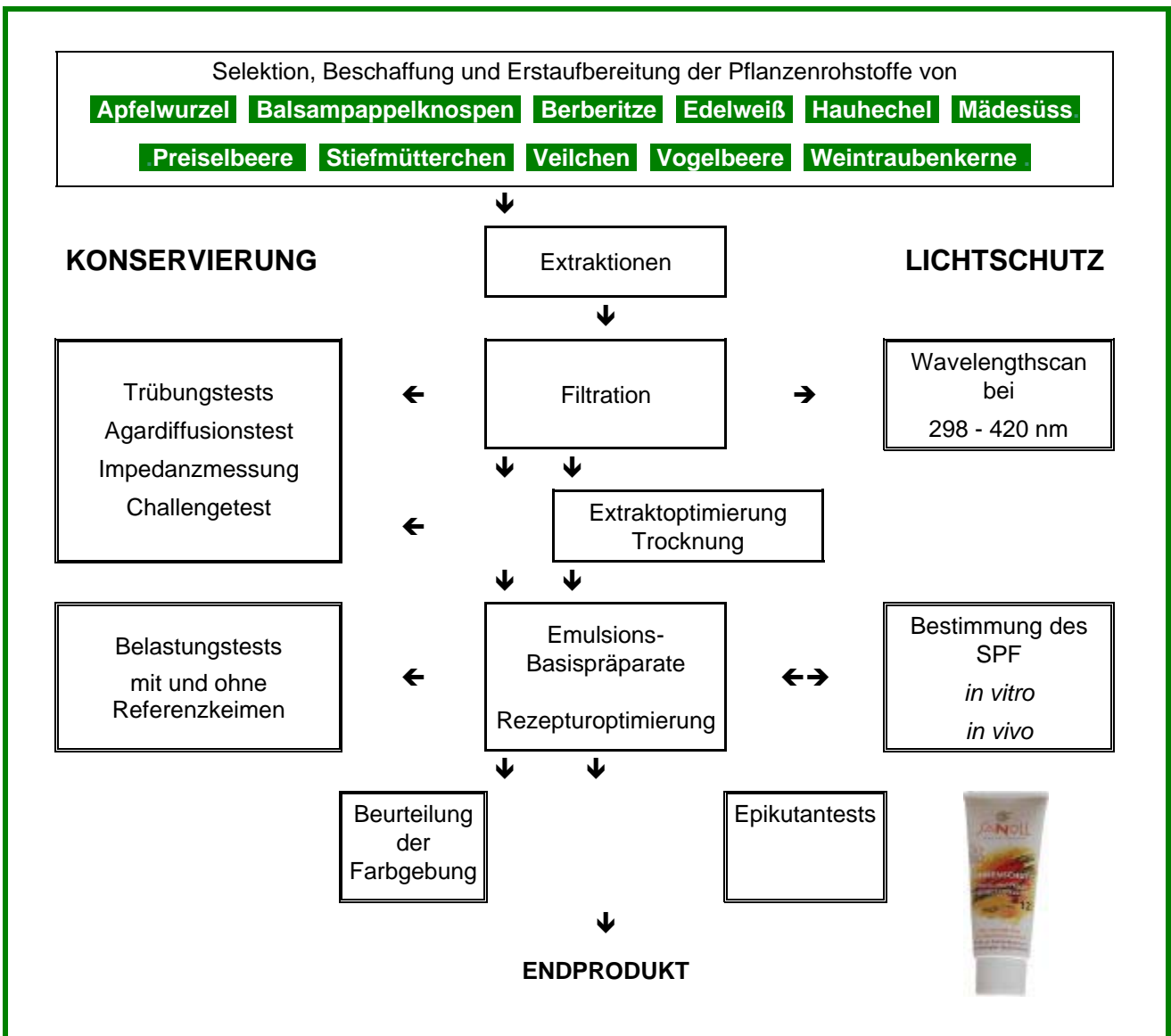


Abbildung 1 Überblick über die durchgeführten Arbeiten

Abbildung 1 zeigt im Überblick die im Zuge des Projektes erarbeiteten Bereiche zur Evaluierung von natürlichen Rohstoffen als Konservierungs- bzw. Lichtschutzkomponenten in kosmetischen Präparationen.

### 3.2 Pflanzen und Extrakte

Die Auswahl und Eingrenzung der Pflanzen erfolgten nach Innovationsgesichtspunkten, nach Inhaltsstoffen, die für den kosmetischen Einsatzbereich positive Anwendungsmöglichkeiten plausibel erscheinen lassen, nach abschätzbarem Extraktions- und Verarbeitungsaufwand, nach regionaler Verfügbarkeit im Hinblick auf künftige Inkulturnahme.

Für die Untersuchungen ausgewählt wurden: Apfelwurzel, Balsampappel, Berberitze, Hauhechel, Edelweiß, Mädesüß, Preiselbeere, Stiefmütterchen, Veilchen, Vogelbeere und Weintraube.

Nach Beschaffung und Vorbereitung der Pflanzenteile zur Extraktion wurden die Inhaltsstoffe aus den ausgewählten Pflanzen mittels Extraktionsverfahren, die nach den Grundsätzen der Sanften Chemie zur Isolierung relevanter Pflanzeninhaltsstoffe zur Verfügung stehen, herausgelöst, gereinigt und getrocknet.

Die so gewonnenen Extrakte dienen als Ausgangsbasis für die Überprüfung als Konservierungs- bzw. Lichtschutzstoff in kosmetischen Produkten.

### 3.3 Konservierungspotential

Zur Evaluierung der Pflanzenextrakte hinsichtlich ihrer potentiell antimikrobiellen Wirkung war es in der ersten Projektphase erforderlich, ein passendes System zum Screening zu etablieren.

Dazu wurde ein Vergleich folgender Methoden anhand der ethanolischen Balsampappelknospen-Extrakte als exemplarisches Beispiel für die zu untersuchenden Pflanzenextrakte einerseits und konventioneller Konservierungsmittel als Kontrolle andererseits durchgeführt:

- Agardiffusionstest
- BacTrac Impedanzmessung
- Challenge-Test nach EU-Richtlinie
- Trübungstest
- Stabilitätstest von kosmetischen Produkten ohne massive künstliche Keimbelastung
- Stabilitätstest von kosmetischen Produkten mit massiver künstlicher Keimbelastung

Methode	Probe	antimikrobielle Aktivität
Agardiffusionstest	Balsampappelknospen-Extrakte	(+)
	konventionelle Konservierungsmittel	-
BacTrac Impedanzmessung	Balsampappelknospen-Extrakte	++
	konventionelle Konservierungsmittel	+
Challenge-Test	Balsampappelknospen-Extrakte	+
	konventionelle Konservierungsmittel	++
Trübungstest	Balsampappelknospen-Extrakte	++
	konventionelle Konservierungsmittel	++
Kosmetik ohne Belastung	Balsampappelknospen-Extrakte	++
	konventionelle Konservierungsmittel	++
Kosmetik mit Belastung	Balsampappelknospen-Extrakte	-
	konventionelle Konservierungsmittel	++

- keine antimikrobielle Aktivität
- (+) geringe antimikrobielle Aktivität
- + antimikrobielle Aktivität
- ++ starke antimikrobielle Aktivität

Tabelle 1 Übersicht über die Methoden der Bestimmung des antimikrobiellen Potentials anhand eines Vergleiches der ethanolischen Balsampappelknospen-Extrakte mit konventionellen Konservierungsmitteln.

Die tabellarische Zusammenstellung der Ergebnisse der bis dato verwendeten Methoden zur Bestimmung der antimikrobiellen Aktivität anhand der ethanolischen Extrakte der Balsampappelknospen zeigt deutlich, dass auf die Auswahl der Methode besonderes Augenmerk gerichtet werden muss.

Beispielsweise scheint der Agardiffusionstest im Vergleich zur Impedanzmessung trotz zehnfacher Konzentration der eingesetzten Konservierungsmittel und hundertfachen Probenmengen kein repräsentatives Testsystem für die vorliegende Problemstellung darzustellen. Aus diesem Grund wurde von weiteren Untersuchungen mit dieser Methode abgesehen.

Die Impedanzmessung als Methode zur Bestimmung des antimikrobiellen Potentials ist - zumindest für wässrige Systeme – prinzipiell sehr gut geeignet, jedoch zu aufwendig und teuer für ein umfassendes Screening sämtlicher Pflanzenextrakte. Beim Vergleich der Extrakte aus *Populus balsamifera* mit herkömmlichen Konservierungsmitteln konnten sehr gute Ergebnisse erzielt werden: an sämtlichen getesteten Prokaryontenkulturen haben die Balsampappel-Extrakte ein ähnliches antimikrobielles Potential gezeigt wie derzeit verwendete konventionelle Konservierungsmittel. Auch gegen *Candida albicans* als Repräsentant der Eukaryonten konnte eine starke Wirkung detektiert werden.

Diese Ergebnisse bezüglich des Wirkspektrums der Balsampappel-Extrakte wurden durch den Challenge-Test bestätigt. Auch der Challenge-Test ist – ähnlich wie die Impedanzmessung - prinzipiell für wässrige Testsysteme eine adäquate Methode, jedoch äußerst aufwendig und zeitintensiv.

Aus diesen Gründen wurde der unter Kapitel 6.1 beschriebene Trübungstest mit ubiquitären Keimen für ein Screening der Pflanzenextrakte im wässrigen Medium etabliert, da er in wesentlich kürzerer Zeit und kostengünstiger als die anderen Methoden die nötige Vorinformation über ein potentiell antimikrobielles Verhalten in wässrigem Medium liefert.

Pflanze	Pflanzenteil	antimikrobielle Aktivität gegen			
		Gesamtkeimzahl	coliforme Keime	Hefen und Schimmel	
Apfel	<i>Malus domestica</i>	Wurzel	—	—	—
Balsampappel	<i>Populus balsamifera</i>	Knospen	✓	✓	✓
Berberitze	<i>Berberis vulgaris</i>	reife Beeren	✓	✓	—
		Wurzelrinde	—	—	—
Edelweiß	<i>Leontopodium alpinum</i>	Blüten	—	—	—
Hauhechel	<i>Ononis spinosa</i>	Wurzel	—	—	—
Mädesüß	<i>Filipendula ulmaria</i>	Kraut	✓	✓	—
		Blüten	✓	✓	—
		Kraut frisch	✓	✓	—
		Blüten frisch	✓	✓	—
Preiselbeere	<i>Vaccinum vitis idaea</i>	reife Beeren	✓	✓	—
Stiefmütterchen	<i>Viola tricolor</i>	Kraut	—	—	—
		Blüten	—	—	—
Veilchen	<i>Viola odorata</i>	Blätter	—	—	—
		Wurzel	—	—	—
		Blüten	—	—	—
Vogelbeere	<i>Sorbus aucuparia</i>	reife Beeren frisch	—	—	—
Weintraube	<i>Vitis vinifera</i>	Kerne	✓	✓	—
		Ölkuchen	✓	✓	—

Antimikrobielle Aktivität      ✓      ja  
    —      nein

Tabelle 2      Zusammenfassung der Ergebnisse des Trübungstests

Auch der Trübungstest bestätigte das breite Wirkspektrum der ethanolischen Balsampappel-Extrakte gegen Gram+, Gram-, Hefen und Schimmelpilze. Die weiteren Ergebnisse des Screenings sämtlicher Pflanzenextrakte sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Aus ihnen geht die Auswahl folgender vielversprechender Pflanzen für weiterführende Tests in der Kosmetik hervor:

- ➔ **Balsampappel Knospen**
- ➔ **Berberitze Beeren**
- ➔ **Mädesüß Kraut und Blüten**
- ➔ **Preiselbeere Beeren und**
- ➔ **Weintraube Kerne und deren Pressrückstand**

Unsere bisherige Erfahrung im Zuge der Arbeiten mit Keimen in kosmetischen Formulierungen hat deutlich gezeigt, dass bei der gegenständlichen Fragestellung die Matrix im Testsystem ein entscheidender Punkt ist. Sowohl das Verhalten von Mikroorganismen als auch jenes der Pflanzenextrakte in einer kosmetischen Emulsion bestehend aus einer wässrigen und einer öligen Phase ist ein weitaus komplexeres als jenes in einem rein wässrigen System.

Um nun weitere Aussagen über die Anwendbarkeit der im Screening positiv beurteilten Pflanzenextrakte zu treffen, war es erforderlich, das Testsystem an die für unsere Fragestellung relevante Matrix anzupassen.

Aus diesem Grund wurde zuerst ein Stabilitätstest von Standard-Kosmetikpräparationen ohne massive künstliche Keimbelastung in Erwägung gezogen. Die Tests haben eine Simulation der Behandlung der Kosmetik als Gebrauchsware unter Beobachtung allfälliger optischer und olfaktorischer Veränderungen, wie sie durch mikrobiellen Verderb zustande kommen, vorgesehen. Auch auf diesem Gebiet zeigten unsere Untersuchungen, dass solche Stabilitätstests ohne massive künstliche Keimbelastung nicht aussagekräftig genug für die gegenständliche Fragestellung sind und eine Beimpfung der Präparationen mit Referenzkeimen in Form eines Belastungstests die Methode der Wahl ist.

Aus diesem Grund wurde in einem sogenannten Konservierungsmittel-Belastungstest an kosmetischen Präparationen die Brauchbarkeit der Balsampappel-Extrakte als Konservierungsmittel weiterführend untersucht. Die bis dato von einem renommierten Institut in Anlehnung an das Deutsche Arzneimittelbuch untersuchten Präparate, die massiver Keimbelastung ausgesetzt waren, zeigten jedoch keine ausreichende Stabilität gegenüber dem im Test eingesetzten Keim-Mix aus einerseits starken Fäulnisregenern und andererseits virulenten Schimmelpilzen.

Ziel der weiterführenden Arbeiten war es daher, ein derartiges Testsystem mit künstlicher Keimbelastung auf Basis einer O/W-Emulsion vor Ort zu etablieren, um die im Screening positiv bewerteten Pflanzenextrakte in der für die spätere Anwendung relevanten Matrix zu testen.

Da unsere bisherige Erfahrung ganz deutlich gezeigt hat, dass die strukturellen und funktionellen Eigenschaften einer Emulsion sowohl das Verhalten der Mikroorganismen als auch jenes der Wirkkomponenten der Pflanzenextrakte ganz massiv beeinflussen, haben wir uns dafür entschieden, 3 O/W Standard-Emulsionen mit verschiedenen Fettgehalten zu testen.

Ferner haben wir unser Testsystem in der Kosmetik so gewählt, dass die drei relevanten Keimgruppen der Bakterien, Hefen und Schimmelpilze nicht in einem ‚Keim-Mix‘ als Inokulum eingesetzt wurden – so wie es beim Konservierungsmittel-Belastungstest der Fall war - sondern getrennt untersucht wurden. Der Grund dafür ist, dass unsere bisherige Erfahrung ganz klar gezeigt hat, dass es aufgrund der deutlich unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeiten zwischen Prokaryonten (Bakterien) und Eukaryonten (Hefen und Schimmelpilze) leicht zu Missinterpretationen durch Überwachungserscheinungen kommen kann. Darüberhinaus ist bei dieser Art des Versuchsaufbaues eine klarere Aussage über das Keimspektrum der antimikrobiellen Aktivität der Pflanzenextrakte erzielbar.

Die folgende Tabelle fasst die Ergebnisse dieser Belastungstests in der Kosmetik kurz zusammen:

Pflanze	Pflanzenteil und Extraktionsmedium	antimikrobielle Aktivität gegen			
		Bakterien	Hefen	Schimmel	
Balsampappel	<i>Populus balsamifera</i>	EtOH-Extrakt Knospen	✓	✓	~
Berberitze	<i>Berberis vulgaris</i>	EtOH-Extrakt reife Beeren	~	—	—
Mädesüß	<i>Filipendula ulmaria</i>	EtOH-Extrakt Blüten	✓	~	—
Preiselbeere	<i>Vaccinum vitis idaea</i>	EtOH-Extrakt reife Beeren	✓	—	—
Weintraube	<i>Vitis vinifera</i>	EtOH-Extrakt Ölkuchen	✓	✓	~
Mix aus Balsampappel Mädesüß Weintraube	<i>Populus balsamifera</i> <i>Filipendula ulmaria</i> <i>Vitis vinifera</i>	EtOH-Extrakt Knospen EtOH-Extrakt Blüten EtOH-Extrakt Ölkuchen	✓	✓	~
Mix aus Balsampappel Mädesüß Weintraube	<i>Populus balsamifera</i> <i>Filipendula ulmaria</i> <i>Vitis vinifera</i>	EtOH-Extrakt Knospen Asche Knospen EtOH-Extrakt Blüten Asche Blüten EtOH-Extrakt Ölkuchen Asche Kerne	✓	✓	~

Antimikrobielle Aktivität	✓	<b>sehr gut</b>
	~	<b>mittel</b>
	—	<b>keine Aktivität</b>

Tabelle 3 Zusammenfassung der Ergebnisse des Belastungstests in der Kosmetik

Die Ergebnisse des Belastungstests in der Kosmetik haben einerseits gezeigt, dass die Konsistenz der Matrix sehr wohl einen Einfluss auf die Wirksamkeit der Pflanzenextrakte hat (detaillierte Ergebnisse zu den unterschiedlichen Keimzahlen in den drei verschiedenen Cremes sind in Kapitel 6.5.3.2 zu finden). Dieser Faktor ist für die weiterführenden anwendungsorientierten Versuche wesentlich und untermauert die bisherigen Erfahrungen, dass eine Dosierung für die jeweilige konkrete Emulsion optimiert werden sollte.



Andererseits haben die Belastungstests ganz deutlich folgende äußerst erfreuliche Ergebnisse geliefert:

Zwei der untersuchten Pflanzen, nämlich die **Knospen der Balsampappel** und die **Kerne der Weintraube** zeigen auch in der kosmetischen Präparation eine **breite und äußerst effiziente antimikrobielle Aktivität gegen Bakterien und Hefen**. Weitere Pflanzen, nämlich die **Blüten des Mädesüß** und auch die **Beeren der Preiselbeere** sind **gegen Bakterien aktiv**.

Einzig und allein das Wachstum der **Schimmelpilze** konnte mit den im Rahmen des gegenständlich untersuchten Projektes **nicht zufriedenstellend gehemmt** werden und wird im Mittelpunkt der weiterführenden Forschung stehen.

Hier sei noch angemerkt, dass auch das Versuchsdesign und die Testparameter zur Bestimmung etwaiger antimikrobieller Aktivität von Konservierungsmitteln in Kosmetik neu überdacht werden sollte.

Bis dato werden solche Tests mangels genauer Richtlinien und Anforderungsprofile für Konservierungsmittel speziell für Kosmetik immer in Anlehnung an das Deutsche Arzneimittelbuch durchgeführt. Solche Tests sehen die Belastung der Testpräparation mit relativ hohen Keimzahlen in einigen Wiederholungen vor und werfen die Frage auf, ob diese Belastung repräsentativ für die Stimulation einer Anwendung ist. So haben beispielsweise die Konservierungsmittel-Belastungstests mit den Extrakten der Balsampappel-Knospen in Anlehnung an das Deutsche Arzneimittelbuch (6.5.2) keine ausreichende Stabilität gegenüber dem laut DAB eingesetzten Keim-Mix aus starken Fäulnisregenern und virulenten Schimmelbildnern gezeigt. Hier wurde 4 mal mit Keimzahlen von je  $10^6$  Keimen pro ml im Abstand von 14 Tagen beimpft. Im Gegensatz dazu haben unsere Versuche in den kosmetischen Präparationen (6.5.3) trotz des Einsatzes ähnlicher Keimzahlen aber in nur einmaliger Dosierung eine hervorragende Stabilität gezeigt. So war trotz der Belastung mit  $10^6 - 10^7$  Keimen pro ml für Bakterien, beziehungsweise  $10^5$  Keimen pro ml für Hefen nach einer Inkubationszeit von 6 Tagen Keimfreiheit in beiden Fällen feststellbar. Bei genauerer Betrachtung dieser Ergebnisse sind die in unseren Versuchen festgestellte Keimfreiheit bei Bakterien und Hefen, aber schlechte Wirksamkeit bei Schimmelpilzen ident mit den Ergebnissen der nach DAB durchgeführten Analysen – nach dem ersten Beimpfungszyklus. Erst nach weiteren 3 massiven Keimeinträgen wurde die Präparation als ‚instabil‘ eingestuft.

Diese Ergebnisse verdeutlichen die bereits angesprochene Problematik der Ermangelung an konkret für den Fall der Kosmetik überdachten Richtlinien und Anforderungen, die an Konservierungsmittel zu stellen sind und tragen hoffentlich zu einer konstruktiven Diskussion dieser Fragestellung bei.

### 3.4 Lichtschutzpotential

In einer ersten Auswahl wurden die Extrakte von 11 Pflanzen bzw. -teilen untersucht und die Eignung der Extrakte als UV-Lichtfilter in kosmetischen Sonnenschutzpräparaten überprüft.

Ein Screeningverfahren soll die als Rohstoffe für Sonnenschutzmittel geeigneten Pflanzenmaterialien definieren. Dabei werden jeweils Extrakte mit Ethanol und/oder Wasser hergestellt und die Filtrate qualitativ und quantitativ auf ihre absorptiven Eigenschaften überprüft. Anschließend werden die Trockenextrakte in eine Emulsion eingearbeitet und der Lichtschutzfaktor (SPF) in einer Schnellmethode bestimmt.

Der SPF wurde *in vitro* bestimmt und ist als Annäherung zu betrachten. Starke Schwankungen, die durch Emulgatoren und andere Inhaltsstoffe in der Kosmetik verursacht werden sind nach *in vivo*-Bestimmungen zu erwarten.

Der Sonnenschutzfaktor (SPF) gibt das Vielfache der möglichen Verweilzeit im Sonnenlicht mit aufgetragenen Sonnenschutzmitteln im Vergleich zur ungeschützten Haut an, ohne dass Erythembildungen auftreten. Dieser Faktor, der die Effektivität eines Sonnenschutzmittels charakterisiert, ist abhängig von der Gesamtheit aller Bestandteile und deren Wechselwirkung zueinander. Die Konzentration der Lichtschutzstoffe in kommerziell erhältlichen kosmetischen Präparationen reicht von 2 % bis 35 % (w/w). Der SPF kann vom Hersteller der Lichtschutzstoffe und Pigmente nicht vorausgesagt werden, sondern muss für jede neue Rezeptur neuerlich bestimmt werden (*in vivo*). Deshalb sind auch im Rahmen dieses Projektes hohe Abweichungen im SPF zu finden, wenn beispielsweise Balsampappelknospen-Extrakt in verschiedenen Emulsionen homogen verteilt wird, und der SPF *in vivo* und *in vitro* bestimmt wird. Der SPF ist auch bei Verwendung von Naturstoffen für die jeweilige Rezeptur von Kosmetik nach Naturkosmetikkriterien zu optimieren und neu zu bestimmen.

Die Abweichung des SPF ergibt sich aus der Zusammensetzung der Emulsion und der Wechselwirkung der Bestandteile. Auf die gleiche Weise ist auch die Farbausprägung der Kosmetik nicht nur von einer Komponente abhängig, sondern ergibt sich aus der Gesamtheit aller Bestandteile. Durch Variation von verschiedenen Bestandteilen kann die Farbe und Farbstabilität der Emulsion beeinflusst werden. Besonders der Emulgator übt großen Einfluss auf die Farbe aus. Die Optimierung der Farbe in Richtung Kundenakzeptanz (hell, beige bis gelb) ist ebenfalls Bestandteil der nachfolgenden Projektarbeiten.

Da die Matrix der kosmetischen Präparation die absorptiven Eigenschaften der Inhaltsstoffe wesentlich zu beeinflussen scheint, ist ein Vergleich der wichtigsten Bestandteile angebracht. Den stärksten SPF erreichen wir mit einer Standardemulsion die neben etwa 65 % Wasseranteil folgende Hauptbestandteile enthält:

Cutina KD 16 (Mono-/Diglyceride gesättigter Fettsäuren)

Myritol 331 (Capryl-/Caprinsäure-Triglyceride)

Jojobaöl 5 %,

Avocadoöl 3 %,

Cetiol SB 45 (Sheabutter) 2 %

Da Pflanzenextrakte mit Ethanol sowohl wasserlösliche wie auch öllösliche Bestandteile enthalten können, ist die homogene nachträgliche Einarbeitung in eine bereits erstellte Emulsion oft problematisch. Der sehr unterschiedliche SPF vor allem bei Präparationen mit Balsampappelextrakt mag auch teilweise auf die unterschiedliche Verteilung des Extraktes zurückzuführen sein. Die besten Ergebnisse konnten erzielt werden, wenn die Extrakte in der Wasserphase aufgeheizt wurden. Das Balsampappelharz wird zuerst im Wasserbad leicht erwärmt um flüssiger zu werden und dann in die Wasserphase überführt. Das Vorratsgefäß kann rückgewogen werden, um die Gewichtsbestimmung als Prozessschritt zu vereinfachen. Der Extrakt schwimmt zwar teilweise auf, wird aber, nachdem das Harz aufgeschmolzen ist, durch den Homogenisator gut vermischt.

Gleiches gilt auch für die Farbgebung, die sich, wie bereits diskutiert, je Rezeptur unterschiedlich entwickeln kann.

Das *in vitro*-Screening der Extrakte im Vergleich mit synthetischen Lichtschutzstoffen (7.2) zeigt unter Berücksichtigung des verwendeten Lösungsmittels und des Löslichkeitsproduktes der untersuchten Substanzen sehr gute bis hervorragende absorptive Eigenschaften der kommerziellen Lichtschutzstoffe. Einem Vergleich mit Extrakten von Pflanzenrohstoffen und Harzen, die als Lichtschutzstoff zum Gegenstand des Projektes ausgewählt wurden, können standhalten:

➔	<b>Apfelwurzel</b> (96%Ethanol)	UV-B
➔	<b>Balsampappel</b> (96 % Ethanol)	UV-B und UV-A
➔	<b>Mädesüß Blüten</b> (38 % Ethanol)	UV-B und UV-A
➔	Veilchen Blüten (96 % Ethanol)	UV-B und UV-A

Die Extrakte aus Glycerin und Jojobaöl zeigten zwar durchaus hohe Absorption im relevanten Wellenlängenbereich (Apfelwurzel, Balsampappel; Tabelle 23), jedoch ist der *in vivo* gemessene SPF in den vorliegenden Emulsionen zu niedrig, um diese Extrakte einer weiteren Untersuchung zu unterziehen. Der alkoholische Extrakt von Veilchenblüten zeigte *in vitro* ähnliche Wirkung wie Mädesüß, die *in vivo*-gemessenen Werte zeigten allerdings einen deutlich geringeren SPF (Tabelle 25).

Durch folgende weiterführende Tätigkeiten konnten schließlich eine entsprechende Rezepturempfehlung für Sonnenschutzmittel nach Kriterien der Naturkosmetik erzielt werden:

- Optimierung von SPF und Farbe mittels bereits evaluierter Rohstoffe
- Vervollständigung der Datenermittlung
- Beschaffung der für eine Sicherheitsbewertung erforderlichen Daten (Vor allem ein Epikutantest für die neuen Rohstoffe, die noch nicht durch die Kosmetikverordnung behandelt werden, sowie ein Epikutantest der Endformulierung.
- Neukalibrierung der *in vitro* SPF Bestimmung mittels Emulsionen, für die *in vivo* Bestimmung vorliegen.

Success-Stories der Nachhaltigkeit werden quer zu den Technologiefeldern geschrieben. Realitätsnahe Innovationen - auch soziale und strukturelle Innovationen - passieren - wenn überhaupt in und mit der Wirtschaft. Es ist für daher besonders erfreulich, dass wir mit Naturkosmetikerstellern im In- und Ausland bereits sehr gute wissenschaftliche und auch freundschaftliche Kontakte knüpfen konnten. Ein wichtiges Ergebnis dieser konkreten Zusammenarbeit ist z.B. die Entwicklung einer neuen Produktlinie zum Sonnenschutz mit der Firma Sanoll nach den Codex Richtlinien für Naturkosmetik.



Die Serie auf der Basis natürlicher Öle und dem Bindemittel Xanthan als Emulgatur, mit kbA-Karottensaft und einer optimierten Mischung aus pflanzlichen und mineralischen UV-Schutzkomponenten konnte im Rahmen dieser Projektarbeit entwickelt, überprüft und validiert werden. Näheres dazu im Kapitel 9 „Die Entwicklung des Endproduktes“.

Selbstverständlich ist das bisher Erreichte nur ein erster Schritt, ein kleiner Meilenstein auf dem langen Weg zur „solar civilization“.

Die Pflanzenextrakte aus **Mädesüßblüten**, **Balsampappelknospen** und **Apfelwurzel** sind **geeignet**, die **synthetischen Lichtschutzstoffe** in der vorliegenden Formulierung **zu ersetzen**. Titandioxid ist zur Abrundung des SPF dzt. noch zugesetzt, soll jedoch nach weiteren Forschungsarbeiten ebenfalls substituiert werden.

Die erarbeiteten **Endprodukt-Rezepturen** wurden aufgrund der Ergebnisse aus **Epikutantests** hinsichtlich ihrer eventuell hautreizenden Wirkung als **unbedenklich** eingestuft.

Durch Vergleiche mit handelsüblichen Sonnenschutzmitteln wurde bestätigt, das auch hier die Methode der Bestimmung des Sun Protection Factors dringend überarbeitet werden muss, da die auf der Verpackung angegebenen Lichtschutzfaktoren häufig nicht der Realität entsprechen.

## 4 PFLANZENMATERIAL ZUR UNTERSUCHUNG

### 4.1 Selektion der Pflanzen

Es ist nicht nur der Gehalt an geeigneten Inhaltsstoffen (konservierend und/oder lichtabsorbierend) gewünschtes Auswahlkriterium. Es sollen ausschließlich heimische Pflanzen(-teile) untersucht werden, die entweder neu zu kultivieren sind, als Rest in der landwirtschaftlichen bzw. verarbeitenden Produktion anfallen, und/oder bislang noch nicht als Rohstoff für feinstoffliche Wertschöpfungen genutzt werden.

Das Projekt ist vorrangig auf Schutz- und Stabilitätskomponenten ausgerichtet, die zu Realisierung der zu verwendenden Basisprodukte eingesetzt werden können. Das Projekt ist nicht für die ausdrückliche Suche nach speziellen arzneiähnlichen Wirkstoffen konzipiert. Allerdings sollen die in den Schutz- und Stabilitätskomponenten enthaltenen und für dermatologische Zwecke geeigneten Wirkstoffe erhalten bleiben und genutzt werden. Dieses Nutzungsprinzip verlangt die Optimierung der Gewinnungsmethoden zur Schonung und Erhaltung der Substanzqualität. In den allermeisten Fällen handelt es sich um Pflanzensubstanzen, deren Wirkstoffe (nicht aber deren Schutz- und Stabilisierungseignung für kosmetische Präparationen) mit oft jahrhundertelangen Anwendungserfahrungen beschrieben und auch in medizinischen Verordnungen erfasst sind.

Kriterien für Auswahl und Eingrenzung der zu untersuchenden Pflanzen

- Innovationsgesichtspunkte (neue Wertschöpfungen)
- Inhaltsstoffe der Pflanze, die für den kosmetischen Einsatzbereich positive Anwendungsmöglichkeiten plausibel erscheinen lassen
- mehrere Substanzen mit gewünschten Eigenschaften in einer Pflanze
  - nach abschätzbarem Extraktions- und Verarbeitungsaufwand
  - Unbedenklichkeit (toxikologisch)
  - Leicht verfügbar (heimische, Provenienz) bzw. in Österreich kultivierbar

Pflanzenkonzentrate, die Stoffe enthalten, die bei bestimmungsgemäßem oder vorauszusehendem Gebrauch bedenklich sind, werden nicht verwendet. Hierbei werden die entsprechenden Verbotslisten der Kosmetikverordnungen beachtet.

Für die sogenannten "neuen" Wirkstoffe, wie z.B. die spezielle Verwendung von Pflanzenpigmenten als Sonnenschutzkomponente sind, abgesehen von der im eigenen Labor geplanten *in vitro*-Untersuchung, die *in vivo* Prüfung an anerkannten Prüfinstituten vorgesehen.

## 4.2 Rohstoffbeschaffung

Die für die Screening- und Entwicklungsarbeit erforderlichen Pflanzenrohstoffe (Mengen im Labormaßstab) wurden vorzugsweise aus heimischem kontrolliert biologischem Anbau beziehungsweise aus Wildsammlung beschafft. Alle ausgewählten pflanzlichen Rohstoffe konnten für die ersten Selektionsschritte in ausreichenden Mengen beschafft werden. Folgende Tabelle zeigt die Gesamtauswahl der Pflanzen bzw. deren Teile und deren Herkunft.

Pflanze		Pflanzenteil	Herkunft	
Apfel	<i>Malus domestica</i>	Wurzel	Puchberg / NÖ Weiz / Stmk	Kultur
		Wurzelrinde	Weiz / Stmk	Kultur
		Wurzelkernholz	Weiz / Stmk	Kultur
		Kerne	Stainz / Stmk Brixen / Südtirol	Kultur Kultur
Balsampappel	<i>Populus balsamifera</i>	Knospen	Hainburg / NÖ Lungau / Sbg	Wildsammlung Wildsammlung
Berberitze	<i>Berberis vulgaris</i>	reife Beeren	GALKE, BRD	Wildsammlung
Edelweiß	<i>Leontopodium alpinum</i>	Blüten	Planta-Garten /Wien	Kultur
		Wurzel	Planta-Garten /Wien	Kultur
Hauhechel	<i>Ononis spinosa</i>	Wurzel	ACM, Wien Kottas, Wien	Wildsammlung
Mädesüß	<i>Filipendula ulmaria</i>	Kraut	GALKE, BRD	Wildsammlung
		Blüten	GALKE, BRD	Wildsammlung
		Kraut Frischmaterial	St.Stefan / Stmk.	Wildsammlung
		Blüten Frischmaterial	St.Stefan / Stmk.	Wildsammlung
Preiselbeere	<i>Vaccinium vitis idaea</i>	Blätter	Lungau / Sbg.	Wildsammlung
		Blätter Frischmaterial	Lungau / Sbg.	Wildsammlung
		grüne(unreife) Beeren	Silian / Osttirol	Wildsammlung
		rote (reife) Beeren	Silian / Osttirol	Wildsammlung
Stiefmütterchen	<i>Viola tricolor</i>	Kraut	GALKE, BRD	Kultur
		Blüten	GALKE, BRD	Wildsammlung
Veilchen	<i>Viola odorata</i>	Blätter	GALKE, BRD	Wildsammlung
		Wurzel	GALKE, BRD	Wildsammlung
		Blüten	ACM, Wien	Wildsammlung
Vogelbeere	<i>Sorbus aucuparia</i>	reife Beeren	Rannersdorf /NÖ	Kultur
Weintraube	<i>Vitis vinifera</i> „Blaue Wildbacher“	Kerne	LWFS Stainz/Stmk.	Kultur
		Kern-Pressrückstand (Ölkuchen)	LWFS Stainz/Stmk.	Kultur

Tabelle 4 Die ausgewählten Pflanzen und deren Herkunft

### 4.3 Trocknung und Lagerung des Pflanzenmaterials

Frischpflanzen wurden - falls nicht explizit angegeben - ohne thermische Belastung bei Raumtemperatur vorgetrocknet.

Die Aufbewahrung des frischen Pflanzenmaterials erfolgt in luftdurchlässigen Behältnissen, um eine Trocknung zu erlauben bzw. um Schimmelbildung vorzubeugen.

Die Apfelwurzeln wurde vor der Trocknung zerkleinert, alle anderen Frischpflanzenproben wurden erst nach der Trocknung zerkleinert, um enzymatische Reaktionen so weit wie möglich zu verhindern.

Zur Bestimmung des Trocknungsverlustes wurde das Pflanzenfrischmaterial bei Raumtemperatur bis zur annähernden Gewichtskonstanz getrocknet und der Masseverlust in Abhängigkeit der Zeit erfaßt.

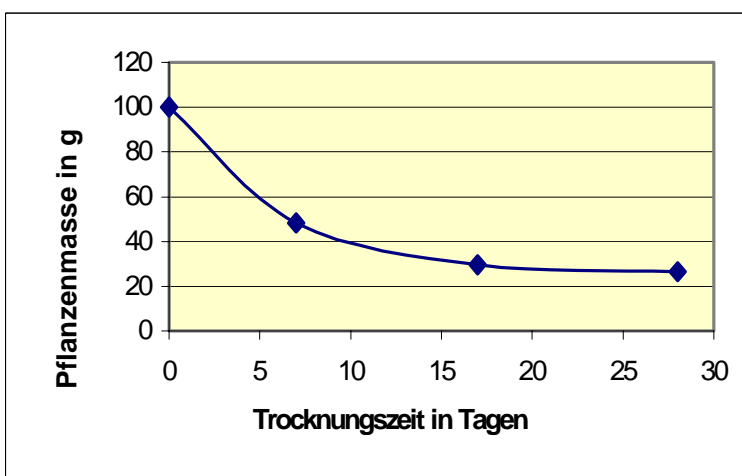


Abbildung 2 Masseverlust von Madesüß Blüten durch Trocknung bei Raumtemperatur

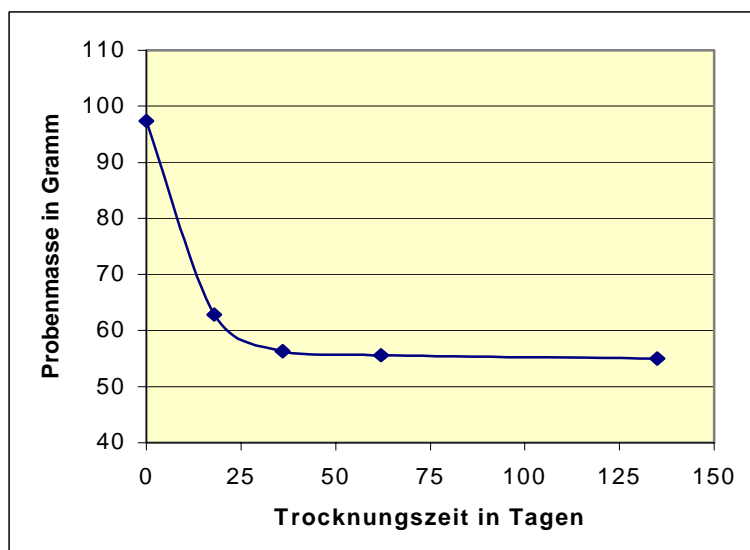


Abbildung 3 Masseverlust von Balsampappel Knospen durch Trocknung bei Raumtemperatur.

Abbildung 3 zeigt exemplarisch den Trocknungsverlauf von Balsampappel-Knospen bei Raumtemperatur. Die Knospen von *Populus balsamifera* wurden bei Raumtemperatur auf Papier ausgebreitet getrocknet, da thermische Belastung zum Schmelzen und Abrinnen des Harzes führt. Nach etwa 3 Wochen beträgt der Masseverlust 90 % vom Gesamtmasseverlust. Die Einarbeitung der Balsampappelextrakte in Basispräparationen scheint nach ersten Untersuchungen betreffend der Homogenität und des Texturverhaltens technisch umso leichter zu sein, je weniger Wassergehalt die Knospen vor der Extraktion mit Ethanol 96% enthalten. Deshalb wird ein Trocknungsverlauf über zumindest 3 Wochen vorgeschlagen.

Die bei Raumtemperatur vorgetrockneten Pflanzenrohstoffe wurden einem standardisierten Trocknungsprozess unterzogen, um vergleichbare Ausgangssituationen herzustellen. Die Trocknung wurde im Trockenschrank bei 55° - 60°C über 48 Stunden durchgeführt.

Die Pflanzen wurden nach der Trocknung zerkleinert, wenn möglich mit dem Mörser.

Die getrockneten Pflanzen wurden unter Luft- und Lichtausschluss in Kunststoff- bzw Glasbehältnissen bei Raumtemperatur gelagert.

Für die anschließenden Extraktionen wurden sowohl frische als auch getrocknete Pflanzenteile verwendet.

## 5 BEREITUNG DER PFLANZENEXTRAKTE

Nach den Grundsätzen der Sanften Chemie stehen zur Isolierung der relevanten Pflanzeninhaltsstoffe folgende physikalische Methoden zur Verfügung:

- Pressung
- Perkolation
- Wasser(dampf)-Extraktion und -Destillation
- CO<sub>2</sub>-Extraktion mit oder ohne Solvent
- Extraktion mit Lösemitteln aus nachwachsenden Rohstoffen (Alkohol, Citruschalenöl)
- Ölsätze: Mazeration mit ausschließlich pflanzlichen kbA-Ölen
- Glycerinauszug
- enzymatische Umsetzung mit ausschließlich natürlich vorkommenden Enzymen (Vergärung, Fermentation)
- Veraschung im Sinne der Spagyrik

Ferner sind zur Anreicherung und Aufarbeitung folgende Methoden erlaubt:

- Filtration
- Zentrifugation
- Adsorption
- Chromatographische Methoden
- Destillation
- Wasserdampfdestillation
- Trocknung

Generell muss die zur Gewinnung adäquate Methode für jede der gewünschten pflanzlichen Substanz im Hinblick auf ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften einerseits und das Anforderungsprofil der Hauptanwendung andererseits adaptiert werden.

Zur optimalen Nutzung des Pflanzenpotentials und um Potenzierungen und ganzheitliche Wirkungen zu erzielen, ist es jedoch notwendig, mehrere der oben genannten Methoden entweder isoliert beziehungsweise in Kombination anzuwenden und die Ergebnisse zu testen.



## 5.1 Standard-Pflanzenextrakte

Im Zuge der Bereitung der Pflanzenextrakte für erste Screening-Versuche hinsichtlich der antimikrobiellen Aktivität wurden folgende Extraktionssysteme ausgewählt, welche sowohl hydrophile, hydrophobe als auch leicht flüchtige Pflanzeninhaltsstoffe erfassen:

- Extraktion mit Ethanol / Wasser - Gemischen
- Extraktion mit Glycerin / Wasser - Gemischen
- Extraktion mit Öl / Macerat
- Wasserdampfdestillation
- Veraschung im Sinne der Spagyrik

Die allgemeinen Extraktionsbedingungen (Extraktionsdauer, pH, Temperatur und die Lichtverhältnisse während der Extraktion) wurden für die ersten Versuche folgendermaßen gewählt:

- Extraktionsdauer: etwa 72h
- pH des nativen Extraktionsmediums
- Raumtemperatur
- Lichtverhältnisse des Labors

Zusammensetzung der Extraktionsmedien:

- Extraktion mit Ethanol / Wasser - Gemischen: → 38.4 % EtOH
- 96.0 % EtOH

Aufarbeitung der Extrakte:

1. Filtration über ein Faltenfilter
2. Vakuumdestillation im Rotavapor zur Einengung bis zur Trockene, Trocknung 20min bei etwa 20 Torr und 55°C

→ **Urextrakt**

→ **Trockenextrakt, Harz**  
kristallin oder amorph

- Extraktion mit Glycerin / Wasser - Gemischen: → 80 % Glycerin

Aufarbeitung der Auszüge:

1. Abtrennung des Pflanzenmaterials durch Abpressen
2. Filtration über ein Faltenfilter

→ **Glycerinauszug**

→ Extraktion mit Öl / Macerat:

→ 100 % Jojobaöl

→ 100 % Olivenöl extra virgin

Aufarbeitung der Auszüge:

1. Abtrennung des Pflanzenmaterials durch Abpressen

2. Filtration über ein Faltenfilter

→ **Jojobaöl-Extrakt**→ **Olivenöl-Extrakt**→ Wasserdampfdestillation:→ **Ätherisches Öl**→ **Hydrolat**→ Veraschung im Sinne der Spagyrik:→ **Asche**

In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Standard-Extrakte soll natürlich ausgehend von den oben beschriebenen Extraktionsbedingungen eine dynamische Optimierung der Randbedingungen erfolgen.

Beispielsweise erfolgten die Extraktionen der Pflanzenproben grundsätzlich bei Raumtemperatur, da Heißextraktionen zu starker Farbgebung der Extrakte führt. Bei späterer technischer Umsetzung des Projektes, Produktion und Upscale, muss die Temperaturführung der Extraktion optimiert werden.

Die Filtration der Extrakte mit Schwarzband (schnell) Filter führt zu der erforderlichen Qualität der Extrakte, um sie homogen in die Emulsion einarbeiten zu können.

Die Darstellung der Pflanzenextrakte als trockenes Pulver ist nicht in allen Fällen möglich. Besonders harzartige Extrakte wie Balsampappelknospen können lediglich bis zur zähflüssigen Konsistenz getrocknet werden, die dann als solche gelagert wird. Die Extrakte aus Hauhechelwurzel und Apfelwurzel sind stark hygroskopisch und verklumpen ohne die Zugabe von Trocknungspatronen mit Silikagel.

Folgende Tabelle zeigt, welche Extrakte aus den ausgewählten Pflanzen bzw. deren Teilen bereitet wurden und für welchen Bereich Untersuchungen durchgeführt wurden.

Pflanze		Pflanzenteil	EtOH-Extrakte		Öl-Extrakte		Glycerin-Auszug	Wasserdampf-Destillation		Asche
			38.4%	96.0%	Olivenöl	Jajoba		Öl	Hydro-lat	
Apfel	<i>Malus domestica</i>	Wurzel	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
		Wurzelrinde	✓	✓	—	—	✓	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—
		Wurzelkernholz	✓	✓	—	—	✓	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—
Kerne	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—		
	—	—	—	—	—	—	—	—		
Balsampappel	<i>Populus balsamifera</i>	Knospen	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	✓
Berberitze	<i>Berberis vulgaris</i>	reife Beeren	—	—	—	—	—	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
		Wurzelrinde	—	—	—	—	—	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Edelweiß	<i>Leontopodium alpinum</i>	Blüten	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—
			✓	✓	—	—	—	—	—	—
Hauhechel	<i>Ononis spinosa</i>	Wurzel	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Mädesüß	<i>Filipendula ulmaria</i>	Kraut	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
		Blüten	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		Kraut Frischmaterial	—	—	—	—	—	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Blüten Frischmaterial	—	—	—	—	—	—	—	—		
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—		

→ Fortsetzung

Pflanze	Pflanzenteil	EtOH-Extrakte		Öl-Extrakte		Glycerin-Auszug	Wasserdampf-Destillation		Asche		
		38.4%	96.0%	Olivenöl	Jojoba	80%	Öl	Hydro-lat			
Preiselbeere	<i>Vaccinium vitis idaea</i>	Blätter	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—	—	
		Blätter Frischmaterial	✓	✓	—	—	—	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—
		unreife Beeren	✓	✓	—	—	✓	—	—	—	—
			—	—	—	—	—	—	—	—	—
reife Beeren	✓	✓	—	—	✓	—	—	—	—		
	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	—		
Stiefmütterchen	<i>Viola tricolor</i>	Kraut	—	—	—	—	—	—	—	—	
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	
		Blüten	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—
Veilchen	<i>Viola odorata</i>	Blätter	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—	
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	
		Wurzel	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—	
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	
		Blüten	✓	✓	—	✓	✓	—	—	—	—
			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—	—
Vogelbeere	<i>Sorbus aucuparia</i>	reife Beeren	—	—	—	—	—	—	—	—	
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—	
Weintraube	<i>Vitis vinifera</i>	Kerne	—	—	—	—	—	—	—	—	
			✓	✓	✓	✓	✓	—	—	✓	
		Ölkuchen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			✓	✓	—	—	—	—	—	—	—

Tabelle 5 Übersicht der Standard-Extrakte zur Untersuchung

Test Lichtschutzpotential

Test Konservierungspotential



bereits getestet



nicht zu testen

## 5.2 Zusätzliche Pflanzenextrakte zur Untersuchung des antimikrobiellen Potentials

Zusätzlich zu den Standard-Extrakten wurden im Falle der Balsampappelknospen noch folgende ethanolische Extrakte zum Vergleich der diversen Methoden verwendet:

- Extrakt BP 001            37.5 g Knospen extrahiert mit 100 ml 85.0% EtOH
- Extrakt BP 003            37.5 g Knospen extrahiert mit 100 ml 96.0% EtOH
- Extrakt BP 004            47.0 g Knospen extrahiert mit 100 ml 86.0% EtOH

Aufarbeitung der Extrakte:

1. Erwärmen auf 60°C

Filtration über ein Faltenfilter

→ **Urextrakt**

2. Vakuumdestillation im Rotavapor zur

Anreicherung bis zur Trockene,

Trocknung 20 min bei etwa 20 Torr und 55°C

→ **amorphes Harz**

- Extrakt BP 005            10.0 g eingeeengte Extraktprobe PB 004 + 90 ml 96.0% EtOH

Auch die Veraschung im Sinne der Spagyrik wird nur bei jenen Pflanzen durchgeführt, die im Screening positive Eigenschaften hinsichtlich ihrer antimikrobiellen Aktivität gezeigt haben. Eine alleinige Wirkung der Asche ist nicht zu erwarten, sie kann jedoch im Sinne einer ganzheitlichen Wirkung und zur optimalen Nutzung des Pflanzenmaterials durchaus Potential in sich bergen.

## 5.3 Zusätzliche Pflanzenextrakte zur Untersuchung des Lichtschutzpotentials

### 5.3.1 Flüssigextrakte für qualitative spektroskopische Voruntersuchungen

Zur spektroskopischen Voruntersuchung (in 7.1) wurden die getrockneten Pflanzenteile mit den Standard-Extraktionsmitteln Ethanol (96,0% und 38,4% Ethanol), Glycerin 80% und Jojobaöl extrahiert (siehe dazu auch 5.1).

In Abwandlung der Standardparameter wurden dazu 5,0 g Pflanzenmaterial im 250 ml Becherglas eingewogen und mit 100 ml Extraktionsmittel etwa 48 Stunden unter Rühren bei Raumtemperatur extrahiert. Anschließend wurden die Extrakte über ein Faltenfilter (schnell, Schwarzband) filtriert und das Filtrat bis zur Weiterverarbeitung unter +5°C gelagert.

- Einwaage getrocknetes Pflanzenmaterial: 5,0 g
- Extraktionsmittelmenge: 100 ml
- Extraktionsdauer: etwa 48 h

Aufarbeitung der Extrakte:

Filtration über ein Faltenfilter

- Urextrakt 96,0%EtOH
- Urextrakt 38,4%EtOH
- Glycerinauszug
- Jojobaöl-Extrakt

### 5.3.2 Extrakte für quantitative spektroskopische Untersuchungen

Um einen entsprechenden Vergleich der Pflanzenausgangsmaterialien (in 7.3) zu ermöglichen, wurden Extrakte in folgender Weise hergestellt: Die getrockneten Pflanzenteile wurden in Bechergläsern auf 0,1 g genau eingewogen. Um ein geeignetes Verhältnis Pflanzeneinwaage zu Lösungsmittel einzustellen, wurden 33 g Pflanzenteile mit 100 ml Lösungsmittel (Ethanol 96,0%, Ethanol 38,4%, Glycerin 80% und Jojobaöl) extrahiert. Die Extraktion fand bei Raumtemperatur unter mehrmaligem Rühren für eine Dauer von 48 Stunden statt. Die Extrakte wurden anschließend filtriert.

- Einwaage getrocknetes Pflanzenmaterial: 33,0 g
- Extraktionsmittelmenge: 100 ml
- Extraktionsdauer: etwa 48 h

Aufarbeitung der Extrakte:

Filtration über ein Faltenfilter

- Urextrakt 96,0%EtOH
- Urextrakt 38,4%EtOH
- Glycerinauszug
- Jojobaöl-Extrakt

### 5.3.3 Extrakte zur Einarbeitung in Basisemulsionen

Zur Darstellung größerer Mengen an Extrakten wurden von den getrockneten Pflanzenteilen etwa 2000 g mit dem entsprechenden Lösungsmittel extrahiert.

Dazu wurde das Pflanzenmaterial etwa 24 Stunden unter Rühren extrahiert (Raumtemperatur). Anschließend wurden die Extrakte über ein Faltenfilter (schnell, Schwarzband) filtriert.

Folgende Untersuchungen wurden an den Extrakten durchgeführt:

- Bewertung des Farbgebungseinflusses der Extrakte auf die Emulsionen
- *in vitro* Bestimmung der UV-Absorption und Abschätzung des SPF
- *in vivo* Bestimmung des SPF von Basisemulsionen mit 5 % Trockenextrakt (w/w) bzw. 10% Glycerin- bzw. Jojobaextrakt (w/w)

#### Trockenextrakte

→ Extraktionsdauer: etwa 24 h

→ Einwaage getrocknetes Pflanzenmaterial: 2000 g

→ Extraktion mit Ethanol / Wasser - Gemischen: → 38.4 % EtOH  
→ 96.0 % EtOH

Aufarbeitung der Extrakte:

1. Filtration über ein Faltenfilter

→ Urextrakt

2. Vakuumdestillation im Rotavapor zur

Anreicherung bis zur Trockene,

Trocknung 20min bei etwa 35 Torr und 55°C

→ **Trockenextrakt, Harz**  
**kristallin oder amorph**

Die erhaltenen kristallinen bis amorphen Trockenextrakte wurde bei Raumtemperatur bis zur Weiterverarbeitung trocken und unter Lichtausschluss gelagert. Die Trockenmasse der Extrakte wurde abgewogen, um die Ausbeute definieren und die Kosten abschätzen zu können.

Anschließend wurden die Trockenextrakte mit einer Spatel aus dem Rundkolben entnommen und in Kunststoffgefäßen zur Weiterverarbeitung kühl und trocken gelagert. Um Verklumpungen beziehungsweise Feuchtigkeitsansammlung durch hygroskopische Extrakte zu vermeiden, wurden Trocknungspatronen mit Silikagel beigegeben.

#### Glycerinauszug

→ Extraktionsdauer: etwa 24 h

→ Einwaage getrocknetes Pflanzenmaterial: 2000 g

Aufarbeitung der Extrakte:

Filtration über ein Faltenfilter

→ **Glycerinauszug**

#### Jojobaöl-Extrakt

→ Extraktionsdauer: etwa 24 h

→ Einwaage getrocknetes Pflanzenmaterial: 2000 g

Aufarbeitung der Extrakte:

Filtration über ein Faltenfilter

→ **Jojobaöl-Extrakt**

Die Extrakte aus Glycerin und Jojobaöl werden flüssig bei Raumtemperatur gelagert.

## 5.4 Extraktausbeuten

Die Ausbeuten der Extraktion mit Ethanol / Wasser - Gemischen als auch der Veraschung beziehen sich auf die Einwaage an Pflanzenmaterial und sind in Massen% (%<sup>w/w</sup>) angegeben. Bei den Glycerin-Auszügen und Ölextrakten ist sowohl die eingesetzte Pflanzenmenge bezogen auf das Extraktionsmedium als auch die Menge an Extrakt angegeben.

### 5.4.1 Extraktausbeuten mit EtOH / Wasser - Gemischen

Pflanzenmaterial	Extraktionsmedium	Urextrakt		Trockenextrakt	
			Farbe	Konsistenz	Ausbeute
Apfel Wurzel	EtOH / Wasser	96.0%	rot-braun	kristallin, pulvrig	2.5%
		38.4%	gelb-braun	amorph, Harz	2.8%
Balsampappel Knospen	EtOH / Wasser	96.0%	gelb-braun	amorph, Harz	16,5%
		78.0%	gelb-braun	amorph, Harz	18,0%
		38.4%	gelb-braun	amorph, Harz	1.9%
Berberitze Beeren	EtOH / Wasser	96.0%	rot	amorph, Harz	15.1%
		38.4%	rötlich	amorph, Harz	17.5%
Berberitze Wurzelrinde	EtOH / Wasser	96.0%	intensiv gelb	amorph, Harz	3.0%
		38.4%	orange-braun	kristallin, pulvrig	6.1%
Edelweiß Blüten	EtOH / Wasser	57.6%	rot-braun	amorph, Harz	n.d.
Hauhechel Wurzel	EtOH / Wasser	96.0%	rot-braun	amorph, Harz	2.2%
		38.4%	rot-braun	amorph, Harz	3.9%
Mädesüß Kraut	EtOH / Wasser	96.0%	grün	amorph, Harz	2.5%
		76.8%	rötlich	amorph, Harz	6.3%
		57.6%	rötlich	amorph, Harz	7.0%
		38.4%	rot-braun	amorph, Harz	4.5%
		19.2%	bräunlich	amorph, Harz	5.6%
		0.0%	braun	amorph, Harz	3.9%
Mädesüß Blüten	EtOH / Wasser	96.0%	grün	amorph, Harz	4.7%
		76.8%	braun-grün	amorph, Harz	17.3%
		57.6%	braun	amorph, Harz	18.9%
		38.4%	bräunlich	amorph, Harz	19.8%
		19.2%	bräunlich	amorph, Harz	10.8%
		0.0%	rötlich	amorph, Harz	10.4%

→



Fortsetzung

Pflanzenmaterial	Extraktionsmedium	Urextrakt		Trockenextrakt	
			Farbe	Konsistenz	Ausbeute
Mädesüß Kraut Frischmaterial	EtOH / Wasser	96.0%	grün	kristallin, pulvrig	3.8%
		38.4%	bräunlich	kristallin, pulvrig	3.6%
Mädesüß Blüten Frischmaterial	EtOH / Wasser	96.0%	grün	kristallin, pulvrig	3.5%
		38.4%	bräunlich	kristallin, pulvrig	4.5%
Preiselbeere Beeren	EtOH / Wasser	96.0%	rot	amorph, Harz	4.9%
		38.4%	rot	amorph, Harz	4.4%
Stiefmütterchen Kraut	EtOH / Wasser	96.0%	grün-braun	amorph, Harz	3.7%
		38.4%	braun-grün	amorph, Harz	n.d.
Stiefmütterchen Blüten	EtOH / Wasser	96.0%	grün-braun	amorph, Harz	7.5%
		38.4%	braun-grün	amorph, Harz	5.0%
Veilchen Blätter	EtOH / Wasser	96.0%	grün-braun	amorph, Harz	2.8%
		38.4%	braun-grün	amorph, Harz	2.0%
Veilchen Wurzel	EtOH / Wasser	96.0%	hellgelb	amorph, Harz	3.9%
		38.4%	hellgelb	amorph, Harz	5.8%
Veilchen Blüten	EtOH / Wasser	96.0%	grün	amorph, Harz	7.8%
		38.4%	braun-rot	amorph, Harz	23.1%
Vogelbeere Beeren Frischmaterial	EtOH / Wasser	96.0%	rot	amorph, Harz	16.8%
		38.4%	rot	amorph, Harz	13.9%
Weintraube Kerne	EtOH / Wasser	96.0%	braun	kristallin, pulvrig	5.1%
		38.4%	braun	kristallin, pulvrig	1.3%
Weintraube Ölkuchen	EtOH / Wasser	96.0%	braun	kristallin, pulvrig	1.7%
		38.4%	braun	n.d.	n.d.

Tabelle 6 Extraktausbeuten mit EtOH / Wasser - Gemischen

## 5.4.2 Extraktausbeuten mit Jojobaöl

Pflanzenmaterial	Extraktionsmedium	Ölextrakt		
	Jojobaöl, 100%	Aussehen	Geruch	Ausbeute
Apfel Wurzel	50g / 100ml Öl	gelb, klar	neutral	73ml
Balsampappel Knospen	50g / 100ml Öl	gelb, klar	neutral	72ml
Berberitze Beeren	100g / 200ml Öl	gelb-hellrot, klar	stechend	175ml
Berberitze Wurzelrinde	100g / 200ml Öl	hellgelb, trüb	neutral	36ml
Hauhechel Wurzel	100g / 200ml Öl	hellgelb, trüb	neutral	112ml
Mädesüß Kraut	100g / 200ml Öl	grün, trüb	grasartig	40ml
Mädesüß Blüten	100g / 200ml Öl	gelb-braun, trüb	aromatisch	31ml
Mädesüß Kraut Frischmaterial	100g / 200ml Öl	gelb-hellgrün, klar	neutral	112ml
Mädesüß Blüten Frischmaterial	100g / 200ml Öl	hellgrün, klar	neutral	160ml
Preiselbeere Beeren	50g / 200ml Öl	gelb, klar	neutral	140ml
Stiefmütterchen Kraut	85g / 200ml Öl	grün, trüb	stechend	21ml
Stiefmütterchen Blüten	50g / 200ml Öl	gelb-braun, trüb	neutral	62ml
Veilchen Blätter	85g / 200ml Öl	grün, trüb	grasartig	21ml
Veilchen Wurzel	200g / 200ml Öl	gelb, klar	neutral	27ml
Veilchen Blüten	50g / 200ml Öl	hellgelb, trüb	neutral	90ml
Vogelbeere Beeren Frischmaterial	100g / 200ml Öl	hellgelb, klar	neutral	180ml
Weintraube Kerne	100g / 100ml Öl	hellgelb, trüb	Geruch nach Trestern	30ml

Tabelle 7 Extraktausbeuten mit Jojobaöl

### 5.4.3 Extraktausbeuten mit Olivenöl

Pflanzenmaterial	Extraktionsmedium	Ölextrakt		
	Olivenöl, 100%	Aussehen	Geruch	Ausbeute
Apfel Wurzel	50g / 100ml Öl	hellgrün, klar	neutral	87ml
Balsampappel Knospen	50g / 100ml Öl	hellgrün, klar	neutral	80ml
Berberitze Beeren	100g / 200ml Öl	gelb-grün, trüb	neutral	170ml
Berberitze Wurzelrinde	100g / 200ml Öl	hellgrün, trüb	neutral	35ml
Hauhechel Wurzel	100g / 200ml Öl	gelb-grün, trüb	neutral	102ml
Mädesüß Kraut	100g / 200ml Öl	gelb-grün, trüb	neutral	39ml
Mädesüß Blüten	100g / 200ml Öl	gelb, trüb	aromatisch	37ml
Mädesüß Kraut Frischmaterial	100g / 200ml Öl	dunkelgrün, trüb	neutral	130ml
Mädesüß Blüten Frischmaterial	100g / 200ml Öl	dunkelgrün, klar	aromatisch	164ml
Preiselbeere Beeren	50g / 200ml Öl	hellgrün, klar	neutral	145ml
Stiefmütterchen Kraut	85g / 200ml Öl	grün, trüb	neutral	19ml
Stiefmütterchen Blüten	50g / 200ml Öl	gelb, leicht trüb	neutral	46ml
Veilchen Blätter	70g / 200ml Öl	gelb-grün, trüb	neutral	23ml
Veilchen Wurzel	100g / 200ml Öl	gelb, leich trüb	neutral	150ml
Veilchen Blüten	50g / 200ml Öl	gelb-grün, trüb	neutral	65ml
Vogelbeere Beeren Frischmaterial	100g / 200ml Öl	hellgrün, klar	neutral	180ml
Weintraube Kerne	100g / 100ml Öl	grün-gelb, trüb	Geruch nach Trestern	34ml

Tabelle 8 Extraktausbeuten mit Olivenöl

#### 5.4.4 Extraktausbeuten mit Glycerin

Pflanzenmaterial	Extraktionsmedium	Glycerinauszug		
		Aussehen	Geruch	Ausbeute
Apfel Wurzel	50g / 100ml Gly	hellbraun, klar	neutral	91ml
Balsampappel Knospen	50g / 100ml Gly	hellgelb, klar	neutral	80ml
Berberitze Beeren	100g / 200ml Gly	rot, klar	fruchtig-neutral	144ml
Berberitze Wurzelrinde	100g / 200ml Gly	braun-gelb, trüb	neutral	11ml
Hauhechel Wurzel	100g / 200ml Gly	hellbraun, trüb	neutral	40ml
Mädesüß Kraut	64g / 200ml Gly	braun, klar	neutral	23ml
Mädesüß Blüten	93g / 200ml Gly	braun, klar	neutral	35ml
Mädesüß Kraut Frischmaterial	100g / 200ml Gly	braun, klar	neutral	100ml
Mädesüß Blüten Frischmaterial	100g / 200ml Gly	braun, klar	aromatisch	150ml
Preiselbeere Beeren	50g / 200ml Gly	rot, klar	neutral	110ml
Stiefmütterchen Kraut	45g / 200ml Gly	braun, trüb	grasartig	50ml
Stiefmütterchen Blüten	91g / 200ml Gly	braun, klar	neutral	35ml
Veilchen Blätter	43g / 200ml Gly	braun, klar	grasartig	20ml
Veilchen Wurzel	100g / 200ml Gly	gelb-braun, klar	neutral	37ml
Veilchen Blüten	50g / 200ml Gly	braun, trüb	neutral	11ml
Vogelbeere Beeren Frischmaterial	117g / 200ml Gly	hellrot, klar	neutral	180ml
Weintraube Kerne	100g / 100ml Gly	braun, klar	neutral	8ml

Tabelle 9 Extraktausbeuten mit Glycerin

### 5.4.5 Ausbeuten der Veraschung

Pflanzenmaterial	Asche	
	Aussehen	Ausbeute
Balsampappel Knospen	weiß-hellgrau	3.1 %
Mädesüß Blüten	weiß-hellgrau	12.9 %
Weintraube Kerne	weiß-hellgrau	4.2 %

Tabelle 10 Ausbeuten der Veraschung



Abbildung 4 Aschen von Balsampappel Knospen, Mädesüß Blüten und Weintraube Kernen (von links nach rechts)

### 5.4.6 Optimierung der Extraktausbeuten

Selektierte Pflanzenrohstoffe wurden bezüglich ihrer Extraktausbeute untersucht. Dafür wurden je 100g des Ausgangsmaterials (Apfelwurzel, Balsampappelknospen) eingewogen und mit 200 ml Ethanol 96 % 24 h extrahiert. Der Extrakt wurde filtriert, bis zur Trockene eingedampft und gewogen. Zur Abschätzung der Wirtschaftlichkeit wurde das Pflanzenmaterial ein zweites Mal mit 200 ml Lösungsmittel extrahiert und der getrocknete Extrakt wieder abgewogen.

Die Extrakte wurden zur Einarbeitung in Basispräparationen im Rundkolben zur Trockene eingedampft und anschließend weitere 20 min bei etwa 20 Torr und 55°C getrocknet. Anschließend wurde der Trockenextrakt mit einer Spatel entnommen und in Kunststoffgefäßen gefüllt.

Das so erhaltene kristalline bis amorphe Trockenextrakt wurde bei Raumtemperatur bis zur Weiterverarbeitung trocken und unter Lichtausschluß gelagert.

Die Trockenmasse der Extrakte wurde abgewogen, um Ausbeute und Kosten definieren zu können.

Die Extraktausbeute der relevanten Pflanzenrohstoffe beträgt in Masseprozent des Trockenextraktes vom Pflanzenausgangsmaterial:

<b>Apfelwurzel</b> 96 % Ethanol	1. Extraktion	5,6 %	
	2. Extraktion	3,1 %	
			Gesamt: 8,7 %
<b>Balsampappelknospen</b> 96 % Ethanol	1. Extraktion	35 %	
	2. Extraktion	14 %	
			Gesamt: 49 %
<b>Balsampappelknospen</b> 78 % Ethanol	1. Extraktion	28 %	
	2. Extraktion	11 %	
			Gesamt: 39%
<b>Mädesüß Blüten</b> 38 % Ethanol	1. Extraktion	13,2 %	
	2. Extraktion	6,6 %	
			Gesamt: 19,8 %
<b>Veilchen Blüten</b> 96 % Ethanol	1. Extraktion	11,0 %	
	2. Extraktion	5,4 %	
			Gesamt: 16,4 %
<b>Weintraube Kerne</b> 96 % Ethanol	1. Extraktion	7,3 %	
	2. Extraktion	3,4 %	
			Gesamt: 10,7 %

Die nach den Screenings ausgeschiedenen Pflanzenrohstoffe (Berberitze, Edelweiß, Hauhechel, Stiefmütterchen, Vogelbeere) wurden in der Ermittlung der Extraktausbeuten nicht mehr berücksichtigt.

## 6            **UNTERSUCHUNG DES ANTIMIKROBIELLEN POTENTIALS**

Die Überprüfung der als Konservierungskomponenten vorgesehenen Pflanzensextrakte hinsichtlich ihrer potentiellen antimikrobiellen Wirkung erfolgte mittels mehrerer ausgewählter Testverfahren, die im folgenden detailliert beschrieben werden. Die Screeningversuche erfolgen im Planta-Labor. Standardisierte Tests werden von folgenden anerkannten Instituten durchgeführt:

- Univ. Prof. Dr. Franz Reintaler, Hygiene-Institut der Universität Graz
- Univ. Prof. Dr. Rainer Schmid, Klinisches Institut für medizinische und chemische Labordiagnostik am AKH Wien
- Dr. Lehmann, Biochema Schwaben

Die folgende Tabelle 11 zeigt, welche Extrakten aus den im Projekt behandelten Pflanzen hinsichtlich ihrer antimikrobiellen Aktivität untersucht wurden.

Pflanze	Pflanzenteil	EtOH-Extrakte		Öl-Extrakte		Glycerin-Auszug	Wasserdampf-Destillation		Asche
		38.4%	96.0%	Olive	Jojoba	80%	Öl	Hydrolat	
Apfel	Wurzel	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
	Wurzelrinde	—	—	—	—	—	—	—	—
	Wurzelkernholz	—	—	—	—	—	—	—	—
	Kerne	—	—	—	—	—	—	—	—
Balsampappel	Knospen	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	✓
Berberitze	reife Beeren	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
	Wurzelrinde	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Edelweiß	Blüten	✓	✓	—	—	—	—	—	—
	Wurzel	—	—	—	—	—	—	—	—
Hauhechel	Wurzel	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Mädesüß	Kraut	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
	Blüten	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Kraut frisch	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
	Blüten frisch	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
Preiselbeere	Blätter	—	—	—	—	—	—	—	—
	Blätter frisch	—	—	—	—	—	—	—	—
	unreife Beeren	—	—	—	—	—	—	—	—
	reife Beeren	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Stiefmütterchen	Kraut	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
	Blüten	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
Veilchen	Blätter	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
	Wurzel	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
	Blüten	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	—
Vogelbeere	reife Beeren frisch	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	—
Weintraube	Kerne	✓	✓	✓	✓	✓	—	—	✓
	Ölkuchen	✓	✓	—	—	—	—	—	—

Tabelle 11 Ausgewählte Extrakte zur Untersuchung des antimikrobiellen Potentials

✓ .....bereits getestet, — ..... nicht zu testen



## 6.1 Screening der Pflanzenextrakte mittels Trübungstest in Flüssig-Nährmedien

Das antimikrobielle Potential der diversen Extrakte wird mit dieser Methode schnell und zuverlässig gescreent. Zu diesem Zwecke werden die Naturstoff-Extrakte im Vergleich mit handelsüblichen Konservantien in einem Universal-Flüssig-Nährmedium, das mit ubiquitären Keimen belastet ist, einem Trübungstest unterzogen. Jene Extrakte, die positive Eigenschaften zeigen, werden im nächsten Schritt auch in einer der Naturkosmetik identen Matrix auf ihre Eignung untersucht.

### 6.1.1 Herstellung und Lagerung der Keimsuspensionen

Die Keime für den Trübungstest wurden aus ubiquitären Quellen isoliert. Da aus Vorversuchen und der Literatur bekannt ist, dass Hefen und Schimmelpilze im Vergleich zu Bakterien langsamer wachsen und erstere glucosehaltige Nährmedien bevorzugen, wurden zwei unterschiedliche Keimsuspensionen bereitet.

Einerseits wurden Keime aus Gartenerde isoliert. Die Wahl fiel deshalb auf Gartenerde als Kontaminationsmedium, da ubiquitär verbreitete Bakterien, Hefen und Schimmelpilze, und speziell die für Kontaminationen in der Kosmetikindustrie vielfach verantwortlichen Sporenbildner, hier in einem realistischen Verhältnis vorliegen. Zur Anreicherung wurde Standard-I-Nährbouillon Medium der Fa. Merck herangezogen, das als Universalmedium selbst für die Kultur anspruchsvoller Keime geeignet ist.

10 g Gartenerde wurden in 50 ml Wasser am Magnetrührer für 30 Minuten suspensiert und durch ein Faltenfilter filtriert. 500 ml Standard-I-Nährbouillon wurden mit dem Erdfiltrat versetzt und bei 33°C 48 h lang bebrütet. Bakterien werden in der Regel 24-48 h bei 35-37°C angezchtet, Hefen und Schimmelpilze 2-7 Tage bei 27-30°C. Die von uns gewählte Zuchtbedingung (33°C, 48 h) entspricht einem Mittel, bei dem Bakterien, Hefen und Schimmelpilze gleichermaßen angereichert werden können. Der pH-Wert der Anreicherungslösung lag bei 7,0.

Die angewachsene Nährbouillon wurde portioniert und bei -20°C gelagert. Vor Gebrauch wurde ein Aliquot der tiefgekühlten Keimsuspension aufgetaut und diente als Inokulum für die Trübungstests, um bei den Hemmversuchen eine gleichartige Mikrobenflora zu garantieren.

Da jedoch die ersten Versuchsreihen gezeigt haben, dass einerseits die Eukaryonten die Lagerung bei -20°C langfristig nicht unbeschadet überstehen und andererseits die Bakterien aufgrund ihres wesentlich schnelleren Wachstums dazu neigen, Hefen und Schimmelpilze zu überwachsen, wurde eine zweite Keimsuspension mit primär Hefen und Schimmelpilzen wie folgt bereitet:

Hefen wurden aus bebrütetem Fruchtsaft isoliert. Die Keime wurden in Standard-I-Nährbouillon Medium der Fa. Merck, versetzt mit 4% Saccharose, 2 Tage lang bei 30°C angereichert. Die Stocklösung wurde portioniert und bei 4°C gelagert. Schimmelpilze wurden von befallenem Gemüse isoliert und auf Selektiv-Nährmedien der Firma Merck (Envirocheck Contact YM(S)) 2 Tage lang bei 30°C angereichert. Die Kulturen wurden in 10ml sterilem Wasser suspendiert, portioniert und in dieser Form bei 4°C gelagert. Die aliquotierten Hefen- und Schimmelpilz-Suspensionen dienten als Inokulum für den Test.

## 6.1.2 Versuchsaufbau des Trübungstests und Beurteilungskriterien

Je 500 ml Standard-I-Nährbouillon wurden einerseits mit 1ml der aufgetauten Keimsuspension aus Garten-erde und andererseits mit je 1 ml Hefen- und Schimmelpilz-Suspension als Inokulum beimpft. Die Nährbouillon zum Trübungstest mit Hefen- und Schimmelpilzen wurde wie bei der Anreicherung mit 4% Saccharose versetzt, um den höheren Ansprüchen dieser Mikroorganismen ans Medium gerecht zu werden. Die Ausgangskeimzahlen in der noch unbebrüteten Nährbouillon wurden routinemäßig mit den unter 6.1.2.2 im Detail beschriebenen Abklatsch-Tests auf Hefen und Schimmel, coliforme Keime und die Gesamtkeimzahl getestet.

Die Diagnostik-Tests zeigten charakteristische Koloniemorphologie und folgende Keimzahlen:

- $10^6$ - $10^8$  Keime / ml auf dem Nährboden für die Gesamtkeimzahl
- $10^5$ - $10^7$  Keime / ml auf dem Nährboden für Coliforme Keime
- $10^3$ - $10^5$  Keime / ml auf dem Nährboden für Hefen und Schimmelpilze

Ferner wurde die maximal mögliche Ethanol-Menge im Trübungstestansatz ermittelt, die das Keimwachstum nicht beeinflusst. Im Falle der im gegenständlichen Projekt untersuchten Pflanzenextrakte wurden wie unter 5.1 beschrieben zwei unterschiedliche ethanolische Extraktionsmedien verwendet: 38.4% und 96.0% Ethanol. Vom 38.4%igen Extrakt konnten 16%<sup>(v/v)</sup> und vom 96%igen Extrakt 6%<sup>(v/v)</sup> im Trübungstest eingesetzt werden ohne einen signifikanten Effekt des Extraktionsmediums auf das Keimwachstum zu beobachten. Bei den Ölextrakten und den Glycerinauszügen wurde bis zu einer Konzentration von bis zu 50%<sup>(v/v)</sup> im Trübungstest kein Einfluss des Mediums detektiert.

Für den Trübungstest wurden je 10 ml der beimpften Nährbouillon mit definierten Mengen an Pflanzenextrakt versetzt, kräftig geschüttelt und 48 h lang bei 33°C bebrütet. Als Negativ – Kontrolle wurden 10 ml der beimpften Nährlösung einerseits mit der gleichen Menge an keimfreiem Extraktionsmedium und andererseits mit Wasser versetzt, um auch den Einfluss des Extraktionsmediums auf das Keimwachstum zu testen. Als Positiv – Kontrolle wurden 10 ml der beimpften Nährlösung mit handelsüblichen Konservantien für Kosmetika in der jeweiligen höchstzulässigen Konzentration versetzt.

Tabelle 12 enthält Angaben dieser kommerziell erhältlichen Konservierungsstoffe bezüglich der höchstzulässigen Konzentration in kosmetischen Präparationen, das antimikrobielle Spektrum gegen Bakterien (B) Hefe (H) beziehungsweise Schimmelpilze (S) und den Hersteller. Die in Klammer angeführten Mikroorganismen werden von den angegebenen Konservierungsstoffen lediglich schwach gehemmt (K2).

Konservierungsmittel	höchstzulässige Konzentration in kosmetischen Präparation	wirksam gegen	Hersteller	Ungefährer Marktpreisanteil pro kg Präparation
Euxyl K400 **	0,2 %	B, H, S	Naturhaus, BRD	
Benzylalkohol	1,0 %	B, H, (S)	Fluka	10,90 EUR
Phenoxyethanol	1,0 %	H	Merck	8,70 EUR
B-Paraben	0,4 %	(B), H, S	Fluka	
E-Paraben	0,4 %	(B), H, S	Fluka	7,27 EUR
M-Paraben	0,4 %	(B), H, S	Fluka	7,27 EUR
P-Paraben	0,4 %	(B), H, S	Fluka	7,27 EUR
Gesamtparaben*	0,8 %	B, H, S	-	7,27 EUR

Tabelle 12 Herkömmliche Konservierungsmittel und die Wirkung gegen Bakterien (B), Hefe (H) und Schimmelpilze (S).

\* Gemisch diverser Ester von 4-Hydroxybenzoesäure

\*\* Euxyl K400 = 1,2-Dibromo-2,4-dicyanobutan + Phenoxyethanol

Zur Auswertung des Trübungstests wurden folgende Beurteilungskriterien herangezogen:

1. **optische Bewertung des Keimwachstums**
2. **Screening auf Hefen, Schimmelpilze und Bakterien mittels Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**
3. **Bestimmung der Keimzahlen mit Hilfe einer auf traditionellem Plattengussverfahren basierenden Methode: SimPlate Technologie**

### 6.1.2.1 Optische Bewertung des Trübungstests

Für ein präliminäres Screening der Pflanzenextrakte wurden die Trübungstests nach folgenden optischen Kriterien bewertet:

#### Trübung

- keine Trübung
- + leichte Trübung (Opaleszenz)
- ++ mittlere Trübung (Hintergrund durchscheinend)
- +++ starke Trübung (Hintergrund nicht sichtbar)

#### Niederschlag

- kein Niederschlag
- + leichter Niederschlag (Boden belegt)
- ++ mittlerer Niederschlag (Boden weniger als 5mm hoch bedeckt)
- +++ starker Niederschlag (Boden mehr als 5mm hoch bedeckt)

Die Ergebnisse sind auf den folgenden Seiten unter 6.1.3 tabellarisch - geordnet nach den untersuchten Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge - zusammengefasst. Die Abkürzungen Y / M und B stehen für die Trübungstests mit dem Hefe- und Schimmelpilz-reichen Inokulum (Y / M) beziehungsweise mit der Bakterien-reichen Suspension (B).



1. hy•labs® Diagnostikmedien der Fa. Hy Laboratories Ltd. (Rehovot, Israel)

Gesamtkeimzahl:	Plate-Count-Agar mit 0.01% Tetrazoliumchlorid Hemmstoff-freies Medium
Coliforme:	Violet Red Bile Agar Selektivmedium für coliforme Bakterien und Enterobacteriaceen
Hefen und Schimmelpilze:	Oxytetracyclin-Glucose-Yeast-Medium Selektiv für Hefen und Schimmelpilze

2. Envirocheck® Contact slides der Fa. Merck (Darmstadt, BRD)

Gesamtkeimzahl:	1. Plate-Count-Agar Hemmstoff-freies Medium  2. CASO (Tryptic Soy) Agar mit 0.01% Tetrazoliumchlorid Hemmstoff-freies Medium
Coliforme:	Chromocult® Coliformen Agar Selektivmedium für Gesamtcoliforme und E.coli
Hefen und Schimmelpilze:	Sabouraud 4%-Dextrose-Agar Selektiv für Hefen und Schimmelpilze

Zur Auswertung der Keimzahl wird der bewachsene Abklatsch-Test nach Inkubation unter den vom Hersteller definierten Bedingungen mit Referenz-Bildern verglichen und dadurch die entsprechende Keimzahl zugeordnet.

Die Ansätze des Trübungstests wurden nach 48h Inkubation bei 33°C entsprechend verdünnt und laut den Herstellerangaben auf Abklatschtestes aufgebracht. Hier sei noch angemerkt, dass die Verdünnungen mit sterilem Einweg-Material durchgeführt wurden. Die Selektiv-Abklatschtestes für Hefen und Schimmelpilze wurden aus den Trübungstests mit dem Hefe- und Schimmelpilz-reichen Inokulum (Y / M) angesetzt. Coliforme Keime und die Gesamtkeimzahl wurden aus den Bakterien-reichen Trübungstests detektiert (B).

Die Ergebnisse sind auf den folgenden Seiten unter 6.1.3 tabellarisch - geordnet nach den untersuchten Pflanzen in alphabetischer Reihenfolge - zusammengefasst.

### 6.1.2.3 Bestimmung der Keimzahlen mit Hilfe einer auf traditionellem Plattengußverfahren basierenden Methode: SimPlate Technologie

Das von der Fa. Biocontrol (Washington, USA) patentierte Verfahren zur Bestimmung von Keimzahlen basiert auf dem traditionellen Plattengußverfahren, verwendet jedoch spezielle Lochplatten, die einerseits mit verkürzten Inkubationszeiten auswertbar, und andererseits einfacher zu interpretieren sind.

Die Selektivität der SimPlate-Methode basiert auf einer sogenannten ‚defined substrate technology‘ bei Coliformen/E.coli- und Gesamtkeimzahl-Bestimmungen und auf einer ‚multiple enzyme technology‘ bei Hefen und Schimmelpilzen. Zugrunde liegt die Aktivität spezifischer Enzyme in den Mikroorganismen, welche Indikatorsubstrat verstoffwechseln und dabei chromogene oder fluorogene Indikatormoleküle abspalten. Organismen, welche die Zielenzyme nicht besitzen, können die spezifischen Substrate nicht metabolisieren. Ferner wird das Wachstum heterotropher Keime durch Zusatz von Inhibitoren supprimiert. Das Medium zur Bestimmung der Gesamtkeimzahl enthält beispielsweise den blauen Redoxfarbstoff Resazurin, welcher bei Keimwachstum zu Resorufin reduziert wird (pink).

Nach erfolgter Inkubation zeigen also ein selektiver Farbumschlag oder Fluoreszenz unter UV-Licht die Anwesenheit von Mikroorganismen an. Im Vergleich zum herkömmlichen Plattengußverfahren wird die Interpretation dieser Tests jedoch insofern wesentlich erleichtert, als nur die positiven Vertiefungen der Lochplatte gezählt und mit Hilfe einer MPN (most probable number) Tabelle ausgewertet werden. Der relativ große Zählbereich (zwischen 2 und 738 CfU) ermöglicht eine seriöse Auswertung unter Verwendung weniger Verdünnungsstufen im Vergleich zu herkömmlichen MPN-Tests.

Ferner ist dieser Test laut Herstellerangaben besonders für Lebensmittel und Kosmetika geeignet, da es keine Interferenzen und Überwachsungen gibt.

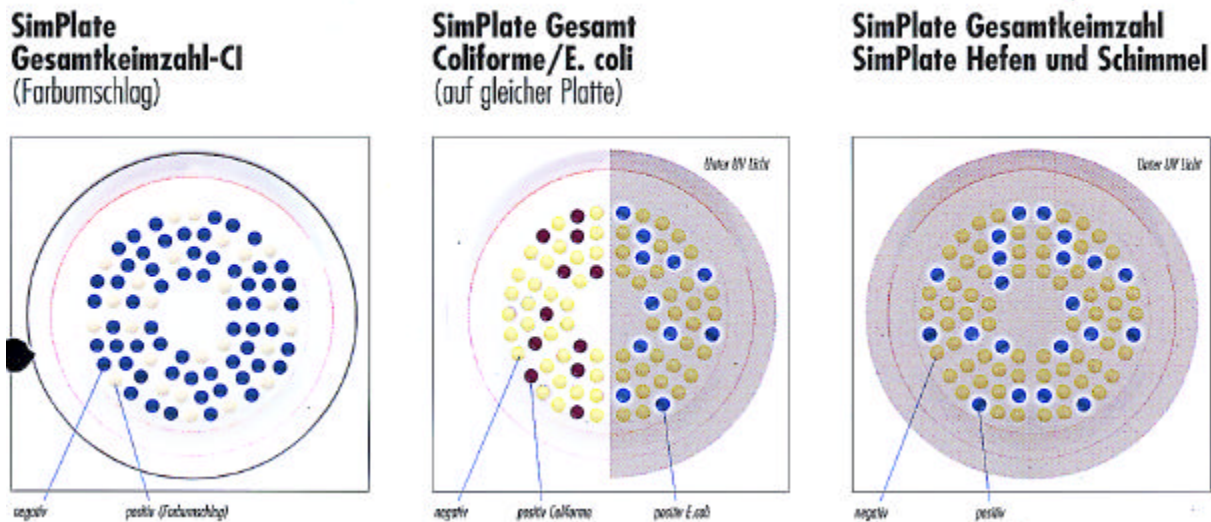


Abbildung 6 SimPlate Test

In Analogie zu den oben beschriebenen Abklatschtests wurden die Ansätze des Trübungstests nach 48h Inkubation bei 33°C entsprechend verdünnt und laut den Herstellerangaben ein Aliquot von 1ml mittels SimPlate Plattengußverfahren hinsichtlich der Keimzahlen untersucht. Die Auswertung erfolgte mittels einer MPN (most probable number) - Tabelle und ist ebenfalls auf den folgenden Seiten zu finden.

### 6.1.3 Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse der Trübungstests in alphabetischer Reihenfolge der untersuchten Pflanzen

Generell ist festzustellen, dass sowohl die Ölauszüge in Jojoba- und Olivenöl als auch die Extrakte in 80% Glycerin - auch in einer Dosierung von 50% - keinerlei Wirkung im Trübungstest gezeigt haben. Auch der Einsatz diverser in Kosmetik verwendeter Emulgatoren hat nicht den gewünschten Erfolg gezeigt. Vermutlich sind hier zwei Faktoren dafür verantwortlich, dass sich die Ölauszüge im Screening negativ verhalten haben: Einerseits ist die Konzentration der potentiell wirksamen Komponenten im Extraktionsmedium limitiert durch die Tatsache, dass ein Aufkonzentrieren – wie beispielsweise das Einengen am Rotovapor im Falle der ethanolischen Extrakte – hier nicht möglich ist. Andererseits ist natürlich auch die bereits angesprochene Problematik der Notwendigkeit einer Emulgierung der öligen Auszüge in die wässrige Phase ausschlaggebend.

Aus diesen Gründen wurden die Ölauszüge in Jojoba- und Olivenöl und die Extrakte in 80% Glycerin in den hier beschriebenen Trübungstests nicht weiter untersucht. Ein Test der Öl- und Glycerin-Extrakte jener Pflanzen, die positive Eigenschaften bei den ethanolischen Extrakten gezeigt haben, direkt in der Matrix Kosmetik ist für den weiteren Projektverlauf zu überlegen.

Die Wasserdampfdestillation nach der klassischen Methode der Blüten von Mädesüß, Stiefmütterchen und Veilchen lieferte kein ätherisches Öl, sondern nur Hydrolat, welches auch in einer Konzentration von 50% keinerlei antimikrobielle Aktivität gezeigt hat.

Zu den ethanolischen Extrakten ist anzumerken, dass für die Vorversuche auch der Urextrakt, also der nicht aufkonzentrierte und zur Trockene präparierte Extrakt verwendet wurde. Zur detaillierteren Untersuchung der Keimzahlen mittels SimPlate-Technologie wurden jedoch nur noch die Trockenextrakte der im Screening positiv bewerteten Pflanzen eingesetzt, da diese Form der Extrakte für eine spätere Anwendung repräsentativer ist und aufgrund der Möglichkeit einer definierten Dosierbarkeit (nicht limitiert durch die Konzentration der Extrakte und die maximal mögliche Ethanolmenge) ein direkter Vergleich des antimikrobiellen Potentials innerhalb der diversen Pflanzenextrakte möglich ist.

Verwendete Abkürzungen:

Y	Yeast, Hefen
M	Mould, Schimmelpilze
B	Bacteria, Bakterien
TVC	Total viable colonies, Gesamtkeimzahl

Die tabellarisch gelisteten Keimzahlen sind arithmetische Mittelwerte sämtlicher durchgeführter Tests.

Ferner ist noch anzumerken, dass die Diskrepanz zwischen den Ergebnissen der beiden Methoden zur Bestimmung der Keimzahlen durch die Zusammensetzung der Medien und die Empfindlichkeit der Methode gegenüber von Phänomenen wie Überwachungen gegeben ist.

Generell sind die Keimzahlen mit der SimPlate Technologie höher als mit den Abklatschtests. Dieses Faktum ist vermutlich durch die Innovation der SimPlate Technologie zu erklären, die aufgrund ihres sehr breiten Zählbereiches (zwischen 2 und 738 CfU) eine seriöse Auswertung in einem breiteren Konzentrationsbereich erlaubt. Bei den herkömmlichen Abklatschtests, welche im Prinzip wie ein Plattengussverfahren ausgewertet werden, kann es vor allem bei höheren Keimkonzentrationen zu Überwachungen kommen, die die Auswertung erschweren.

## Kontrollansätze

### 1. Optische Bewertung

Kontrollansätze		EtOH		Öl		80% Glycerin	Extraktionsmedium
Negativ-Kontrollen	Positiv-Kontrollen	38.4 % EtOH	96.0 % EtOH	Jjoba-Öl	Oliven-Öl		
Keimsusp. ohne Zusätze	Konservantien aus Tabelle 12 in entsprechender Konzentration	16%	6%	50%	50%	50%	Konzentration im Test
+++	-	+++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
++ / +++	-	++ / +++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+	-	+	+	+	+	+	Niederschlag B
++	-	++	++	++	++	++	Niederschlag Y / M

### 2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

Kontrollansätze Negativ-Kontrollen ohne Konservans				EtOH				
vor der Inkubation, Ausgangskeimzahlen		nach der Inkubation, Endkeimzahlen		38,4% EtOH 16%		96.0% EtOH 6%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	~ E3 – E5	Y / M	~ E7-E8	Y / M	~ E7	Y / M	~ E7	Hefen u. Schimmel
Coliform	~ E5 – E7	Coliform	~ E7-E8	Coliform	~ E7-E8	Coliform	~ E7-E8	Coliforme Keime B
TVC	~ E6 – E8	TVC	~ E8-E9	TVC	~ E7-E8	TVC	~ E7-E8	Gesamtkeimzahl B



## 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie

<b>Kontrollansätze Negativ-Kontrollen ohne Konservans</b>		<b>EtOH</b>				
<b>nach der Inkubation, Endkeimzahlen</b>		<b>38,4% EtOH 16%</b>		<b>96.0% EtOH 6%</b>		
<b>Selektive Bestimmung von</b>	<b>Keimzahl</b>	<b>Selektive Bestimmung von</b>	<b>Keimzahl</b>	<b>Selektive Bestimmung von</b>	<b>Keimzahl</b>	
<b>Y / M</b>	<b>2.2 E9</b>	<b>Y / M</b>	<b>9.6 E6</b>	<b>Y / M</b>	<b>3.3 E6</b>	<b>Hefen und Schimmel</b>
<b>Coliform</b>	<b>3.9 E10</b>	<b>Coliform</b>	<b>5.5 E8</b>	<b>Coliform</b>	<b>1.0 E10</b>	<b>Coliforme Keime</b>
<b>TVC</b>	<b>&gt; 7.4 E11</b>	<b>TVC</b>	<b>&gt; 7.4 E10</b>	<b>TVC</b>	<b>&gt; 7.4 E10</b>	<b>Gesamtkeimzahl</b>

**Apfel, *Malus domestica*,  
Wurzel**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Joboba-Öl	Oliven-Öl		
++	++ / +++	+ / ++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
				++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
++	++	+	+	+	+	+	Niederschlag B
				++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		Urextrakt 6%		2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%		
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	< E4	Y / M	~ E7	Y / M	~ E7	Y / M	~ E7	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E5	Coliform	~ E7	Coliform	~ E6	Coliform	~ E7	Coliforme Keime B
TVC	~ E7	TVC	~ E8	TVC	~ E7	TVC	~ E8	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	n.d.	Y / M	n.d.	Hefen und Schimmel
Coliform	n.d.	Coliform	n.d.	Coliforme Keime
TVC	n.d.	TVC	n.d.	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Da bei den Extrakten der Apfelwurzel in den ersten beiden Screening-Schritten leider keine signifikante Reduktion der Keimzahlen im Vergleich zu den Kontrollansätzen ohne Konservans erkennbar war, wurde keine detailliertere Untersuchung durchgeführt (n.d.; nicht durchgeführt).

**Balsampappel, *Populus balsamifera***  
**Knospen**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
+ / ++	++	+++	+	+++	+++	+++	Trübung B
	+		+	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
++	+++	+	++	+	+	+	Niederschlag B
	++		++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		Urextrakt 6%		2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%		
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E7	Y / M	< E1	Y / M	~ E5	Y / M	< E1	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E7	Coliform	< E1	Coliform	~ E5	Coliform	< E1	Coliforme Keime B
TVC	~ E7	TVC	~ E2	TVC	~ E7	TVC	~ E2	Gesamtkeimzahl B

**3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie**

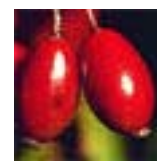


<b>EtOH-Extrakt 38.4%</b>		<b>EtOH-Extrakt 96.0%</b>		
<b>2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%</b>		<b>2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%</b>		
<b>Selektive Bestimmung von</b>	<b>Keimzahl</b>	<b>Selektive Bestimmung von</b>	<b>Keimzahl</b>	
<b>Y / M</b>	<b>&lt; 2.0 E1</b>	<b>Y / M</b>	<b>&lt; 2.0 E1</b>	<b>Hefen und Schimmel</b>
<b>Coliform</b>	<b>&lt; 2.0 E1</b>	<b>Coliform</b>	<b>&lt; 2.0 E1</b>	<b>Coliforme Keime</b>
<b>TVC</b>	<b>3.6 E3</b>	<b>TVC</b>	<b>2.0 E4</b>	<b>Gesamtkeimzahl</b>

**4. Zusammenfassung**

Die ethanolischen Extrakte der Balsampappelknospen zeigten im gesamten Keimspektrum eine drastische Reduktion der Keimzahlen im Vergleich zum Kontrollansatz. Hier sei auch betont, dass sie die weitaus besten Eigenschaften hinsichtlich der antimikrobiellen Aktivität gegen Eukaryonten gezeigt haben. Die Extrakte in beiden ethanolischen Medien zeigen keine detektierbaren Hefen mehr; das bedeutet im Vergleich zum Kontrollwert eine Reduktion der Keimzahl um um > 5 Zehnerpotenzen. Auch die Gesamtkeimzahl wird um 6-7 Zehnerpotenzen reduziert.

**Berberitze**, *Berberis vulgaris*  
reife Beeren



1. Optische Bewertung

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
+ / -	-	+ / -	+ / -	+++	+++	+++	Trübung B
	+		-	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+	-	+	++	+	+	+	Niederschlag B
	++		++	++	++	++	Niederschlag Y / M

2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	< E2	Y / M	~ E4	Y / M	~ E6	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E2	Coliform	< E2	Coliform	~ E5	Coliform	< E1	Coliforme Keime B
TVC	< E2	TVC	~ E4	TVC	~ E6	TVC	~ E4	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	1.2 E5	Y / M	2.8 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E1	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	1.0 E5	TVC	5.7 E4	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Im Vergleich zu den Kontrollansätzen konnte bei den ethanolischen Extrakten der reifen Beeren der Berberitze eine deutliche Reduktion der Gesamtkeimzahl und der coliformen Keime beobachtet werden. Die Wirkung auf Hefen ist weit weniger ausgeprägt als beispielsweise bei den Extrakten der Balsampappelknospen.

**Berberitze, *Berberis vulgaris***  
**Wurzelrinde**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
+ / ++	+ / -	+++	+	+++	+++	+++	Trübung B
				++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+	+	+	+	+	+	+	Niederschlag B
				++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		Urextrakt 6%		2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%		
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E8	Y / M	~ E6	Y / M	~ E8	Y / M	~ E7	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E7	Coliform	~ E7	Coliform	~ E7	Coliform	~ E6	Coliforme Keime B
TVC	~ E8	TVC	~ E7	TVC	~ E8	TVC	~ E8	Gesamtkeimzahl B



### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	n.d.	Y / M	n.d.	Hefen und Schimmel
Coliform	n.d.	Coliform	n.d.	Coliforme Keime
TVC	n.d.	TVC	n.d.	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Da bei den Extrakten der Wurzelrinde der Berberitze in den ersten beiden Screening-Schritten keine signifikante Reduktion der Keimzahlen im Vergleich zu den Kontrollansätzen ohne Konservans erkennbar war, wurde keine detailliertere Untersuchung durchgeführt (n.d.; nicht durchgeführt).

## Edelweiß, *Leontopodium alpinum* Blüten



### 1. Optische Bewertung

EtOH-Extrakt 57.6%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 10%	2% Harz gelöst in 57.6% EtOH Endkonz. EtOH 10%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jjoba-Öl	Oliven-Öl		
+++	+++	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Trübung B
		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Trübung Y / M
+	+	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Niederschlag B
		n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Niederschlag Y / M

### 2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

EtOH-Extrakt 57.6%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 10%	2% Harz gelöst in 57.6% EtOH Endkonz. EtOH 10%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 10%	2% Harz gelöst in 57.6% EtOH Endkonz. EtOH 10%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E7	Y / M	~ E7	Y / M	n.d.	Y / M	n.d.	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E8	Coliform	~ E8	Coliform	n.d.	Coliform	n.d.	Coliforme Keime B
TVC	~ E8	TVC	~ E8	TVC	n.d.	TVC	n.d.	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 57.6%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 57.6% EtOH Endkonz. EtOH 10%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	n.d.	Y / M	n.d.	Hefen und Schimmel
Coliform	n.d.	Coliform	n.d.	Coliforme Keime
TVC	n.d.	TVC	n.d.	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Da auch bei den Extrakten der Edelweiß-Blüten in den ersten beiden Screening-Schritten keine signifikante Reduktion der Keimzahlen im Vergleich zu den Kontrollansätzen ohne Konservans erkennbar war, wurde keine detailliertere Untersuchung durchgeführt (n.d.; nicht durchgeführt). Hier wurde außerdem aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit an Pflanzenmaterial und der Erfahrungswerte der anderen Extraktionen auf Glycerin- und Ölauszüge verzichtet und bei den ethanolschen Extrakten eine mittlere Ethanolkonzentration eingesetzt.

**Hauhechel, *Ononis spinosa*  
Wurzel**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
				++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+	+	+	+	+	+	+	Niederschlag B
				++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E7	Y / M	~ E6	Y / M	~ E6	Y / M	~ E6	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E4	Coliform	< E4	Coliform	~ E5	Coliform	~ E5	Coliforme Keime B
TVC	~ E8	TVC	~ E7	TVC	~ E8	TVC	~ E7	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	n.d.	Y / M	n.d.	Hefen und Schimmel
Coliform	n.d.	Coliform	n.d.	Coliforme Keime
TVC	n.d.	TVC	n.d.	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Auch die Extrakte der Wurzel der Hauhechel haben in den ersten beiden Screening-Schritten keine signifikante Reduktion der Keimzahlen im Vergleich zu den Kontrollansätzen ohne Konservans gezeigt. Eine Ausnahme stellt die Wirkung des Extraktes mit 38.4% Ethanol auf coliforme Keime dar. Da jedoch eine beträchtliche Anzahl der anderen Extrakte ebenfalls eine Wirkung auf coliforme Keime gezeigt haben, die der der Hauhechel-Wurzel gleichkommt oder diese sogar bei weitem übersteigt, und gleichzeitig ein breiteres Spektrum in der antimikrobiellen Aktivität aufweisen, wurden die Extrakte der Wurzel der Hauhechel aus dem Screening ausgeschieden und nicht weiter im Detail untersucht (n.d.; nicht durchgeführt).

**Mädesüß**, *Filipendula ulmaria*  
Kraut



1. Optische Bewertung

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
++	+	+ / ++	+	+++	+++	+++	Trübung B
	+++		++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
++	+++	++	+++	+	+	+	Niederschlag B
	+++		+++	++	++	++	Niederschlag Y / M

2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E5	Y / M	~ E5	Y / M	~ E6	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E4	Coliform	< E2	Coliform	~ E7	Coliform	< E2	Coliforme Keime B
TVC	~ E7	TVC	~ E5	TVC	~ E8	TVC	~ E2	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	1.1 E6	Y / M	4.0 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E1	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	3.5 E5	TVC	1.4 E3	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Die ethanolischen Extrakte des Mädesüß-Krautes zeigen eine signifikante Reduktion der coliformen Keime und der Gesamtkeimzahl. Letztere wird beim 96.0%igen Extrakt im Vergleich zum Kontrollwert sogar um > 7 Zehnerpotenzen reduziert. Die Wirkung auf Eukaryonten ist hingegen weit weniger deutlich ausgeprägt als beispielsweise bei den ethanolischen Extrakten der Balsampappel.

**Mädesüß, *Filipendula ulmaria***  
**Blüten**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Hydrolat	Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba	Olive			
				50%	50%	50%	50%	Konzentration im Test
+ / -	+ / ++	n.d.	++ / +++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
	+++		+++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+++	+++	n.d.	+++	+	+	+	+	Niederschlag B
	++		++	++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		Urextrakt 6%		2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%		
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	< E2	Y / M	~ E4	Y / M	n.d.	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E2	Coliform	< E1	Coliform	n.d.	Coliform	< E1	Coliforme Keime B
TVC	< E2	TVC	< E1	TVC	n.d.	TVC	~ E2	Gesamtkeimzahl B



### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	6.1 E5	Y / M	2.0 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E1	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	2.4 E3	TVC	3.0 E3	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Analog zu den ethanolischen Extrakten des Mädesüß-Krautes zeigen jene der Blüten eine signifikante Reduktion der coliformen Keime und der Gesamtkeimzahl. Letztere wird bei beiden Extrakten im Vergleich zum Kontrollwert sogar um > 7 Zehnerpotenzen reduziert. Die Wirkung auf Eukaryonten ist ebenfalls weit weniger deutlich ausgeprägt als beispielsweise bei den ethanolischen Extrakten der Balsampappel.

**Mädesüß**, *Filipendula ulmaria*  
**Kraut Frischmaterial**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
++	+ / ++	++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
	+++		+++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
++	+++	++	+++	+	+	+	Niederschlag B
	+++		++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	< E4	Y / M	~ E5	Y / M	< E4	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E4	Coliform	< E1	Coliform	< E4	Coliform	< E1	Coliforme Keime B
TVC	< E4	TVC	< E1	TVC	~ E5	TVC	< E1	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	8.4 E6	Y / M	4.1 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E1	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	1.0 E3	TVC	3.0 E3	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Das antimikrobielle Potential der Extrakte des Frischmaterials ist annähernd so wie jenes des getrockneten Krautes. Wieder sind signifikante Einflüsse auf das Wachstum von coliformen Keimen und die Gesamtkeimzahl zu beobachten. Letztere wird bei beiden Extrakten im Vergleich zum Kontrollwert sogar um >7 Zehnerpotenzen reduziert.

**Mädesüß, *Filipendula ulmaria*,  
Blüten Frischmaterial**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Hydrolat	Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba	Olive			
				50%	50%	50%	50%	Konzentration im Test
+	++ / +++	+	++ / +++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
	+++		+++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+++	+++	++	+++	+	+	+	+	Niederschlag B
	++		++	++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		Urextrakt 6%		2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%		
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E5	Y / M	~ E5	Y / M	~ E6	Y / M	~ E3	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E2	Coliform	~ E2	Coliform	~ E4	Coliform	< E1	Coliforme Keime B
TVC	~ E6	TVC	~ E3	TVC	~ E7	TVC	< E1	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	6.5 E6	Y / M	3.2 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E1	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	8.4 E3	TVC	< 2.0 E2	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Auch bei den Blüten ist das antimikrobielle Potential der Extrakte des Frischmaterials annähernd so wie jenes des getrockneten Krautes. Wieder sind signifikante Einflüsse auf das Wachstum von coliformen Keimen und die Gesamtkeimzahl zu beobachten. Letztere wird bei den 96.0% igen Extrakten im Vergleich zum Kontrollwert sogar um >8 Zehnerpotenzen reduziert.

**Preiselbeere**, *Vaccinium vitis idaea*  
reife Beeren



1. Optische Bewertung

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
+ / -	+	+	+ / -	+++	+++	+++	Trübung B
	+ / -		+ / -	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
++	+++	++	+++	+	+	+	Niederschlag B
	+++		+++	++	++	++	Niederschlag Y / M

2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%					
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E3	Y / M	~ E4	Y / M	~ E5	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E2	Coliform	< E1	Coliform	~ E5	Coliform	< E1	Coliforme Keime B
TVC	~ E6	TVC	~ E2	TVC	~ E7	TVC	~ E4	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	3.8 E5	Y / M	8.1 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E1	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	8.8 E3	TVC	1.6 E4	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Die ethanolschen Extrakte der reifen Preiselbeeren zeigen ähnlich wie jene der reifen Beeren der Berberitze, der Balsampappelknospen und von Mädesüß-Kraut und –Blüten sehr positive Eigenschaften bei coliformen Keimen und der Gesamtkeimzahl. Letztere wird um 6-7 Zehnerpotenzen reduziert. Der Einfluss auf das Wachstum der Hefen ist jedoch verhältnismäßig gering; hier ist im Vergleich zu den Kontrollansätzen nur eine Reduktion um einen Faktor von 10 nachzuweisen.

**Stiefmütterchen, *Viola tricolor***  
**Kraut**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
++ / +++	+	+++	++ / +++	+++	+++	+++	Trübung B
	+ / -		+	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+	+++	+	+++	+	+	+	Niederschlag B
	++		+++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E5	Y / M	~ E4	Y / M	~ E7	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E5	Coliform	< E2	Coliform	~ E7	Coliform	< E4	Coliforme Keime B
TVC	~ E7	TVC	~ E5	TVC	~ E8	TVC	~ E6	Gesamtkeimzahl B



### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	5.3 E5	Y / M	2.8 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E2	Coliform	< 2.0 E4	Coliforme Keime
TVC	2.8 E7	TVC	5.4 E7	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Die ethanolischen Extrakte von Stiefmütterchen-Kraut zeigen zwar eine Reduktion der coliformen Keime und der Gesamtkeimzahl, diese ist jedoch im Verhältnis zu anderen vielversprechenden Pflanzenextrakten relativ gering. So wird die Gesamtkeimzahl um nur 3 Zehnerpotenzen reduziert – im Vergleich dazu sind beispielsweise Effekte von 6-8 Zehnerpotenzen bei den reifen Beeren der Berberitze und der Preiselbeere, den Balsampappelknospen und Mädesüß-Kraut und –Blüten detektiert worden. Ebenso ist der Einfluss auf das Wachstum der Hefen verhältnismäßig gering; hier ist im Vergleich zu den Kontrollansätzen nur eine Reduktion um einen Faktor von 10 nachzuweisen.

**Stiefmütterchen, *Viola tricolor***  
**Blüten**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Hydrolat	Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jajoba	Olive			
				50%	50%	50%	50%	Konzentration im Test
+ / ++	+	+++	++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
	+		+	++ / +++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+	-	+	+++	+	+	+	+	Niederschlag B
	++		+++	++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		Urextrakt 6%		2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%		
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E6	Y / M	< E1	Y / M	~ E7	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E6	Coliform	~ E5	Coliform	~ E5	Coliform	< E2	Coliforme Keime B
TVC	~ E7	TVC	~ E5	TVC	~ E8	TVC	~ E4	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	6.8 E4	Y / M	1.7 E6	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E3	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	5.6 E7	TVC	8.2 E4	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Analog zu den ethanolschen Extrakten des Krautes zeigen jene der Blüten zwar eine Reduktion der coliformen Keime und der Gesamtkeimzahl, welche im Verhältnis zu anderen vielversprechenden Pflanzenextrakten relativ gering ist. So wird die Gesamtkeimzahl um nur 3-5 Zehnerpotenzen reduziert. Ebenso ist der Einfluss auf das Wachstum der Hefen gering; hier ist im Vergleich zu den Kontrollansätzen keine Reduktion im Falle des 96.0%igen und nur eine Reduktion um einen Faktor von 100 im Falle des 38.4%igen Extraktes nachzuweisen.

**Veilchen, *Viola odorata***  
**Blätter**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
++	+ / ++	+++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
	-		+++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+	++	+	+++	+	+	+	Niederschlag B
	++		+++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%					
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E5	Y / M	~ E4	Y / M	~ E7	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E5	Coliform	< E4	Coliform	~ E7	Coliform	< E4	Coliforme Keime B
TVC	~ E7	TVC	~ E6	TVC	~ E7	TVC	~ E6	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	7.4 E5	Y / M	4.9 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E3	Coliform	< 2.0 E4	Coliforme Keime
TVC	1.8 E8	TVC	8.6 E8	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Die Extrakte der Veilchen-Blätter zeigen zwar einen Einfluss auf das Wachstum von Gram-Bakterien, aber weder die Gesamtkeimzahl noch die Hefen und Schimmelpilze werden ausreichend gehemmt. Bei der Gesamtkeimzahl ist im Vergleich zum Kontrollansatz eine Reduktion der Keimzahl um nur 2 Zehnerpotenzen zu beobachten, bei den Hefen sogar nur um den Faktor 10.

**Veilchen, *Viola odorata***  
**Wurzel**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
				++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
++	++	+	+++	+	+	+	Niederschlag B
				++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E7	Y / M	~ E5	Y / M	~ E6	Y / M	~ E7	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E5	Coliform	< E4	Coliform	< E4	Coliform	~ E7	Coliforme Keime B
TVC	~ E7	TVC	~ E5	TVC	~ E7	TVC	~ E7	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	n.d.	Y / M	n.d.	Hefen und Schimmel
Coliform	n.d.	Coliform	n.d.	Coliforme Keime
TVC	n.d.	TVC	n.d.	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Da bei den Extrakten der Veilchenwurzel in den ersten beiden Screening-Schritten keine signifikante Reduktion der Keimzahlen im Vergleich zu den Kontrollansätzen ohne Konservans erkennbar war, wurde keine detailliertere Untersuchung durchgeführt (n.d.; nicht durchgeführt).

**Veilchen, *Viola odorata***  
**Blüten**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Hydrolat	Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jjoba	Olive			
				50%	50%	50%	50%	Konzentration im Test
++	+	+++	++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
	-		++ / +++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+ / -	-	+	+++	+	+	+	+	Niederschlag B
	++		++	++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		Urextrakt 6%		2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%		
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E6	Y / M	~ E2	Y / M	~ E7	Y / M	~ E5	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E7	Coliform	< E4	Coliform	~ E7	Coliform	< E4	Coliforme Keime B
TVC	~ E8	TVC	~ E7	TVC	~ E8	TVC	~ E6	Gesamtkeimzahl B



### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	1.9 E5	Y / M	1.7 E7	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E3	Coliform	< 2.0 E4	Coliforme Keime
TVC	6.2 E9	TVC	7.4 E8	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Ähnlich der ethanologischen Extrakte der Veilchenblätter ist auch bei jenen der Blüten zwar ein Einfluss auf das Wachstum Gram- Bakterien zu erkennen, aber weder die Gesamtkeimzahl noch die Hefen und Schimmelpilze werden ausreichend gehemmt. Bei der Gesamtkeimzahl ist im Vergleich zum Kontrollansatz eine Reduktion der Keimzahl um nur 1-2 Zehnerpotenzen zu beobachten. Ebenso ist der Einfluss auf das Wachstum der Hefen gering; hier ist im Vergleich zu den Kontrollansätzen keine Reduktion im Falle des 96.0%igen und nur eine Reduktion um einen Faktor von 100 im Falle des 38.4%igen Extraktes nachzuweisen. Interessanterweise ist ein ähnliches Verhalten bei den Extrakten der Stiefmütterchen-Blüten, welche ja der selben Pflanzengattung zuzuordnen sind, zu beobachten.

**Vogelbeere**, *Sorbus aucuparia*  
reife Beeren



1. Optische Bewertung

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jjoba-Öl	Oliven-Öl		
				50%	50%	50%	Konzentration im Test
+ / ++	+	++	+ / -	+++	+++	+++	Trübung B
				++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+	+	++	++	+	+	+	Niederschlag B
				++	++	++	Niederschlag Y / M

2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%					
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	~ E6	Y / M	~ E6	Y / M	~ E7	Y / M	~ E6	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	~ E6	Coliform	< E4	Coliform	< E4	Coliform	~ E3	Coliforme Keime B
TVC	~ E8	TVC	~ E7	TVC	~ E8	TVC	~ E7	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	n.d.	Y / M	n.d.	Hefen und Schimmel
Coliform	n.d.	Coliform	n.d.	Coliforme Keime
TVC	n.d.	TVC	n.d.	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Da bei den Extrakten der Vogelbeere in den ersten beiden Screening-Schritten keine signifikante Reduktion der Keimzahlen im Vergleich zu den Kontrollansätzen ohne Konservans erkennbar war, wurde keine detailliertere Untersuchung durchgeführt (n.d.; nicht durchgeführt).

**Weintraube**, *Vitis vinifera*  
**Kerne**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
+++	+++	++ / +++	+++	+++	+++	+++	Trübung B
	+++		+++	++ / +++	++ / +++	++ / +++	Trübung Y / M
+++	+++	+++	+++	+	+	+	Niederschlag B
	+++		+++	++	++	++	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	< E4	Y / M	~ E2	Y / M	< E4	Y / M	~ E4	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E4	Coliform	< E1	Coliform	< E4	Coliform	< E1	Coliforme Keime B
TVC	< E4	TVC	< E1	TVC	< E4	TVC	~ E2	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	2.6 E5	Y / M	2.5 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E1	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	6.0 E2	TVC	< 2.0 E2	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

Die ethanolischen Extrakte der Traubenkerne zeigen äußerst vielversprechende Eigenschaften. Die Keimzahlen der coliformen Keime und die Gesamtkeimzahl sind drastisch reduziert im Vergleich zu den Kontrollansätzen, letztere sogar um mindestens 8 Zehnerpotenzen! Nur die Wirkung auf das Wachstum von Hefen und Schimmelpilzen ist nicht sehr deutlich ausgeprägt; hier sind nur Reduktionen in der Keimzahl um einen Faktor von etwa 10 zu beobachten. Anzumerken ist auch noch, dass die starke Trübung in diesen Ansätzen (und auch in jenen mit den Extrakten des Pressrückstandes) sofort nach der Zugabe der Keimsuspension zu den Extrakten aufgetreten ist und vermutlich durch eine rein chemische Reaktion bedingt ist und nicht durch mikrobiologische Aktivität.

**Weintraube, *Vitis vinifera***  
**Ölkuchen, Pressrückstand**



**1. Optische Bewertung**

EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		Öl-Extrakte		Glycerin Auszug 80%	Extraktions- medium
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Jojoba-Öl	Oliven-Öl		
+++	n.d.	+++	+++	n.d.	n.d.	n.d.	Trübung B
+++			++	n.d.	n.d.	n.d.	Trübung Y / M
+++	n.d.	+++	+++	n.d.	n.d.	n.d.	Niederschlag B
+++			++	n.d.	n.d.	n.d.	Niederschlag Y / M

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

EtOH-Extrakt 38.4%				EtOH-Extrakt 96.0%				
Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	Urextrakt 16%	2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%	Urextrakt 6%	2% Harz gelöst in 96.0% EtOH Endkonz. EtOH 6%	
Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	Selektive Bestimm- ung von	Keimzahl	
Y / M	< E1	Y / M	n.d.	Y / M	< E4	Y / M	~ E2	Hefen u. Schimmel Y / M
Coliform	< E1	Coliform	n.d.	Coliform	< E4	Coliform	< E1	Coliforme Keime B
TVC	< E1	TVC	n.d.	TVC	< E4	TVC	< E1	Gesamtkeimzahl B

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie



EtOH-Extrakt 38.4%		EtOH-Extrakt 96.0%		
Urextrakt 16%		2% Harz gelöst in 38.4% EtOH Endkonz. EtOH 16%		
Selektive Bestimmung von	Keimzahl	Selektive Bestimmung von	Keimzahl	
Y / M	< 2.0 E1	Y / M	2.5 E5	Hefen und Schimmel
Coliform	< 2.0 E1	Coliform	< 2.0 E1	Coliforme Keime
TVC	< 2.0 E2	TVC	< 2.0 E2	Gesamtkeimzahl

### 4. Zusammenfassung

In Analogie zu den ethanolischen Extrakten der Traubenkerne zeigen auch jene des Ölkuchen-Pressrückstandes der Kerne äußerst vielversprechende Eigenschaften. Die Keimzahlen der coliformen Keime und die Gesamtkeimzahl sind drastisch reduziert im Vergleich zu den Kontrollansätzen, letztere auch hier um mindestens 8 Zehnerpotenzen! Betrachtet man die Wirkung auf das Wachstum von Hefen und Schimmelpilzen, so ist bei den Ansätzen mit dem Trockenextrakt keine sehr deutlich ausgeprägte Reduktionen in der Keimzahl zu beobachten, hingegen sind bei den Ansätzen mit dem Urextrakt keinerlei Hefen mehr detektierbar (ähnliche Wirkung zeigen nur die Harze der Balsampappelknospen). Es gilt daher im weiteren Projektverlauf zu verifizieren, ob die antimikrobiell wirksamen Substanzen in den Traubenkernen flüchtig sind und bei der Bereitung der Trockenextrakte verloren gehen.

## 6.2 Agardiffusionstest

Die Pflanzenextrakte werden unter definierten Bedingungen gelöst und in Form eines getränkten Filterpapierblättchens auf einen mit Teststämmen beimpften Agar aufgebracht. Dem Fick'schen Gesetz folgend diffundieren die Wirkkomponenten entsprechend ihrer Konzentration und Substanzeigenschaften in den Agar. Im Falle einer antimikrobiellen Aktivität ist nach erfolgter Bebrütung ein Hemmhof um das Blättchen erkennbar, dessen Durchmesser mit der Empfindlichkeit des Teststammes gegenüber dem entsprechenden Wirkstoff(gemisch) korreliert. Resistente Stämme zeigen keine oder nur sehr kleine Hemmhöfe.

Die Agardiffusionstests im Rahmen des gegenständlichen Projektes wurden von wie folgt durchgeführt:

Agar: Müller-Hinton Medium Nr.: CM 337 (Fa. Oxoid)  
Filterpapiertestblättchen: Nr. 2668, 9 mm Durchmesser (Fa. Schleicher & Schuell)

Teststämme: *Escherichia coli* ATCC 25922  
*Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853  
*Staphylococcus aureus* ATCC 29213  
*Candida albicans* ATCC 76615

Die Teststämme wurden in sterile physiologische Kochsalzlösung eingerührt (Mc Farland: 0,5) und auf die Agarplatten mit einem sterilen Wattetupfer engmaschig aufgebracht.

Die Filterpapierblättchen wurden sterilisiert, nach dem Abkühlen mit 50 µl der Testsubstanz benetzt und auf die beimpften Agarplatten aufgebracht. Danach wurden die Agarplatten für 24 Stunden bei 35°C bebrütet und hinsichtlich der Ausmaße der Hemmhöfe ausgewertet.

Die Pflanzenextrakte diffundieren entsprechend der Konzentration und der Substanzeigenschaften in den Agar (Fick'sches Gesetz). Je größer der nach der Bebrütung entstandene Hemmhof ist, desto empfindlicher ist der geprüfte Stamm gegenüber der entsprechenden Testsubstanz, resistente Stämme zeigen keine oder nur sehr kleine Hemmhöfe.



ProbenNr	Inhaltstoff	Konzentration in Ethanol % w/v	Hemmhof in mm			
			<i>E.coli</i>	<i>P. aerugin.</i>	<i>Staph. aureus</i>	<i>C. albicans</i>
BP 001	Pappel-Knospen	3,8%	-	-	18	13
BP 003	Pappel-Knospen	3,8%	-	-	21	-
BP 004	Pappel-Knospen	4,7%	-	-	21	-
<hr/>						
000-19	Benzylalkohol	0,5	-	-	-	-
000-26	Phenoxyethanol	1,0	-	-	-	-
000-25	B-Paraben	0,5	-	-	12	13
000-23	E-Paraben	0,5	-	-	-	-
000-27	M-Paraben	0,5	-	-	-	-
000-24	P-Paraben	0,5	-	-	-	-

Tabelle 13 Ergebnisse Agardiffusionstest

Bei den untersuchten ethanolischen Extrakten aus *Populus balsamifera* ist lediglich punktuell antimikrobielle Aktivität zu beobachten. Ein Respons ist bei *Staphylococcus aureus* und *Candida albicans* zu beobachten.

Im Vergleich mit der Impedanzmessung scheint der Agardiffusionstest trotz zehnfacher Konzentration der eingesetzten Konservierungsmittel und hundertfachen Probenmengen kein repräsentatives Testsystem für die beschriebene Problemstellung darzustellen. Aus diesem Grund wurde von weiteren Untersuchungen mit dieser Methode abgesehen.

### 6.3 BacTrac Impedanzmessung

Mikroorganismen bauen bei Wachstum und Vermehrung die in einem elektrolythaltigen flüssigen Kulturmedium enthaltenen hochmolekularen Inhaltsstoffe ab. Dabei entstehen zunehmend Ionen, wodurch die elektrische Leitfähigkeit steigt und der elektrische Widerstand - auch Impedanz genannt - sinkt. Über Wechselstromelektroden (in Messzellen), die in die Suspension aus flüssigem Kulturmedium und Prüfsubstanz (z.B. *Populus balsamifera*-Extrakte) ragen, werden diese Änderungen bei konstanter Inkubationstemperatur gemessen und aufgezeichnet. Je mehr Mikroorganismen vorliegen, je stoffwechselaktiver eine Kultur ist, desto schneller sind die elektrischen Umwandlungen erfassbar.

Keimart	Nachweisgrenze	Testdauer Bactrac	Testdauer Klassische Methoden	Besonderheiten
Aerobe Gesamtkeimzahl	10 KBE/g feste u. pastöse Prod. 1 KBE/g flüss.Prod.	>10 <sup>6</sup> : 6-10 Std. >10 <sup>4</sup> : 10-15 Std. >10 <sup>2</sup> : 15-20 Std. >10 <sup>0</sup> : 20-24 Std.	3 Tage	keine Verdünnungen erforderlich automat. KBE Bestimmung
Hefen und Schimmelpilze	10 KBE/g feste u. pastöse Prod. 1 KBE/g flüss.Prod.	max. 72 Std.	5-14 Tage	keine Verdünnungen erforderlich automat. KBE Bestimmung
Coliforme	10 KBE/g feste u. pastöse Prod. 1 KBE/g flüss.Prod.	< 16 Stunden	1-2 Tage	Indoltest direkt in der Mess- zelle MUG- Fluoreszenz möglich pH- Indikator für Säure aus Laktose vereinfachte Auswertung
Enterobacteriaceae	10 KBE/g feste u. pastöse Prod. 1 KBE/g flüss.Prod.	< 16 Stunden	1-2 Tage	keine Verdünnungen erforderlich vereinfachte Auswertung
Salmonellen	1 KBE/25 g nach Voranreicherung	30-40 Stunden (inkl. Voranreicherung)	4-5 Tage	Verkürzte Voranreicherung (6-7 Std.) bei Salmonellen in rohen Fleischwaren. Sofort- bestätigung direkt aus der Messzelle mittels Gensonde od immunol. Schnelltests. Selekt. Subkultur aus Mess- zelle
Listerien	1 KBE/25 g nach Voranreicherung	66 Stunden (inkl. Voranreicherung)	5-7 Tage	wie Salmonellen
Clostridien	10 KBE/g feste u. pastöse Prod. 1 KBE/g flüss. Prod	48 Stunden C.perfringens 24 Std.	3-5 Tage	anaerobe Messzelle - keine Paraffinüberschichtung erforderlich
Staphylococcus aureus	1 KBE/g nach selektiver Voranreicherung	48 Stunden	2-4 Tage	Agglutinationsreaktion oder Thermonukleasetest direkt aus der Messzelle

Tabelle 14 Vergleich der BacTrac-Methode mit klassischer Mikrobiologie (Quelle SY-LAB 1999)

Bei der Impedanz-Messung (2 Elektroden in einer Küvette) wird der Keimgehalt durch Erfassung der mikrobiellen Stoffwechselaktivität auf elektrochemischem Wege in Kombination mit einem neu entwickelten hochselektiven Medium ermittelt. Die Flüssignährmedien haben eine ähnliche Zusammensetzung wie die festen oder halbfesten Agar der Gussplattenmethode. Doch elektrische Messungen haben den Vorteil, dass ihr Bezug zu klassischen Wachstumsvorgängen objektiv nachvollziehbar ist.

Die Änderung der Impedanz erfolgt umso schneller, je mehr Keime in der zu untersuchenden Probe vorhanden sind bzw. je größer deren Stoffwechselaktivität und somit das Verderbnispotential ist.

Durch die zwei Elektroden besteht in der Versuchsanordnung die Möglichkeit des Impedanz-Splitting, d.h. der getrennten Erfassung der Impedanz des Mediums (M-Wert) und der Impedanzänderung direkt an der Oberfläche der Elektrode (E-Wert). Durch diesen besonderen Kunstgriff ermöglicht der Analysator auch die Berücksichtigung von Produktfloren mit geringer Stoffwechselaktivität.

Die Proben befinden sich in einem thermostatisch geregelten Aluminiumblock. Eine Messung dauert bis 48 Stunden, es wird alle 60 sec. gemessen und der Wert über einen angeschlossenen PC mit der entsprechender Software am Bildschirm sichtbar und als Zeit-Wachstums- bzw. Zeit-Hemmungsdiagramm visualisiert.

Diese Untersuchungen bieten sehr gut reproduzierbare Ergebnisse, sie sind sehr selektiv und zeigen Manipulationsfehler und falsch positive Resultate sofort an. Die automatisierte Mikrobiologie mit Impedanzsplitting ist in Deutschland bereits in die Normensammlung aufgenommen worden.

Die Impedanz-Methode erlaubt sowohl eine qualitative als auch eine quantitative Auswertung. Zur quantitativen Bestimmung des Keimgehaltes erfolgt eine Kalibrierung anhand eines Standardverfahrens zur kulturellen Keimzahlbestimmung.

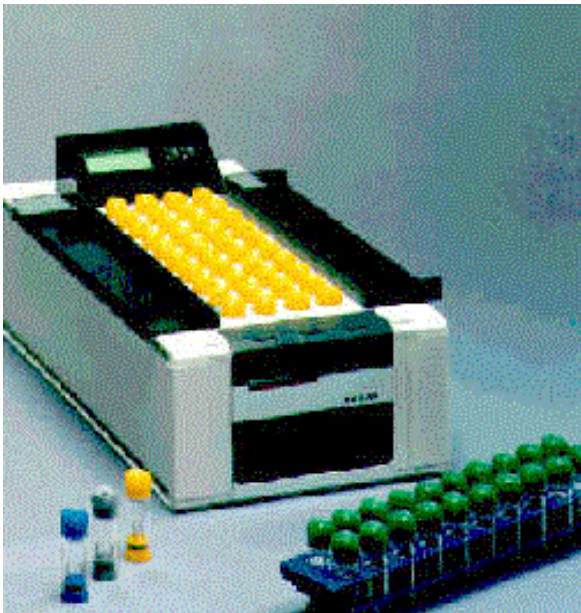


Abbildung 7 BacTrac 4100

Im System BacTrac 4100 der Firma SY-LAB (Tullnerbachstrasse 61-65, A-3002 Purkersdorf) wird die Messgröße in die Impedanzänderung des Mediums (M-Wert) und die Impedanzänderung an der Elektrodenoberfläche (E-Wert) zerlegt. Der M-Wert liefert stabile und gut reproduzierbare Ergebnisse und ist für die Keimzahlbestimmung gut geeignet. Der E-Wert reagiert meist empfindlicher und rascher, unterliegt größeren Schwankungen als der M-Wert, zeigt aber auch in hochleitenden Medien Impedanzänderungen noch deutlich an. Der E-Wert wird daher vorzugsweise zur vorläufigen Beurteilung von Proben und für qualitative Untersuchungen eingesetzt. Durch seine relative Unempfindlichkeit gegenüber stark salzhaltigen Medien wird der Anwendungsbereich gegenüber anderen Systemen wesentlich erweitert. Der M-Wert dient in vielen Fällen als nachfolgende Bestätigung des E-Wertes mit zusätzlicher Sicherheit.

Die Ergebnisse der Impedanzmessung der bislang untersuchten ethanolischen Extrakte aus *Populus balsamifera* – gemessen sowohl an der Elektrode (E) als auch im Medium (M) – sind tabellarisch im Vergleich mit jenen des Agardiffusionstests dargestellt (Tabelle 15 und Tabelle 16).

Aus dieser Darstellung wird erneut deutlich, dass der Agardiffusionstest – wie bereits diskutiert - trotz zehnfacher Konzentration der eingesetzten Konservierungsmittel kein repräsentatives Testsystem für die beschriebene Problemstellung darzustellen scheint.

Die Impedanzmessung an der Elektrode (E-Wert) zeigt beim Vergleich der Extrakte aus *Populus balsamifera* mit herkömmlichen Konservierungsmitteln an allen Prokaryontenkulturen ähnliche Keimhemmung. Die stärkste Wirkung der Extrakte aus der Balsampappel ist an *Staphylococcus aureus* zu beobachten, wobei auch herkömmliche Konservierungsmittel nicht stärker hemmen. Diese Ergebnisse können durch die Messung im Medium (M-Wert) bestätigt werden.

Eine nur marginal stärkere antimikrobielle Aktivität ist durch E-Paraben, M-Paraben und P-Paraben an *Escherichia coli* und *Pseudomonas aeruginosa* zu erkennen. Anzumerken sei, dass die eingesetzten Konzentrationen der Konservierungsmittel nur zu einem Zehntel der höchstzulässigen Konzentrationen in kosmetischen Präparationen vorliegen.

Als Vertreter der Eukaryonten wurde *Candida albicans* herangezogen, jedoch konnte der E-Wert in diesem Fall nicht ausgewertet werden. Der M-Wert zeigt aber bei Verwendung aller Pappelextrakte starke antimikrobielle Aktivität. Es kann daher angenommen werden, dass auch der E-Wert positive Ergebnisse gezeigt hätte. Lediglich B-Paraben und P-Paraben der Konservierungsmittel hemmen das Zellwachstum dieses Hefepilzes.

**Das stärkste antimikrobielle Potential in den bislang durchgeführten Testreihen ist in der Probe Balsampappel 001 zu finden.**

### 6.3.1 Messung der Elektrodenimpedanz

Die Elektrodenimpedanzmessung (E-Wert) reagiert in vielen Fällen rascher und kann als schnelle Screening-Methode zur Evaluierung von Konservierungsmittel und Desinfektionsmittel herangezogen werden.

Proben Nr	Inhaltstoff	% (w/v) in Ethanol	Wirkung gegen							
			<i>E.coli</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>Staph. aureus</i>		<i>C. albicans</i>	
			Agar	Impz	Agar	Impz	Agar	Impz	Agar	Impz
BP 001	Balsampappel	0,38%	-	15	-	15	18	85	13	n.u.
BP 003	Balsampappel	0,38%	-	15	-	10	21	70	-	n.u.
BP 004	Balsampappel	0,47%	-	15	-	10	21	>95	-	n.u.
BP 005	Balsampappel	0,10%	n.u.	10	n.u.	20	n.u.	55	n.u.	n.u.
000-37	Benzylalkohol	0,10	-	15	-	15	-	25	-	n.u.
000-38	Phenoxyethanol	0,05	-	10	-	10	-	>95	-	n.u.
000-39	B-Paraben	0,05	-	10	-	15	12	>95	13	n.u.
000-40	E-Paraben	0,05	-	25	-	35	-	60	-	n.u.
000-41	M-Paraben	0,05	-	30	-	30	-	70	-	n.u.
000-42	P-Paraben	0,05	-	20	-	20	-	>95	-	n.u.

Tabelle 15 Ergebnisse Elektrodenimpedanzmessung / Agardiffusionstest

Agar: Durchmesser des Hemmhofes in mm

(Ergebnisse des Agardiffusionstests siehe 6.2, Tabelle 13)

Impz: Impedanzmessung der Hemmung an der Elektrode in % (E)

n.u. nicht untersucht

### 6.3.2 Messung der Medienimpedanz

Der M-Wert oder die Medienimpedanz dient als nachfolgende Bestätigung des E-Wertes mit zusätzlicher Sicherheit.

Proben Nr	Inhaltstoff	% (w/v) in Ethanol	Wirkung gegen							
			<i>E.coli</i>		<i>P. aeruginosa</i>		<i>Staph. aureus</i>		<i>C. albicans</i>	
			Agar	Impz	Agar	Impz	Agar	Impz	Agar	Impz
BP 001	Balsampappel	0,38%	-	50	-	-	18	65	13	>95
BP 003	Balsampappel	0,38%	-	-	-	30	21	50	-	>95
BP 004	Balsampappel	0,47%	-	-	-	-	21	50	-	>95
BP 005	Balsampappel	0,10%	n.u.	-	n.u.	-	n.u.	35	n.u.	>95
000-37	Benzylalkohol	0,10	-	-	-	-	-	17	-	-
000-38	Phenoxyethanol	0,05	-	10	-	-	-	30	-	-
000-39	B-Paraben	0,05	-	10	-	-	12	50	13	>95
000-40	E-Paraben	0,05	-	-	-	-	-	70	-	-
000-41	M-Paraben	0,05	-	-	-	-	-	65	-	-
000-42	P-Paraben	0,05	-	-	-	-	-	>95	-	>95

Tabelle 16 Ergebnisse Medienimpedanzmessung / Agardiffusionstest

Agar: Durchmesser des Hemmhofes in mm  
(Ergebnisse des Agardiffusionstests siehe 6.2, Tabelle 13)

Impz: Impedanzmessung der Hemmung im Medium in % (M)

n.u. nicht untersucht

## 6.4 Challengetest nach EU-Richtlinie

In den "NOTES OF GUIDANCE FOR TESTING OF COSMETIC INGREDIENTS FOR THEIR SAFETY EVALUATION " (2nd Revision 1/97) des SCIENTIFIC COMMITTEE ON COSMETOLOGY der EUROPEAN COMMISSION, DIRECTORATE GENERAL DGXXIV, CONSUMER POLICY AND CONSUMER HEALTH PROTECTION

werden in Annex 7 Tests an

<i>Staphylococcus aureus</i>	ATCC 6598	DMSZ 799	
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	ATCC 9027	DMSZ 939	
<i>Eschericia coli</i>	ATCC 8739	DMSZ 1576	
<i>Candida albicans</i>	ATCC 10231	DMSZ 1386	
<i>Aspergillus niger</i>	ATCC 16404	DMSZ 1988	empfohlen.

Im Challengetest wird die Wirksamkeit der antimikrobiellen Konservierung festgestellt. Die zu prüfende Formulierung wird mit Testkeimen ( $10^5$  bis  $10^6$  je 1g oder 1ml) kontaminiert und die Änderung des Keimgehaltes mit der Zeit untersucht.

Unter Berücksichtigung dieser Empfehlung und in Anlehnung an DIN 58940-5 "Methoden zur Empfindlichkeitsprüfung von bakteriellen Krankheitserregern außer Mikrobakterien gegen Chemotherapeutika - Basistest" wird die antimikrobielle Wirkung untersucht. Die Auswertung der Untersuchungsergebnisse aus den erforderlichen Verdünnungsreihen stellen eine potentielle Grundlage für die Erarbeitung einer exakten Dosierungsvorschrift eines Konservierungssystems dar.

Die Proben wurden in einem geeigneten Lösungsmittel (in diesem Fall Ethanol) gelöst. Aus dieser Lösung wurden die Prüflösungen durch entsprechendes Verdünnen mit dem Nährmedium hergestellt. Die Endkonzentration der einzelnen Stufen der Prüflösung entspricht den Werten einer Exponentialreihe mit ganzen Exponenten der Grundzahl 2. Die Bakteriensuspension mit  $10^5$  bis  $10^6$  vermehrungsfähigen Keimen (CfU/ml, Colony forming Units) wurde der Prüflösung zugegeben und bei 37°C inkubiert. Die so behandelten Proben in den verschiedenen Verdünnungen werden insgesamt 28 Tage inkubiert. Nach 16 Stunden erfolgte die erste Sichtkontrolle. Nach verschiedenen Zeitabständen wurde geprüft, ob ein makroskopisch sichtbares Wachstum des Inokulums verhindert wird. Beim Kontrollkeim *Aspergillus niger* wurde eine Mycelprobe mit einem Volumen von etwa 100µl zugesetzt.

Zur Auswertung ist festzustellen, bei welcher Wirkstoffkonzentration ein makroskopisch sichtbares Wachstum des Inokulums verhindert wird. Auch die Dauer der Hemmwirkung ist zu dokumentieren.

Auf eine bakterizide Wirkung kann nach diesem Test geschlossen werden, wenn nach einem Zeitraum von 28 Tagen kein sichtbares makroskopisches Wachstum erkennbar ist. Zusätzlich kann festgestellt werden, bei welcher Konzentration eine Hemmwirkung erzielt werden kann.

Untersucht wurden bislang drei ethanolische Extrakte von *Populus balsamifera* BP 001, BP 003, BP 004. Die Tests wurden am Klinischen Institut für medizinische und chemische Labordiagnostik am AKH Wien gemäß DIN 58940 Teil 5 durchgeführt.

Generell ist festzustellen, dass die oben genannten Proben bei der durchgeführten Untersuchung ein sehr ähnliches Verhalten gezeigt haben.

Die höchste untersuchte Wirkstoffkonzentration war 0,41% ( $^w/v$ ) in der verdünnten Probe. Die Prüfkonzentration konnte aufgrund der Tatsache, dass bei höheren Konzentrationen der Harzanteil teilweise ausfällt, nicht erhöht werden. Eine Auswirkung des Ethanolanteils in den Prüflösungen auf das Wachstum der Keime konnte ausgeschlossen werden.

Bei dieser maximal möglichen Wirkstoffkonzentration wurde bei den Kontrollkeimen ein makroskopisch sichtbares Wachstum von *Candida albicans* und *Pseudomonas aeruginosa* nach 8 Tagen, von *E.Coli* nach 16 Tagen, von *Staphylococcus aureus* nach 24 Tagen und von *Aspergillus niger* nach 28 Tagen festgestellt. Diese Ergebnisse sind exemplarisch für Probe BP 001 in Abbildung 8 grafisch dargestellt.

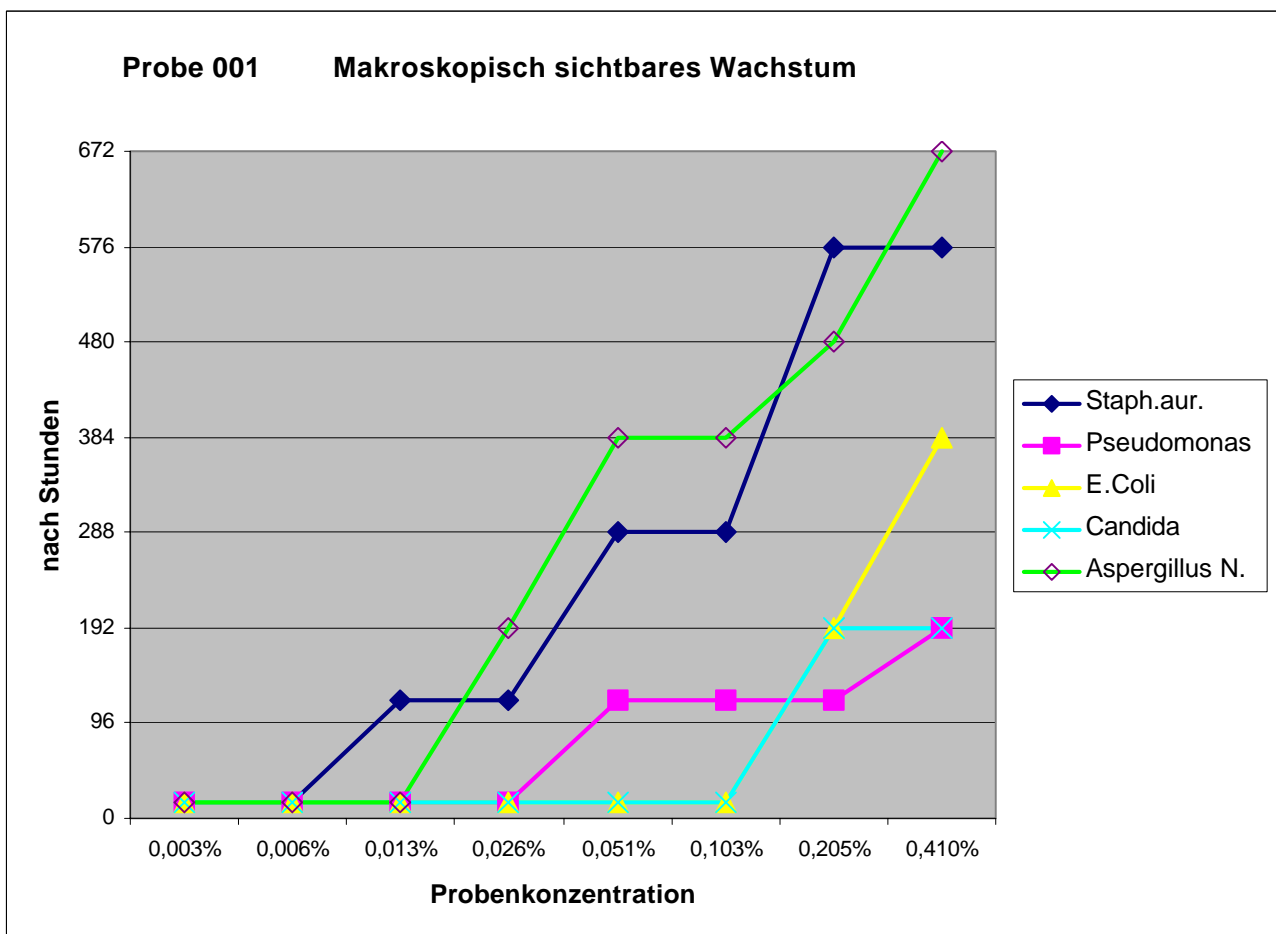


Abbildung 8 Antimikrobielle Aktivität durch Probe BP 001 im Challengegetest über 28 Tage

*Aspergillus niger* wurde am wirksamsten gehemmt. Das makroskopisch sichtbare Wachstum der Kulturen erfolgte bei den Prüfkonzentrationen von 0,41% erst nach etwa 670 Stunden. Dennoch konnte keine ausreichende antimikrobielle Wirkung im untersuchten Keimspektrum über den gesamten Untersuchungszeitraum von 28 Tagen in den eingesetzten geringen Konzentrationen von 28 $\mu$ g Wirkstoff/ml - 4100 $\mu$ g/ml detektiert werden.



Hier ist noch anzumerken, dass dieser Test nur mit den Extrakten der Balsampappel durchgeführt wurde, da er sehr aufwendig und zeitintensiv ist. Für ein Screening der Pflanzenextrakte wurde daher der unter 6.1 beschriebene Trübungstest etabliert, da er in wesentlich kürzerer Zeit die nötige Vorinformation über ein potentiell antimikrobielles Verhalten der Pflanzenextrakte in wässrigem Medium liefert. Da unsere bisherigen Erfahrungen auf diesem Gebiet jedoch eindeutig gezeigt haben, dass aus einem antimikrobiellen Verhalten in wässrigen Systemen nicht direkt auf das Verhalten in Emulsionen zu schließen ist, wurde das antimikrobielle Potential in der wässrigen Phase nicht detaillierter mittels Challenge-Test untersucht. Um weitere Aussagen über die Anwendbarkeit der im Screening positiv beurteilten Pflanzenextrakte zu treffen, ist in jedem Fall das Testsystem an die für unsere Fragestellung relevante Matrix anzupassen, das heißt vom wässrigen System in die Kosmetik zu wechseln.

## **6.5 Untersuchung des antimikrobiellen Potentials in Basispräparationen**

Die Belastungstests sollen die Eignung der Pflanzenextrakte als konservierende Komponente in praxisüblichen Standardrezepturen überprüfen.

Da die Matrix der kosmetischen Formulierung, vor allem der Emulgator, großen Einfluss auf die Wirksamkeit von Konservierungstoffen ausüben, ist die Rezeptur hingehend der Stabilität zu optimieren. Für vergleichende Untersuchungen des antimikrobiellen Potentials werden weitere Standardemulsionen mit Pflanzenextraktzusatz in Auftrag gegeben (Fa. Weinzierl, Schwechat), die von der Rezeptur nach den Kriterien der Naturstoffkosmetik unbedenklich sind.

Die Präparate werden unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt:

### **6.5.1 Stabilitätstest ohne massive künstliche Keimbelastung**

In diesem Direkttest soll das antimikrobielle Potential jener im Screening positiv bewerteter Extrakte direkt in der kosmetischen Präparation getestet werden, da aus unseren bisherigen Arbeiten zu dieser Fragestellung bekannt ist, dass aus Ergebnissen eines wässrigen Testansatzes nicht unmittelbar auf das Verhalten in einer kosmetischen Emulsion zu schließen ist.

Im Testansatz wurden Proben von unkonservierter Kosmetik (etwa 10g O/W Standardemulsion) mit den Pflanzenextrakten und einerseits mit konventionellen Konservierungsmitteln als Positiv-Referenz und andererseits ohne jegliche weitere Zusätze als Negativ-Referenz inkubiert.

Die Tests sehen die Simulation einer Behandlung der Präparation als Gebrauchsware vor. Das bedeutet, die Kosmetik soll mehrmals täglich geöffnet werden, mit den auf der Haut ubiquitär vorkommenden Keimen „beimpft“ (mit dem Finger im Tiegel die Creme-Entnahme simulierend) und zusätzlich nach 6 Wochen der Gebrauchsbelastung im Brutschrank 14 Tage lang bei 30°C bebrütet werden. Zur Auswertung dieses Belastungstests wird die optische und olfaktorische Veränderung, wie sie durch mikrobiellen Einfluss zustande kommt, herangezogen.

Wider Erwarten konnte in keiner der untersuchten Präparationen – auch nicht im unkonservierten Kontrollansatz ohne jegliche konservierende Zusätze - eine augenscheinliche Veränderung während der „Gebrauchsbelastung“ und Bebrütung bei 30°C für 14 Tage verzeichnet werden - weder in der Textur, der Farbe noch im Geruch. Die Präparate waren auch nach 2 Monaten weitgehend unverändert und konnten als „stabil“ bezeichnet werden.

Wie die im folgenden Kapitel im Detail beschriebenen Konservierungsmittelbelastungstests zeigen, haben sich beispielsweise die Präparate mit den ethanolischen Extrakten aus *Populus balsamifera* im Gegensatz zu den Tests, die lediglich die Gebrauchsbelastung simulieren, bei künstlicher Keimbelastung über den Test hinweg als makroskopisch instabil erwiesen.

Aufgrund dieser Erfahrungen wurde der Stabilitätstest ohne massive künstliche Keimbelastung nicht weiter verfolgt. Anscheinend ist der Keimeintrag bei dieser Art der Behandlung zu gering, um im beobachteten Zeitraum eine optisch oder olfaktorisch detektierbare Veränderung durch mikrobielle Stoffwechselaktivität hervorzurufen.

### 6.5.2 Stabilitätstest mit massiver künstlicher Keimbelastung - Konservierungsmittelbelastungstest

Jene Tests mit massiver künstlicher Keimbelastung sehen die Beimpfung von kosmetischen Präparationen mit ausgewählten Referenzkeimen vor, die auch bei standardisierten Kosmetik-Tests eingesetzt werden. Durch Beobachtung der Stabilität und/oder der Keimzahl kann das antimikrobielle Potential der Proben direkt beurteilt werden.

Die Tests im Rahmen dieses Projektes werden von einem renommierten Institut in Deutschland (Biochema Schwaben, Dr. Lehmann & Co) in Anlehnung an das Deutsche Arzneimittelbuch DAB durchgeführt.

Zu Beginn des Versuchs werden die Präparate durch Abimpfungen auf breitbandig ansprechenden Nährböden auf ihren Keimgehalt hin untersucht, um sicherzustellen, dass das Ausgangsmaterial nicht belastet ist.

Für den Keimbelastungstest wurden je 100g des keimfreien Ausgangsmaterials mit einer Suspension aus den unten angeführten Keimen beimpft.

#### Bakterien

<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	DSM 1128
<i>Staphylococcus aureus</i>	DSM 799
<i>Escherichia coli</i>	DSM 1576
<i>Proteus mirabilis</i>	DSM 788

#### Schimmelpilze

<i>Aspergillus niger</i>	DSM 1988
<i>Penicillium expansum</i>	DSM 1282
<i>Trichoderma viride</i>	DSM 63064

#### Hefen

<i>Candida albicans</i>	DSM 1386
-------------------------	----------

Bei diesen Kulturen handelt es sich einerseits um starke Fäulniserreger und andererseits um virulente Schimmelbildner, die sich in kosmetischen Präparationen bevorzugt entwickeln. Zur Gewährung der optimalen Wachstumsbedingungen wurden die Ansätze bei 30°C bebrütet. Die Beimpfungen wurden im Rhythmus von 14 Tagen dreimal wiederholt, wobei bei jeder Beimpfung in Anlehnung an das Deutsche Arzneimittelbuch (DAB) ein Inokulum von  $10^6$  Keimen pro ml Probe eingebracht wurden.

Die Proben wurden nach makroskopischen Gesichtspunkten auf die Vermehrung der Keime hin beobachtet. Ferner wurde 3 Tage nach der ersten Beimpfung sowie in zeitlich gestaffelter Reihenfolge nach 4 Beimpfungszyklen durch erneute Abimpfung auf Breitbandnährböden der Keimgehalt der Proben bestimmt (nach 2 Tagen, 5 Tagen und 12 Tagen).

Folgende Präparate wurden bislang getestet: zwei ethanolische Extrakte von *Populus balsamifera* (BP 003 und BP 004) in einer Konzentration von je 3% ( $w/w$ ) in einer O/W Standardemulsion. Zur professionellen Bereitung der kosmetischen Präparationen wurde die Firma Weinzierl (2320 Schwechat) als unabhängiger Lohnabfüller beauftragt.

Abimpfungen auf breitbandig ansprechenden Nährböden zeigten nach einwöchiger Bebrütung bei 30°C, dass alle Produkte zu Testbeginn in keimfreiem Zustand waren.

Die Präparate erwiesen sich über den Test hinweg als makroskopisch instabil. Bereits 2 Wochen nach der ersten Beimpfung konnte ein schwacher, gegen Versuchsende ein starker muffiger Geruch festgestellt werden, der auf mikrobielles Wirken hindeutete.

Eine genauere Differenzierung der mikrobiologischen Verhaltensweise erlaubten die Abimpfungsserien:

	3 Tage			2 Tage			5 Tage			12 Tage		
	nach 1 Zyklus			nach 4 Zyklen			nach 4 Zyklen			nach 4 Zyklen		
	B	H	P	B	H	P	B	H	P	B	H	P
Präparat BP 003	-	-	+++	+++	-	-	++	++	-	++	(+)	-
Präparat BP 004	-	-	+++	+++	-	-	+++	++	-	+++	+	-

Tabelle 17 Abimpfungsserie im Konservierungsmittelbelastungstest

+++	sehr hohe Keimzahl	$> 10^7$ Keime / ml
++	hohe Keimzahl	$\approx 10^5 - 10^7$ Keime / ml
+	mäßige Keimzahl	$\approx 10^3 - 10^5$ Keime / ml
(+)	geringe Keimzahl	$< 10^3$ Keime / ml
-	keimfrei	

3 Tage nach dem ersten Beimpfungszyklus konnten weder Bakterien noch Hefen detektiert werden. Allerdings traten Pilze in sehr hoher Keimzahl auf. Das Keimspektrum sowie der Keimzahlverlauf nach 4 Beimpfungszyklen zeigte, dass das Pilzwachstum zugunsten von Bakterien und im späteren Verlauf auch von Hefen massiv zurückgedrängt wurde. Dieses Phänomen ist vermutlich auf die metabolische Aktivität der Bakterien zurückzuführen; anscheinend hemmen bakterielle Stoffwechselprodukte das weitere Wachstum der sporoiden Formen der Pilze.

Die Keimbelastung mit Bakterien und Hefen ließ im Beobachtungszeitraum keine signifikante Reduktion erkennen.

### 6.5.3 Stabilitätstest mit massiver künstlicher Keimbelastung in unterschiedlichen Basispräparationen

Da der oben beschriebene Konservierungsmittelbelastungstest sowohl kosten- als auch zeitintensiv ist, wurde in Anlehnung an diesen Test folgendes System zur Beurteilung des antimikrobiellen Potentials der Pflanzenextrakte in einer anwendungsorientierten Matrix etabliert:

Drei kosmetische O/W-Basisemulsionen mit unterschiedlichen Fettgehalten wurden mit den im Screening als positiv beurteilten Pflanzenextrakten präpariert und einer künstlichen Keimbelastung ausgesetzt. Nach einer definierten Inkubationsdauer wurden die Keimzahlen bestimmt und mit jenen der Kontrollansätze – ohne Konservierungsmittel – verglichen.

#### 6.5.3.1 Versuchsaufbau des Kosmetik- Belastungstests und Beurteilungskriterien

##### **Test-Emulsionen**

Wie bereits kurz dargelegt, wurden 3 verschiedene Standard-Präparationen als Prüfmedium verwendet, um den Einfluss der Matrix zu verifizieren, da unsere bisherige Erfahrung ganz deutlich gezeigt hat, dass sowohl das Verhalten der Mikroorganismen als auch jenes der Pflanzenextrakte in einer kosmetischen Präparation äußerst komplex ist und von den strukturellen und funktionellen Eigenschaften der Emulsion abhängt.

- O/W – Emulsion „A“           äußerst fettarme Creme
- O/W – Emulsion „B“           mittlere Fettstufe
- O/W – Emulsion „C“           sehr fettreiche Creme

Sämtliche Präparate wurden unter Verwendung identer - natürlich unkonservierter - Rohstoffe (Fettphase, Wasserphase und Emulgator) von der Firma Weinzierl, Schwechat, präpariert.

##### **Pflanzenextrakte**

Folgende, im Screening in wässrigem Medium als vielversprechend bewertete Pflanzenextrakte wurden den Belastungstests unterzogen:

Pflanzenmaterial	Extraktionsmedium		Trockenextrakt		Asche
			Konsistenz	Ausbeute	Ausbeute
Balsampappel Knospen	EtOH / Wasser	78.0%	amorph, Harz	18,0%	3.1%
Berberitze Beeren	EtOH / Wasser	38.4%	amorph, Harz	17.5%	n.d.
Mädesüß Blüten	EtOH / Wasser	38.4%	amorph, Harz	19.8%	12.9%
Preiselbeere Beeren	EtOH / Wasser	96.0%	amorph, Harz	4.9%	n.d.
Weintraube Ölkuchen	EtOH / Wasser	96.0%	kristallin, pulvrig	1.7%	4.2%

Tabelle 18 Pflanzenextrakte für den Kosmetik-Belastungstest

### Keime

Da unsere bisherige Erfahrung gezeigt hat, dass es aufgrund unterschiedlicher Wachstumsgeschwindigkeiten zwischen Prokaryonten (Bakterien) und Eukaryonten (Hefen und Schimmelpilze) leicht zu Mißinterpretationen durch Überwachungs-Erscheinungen kommen kann, wurde der Belastungstest in der Kosmetik mit den drei relevanten Keimgruppen der Bakterien, Hefen und Schimmelpilze getrennt durchgeführt.

Die Bakterienkultur für diesen Test wurde - wie unter 6.1.2 beschrieben – aus ubiquitär vorkommenden Keimen bereitet:

500 ml Standard-I-Nährbouillon wurden mit 1ml aufgetauter Keimsuspension aus Gartenerde (siehe 6.1) beimpft und 48h lang bei 33°C bebrütet. Diese Keimsuspension diente schließlich als Inokulum für die Belastungstests in der Kosmetik. Die Ausgangskeimzahlen wurden mit den unter 6.1.2.2 im Detail beschriebenen Abklatsch-Tests auf coliforme Keime und die Gesamtkeimzahl getestet. Die Auswertung zeigte charakteristische Koloniemorphologie und folgende Keimzahlen:

- $10^7$ - $10^8$  CfU / ml Gesamtkeimzahl
- $10^7$ - $10^8$  CfU / ml Coliforme Keime

Trotz intensiver Bemühungen ist es uns nicht gelungen, Hefen und Schimmelpilze aus ubiquitären Quellen so anzureichern, dass diese hinreichend zufriedenstellend auf einer kosmetischen Präparation als „Nährboden“ wachsen. Dies ist vermutlich primär auf die bereits angesprochene Problematik der deutlich unterschiedlichen Wachstumsgeschwindigkeiten der verschiedenen Organismen zurückzuführen, die in der Matrix der Kosmetik auch noch unter den erschwerten Wachstumsbedingungen – verglichen zum wässrigen Testsystem - verstärkt wird. Um nun etwaigen Missinterpretationen durch derartige Einflüsse vorzubeugen, haben wir uns entschlossen, die beiden Keimgruppen der Hefen und Schimmelpilze für diesen Test mit kommerziell erhältlichen Reinkulturen abzudecken. Bei einem derartigen Versuchsansatz kann ausgeschlossen werden, dass falsch-positive Ergebnisse einer scheinbaren antimikrobiellen Aktivität der Pflanzenextrakte gegen Hefen und/oder Schimmelpilze durch das Überwachsen und Zurückdrängen der langsamer wachsenden Organismen durch Bakterien, welche in ubiquitär isolierten Präparaten immer vorhanden sind, vorgetäuscht werden.

In Anlehnung an die beim Konservierungsmittelbelastungstest verwendeten Keime wurden die entsprechenden Reinkulturen von *Candida albicans* – als Repräsentant für Hefen – und *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride* – als Repräsentanten für Schimmelpilze - bei der Deutschen Stammsammlung (DSM) bezogen.

Die lyophilisierte Hefe-Stammkultur (*Candida albicans*, DSM 1386) mit einer Keimzahl von  $10^7$  CfU wurde in 250 ml Standard-I-Nährbouillon, angereichert mit 4% Saccharose, 48h lang bei 32°C hochgezüchtet. Diese Hefesuspension diente schließlich als Inokulum für die Belastungstests in der Kosmetik. Die Ausgangskeimzahl wurden mit den unter 6.1.2.2 im Detail beschriebenen Abklatsch-Tests für Hefen bestimmt. Die Auswertung zeigte charakteristische Koloniemorphologie und folgende Keimzahl:

- $\sim 10^6$  CfU / ml Hefen (*Candida albicans*)

Die beiden lyophilisierten Schimmelpilz-Stammkulturen (*Aspergillus niger*, DSM 1988,  $10^7$  CfU und *Trichoderma viride*, DSM 63064,  $10^7$  CfU) wurden in je 1ml steriler Ringer-Lösung suspendiert und zu einem „Schimmelpilz-Mix“ vereint. Diese Suspension diente dann direkt als Inokulum für die Belastungstests in der Kosmetik und hatte laut DSM folgende Keimzahlen:

- $\sim 10^7$  CfU / ml Schimmelpilze (*Aspergillus niger* und *Trichoderma viride*)

**Testansätze**

Je 10g der Test-Emulsion wurden unter keimfreien Bedingungen in eine Petrischale portioniert, entsprechend des unten angeführten Proben-Plans mit Pflanzenextrakt versetzt und dieser in die Emulsion durch Rühren - und im Falle des Balsampappelharzes auch Aufschmelzen bei 50°C - eingearbeitet.

Testansatz	Bakterien			Hefen			Schimmel
	A	B	C	A	B	C	B
Emulsion							
Balsampappel Knospen Extrakt	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
Berberitze Beeren Extrakt	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
Mädesüß Blüten Extrakt	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
Preiselbeere Beeren Extrakt	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
Weintraube Ölkuchen Extrakt	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %	3 %
Mix ohne Asche							
Balsampappel Knospen Extrakt	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Mädesüß Blüten Extrakt	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Weintraube Ölkuchen Extrakt	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Mix mite Asche							
Balsampappel Knospen Extrakt	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Balsampappel Knospen Asche	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %	0.2 %
Mädesüß Blüten Extrakt	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Mädesüß Blüten Extrakt	0.7 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %	0.7 %
Weintraube Ölkuchen Extrakt	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %	1 %
Weintraube Ölkuchen Extrakt	0.5 %	0.5 %	0.5 %	0.5 %	0.5 %	0.5 %	0.5 %
Kontrollansatz	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 19 Übersicht über die Testansätze des Kosmetik-Belastungstests

Die folgenden Abbildungen dienen der Veranschaulichung und Dokumentation der Farbgebung der Präparationen durch die Pflanzenextrakte:



Abbildung 9 O/W Emulsion mit 3% Balsampappel Knospen Extrakt (links) im Vergleich zur unbehandelten Emulsion (rechts)



Abbildung 10 O/W Emulsion mit 3% Berberitze Beere Extrakt (links) im Vergleich zur unbehandelten Emulsion (rechts)



Abbildung 11 O/W Emulsion mit 3% Mädesüß Blüten Extrakt (links) im Vergleich zur unbehandelten Emulsion (rechts)



Abbildung 12 O/W Emulsion mit 3% Preiselbeere Beeren Extrakt (links) im Vergleich zur unbehandelten Emulsion (rechts)





Abbildung 13 O/W Emulsion mit 3% Traubenkerne Ölkuchen Extrakt (links) im Vergleich zur unbehandelten Emulsion (rechts)

Danach wurden die Ansätze mit den oben beschriebenen Keimsuspensionen folgendermaßen beimpft und inkubiert:

Testansatz	Inokulum		Inkubation	
			Zeit	Temp
Bakterien	500 µl	~ 10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup> CfU / ml TVC ~ 10 <sup>7</sup> -10 <sup>8</sup> CfU / ml Coliforme	6 Tage	32°C
Hefen	500 µl	~ 10 <sup>6</sup> CfU / ml <i>Candida albicans</i>	6 Tage	32°C
Schimmelpilze	140 µl	~ 10 <sup>7</sup> CfU / ml <i>Aspergillus und Trichoderma</i>	4 Wochen	25°C

Tabelle 20 Übersicht über die Inokula des Kosmetik-Belastungstests

Die Tests wurden selbstverständlich immer von Positiv- und Negativ-Kontrollen begleitet. Einerseits wurden Kontroll-Ansätze ohne Pflanzen-Extrakt mit den entsprechenden Inokula beimpft und andererseits wurden die Basispräparationen mit / und ohne Pflanzenextrakt ohne Keimzusatz unter identen Inkubations-Bedingungen auf ihre Keimfreiheit hin geprüft.

**Beurteilungskriterien**

Zur Auswertung der Kosmetik-Ansätze mit Bakterien und Hefen wurden folgende Beurteilungskriterien herangezogen:

1. olfaktorische Bewertung des Keimwachstums

Etwaige Geruchsveränderungen der Kosmetik-Ansätze wurden bewertet.

Bei den bakteriell kontaminierten Ansätzen waren diese muffiger Art, während die mit *Candida albicans* beimpften Ansätze im Falle eines Wachstums den typischen Hefe-Geruch zeigten.

2. Abschätzung der Keimzahlen mittels Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

Wie bereits zur Bewertung des Trübungstests wurden auch hier die Keimzahlen mittels der unter 6.1.2.2 beschriebenen Abklatsch-Tests abgeschätzt. Dazu wurde mittels sogenannter „Stuhl-Gefäße“ ein Aliquot der inkubierten Kosmetik entnommen, in Ringer-Lösung entsprechend verdünnt und laut den Hersteller-Angaben auf die Abklatsch-Tests aufgebracht. Hier sei noch angemerkt, dass sowohl die Entnahme des Aliquots als auch die Verdünnungen mit sterilem Einweg-Material durchgeführt wurden.

3. Bestimmung der genauen Keimzahlen mit Hilfe der auf traditionellem Plattengussverfahren basierenden SimPlate Technologie

In Analogie zu den Trübungstests im wässrigen Medium wurde auch zur genauen Bestimmung der Keimzahlen in den Kosmetik-Ansätzen die SimPlate Technologie - wie unter 6.1.2.3 im Detail beschrieben – verwendet. Die Probenahme und entsprechende Verdünnung erfolgte wie oben beschrieben.

Zur Auswertung der Kosmetik-Ansätze mit Schimmelpilzen wurde aufgrund der Wachstumseigenschaften dieser Mikroorganismen von einer genauen Keimzahl-Bestimmung mit den oben genannten Methoden, die ein ausreichend gutes Wachstum in submerser Kultur voraussetzten würde, abgesehen. Statt dessen wurde das Keimwachstum optisch bewertet und folgendermaßen dokumentiert.

- kein optisch erkennbares Wachstum
- + schwaches Wachstum, vereinzelte Schimmelpilz-Kulturen erkennbar
- ++ starkes Wachstum, Hyphen-Geflecht über der gesamten Platte erkennbar

Die Ergebnisse sämtlicher Stabilitätstests in den unterschiedlichen Basisemulsionen sind auf den folgenden Seiten unter 6.5.3.2 tabellarisch zusammengefasst.

### 6.5.3.2 Tabellarische Zusammenfassung der Ergebnisse der Belastungstests in alphabetischer Reihenfolge der untersuchten Pflanzen

Ziel dieser Belastungstests war es einerseits, die im Screening im wässrigen Medium als wirksam hervorgegangenen Pflanzenextrakte auch in ihrer anwendungsorientierten Matrix zu testen und andererseits auch den Einfluss jener Matrix auf die Wirksamkeit zu evaluieren.

Wie dem Kapitel 6.1 hervorgeht, haben folgende ethanolische Extrakte in den Vorversuchen vielversprechende Ergebnisse geliefert und wurden deshalb auch in dieser weiterführenden Testreihe in den kosmetischen Präparationen getestet:

▪ Balsampappel Knospen	78.0 % EtOH
▪ Berberitze Beeren	38.4 % EtOH
▪ Mädesüß Blüten	38.4 % EtOH
▪ Preiselbeere Beeren	96.0 % EtOH
▪ Weintraube Ölkuchen	96.0 % EtOH

Diese Pflanzenextrakte wurden einerseits in Einzel-Versuchen in einer Konzentration von je 3% (<sup>w</sup>/<sub>w</sub>) eingesetzt. Andererseits wurde ein ‚Mix‘ aus den 3 besten Extrakten, nämlich Balsampappel Knospen, Mädesüß Blüten und Weintraube Ölkuchen, in einer Konzentration von je 1% (<sup>w</sup>/<sub>w</sub>) getestet, um etwaige synergistische Effekte zu evaluieren. Ferner wurde ein weiterer Testansatz mit dem ‚Mix‘ der 3 besten ethanolischen Pflanzenextrakte und deren Asche in jener Konzentration, die der Menge an ethanolisch extrahiertem Ausgangs-Pflanzenmaterial entspricht, durchgeführt, um im Sinne der Spagyrik einen etwaigen Einfluss der Asche auf die Wirksamkeit der extrahierten Komponenten festzustellen.

Wie bereits kurz dargelegt, wurden 3 verschiedene Standard-Präparationen als Prüfmedium verwendet, um den Einfluss der Matrix zu verifizieren, da unsere bisherige Erfahrung ganz deutlich gezeigt hat, dass sowohl das Verhalten der Mikroorganismen als auch jenes der Pflanzenextrakte in einer kosmetischen Präparation äußerst komplex ist und von den strukturellen und funktionellen Eigenschaften der Emulsion abhängt.

▪ O/W – Emulsion „A“	äußerst fettarme Creme
▪ O/W – Emulsion „B“	mittlere Fettstufe
▪ O/W – Emulsion „C“	sehr fettreiche Creme

Der Einfluss der Matrix wurde ausschließlich in jenen Testansätzen mit Bakterien und Hefen getestet, da in diesen Fällen im Gegensatz zu den Schimmelpilzen - wie bereits diskutiert – eine exakte Bestimmung der Keimzahlen und dadurch auch eine aussagekräftige Interpretation der Ergebnisse möglich ist.

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihen, die auf den folgenden Seiten in alphabetischer Reihenfolge der Pflanzenextrakte tabellarisch zusammengefasst sind, haben gezeigt, dass der Wassergehalt der Emulsion sehr wohl einen Einfluss auf einerseits das Keimwachstum und andererseits die Wirksamkeit der Pflanzenextrakte, die ja die Löslichkeit und den Transport der Wirksubstanzen zum Ort des Mikroorganismen-Wachstums voraussetzt, hat.

Die im folgenden angegebenen Keimzahlen sind arithmetische Mittelwerte sämtlicher durchgeführter Tests.

## Balsampappel, *Populus balsamifera* Knospen



### 1. Olfaktorische Bewertung

Emulsion	Testansatz 3 % Balsampappel Knospen Extrakt (in 78.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterien	—	—	—	muffig	muffig	muffig
Hefen	—	—	—	hefeartig	hefeartig	hefeartig

### 2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

Emulsion	Testansatz 3 % Balsampappel Knospen Extrakt (in 78.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	< E1	< E1	< E1	~ E9	~ E8-E9	~ E8
Coliforme Keime	< E1	< E1	< E1	~ E8	~ E8	~ E8
Hefen	< E1	< E1	< E1	~ E7-E8	~ E7-E8	~ E7-E8

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie

Emulsion	Testansatz 3 % Balsampappel Knospen Extrakt (in 78.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	< 2.0	< 2.0	< 2.0	6.0 E8	4.5 E8	4.2 E8
Coliforme Keime	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.2 E8	1.6 E8	1.3 E8
Hefen	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.0 E9	2.7 E9	2.5 E9

#### 4. Optische Bewertung

Emulsion	Testansatz 3 % Balsampappel Knospen Extrakt (in 78.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Schimmelpilze 2 Wochen	n.d.	—	n.d.	n.d.	+	n.d.
Schimmelpilze 4 Wochen	n.d.	+	n.d.	n.d.	++	n.d.



Abbildung 14 O/W Emulsion mit 3% Balsampappel Knospen Extrakt, beimpft mit  $1.4 \times 10^6$  CFU *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride*, nach 4 Wochen Inkubation

#### 5. Zusammenfassung

Der ethanolische Extrakt der Balsampappel Knospen zeigte auch in den kosmetischen Präparationen eine überaus überzeugende und breite antimikrobielle Aktivität.

So waren weder Bakterien noch Hefen in den Testansätzen mit dem Harz detektierbar, was eine eindeutige Reduktion der Keimzahlen von 8 Zehnerpotenzen im Falle der Prokaryonten und sogar 9 Zehnerpotenzen für die Eukaryonten bedeutet !

Einzig die Wirkung gegen Schimmelpilze ist unter den durchgeführten Testbedingungen nicht ausreichend für eine Stabilisierung der Präparationen. Es ist zwar eine anfängliche Unterdrückung des Wachstums vorhanden, nach längerer Inkubationszeit wird diese jedoch überwunden und leichtes Schimmelpilz-Wachstum setzt ein.

## Berberitze, *Berberis vulgaris* reife Beeren



### 1. Olfaktorische Bewertung

Emulsion	Testansatz 3 % Berberitze Beere Extrakt (in 38.4 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterien	n.d.	leicht muffig	n.d.	muffig	muffig	muffig
Hefen	n.d.	hefeartig	n.d.	hefeartig	hefeartig	hefeartig

### 2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

Emulsion	Testansatz 3 % Berberitze Beere Extrakt (in 38.4 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	n.d.	~ E5	n.d.	~ E9	~ E8-E9	~ E8
Coliforme Keime	n.d.	~ E3-4	n.d.	~ E8	~ E8	~ E8
Hefen	n.d.	~ E8	n.d.	~ E7-E8	~ E7-E8	~ E7-E8

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie

Emulsion	Testansatz 3 % Berberitze Beere Extrakt (in 38.4 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	n.d.	2.6 E3	n.d.	6.0 E8	4.5 E8	4.2 E8
Coliforme Keime	n.d.	2.0	n.d.	2.2 E8	1.6 E8	1.3 E8
Hefen	n.d.	3.9 E9	n.d.	2.0 E9	2.7 E9	2.5 E9

#### 4. Optische Bewertung

Emulsion	Testansatz 3 % Berberitze Beere Extrakt (in 38.4 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Schimmelpilze 2 Wochen	n.d.	+	n.d.	n.d.	+	n.d.
Schimmelpilze 4 Wochen	n.d.	++	n.d.	n.d.	++	n.d.

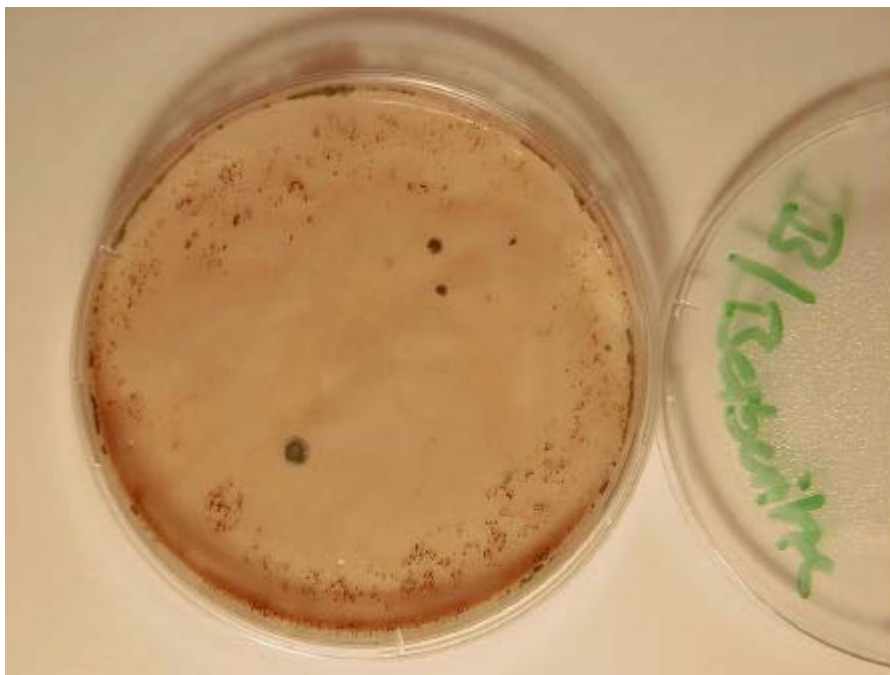


Abbildung 15 O/W Emulsion mit 3% Berberitze Beere Extrakt, beimpft mit  $1.4 \text{ E6 CfU}$  *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride*, nach 4 Wochen Inkubation

#### 5. Zusammenfassung

Im Vergleich zu den Extrakten der Balsampappel Knospen konnte mit jenen der Berberitze Beeren keine überzeugende antimikrobielle Aktivität in den kosmetischen Präparationen erzielt werden.

Einzig die bakterielle Gesamtkeimzahl wird um 5 Zehnerpotenzen reduziert, weit weniger effizient als mit dem Harz der Balsampappel Knospen, das das Wachstum zur Gänze unterdrücken konnte. Bei den Hefen und Schimmelpilzen wurde – wie bereits aus den Vorversuchen in wässrigem Medium zu erwarten – keinerlei antimikrobielle Aktivität festgestellt, das Keimwachstum fand im gleichen Umfang wie in den unkonservierten Kontrollansätzen statt.

## Mädesüß, *Filipendula ulmaria* Blüten



### 1. Olfaktorische Bewertung

Emulsion	Testansatz 3 % Mädesüß Blüten Extrakt (in 38.4 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterien	—	—	—	muffig	muffig	muffig
Hefen	—	—	—	hefeartig	hefeartig	hefeartig

### 2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien

Emulsion	Testansatz 3 % Mädesüß Blüten Extrakt (in 38.4 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	~ E4	< E1	< E1	~ E9	~ E8-E9	~ E8
Coliforme Keime	~ E4	< E1	< E1	~ E8	~ E8	~ E8
Hefen	~ E4 – E5	~ E5	~ E4 – E5	~ E7-E8	~ E7-E8	~ E7-E8

### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie

Emulsion	Testansatz 3 % Mädesüß Blüten Extrakt (in 38.4 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	2.0 E1	< 2.0	< 2.0	6.0 E8	4.5 E8	4.2 E8
Coliforme Keime	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.2 E8	1.6 E8	1.3 E8
Hefen	2.7 E4	6.0 E4	2.4 E4	2.0 E9	2.7 E9	2.5 E9



#### 4. Optische Bewertung

Emulsion	Testansatz 3 % Mädesüß Blüten Extrakt (in 38.4 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Schimmelpilze 2 Wochen	n.d.	++	n.d.	n.d.	+	n.d.
Schimmelpilze 4 Wochen	n.d.	++	n.d.	n.d.	++	n.d.

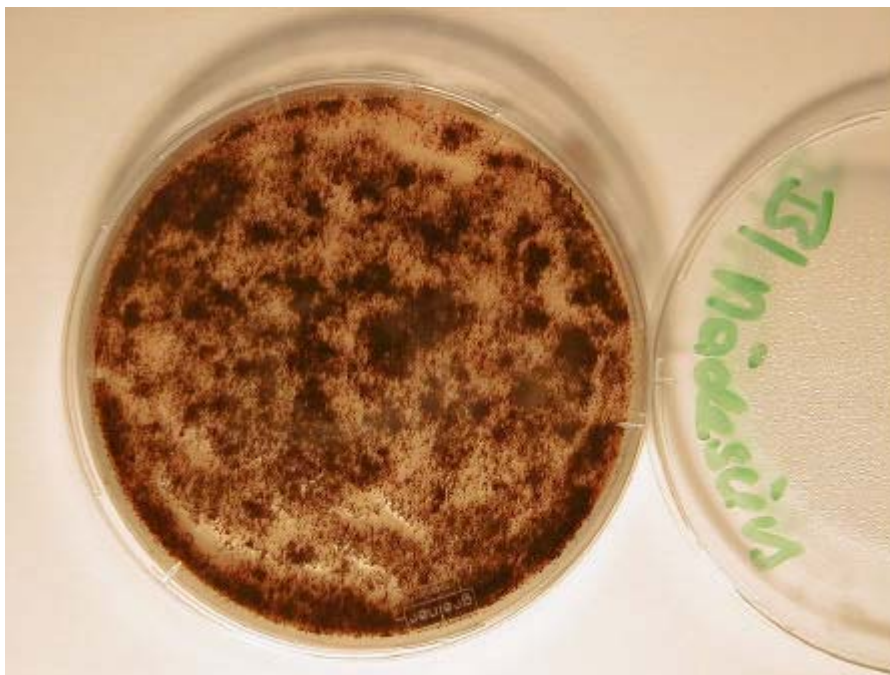


Abbildung 16 O/W Emulsion mit 3% Mädesüß Blüten Extrakt, beimpft mit  $1.4 \times 10^6$  CfU *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride*, nach 4 Wochen Inkubation

#### 5. Zusammenfassung

Der im wässrigen Testsystem detektierte antimikrobielle Effekt des ethanolischen Extraktes der Mädesüßblüten gegen Bakterien konnte eindeutig auch in den kosmetischen Präparationen bestätigt werden. Abgesehen von einem minimalen Keimwachstum in der wässrigsten der 3 Emulsionen konnte das bakterielle Wachstum zur Gänze unterdrückt werden!

Im Gegensatz dazu ist die Wirkung gegen Eukaryonten - auch in der Kosmetik - nicht überzeugend. Das Hefe-Wachstum konnte zwar reduziert, aber nicht unterdrückt werden.

Noch krasser ist das Verhalten der Schimmelpilze, die in den Testansätzen ungehindert wachsen.

**Preiselbeere**, *Vaccinium vitis idaea*  
reife Beeren



**1. Olfaktorische Bewertung**

Emulsion	Testansatz 3 % Preiselbeere Beere Extrakt (in 96.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterien	n.d.	—	n.d.	muffig	muffig	muffig
Hefen	n.d.	hefeartig	n.d.	hefeartig	hefeartig	hefeartig

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

Emulsion	Testansatz 3 % Preiselbeere Beere Extrakt (in 96.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	n.d.	< E1	n.d.	~ E9	~ E8-E9	~ E8
Coliforme Keime	n.d.	< E1	n.d.	~ E8	~ E8	~ E8
Hefen	n.d.	~ E7-E8	n.d.	~ E7-E8	~ E7-E8	~ E7-E8

**3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie**

Emulsion	Testansatz 3 % Preiselbeere Beere Extrakt (in 96.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	n.d.	1.9 E1	n.d.	6.0 E8	4.5 E8	4.2 E8
Coliforme Keime	n.d.	< 2.0	n.d.	2.2 E8	1.6 E8	1.3 E8
Hefen	n.d.	6.5 E8	n.d.	2.0 E9	2.7 E9	2.5 E9

#### 4. Optische Bewertung

Emulsion	Testansatz 3 % Preiselbeere Beere Extrakt (in 96.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Schimmelpilze 2 Wochen	n.d.	+	n.d.	n.d.	+	n.d.
Schimmelpilze 4 Wochen	n.d.	+	n.d.	n.d.	++	n.d.



Abbildung 17 O/W Emulsion mit 3% Preiselbeere Beere Extrakt, beimpft mit  $1.4 \times 10^6$  CfU *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride*, nach 4 Wochen Inkubation

#### 5. Zusammenfassung

Ähnlich wie bei den ethanolischen Extrakten der Berberitze Beeren, zeigen auch jene der Preiselbeeren in den kosmetischen Präparationen zwar eine Wirkung gegen Bakterien, welche im Falle der Preiselbeeren noch deutlicher ausgeprägt ist, aber keinerlei Aktivität gegen Hefen.

Ebenso ist die Wirkung gegen Schimmelpilze im Vergleich zu den Beeren der Berberitze deutlicher ausgeprägt, aber weit weniger effizient als jene des Balsampappel Knospen Harzes oder der Weintrauben Kerne.

**Weintraube**, *Vitis vinifera*  
**Ölkuchen, Pressrückstand**



**1. Olfaktorische Bewertung**

Emulsion	Testansatz 3 % Weintraube Ölkuchen Extrakt (in 96.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterien	—	—	—	muffig	muffig	muffig
Hefen	—	—	—	hefeartig	hefeartig	hefeartig

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

Emulsion	Testansatz 3 % Weintraube Ölkuchen Extrakt (in 96.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	~ E3-E4	< E1	~ E3-E4	~ E9	~ E8-E9	~ E8
Coliforme Keime	~ E2	< E1	< E1	~ E8	~ E8	~ E8
Hefen	< E1	< E1	< E1	~ E7-E8	~ E7-E8	~ E7-E8

**3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie**

Emulsion	Testansatz 3 % Weintraube Ölkuchen Extrakt (in 96.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	2.0 E1	< 2.0	4.0 E1	6.0 E8	4.5 E8	4.2 E8
Coliforme Keime	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.2 E8	1.6 E8	1.3 E8
Hefen	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.0 E9	2.7 E9	2.5 E9

#### 4. Optische Bewertung

Emulsion	Testansatz 3 % Weintraube Ölkuchen Extrakt (in 96.0 % EtOH)			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Schimmelpilze 2 Wochen	n.d.	—	n.d.	n.d.	+	n.d.
Schimmelpilze 4 Wochen	n.d.	+	n.d.	n.d.	++	n.d.



Abbildung 18 O/W Emulsion mit 3% Weintraube Ölkuchen Extrakt, beimpft mit  $1.4 \times 10^6$  CFU *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride*, nach 4 Wochen Inkubation

#### 5. Zusammenfassung

Der ethanolische Extrakt des Pressrückstandes der Weintraubenkerne zeigt – ähnlich wie jener der Balsampappel Knospen - in den kosmetischen Präparationen eine überaus überzeugende und breite antimikrobielle Aktivität.

So war dieser Extrakt, abgesehen vom Harz der Balsampappel Knospen, der einzige weitere Pflanzenextrakt, der das Hefewachstum zur Gänze unterdrücken konnte! Abgesehen von einem minimalen Keimwachstum in den Emulsionen A und C konnte auch das bakterielle Wachstum zur Gänze unterdrückt werden!

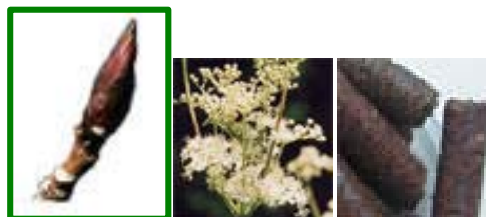
Im Gegensatz dazu konnte bei den Schimmelpilzen nur eine Verzögerung im Wachstum erzielt werden. Ebenso wie bei den Extrakten der Balsampappel Knospen ist diese jedoch nicht ausreichend, um kosmetische Präparationen zu stabilisieren; die anfängliche Hemmung wird nach längerer Inkubationszeit überwunden und leichtes Schimmelpilz-Wachstum setzt ein.

**Mix ohne Asche**

**Balsampappel Knospen** *Populus balsamifera*

**Mädesüß Blüten** *Filipendula ulmaria*

**Weintraube, Ölkuchen, Pressrückstand** *Vitis vinifera*



**1. Olfaktorische Bewertung**

Emulsion	Testansatz 1 % Balsampappel Knospen Extrakt 1 % Mädesüß Blüten Extrakt 1 % Weintraube Ölkuchen Extrakt			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterien	—	—	—	muffig	muffig	muffig
Hefen	—	—	—	hefeartig	hefeartig	hefeartig

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

Emulsion	Testansatz 1 % Balsampappel Knospen Extrakt 1 % Mädesüß Blüten Extrakt 1 % Weintraube Ölkuchen Extrakt			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	< E1	< E1	< E1	~ E9	~ E8-E9	~ E8
Coliforme Keime	< E1	< E1	< E1	~ E8	~ E8	~ E8
Hefen	< E1	< E1	< E1	~ E7-E8	~ E7-E8	~ E7-E8

**3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie**

Emulsion	Testansatz 1 % Balsampappel Knospen Extrakt 1 % Mädesüß Blüten Extrakt 1 % Weintraube Ölkuchen Extrakt			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	< 2.0	< 2.0	< 2.0	6.0 E8	4.5 E8	4.2 E8
Coliforme Keime	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.2 E8	1.6 E8	1.3 E8
Hefen	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.0 E9	2.7 E9	2.5 E9

#### 4. Optische Bewertung

Emulsion	Testansatz 1 % Balsampappel Knospen Extrakt 1 % Mädesüß Blüten Extrakt 1 % Weintraube Ölkuchen Extrakt			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
Schimmelpilze 2 Wochen	n.d.	—	n.d.	n.d.	+	n.d.
Schimmelpilze 4 Wochen	n.d.	+	n.d.	n.d.	++	n.d.



Abbildung 19 O/W Emulsion mit 1 % Balsampappel Knospen Extrakt, 1 % Mädesüß Blüten Extrakt und 1% Weintraube Ölkuchen Extrakt, beimpft mit 1.4 E6 CfU *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride*, nach 4 Wochen Inkubation

#### 5. Zusammenfassung

In Analogie zu den Testansätzen mit ausschließlich dem ethanolischen Extrakt der Balsampappel Knospen zeigte auch der Mix mit Extrakten aus Mädesüß Blüten und dem Pressrückstand der Weintrauben Kerne in den kosmetischen Präparationen eine überaus überzeugende und breite antimikrobielle Aktivität. So waren auch hier weder Bakterien noch Hefen in den Testansätzen mit den Pflanzenextrakten detektierbar, was eine eindeutige Reduktion der Keimzahlen von 8 Zehnerpotenzen im Falle der Prokaryonten und sogar 9 Zehnerpotenzen für die Eukaryonten bedeutet!

Einzig die Wirkung gegen Schimmelpilze ist unter den durchgeführten Testbedingungen auch vom ‚Mix‘ nicht ausreichend für eine Stabilisierung der Präparationen. Es ist zwar eine anfängliche Unterdrückung des Wachstums vorhanden, nach längerer Inkubationszeit wird diese jedoch überwunden und leichtes Schimmelpilz-Wachstum setzt ein.

**Mix mit Asche**

**Balsampappel Knospen** *Populus balsamifera*

**Mädesüß Blüten** *Filipendula ulmaria*

**Weintraube, Ölkuchen, Pressrückstand** *Vitis vinifera*



**1. Olfaktorische Bewertung**

	<b>Testansatz</b> 1 % Balsampappel Knospen Extrakt 0.2 % Balsampappel Knospen Asche 1 % Mädesüß Blüten Extrakt 0.7 % Mädesüß Blüten Asche 1 % Weintraube Ölkuchen Extrakt 0.5 % Weintraube Ölkuchen Asche			<b>Kontrollansatz</b> ohne Pflanzenextrakt		
Emulsion	A	B	C	A	B	C
Bakterien	—	—	—	muffig	muffig	muffig
Hefen	—	—	—	hefeartig	hefeartig	hefeartig

**2. Abklatsch-Tests auf Selektiv-Nährmedien**

	<b>Testansatz</b> 1 % Balsampappel Knospen Extrakt 0.2 % Balsampappel Knospen Asche 1 % Mädesüß Blüten Extrakt 0.7 % Mädesüß Blüten Asche 1 % Weintraube Ölkuchen Extrakt 0.5 % Weintraube Ölkuchen Asche			<b>Kontrollansatz</b> ohne Pflanzenextrakt		
Emulsion	A	B	C	A	B	C
Bakterielle Gesamt-KZ	< E1	< E1	< E1	~ E9	~ E8-E9	~ E8
Coliforme Keime	< E1	< E1	< E1	~ E8	~ E8	~ E8
Hefen	< E1	< E1	< E1	~ E7-E8	~ E7-E8	~ E7-E8



### 3. Keimzahlbestimmung mittels SimPlate Technologie

Emulsion	Testansatz			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
	1 % Balsampappel Knospen Extrakt 0.2 % Balsampappel Knospen Asche 1 % Mädesüß Blüten Extrakt 0.7 % Mädesüß Blüten Asche 1 % Weintraube Ölkuchen Extrakt 0.5 % Weintraube Ölkuchen Asche					
Bakterielle Gesamt-KZ	< 2.0	< 2.0	< 2.0	6.0 E8	4.5 E8	4.2 E8
Coliforme Keime	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.2 E8	1.6 E8	1.3 E8
Hefen	< 2.0	< 2.0	< 2.0	2.0 E9	2.7 E9	2.5 E9

### 4. Optische Bewertung

Emulsion	Testansatz			Kontrollansatz ohne Pflanzenextrakt		
	A	B	C	A	B	C
	1 % Balsampappel Knospen Extrakt 0.2 % Balsampappel Knospen Asche 1 % Mädesüß Blüten Extrakt 0.7 % Mädesüß Blüten Asche 1 % Weintraube Ölkuchen Extrakt 0.5 % Weintraube Ölkuchen Asche					
Schimmelpilze 2 Wochen	n.d.	—	n.d.	n.d.	+	n.d.
Schimmelpilze 4 Wochen	n.d.	+	n.d.	n.d.	++	n.d.



Abbildung 20 O/W Emulsion mit 1 % Balsampappel Knospen Extrakt, 0.2 % Balsampappel Knospen Asche, 1 % Mädesüß Blüten Extrakt, 0.7 % Mädesüß Blüten Asche, 1% Weintraube Ölkuchen Extrakt und 0.5 % Weintraube Ölkuchen Asche, beimpft mit 1.4 E6 CfU *Aspergillus niger* und *Trichoderma viride*, nach 4 Wochen Inkubation

## 5. Zusammenfassung

Um im Sinne der Spagyrik einen etwaigen Einfluss der Asche auf die Wirksamkeit der extrahierten Komponenten festzustellen, wurde ein weiterer Testansatz mit dem ‚Mix‘ der 3 besten ethanologischen Pflanzenextrakte (Balsampappel Knospen, Mädesüß Blüten und Pressrückstand der Weintrauben Kerne) und deren Asche in jener Konzentration, die der Menge an ethanologisch extrahiertem Ausgangspflanzenmaterial entspricht, durchgeführt.

Die Wirksamkeit war analog zu jenem Testansatz ohne Asche.

Da jedoch bereits dort unter den gewählten Testbedingungen eine 100%ige antimikrobielle Aktivität gegen Bakterien und Hefen festzustellen war, ist es schwer, in diesen Fällen eine Aussage über einen etwaigen synergistischen Effekt durch den Zusatz der Pflanzenasche zu treffen.

Dieser war jedoch auch bei der einzigen nicht ausreichenden Wirkung gegen Schimmelpilze nicht erkennbar. Auch hier ist zwar eine anfängliche Unterdrückung des Wachstums vorhanden, nach längerer Inkubationszeit wird diese jedoch überwunden und leichtes Schimmelpilz-Wachstum setzt ein.

## 7 UNTERSUCHUNG DES LICHTSCHUTZPOTENTIALS

Begriffsbestimmung:

**Lichtschutzstoffe** sind UV-Strahlen-Filter oder Reflektoren für kosmetische Präparationen. Als **Sonnenschutzmittel** bezeichnet man auf die Haut aufzutragende Präparate, die Substanzen enthalten, die die einwirkende UV-Strahlung reduzieren.

**Sonnenschutzmittel** (beziehungsweise Lichtschutzmittel) sind die kosmetischen Präparationen, in die die Lichtschutzstoffe eingearbeitet wurden.

**Lichtschutzfaktor** (SPF) ist ein biologisches Maß für die Wirksamkeit eines Sonnenschutzmittels. Der SPF ist das Verhältnis der minimal notwendigen Bestrahlungszeit zu Auslösung eines **Erythems** (=Sonnenbrand) mit und ohne Sonnenschutzmittel.

Ausgewähltes Pflanzenmaterial

Tabelle 21 zeigt den Überblick der Pflanzenrohstoffe, die für die Evaluierung als Lichtschutzmittel ausgewählt worden sind.

Pflanze	Pflanzenrohstoff	Kurzzeichen
Apfel	Wurzel toto	AW
	Wurzelrinde	WAR
	Wurzelkernholz	AWH
	Apfelkerne	AK
Balsampappel	Knospen	BPK
Edelweiß	Blüten	EB
Hauhechel	Wurzel	HH
Preiselbeere	Blatt	PBf
	Grüne Beeren	gPBB
	Rote Beeren	rPBB
Veilchen	Blüten	VB
	Wurzel	VW
	Blätter	VBI
Mädesüß	Blüten	MB
	Kraut	MK

Tabelle 21 Pflanzenrohstoffe und Kurzzeichen zur Untersuchung des Lichtschutzpotentials

Als Projektziel sollen durch Kombination der sich am besten eignenden Pflanzenextrakte Basispräparationen (Einarbeiten in Öl/Wasser Emulsionen) hergestellt werden. Die Optimierung und Definition des SPF (Sun Protecting Factors) wird zur Orientierung *in vitro* vorgenommen. In Anlehnung an folgende Standardprüfvorschriften wird ein *in vitro* Test im Rahmen des Projektes etabliert:

1.           Industrieverband Körperpflege- und Waschmittel e.V., Die Methode zur Bestimmung des Lichtschutzfaktors, Frankfurt/Main, 1995 und
2.           COLIPA, SPF Test Method, Draft, 1992

Der Einsatz von mehreren Sonnenschutzstoffen in Kombination ist erforderlich, um die Erhaltung der gewünschten Textureigenschaften zu gewährleisten und nicht durch die Eigenschaften eines einzigen Extraktes, das dann hochkonzentriert vorliegen muss, zu stören. Weiters soll ein breiter spektraler Bereich an UV- (280 - 400 nm) und an kürzerwelliger sichtbarer Strahlung (400 - 425 nm) absorbiert werden, was durch spektrale Überlagerung mehrerer Substanzen zu erreichen ist. Mit den Extrakten gelangen auch antioxidativ wirksame Pflanzeninhaltsstoffe in die Lichtschutzmittel, die zum Großteil die Epidermis nur wenig penetrieren. Sie tragen dazu bei, natürliche Lichtschutzstoffe vor Autooxidation (Photobleaching) zu schützen und so die Aufrechterhaltung des SPF über einen längeren Zeitraum zu sichern.

Abschließend muss der *in vitro* angenäherte SPF durch *in vivo* Untersuchungen verifiziert werden. Entsprechende Feldversuche müssen dazu an zertifizierte und autorisierte Labors vergeben werden.

## 7.1           Qualitative spektroskopische Voruntersuchungen

Zur spektroskopischen Voruntersuchung wurden die Filtrate der ethanolischen Pflanzenextrakte (Urextrakte; siehe 5.3.1) herangezogen. Alle Extrakte wurden 1 : 16 mit Ethanol verdünnt, um Linearität des Extinktionsbereiches (0,1 bis 1,5) zu gewährleisten. Weiters sind Apfelwurzel-Extrakte und rote Preiselbeere 1 : 10 (also gesamt 1 : 160) und Balsampappelknospen-Extrakte nochmals 1 : 100 weiter verdünnt worden (also gesamt 1 : 1600), da die Absorption ausserhalb des Messbereiches lag.

Integration der Spektralbereiche von 280 - 420 nm und Vergleich von verschiedenen Lösungsmittelverhältnissen wurden durchgeführt, um den Einfluss des Lösungsmittels auf die Extraktausbeute definieren zu können.

Der spektrale Bereich von 280 nm bis 420 nm wird integriert und der Einfluss des Extraktionsmittels verglichen.

Zum Vergleich wurden Spektren zweier Leitsubstanzen (Standardsubstanzen) in entsprechenden Konzentrationen den Spektren der Pflanzenextrakte überlagert. Als Standardsubstanzen wurden bislang herangezogen:

Arbutin (Preiselbeere):   SIGMA A-4256  
Phloridzin (Apfel):       SIGMA P-3449

Spektren der Lösungen von 0,1 mg/ml in Ethanol (Arbutin) beziehungsweise auf Grund des zu hohen Extinktionskoeffizienten 0,01 mg/ml in Ethanol (Phloridzin) wurden erstellt.

Die Spektren werden mit einem Zweistrahlphotometer **HITACHI U-2001** aufgenommen, mit folgenden Parametern:

#### Instrument

Model: U-2010 Spectrophotometer  
 Serial Number: 9836-040  
 ROM Version: 2550 00

#### Instrument Parameters

Measurement Type: Wavelength Scan  
 Data Mode: Abs  
 Starting Wavelength: 600.0 nm  
 Ending Wavelength: 190.0 nm  
 Scan Speed: 400 nm/min  
 Sampling Interval: 0.5 nm  
 Slit Width: 1,6 nm  
 Lamp Change: 340.0 nm  
 Baseline Correction: System  
 Response: Medium  
 Path Length: 10.0 mm

#### Peak Integration

Method: Rectangular  
 Sensitivity: 1  
 Threshold: 0,01

Ein Vergleich der Standardsubstanzen mit dem kommerziell erhältlichen Lichtschutzmittel Eusolex 6300 (3-(4-Methylbenzyliden)-campher, siehe unten) zeigt, dass Phloridzin in gleicher Konzentration ähnliche Absorptionseigenschaften im UV-B-Bereich aufweist, während Arbutin weniger stark absorbiert.

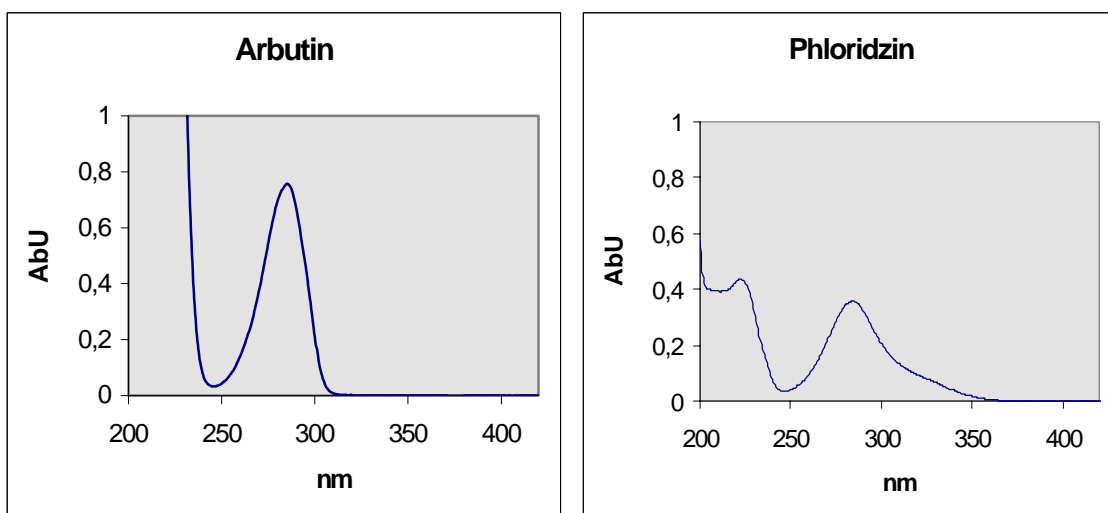


Abbildung 21 Standard: Arbutin (0,1 mg/ml), Phloridzin (0,01 mg/ml)

Phloridzin (aus Apfelwurzel) deckt im Gegensatz zu Arbutin (aus Preiselbeere) auch UV-A-Bereiche ab und ist auch auf Grund des höheren Extinktionskoeffizienten verstärkt zu untersuchen. Vor allem Phloridzin zeigt schon in Reinform ein günstiges Absorptionsverhalten auch im UV-A-Bereich. Im pflanzlichen System ist die Absorption wesentlich verstärkt (siehe Apfelwurzel). Neben Balsampappelknospen soll deshalb die Extraktbereitung von Apfel optimiert werden.

Pflanze	Pflanzenrohstoff	Kurzzeichen	Integral von 298 – 420 nm
Apfel	Wurzel toto	AW	600
	Wurzelrinde	WAR	1120
	Wurzelkernholz	AWH	380
	Apfelkerne	AK	32
Balsampappel	Knospen	BPK	3500
Edelweiß	Blüten	EB	45
Hauhechel	Wurzel	HH	98
Preiselbeere	Blatt	PBf	112
	Grüne Beeren	gPBB	140
	Rote Beeren	rPBB	880
Veilchen	Blüten	VB	1650
	Wurzel	VW	66
	Blätter	VBl	138
Mädesüß	Blüten	MB	1470
	Kraut	MK	990
Arbutin	0,1 mg/l		20
Phloridzin	0,01 mg/l		24

Tabelle 22 spektroskopische Voruntersuchung der Extrakte der ausgewählten Pflanzenrohstoffe.

Vor der Trocknung der Extrakte wurden Spektren der verdünnten Filtratproben aufgenommen und die absorptiven Eigenschaften verglichen. Tabelle 22 zeigt das Integral der Extinktionskurve der Pflanzenextrakte von 298 nm bis 420 nm, die Abbildungen 22 bis 30 zeigen die dazugehörigen Spektren. Dabei ist zu beachten, dass Apfelwurzel um den Faktor 10 und Balsampappelknospen um den Faktor 100 weiterverdünnt wurden, da die Extinktion aus dem linearen Messbereich fällt.

Die AbU (Absorbance Units) des Integrals im biologisch relevanten Bereich von 298 nm bis 420 nm sind mit dem Verdünnungsfaktor korrigiert, um den Vergleich der Extrakte untereinander zu ermöglichen. Apfelwurzel, Balsampappelknospen, Veilchen und Mädesüß Blüten zeigen im Messbereich sehr hohe Absorption und sind als UV-Strahlenfilter voraussichtlich geeignet. Tabelle 22 zeigt die Ergebnisse der spektroskopische Voruntersuchung der Extrakte der ausgewählten Pflanzenrohstoffe

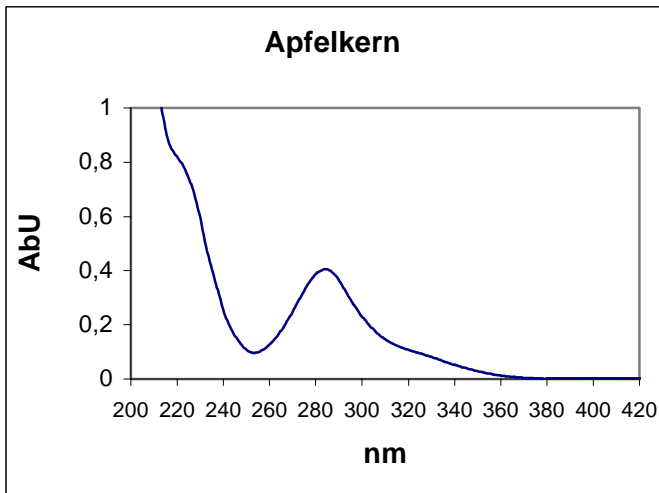


Abbildung 22 Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Apfelkernen 5 g/100ml: Verdünnung 1:16

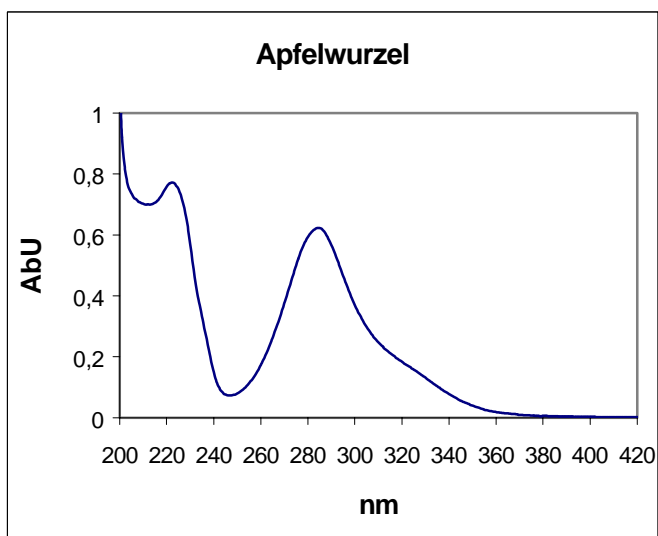


Abbildung 23 Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Apfelwurzel 5 g/100ml: Verdünnung 1:160

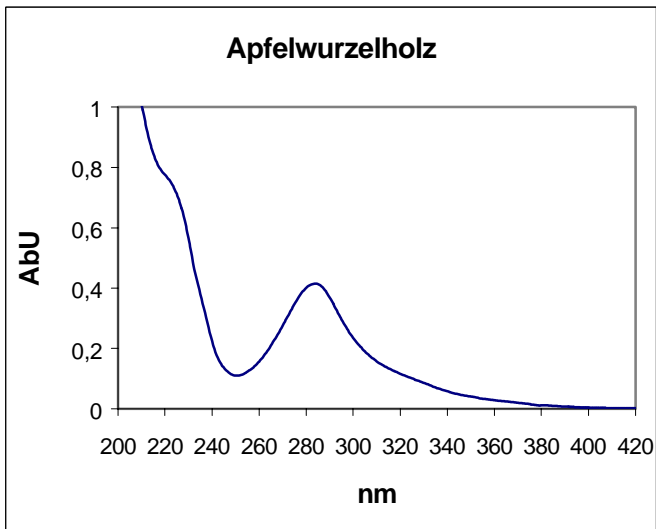


Abbildung 24 Spektrum des ethanologischen Extraktes aus Apfelwurzelnholz 5 g/100ml: Verdünnung 1:16

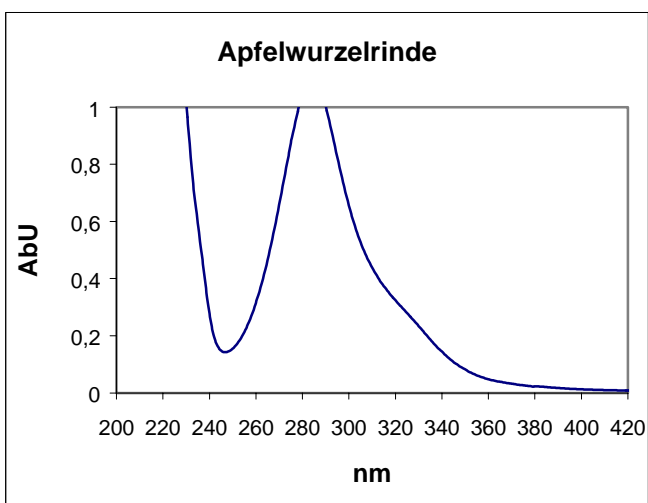


Abbildung 25 Spektrum des ethanologischen Extraktes aus Apfelwurzelnrinde 5 g/100ml: Verdünnung 1:160



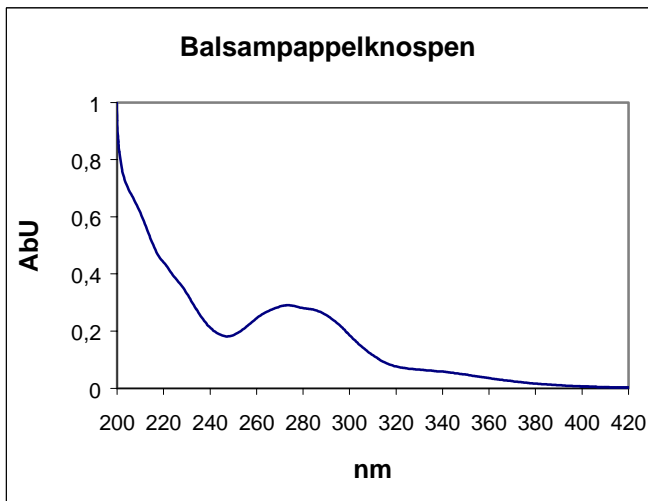


Abbildung 26 Spektrum des ethanol. Extraktes aus Balsampappelknospen 5g/100ml: Verdünnung 1:1600

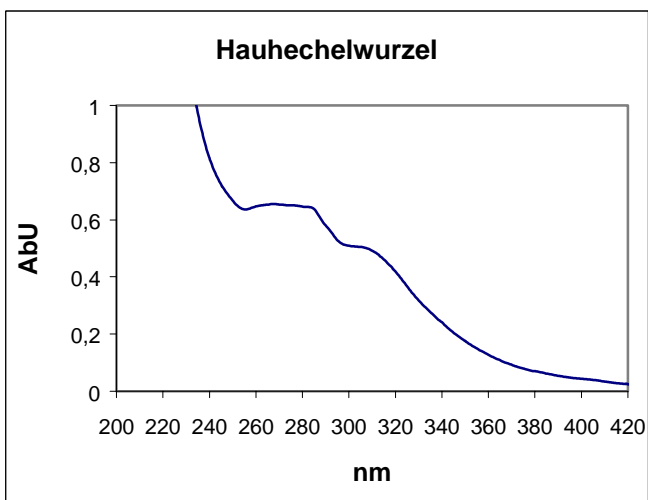


Abbildung 27 Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Hauhechelwurzel 5 g/100ml: Verdünnung 1:16

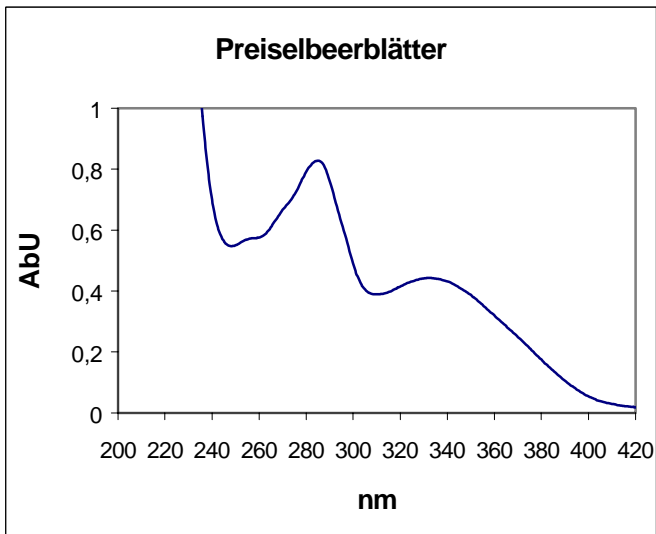


Abbildung 28 Spektrum des ethanolicen Extraktes aus Preiselbeerblätter 5 g/100ml: Verdünnung 1:16

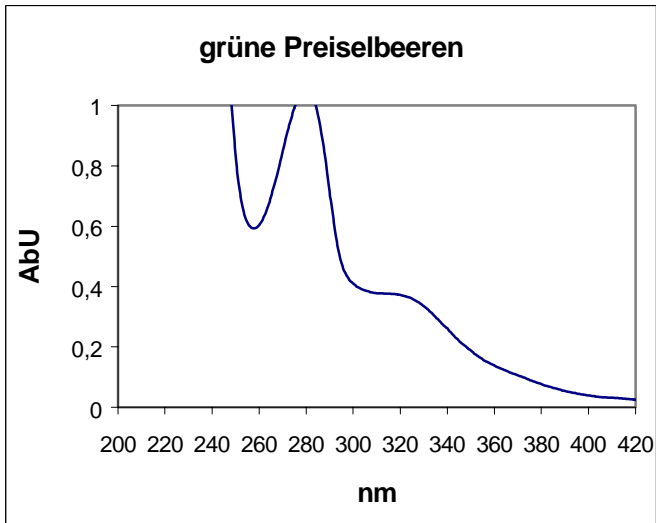


Abbildung 29 Spektrum des ethanolicen Extraktes aus grüner Preiselbeer (frisch) 5 g/100ml: Verdünnung 1:16

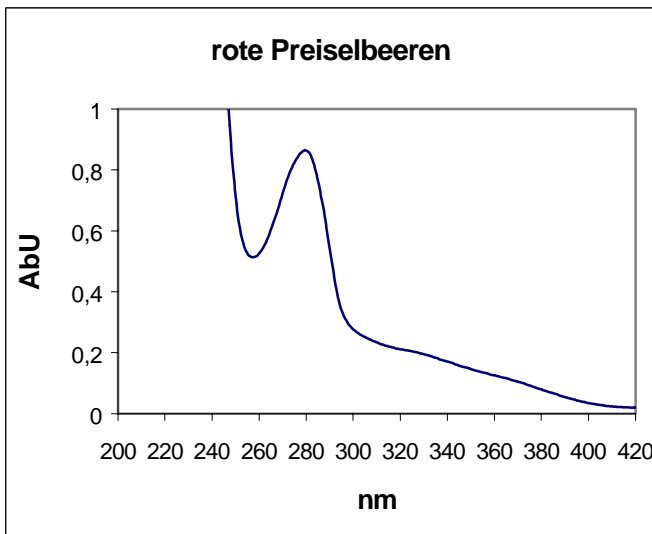


Abbildung 30 Spektrum des ethanol. Extraktes aus roter Preiselbeer (frisch) 5 g/100ml: Verdünnung 1:160

## 7.2 Trockenextrakte im Vergleich mit synthetischen Lichtschutzmitteln - Quantitative Untersuchung

Nur Extrakte aus polaren Lösungsmitteln (Alkohol und Wasser) werden zu diesem quantitativen Vergleich herangezogen, da Auszüge aus Öl und Glycerin in dieser Form nicht standardisierbar sind (Trocknung des Extraktes und genaue Einwaage der Proben).

Die Absorption der Extrakte soll mit der Absorption von synthetischen Lichtschutzstoffen verglichen werden, um die Effektivität der Pflanzenextrakte abschätzen zu können.

5 mg der **Trockenextrakte** (siehe dazu auch 5.1) beziehungsweise der zu vergleichenden synthetischen Lichtschutzstoffe werden genau eingewogen und in Ethanol 96% gelöst. Die Lösung wird mit Wasser (entionisiert) auf 50 % Ethanol eingestellt und mit 50 % Ethanol weiter verdünnt, bis die **Konzentration der Substanzen 0,02 mg/ml** beträgt. Von den auf diese Weise eingestellten Lösungen werden gegen das Lösungsmittel im Zweistrahlphotometer Spektren von 420 nm bis 298 nm aufgenommen und verglichen. Eusolex T2000 besteht aus  $\text{TiO}_2$  (etwa 85 %)  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$  und wird als Suspension gemessen. Auf die Löslichkeit der anderen synthetischen Lichtschutzmittel wird vorerst keine Rücksicht genommen, da die Verwendung unterschiedlicher Lösungsmittel einen direkten Vergleich mit den Extrakten nicht zulässt.

Folgende synthetischen Lichtschutzstoffe werden untersucht:

- |    |              |   |
|----|--------------|---|
| a) | Eusolex 6300 | 3-(4-Methylbenzyliden)-campher                            |
| b) | Eusolex 6300 | 3-(4-Methylbenzyliden)-campher 0,002 mg/ml                |
| c) | Eusolex 9020 | 1-(4-tert-Butylphenyl)-3-(4-methoxyphenyl)-1,3-propandion |
| d) | Eusolex 232  | 2-Phenylbenzimidazol-5-sulfonsäure                        |
| e) | Eusolex 2292 | Octyl Methoxycinnamate                                    |
| f) | Eusolex HMS  | 3,3,5-Trimethylcyclohexylsalicylat                        |

---

g)	Eusolex T2000	TiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , SiO <sub>2</sub>
h)	Eusolex 43600	2-Hydroxy-4-methoxybenzophenon (Oxybenzon)
i)	Eusolex 6007	N,N-Dimethylaminobenzoessäureisooctylester

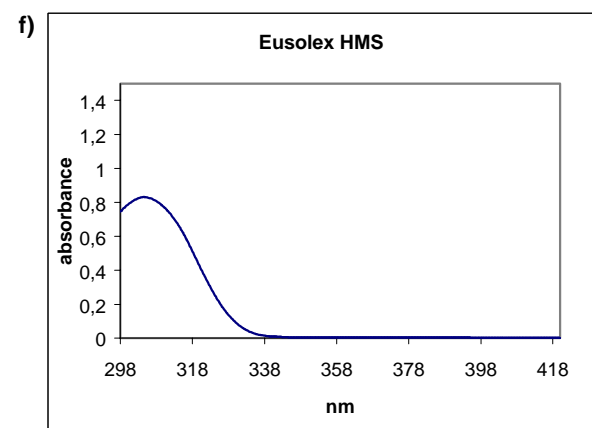
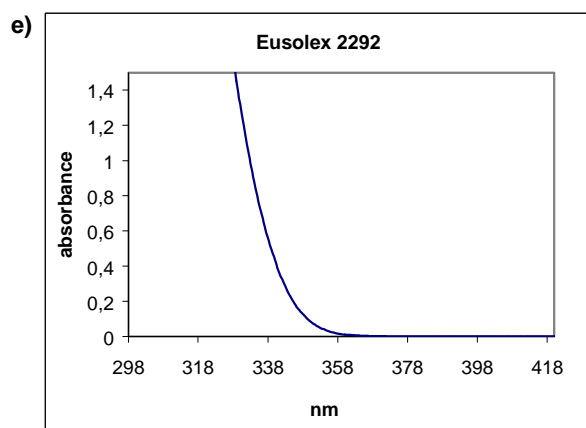
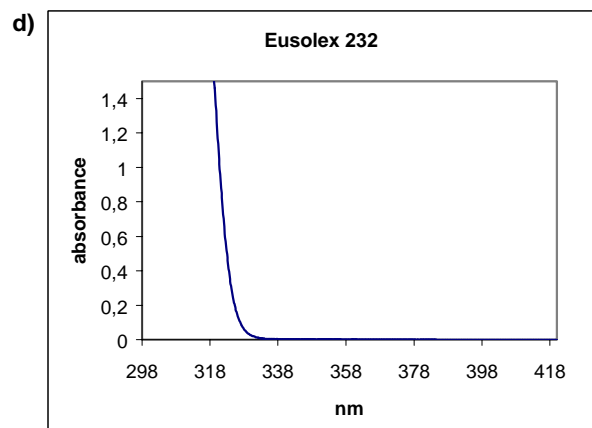
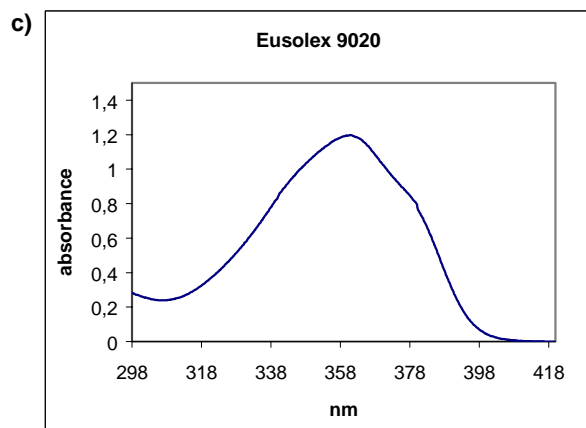
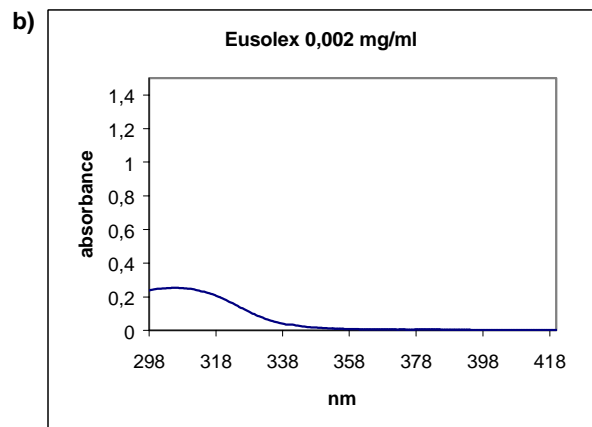
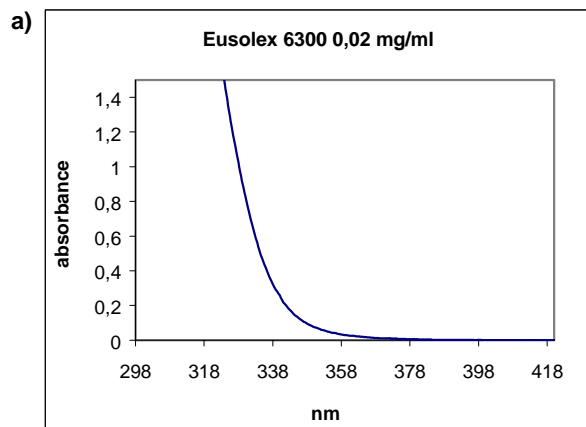
Folgende Extrakte werden verglichen

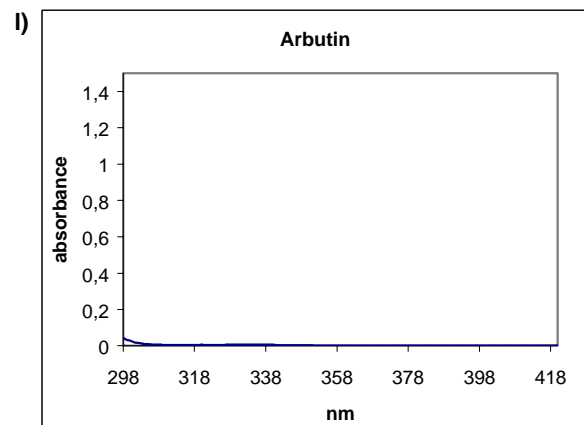
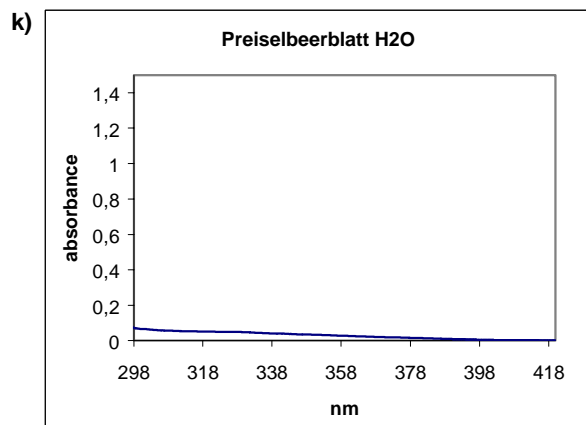
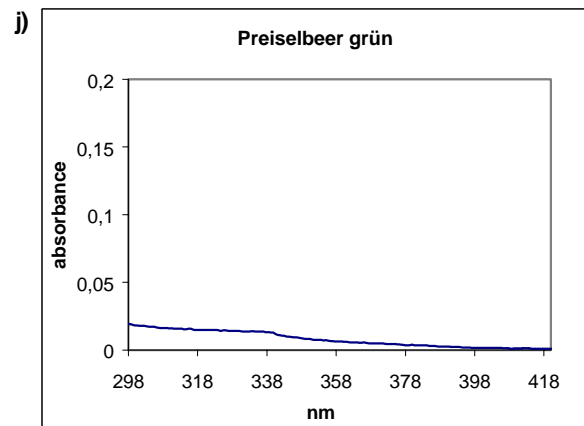
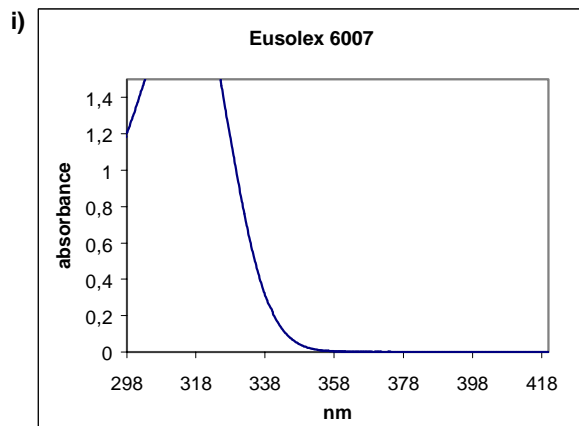
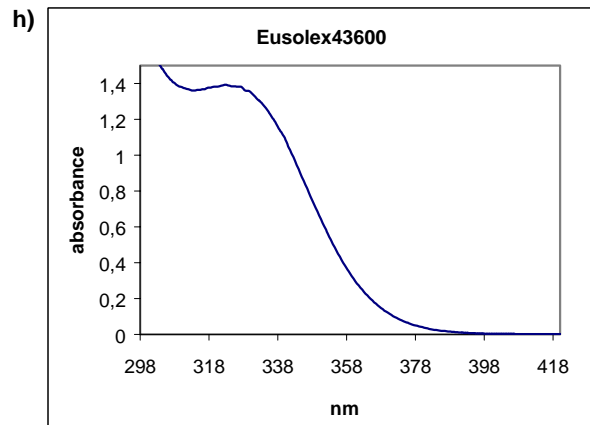
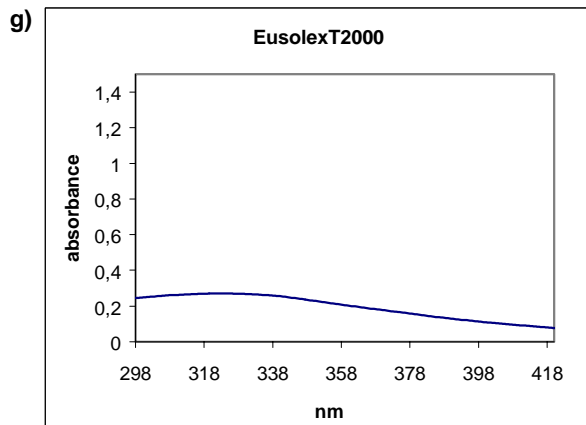
- j) Preiselbeere grün
- k) Preiselbeere Blatt
- l) Arbutin (Preiselbeere), SIGMA A-4256
- m) Preiselbeere rot
- n) Apfelwurzel (extrahiert mit 60% Ethanol)
- o) Apfelwurzel (extrahiert mit 40% Ethanol)
- p) Apfelwurzel (extrahiert mit Wasser)
- q) Apfelwurzel (extrahiert mit 96% Ethanol)
- r) Apfelwurzel (2. Mal extrahiert mit 96% Ethanol)
- s) Phloridzin (Apfel), SIGMA P-3449
- t) AW 96 % + Phloridzin
- u) Hauhechel Wurzel (extrahiert mit 96% Ethanol)
- v) Hauhechel Wurzel (extrahiert mit 60% Ethanol)
- w) Hauhechel Wurzel (extrahiert mit 50% Ethanol)
- x) Hauhechel Wurzel (extrahiert mit 40% Ethanol)
  
- y) Balsampappel Knospen (extrahiert mit 96 % Ethanol)
- z) Edelweiß Blüten (extrahiert mit 96 % Ethanol)
- aa) Mädesüß Blüten (extrahiert mit 96 % Ethanol)
- ab) Veilchen Blüten (extrahiert mit 96 % Ethanol)

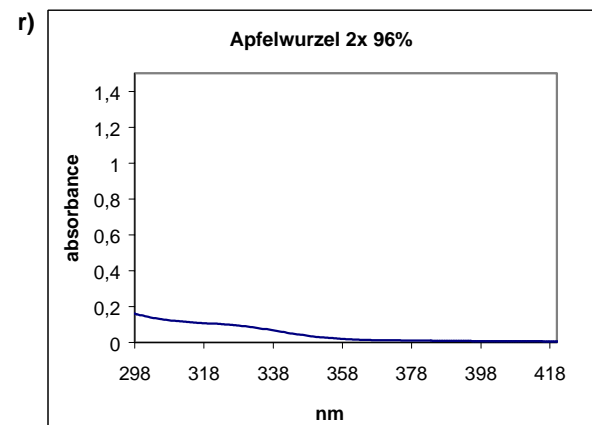
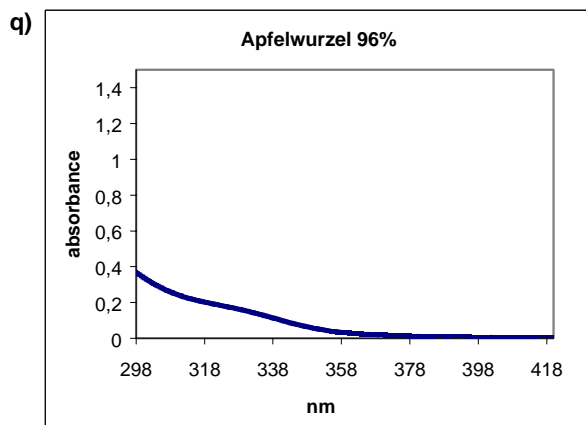
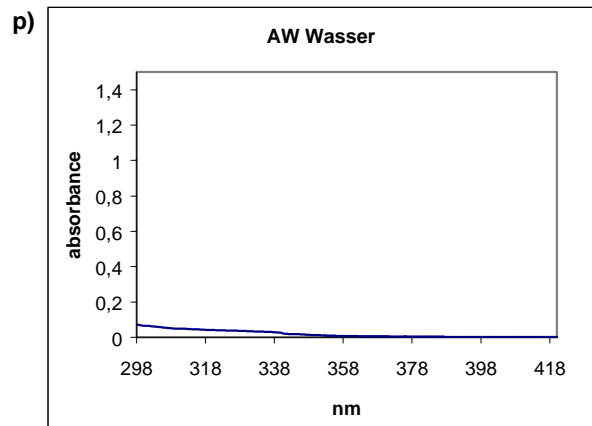
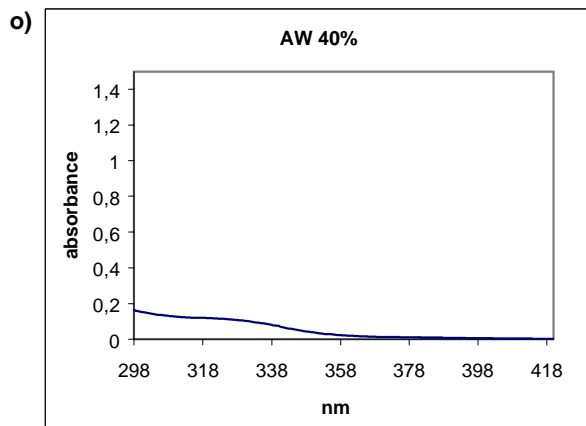
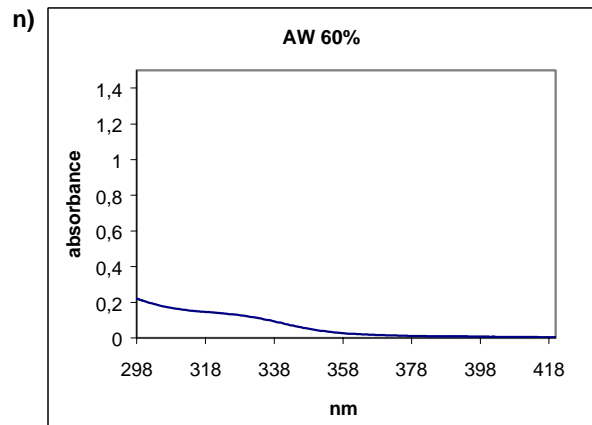
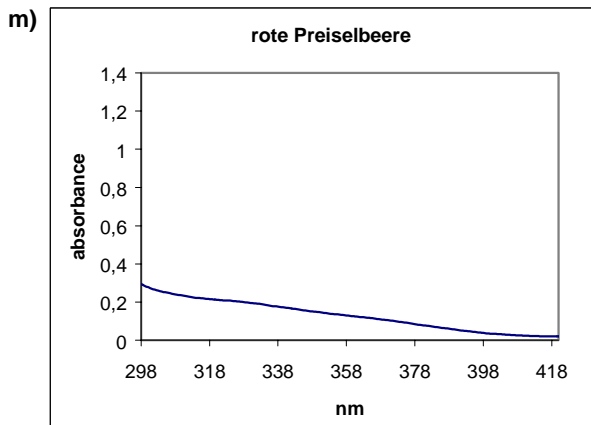
Alle Substanzen, die Gegenstand dieser Untersuchung sind, werden in vergleichbaren Konzentrationen (0,02 mg/ml Ethanol:H<sub>2</sub>O = 50:50), in Diagrammen mit gleichem Maßstab gegenübergestellt, um einen relevanten optischen Überblick über die Absorption zu ermöglichen. Eusolex 6300 wird ein weiteres Mal 1:10 verdünnt (0,002 mg/ml), da dieser synthetische Lichtschutzstoff einen sehr hohen Extinktionskoeffizienten zeigt.

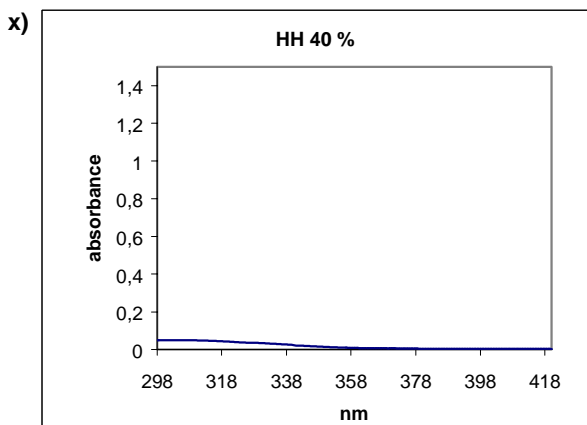
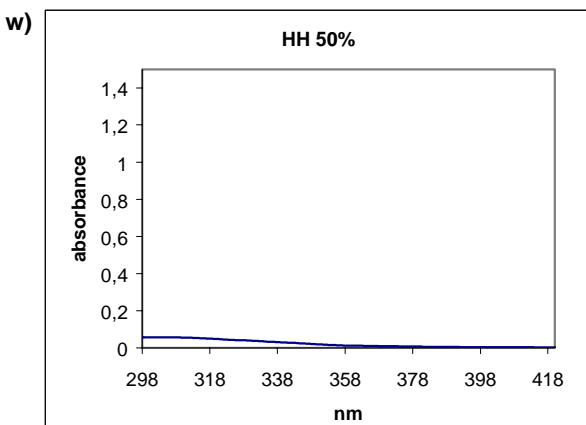
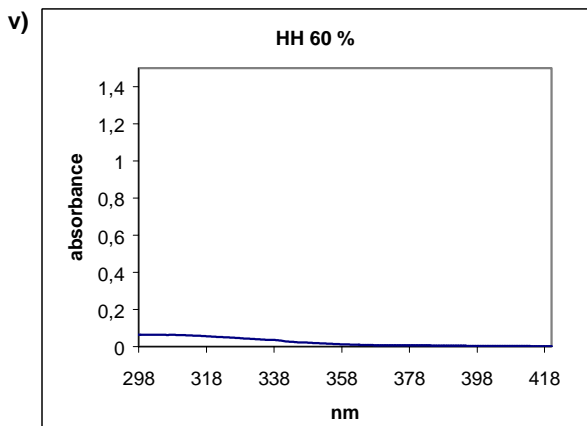
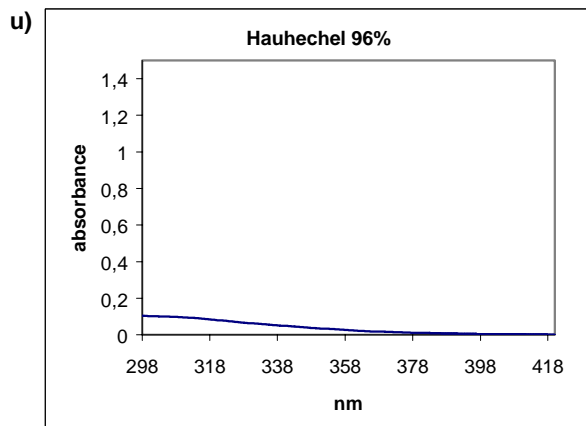
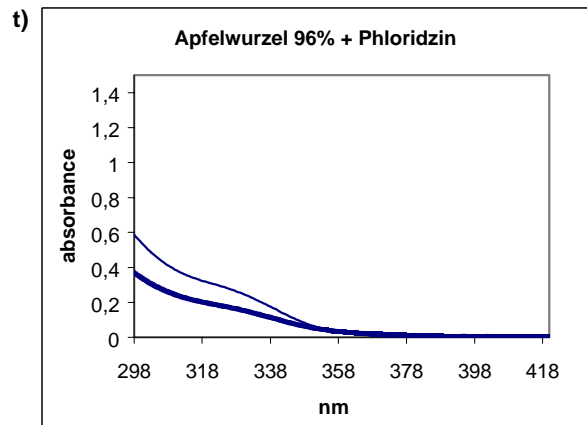
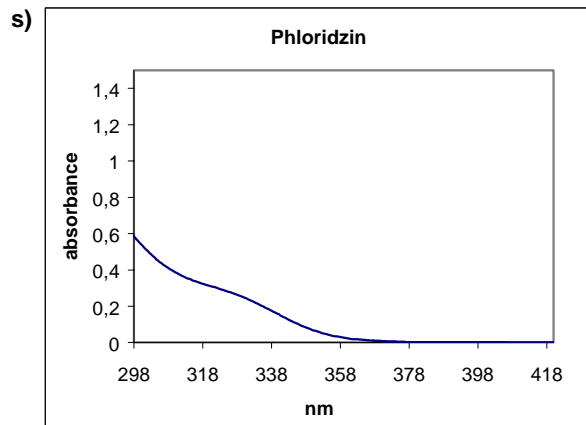
Die Spektren werden mit einem Zweistrahlphotometer: **HITACHI U-2001** aufgenommen (Parameter siehe Kapitel 7.1)

Abbildung 31 a) bis ab) ermöglicht den Vergleich der Absorption im UV-Bereich der Extrakte mit kommerziell erhältlichen UV-Strahlenfiltern. Besonders Apfelwurzelextrakt und Balsampappelknospen-Extrakt aber auch Mädesüß-Blüten und Veilchen-Blüten zeigen vergleichbare Absorption im UV-Bereich.











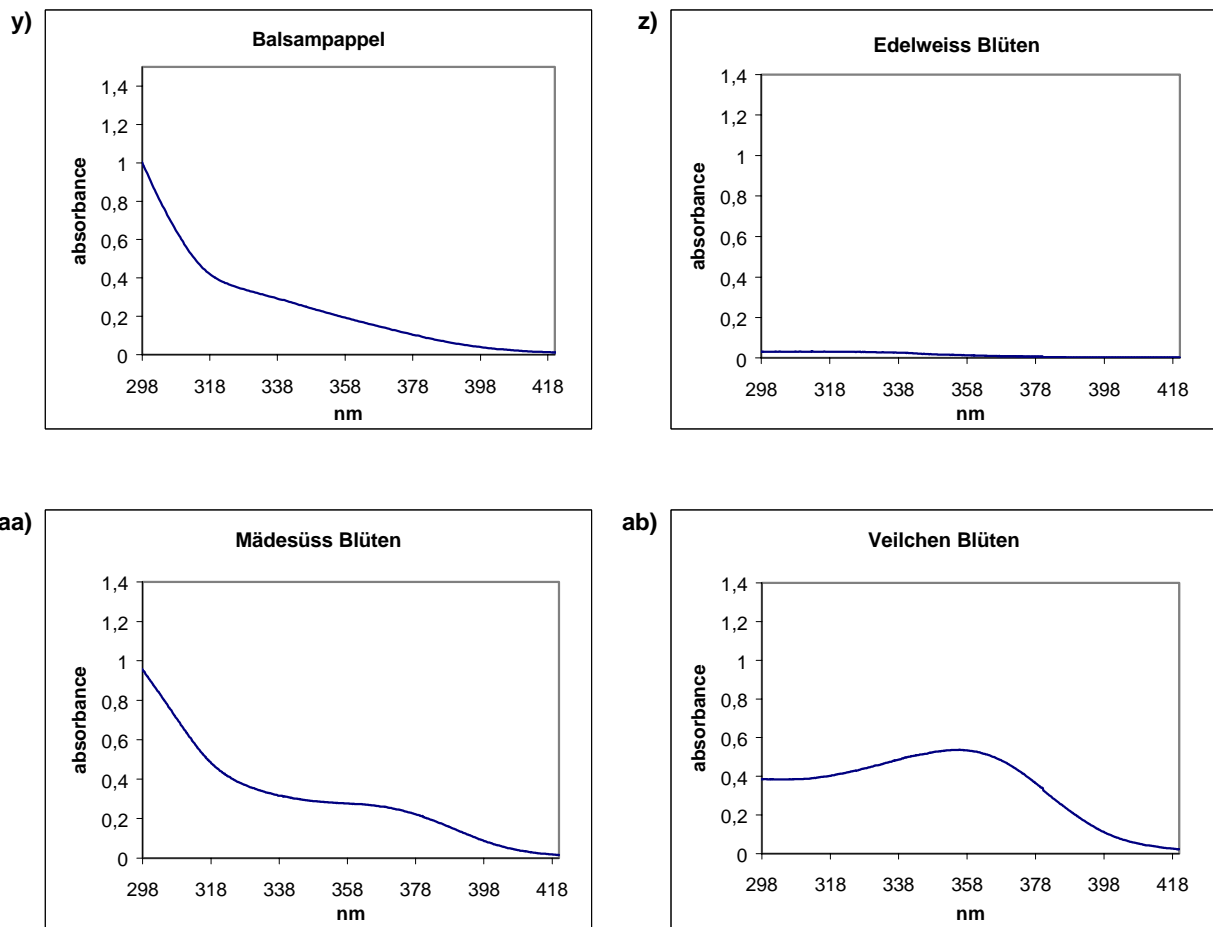


Abbildung 31 Vergleich der Absorption im UV-B wie UV-A-Bereich synthetischer Lichtschutzstoffe mit den Extrakten aus Pflanzenrohstoffen und Harzen.  
 Alle Lichtschutzstoffe und Extrakte (a – ab) liegen in Konzentration von 0,02 mg/ml vor. Eusolex 6300 (b) ist weiters 1:10 verdünnt = 0,002 mg/ml. Abbildung r) zeigt das Spektrum der wiederholten Extraktion von Apfelwurzel. Die Prozentangaben entsprechen dem Ethanolanteil im Extraktionsmittel

**Von den Pflanzenextrakten erreichen vor allem Balsampappelknospen Extrakt, Apfelwurzel, Mädesüß Blüten und Veilchen Blüten ähnliche absorbierende Eigenschaften wie die synthetischen Lichtschutzstoffe:**

Extrakt	Absorption im Bereich
Apfelwurzel	UV-B
Balsampappelknospen	UV-B und UV-A
Mädesüß Blüten	UV-B und UV-A
Veilchen Blüten	UV-B und UV-A

Im Zuge dieser Untersuchung wurden ein Rohstoffe verschiedener Herkünfte von Balsampappelknospen, die zur Verfügung stehen, verglichen. Der Einfluss der Trocknung auf die Absorptionseigenschaften wird ebenfalls beobachtet. Abbildung 32 zeigt den Vergleich von standardisierten Extrakten verschiedener Balsampappelknospen Herkünfte.

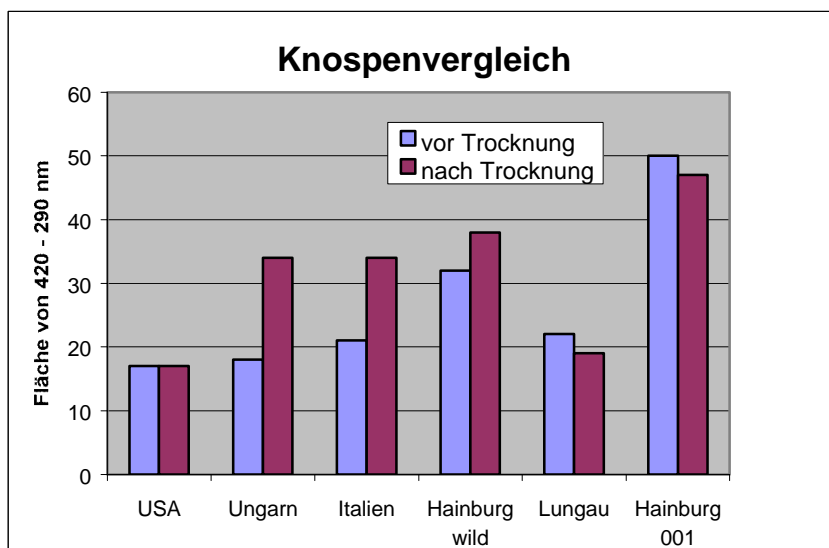


Abbildung 32 Balsampappelknospen standardisiert und spektrophotometrisch untersucht

Die Trocknung bei 60°C über 24 h zeigt generell eine Zunahme der Absorption pro Gewichtseinheit bedingt durch den Wasserverlust, jedoch nimmt die Absorption bei den Herkünften Lungau und Hainburg 001 sogar ab – dies könnte auf flüchtige Inhaltsstoffe hinweisen, die ebenfalls im relevanten UV-Bereich absorbieren.

### 7.3 Quantitative spektroskopische Untersuchungen

Zur Quantifizierung und Evaluierung der UV-Licht absorbierenden Inhaltsstoffe wird die Absorption im biologisch relevanten Bereich von 298 nm – 420 nm gemessen und die Fläche unter der Kurve berechnet. Dadurch können die Pflanzenextrakte untereinander einem direkten Vergleich unterzogen werden und eine weitere Auswahl vorgenommen werden.

Zur spektroskopischen Untersuchung wird die Extinktion der Extrakte in 2,5 ml Quarzküvetten gegen das reine Extraktionsmittel im Zweistrahlphotometer bestimmt: von 298 bis 420 nm und die Fläche unter der Kurve integriert. Das Integral gilt als relatives Maß für die Absorption der UV-Strahlung durch die Pflanzenextrakte. Die Einstellung der Parameter siehe 7.1.

Die Extrakte (siehe zu auch 5.3.2) werden verdünnt, da die Konzentration der Inhaltsstoffe den linearen Messbereich stark übersteigt. Die Ethanolextrakte werden 1 : 1000 verdünnt, die Glycerin und Jojobaölextrakte 1 : 10.

Tabelle 23 zeigt die Ergebnisse der Integration für die Extrakte aus Ethanol 96,0 %, Ethanol 38,4 %, Glycerin 80% und Jojobaöl. Die hinterlegten Felder geben die Extrakte an, die in die Basisemulsion eingearbeitet werden und zur *in vivo* Bestimmung des SPF eingereicht werden:

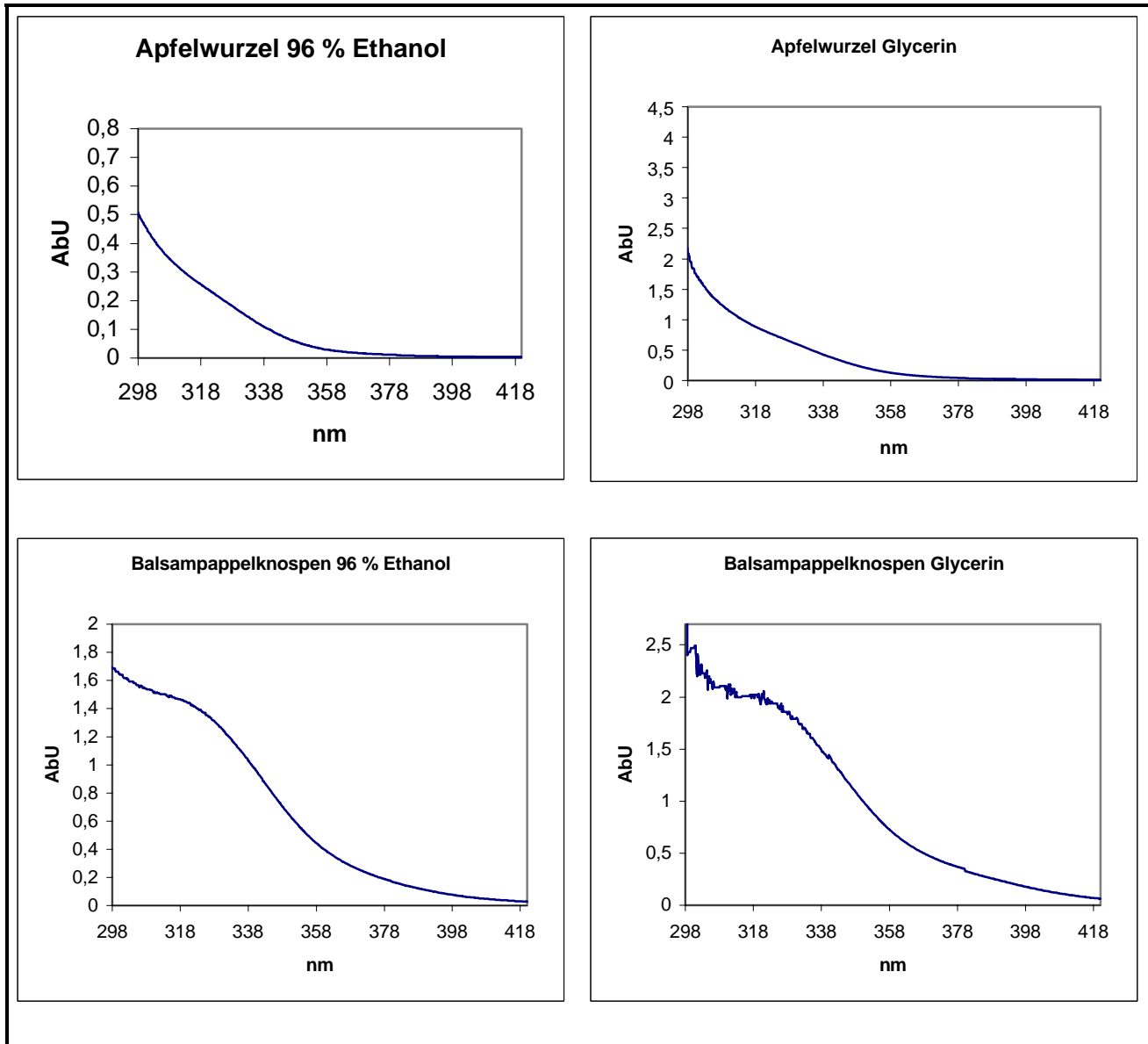
I/04/01	Apfelwurzel	Ethanol 96,0 %
II/04/01	Apfelwurzel	Glycerin 80%
III/04/01	Balsampappelknospen	Ethanol 96,0 %
IV/04/01	Balsampappelknospen	Glycerin 80%
V/04/01	Balsampappelknospen	Jojobaöl
VI/04/01	Veilchenblüten	Ethanol 96,0 %
VII/04/01	Mädesüß Blüten	Ethanol 38,4 %

		Integral des Absorptionsspektrums von 298 - 420 nm der Pflanzenextrakte			
Pflanze	Pflanzenrohstoff	Gemessen gegen das eingesetzte Lösungsmittel			
		Ethanol 96,0%	Ethanol 38,4%	Glycerin 80%	Jojobaöl
Apfel	Wurzel toto	26	26	120	3
	Wurzelrinde	35	58	120	-
	Wurzelkernholz	8	8	90	-
	Apfelkerne	3	2	30	4
Balsampappel	Knospen	110	85	160	80
Edelweiß	Blüten	1	2	2	-
Hauhechel	Wurzel	4	2	6	2
Preiselbeere	Blatt	19	50	30	8
	Grüne Beeren	2	2	1	-
	Rote Beeren	4	4	3	-
Veilchen	Blüten	45	40	15	4
	Wurzel	7	5	21	5
	Blätter	4	10	12	8
Mädesüß	Blüten	17	52	16	14
	Kraut	9	42	12	16

Tabelle 23 Pflanzenrohstoffe und die spektroskopische Beurteilung der Extrakte.

Hinterlegte Felder geben die Extrakte an, die durch ihre hohe Absorption zur Weiteruntersuchung ausgewählt wurden.

Abbildung 33 zeigt die Spektren der nach Tabelle 23 ausgewählten Extrakte zur Einarbeitung in Emulsionen und Bestimmung des SPF *in vivo*. Vor allem Veilchenblüten aber auch Mädesüßblüten und Balsampappelknospen zeigen Absorption auch im UV-A Bereich.



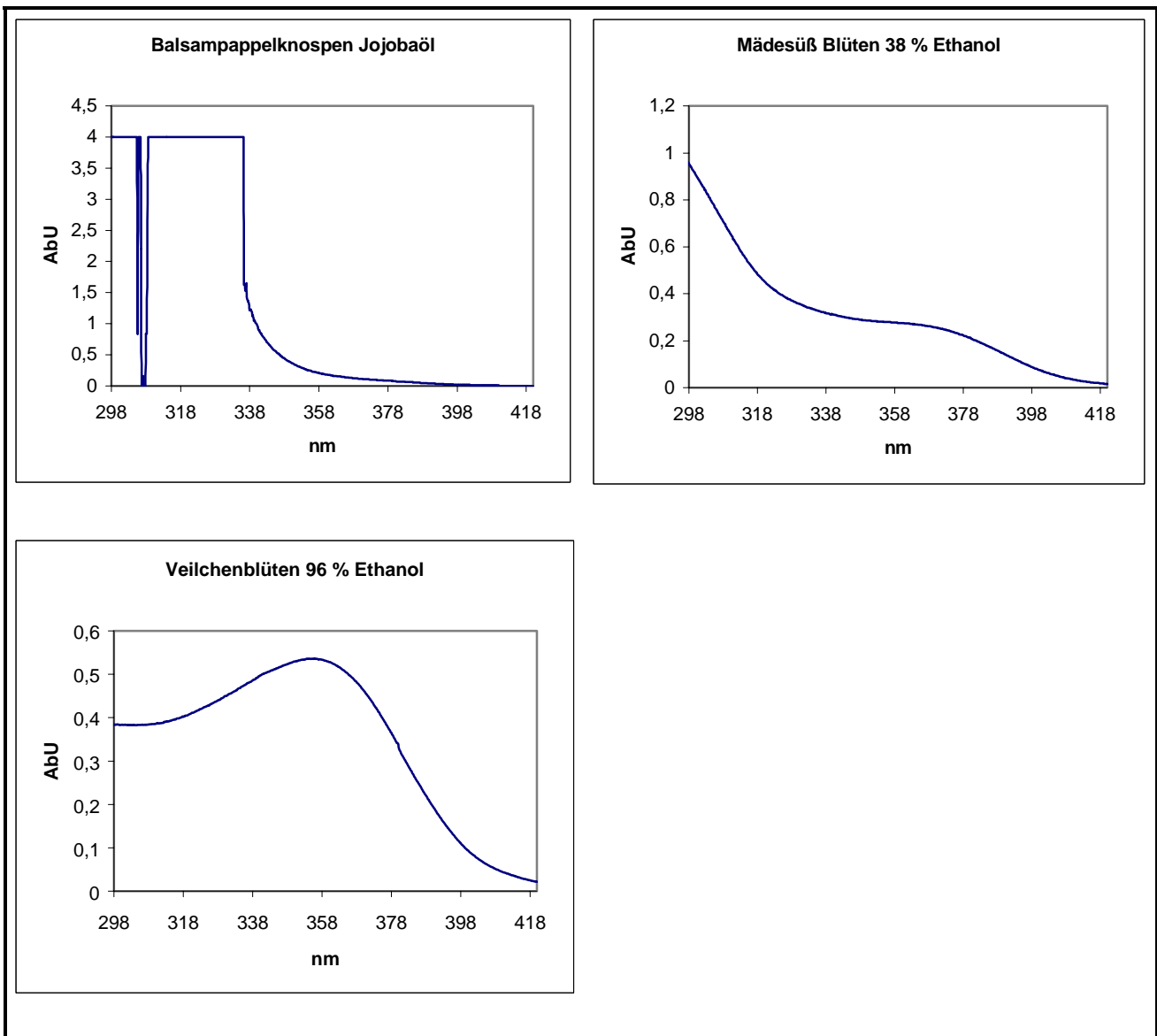


Abbildung 33 Spektren der nach Tabelle 23 ausgewählten Extrakte zur Einarbeitung in Emulsionen und Bestimmung des SPF *in vivo*.

Zu beachten ist der unterschiedliche Maßstab der Diagramme, der durch die Ordinatenskalierung definiert ist. Neben der jeweiligen Überschrift der Diagramme ist auch das Lösungsmittel angegeben.

## 7.4 Basisemulsionen

Pflanzenextrakte tragen maßgeblich zur Farbänderung von „weißen“ Emulsionen bei. Zur Vorevaluierung der Texturbeeinflussung und Farbgebung von O/W Emulsionen und zur Bestimmung des Lichtschuttfaktors der Emulsion *in vitro* werden Basispräparate gefertigt. Im Labormaßstab werden O/W-Emulsionen (EUCERIN, Feuchtigkeitscreme, Milch) mit 2 - 5 % (w/w) Trockenextrakt gerührt und dabei auf etwa 65°C kurz erhitzt. Die Emulsion wird unter Rühren wieder auf Raumtemperatur abgekühlt und abgefüllt.

Zum Vergleich wird ein Kosmetikhersteller/Lohnfüller (Fa WEINZIERL HandelsGmbH, Himbergerstr. 66, A-2320 Schwechat) mit der Herstellung von Basispräparationen beauftragt. Die Proben hierfür werden kodiert und als "Pflanzenextrakte" deklariert.

Die Herstellung von Emulsionen im evakuierbaren und temperierbaren Rührer gewährleistet homogene Verteilung der Extrakte, um die optimalen UV-Licht Filtereigenschaften im Sonnenschutzpräparat zu entwickeln.

### Anmerkung

Da Pflanzenextrakte mit Ethanol sowohl wasserlösliche wie auch teilweise öllösliche Bestandteile enthalten können, ist die homogene Einarbeitung in eine bereits fertige, stabilisierte Emulsion oft nur erschwert möglich. Der stark streuende und je nach Emulsionsgrundlage unterschiedliche Lichtschuttfaktor, vor allem bei Präparationen mit Harzen, mag teilweise auf die unterschiedliche Verteilung des Extraktes zurückzuführen sein.

Die Herstellung der Emulsionen (O/W, W/O) erfolgt nach drei Grundprozessen:

### Vorbereitung der Fett- und Wasserphase

Alle lipophilen Bestandteile werden in der Fettphase und alle hydrophilen Bestandteile in der Wasserphase zusammengefasst. Beide Phasen werden 5°C bis 10°C über dem Schmelzpunkt der am höchsten schmelzenden Komponente erwärmt. Werden Pigmente und/oder lösliche Lichtschutzstoffe als Wirkstoffe für Sonnenschutzpräparate verwendet, müssen ebenfalls lipophile Pigmente in die Fettphase und hydrophile in die Wasserphase eingearbeitet werden.

Die besten Ergebnisse für die problematischen harzigen Extrakte erhielten wir, wenn die Extrakte in der Wasserphase aufgeheizt wurden. Der Extrakt schwimmt zwar teilweise auf, wird aber, nachdem das Harz aufgeschmolzen ist, durch den Homogenisator gut vermischt.

### Emulgieren der Phasen miteinander

Die Emulgierung erfolgt in einem entsprechenden Laborreaktor, der evakuierbar sein muss, um nicht Luft als dritte Phase miteinzumischen. Auch bei der O/W-Emulsion wird zuerst die Fettphase vorgelegt und die Wasserphase eingerührt. Ab einem Wassergehalt von etwa 20% schlägt die anfänglich gebildete W/O-Emulsion in eine O/W-Emulsion um, ein vorgesehener höherer Wasserphasenanteil kann nun schneller zugegeben werden. Die optimale Temperaturführung und die zum Zweck der gewünschten Texturverbesserung und Stabilität vorgenommene Homogenisierung werden im Rahmen des Projektes im Labormaßstab definiert.

### Homogenisieren und Stabilisieren der fertigen Emulsion

Im allgemeinen kann bei O/W-Emulsionen auf ein abschließendes Homogenisieren verzichtet werden. Neue Emulgatoren und andere Komponenten aus Naturstoffen, deren Eigenschaften auf Textur und Stabilität jedoch erst zu prüfen sind, könnten eine Nachbehandlung erfordern.

### 7.4.1 Einarbeitung der Extrakte in Emulsionen durch einen Lohnhersteller

Die Auswahl der unten angeführten Extrakte und Rohstoffe (I/04/01 – VII/04/01) wird nach den *in vitro*-UV-Filtereigenschaften getroffen.

Die Textur- und Farbgebung und Geruch werden vorerst nur zum Teil mitberücksichtigt. Mit den vorliegenden sieben Extrakten (I/04/01 – VII/04/01) sollen homogene Emulsionen hergestellt werden und die Verteilung der Extraktstoffe in die Richtung des höchstmöglichen SPF optimiert werden.

Deshalb wird zur Herstellung der Emulsionen ein Lohnhersteller beauftragt, der über die entsprechende maschinelle Ausrüstung verfügt, um die zur optimalen Homogenisierung notwendige Temperaturführung und zur Textur erforderlichen Scherkräfte des Rührwerkes zu gewährleisten.

Die Einarbeitung der Extrakte I/04/01 bis VII/04/01 wird von der Firma Weinzierl GmbH, 2320 Schwechat durchgeführt. Von jedem Extrakt werden etwa 2 kg Emulsion, die weitgehend nach Naturkosmetik-Kriterien formuliert wurden, hergestellt.

Zur Anonymisierung wurden die einzelnen Extrakte mit einem Zahlencode verschlüsselt und in entsprechender Menge an die Fa. Weinzierl abgegeben, um etwa 2 kg je Basisemulsion herzustellen. Die Trockenextrakte sollen zu je 5 % (w/w), die Glycerinextrakte und der Jojobaölextrakt sollen zu je 10 % (w/w) in der Emulsion vorliegen. :

		Extrahiert mit:
I/04/01	Apfelwurzel	Ethanol 96,0 %
II/04/01	Apfelwurzel	Glycerin 80%
III/04/01	Balsampappelknospen	Ethanol 96,0 %
IV/04/01	Balsampappelknospen	Glycerin 80%
V/04/01	Balsampappelknospen	Jojobaöl
VI/04/01	Veilchenblüten	Ethanol 96,0 %
VII/04/01	Mädesüß Blüten	Ethanol 38,4 %

Die Verarbeitungsvorschläge sind in Tabelle 24 zusammengefasst und an den Lohnhersteller durch die Projektgruppe weitergegeben worden.



Tabelle 24 Zusammenfassung der Extrakte und Verarbeitungsvorschläge für den Lohnhersteller zur Einarbeitung in Standardkosmetik

Hauptkomponente	Code Nummer	Konsistenz	% w/w in Emulsion	Verarbeitungsvorschlag für 0,5 bis 2,0 kg Emulsion	Liefermenge in g bzw. ml
Trockenextrakt	I/04/01	Pulver	5 %	In Wasserphase lösen soweit möglich *)	40 g
Glycerin	II/04/01	Flüssig	10 %	Vor Emulgierung begeben	120 ml
Trockenextrakt	III/04/01	Harz	5 %	In Ölphase aufschmelzen, für erleichterte Verarbeitung vorher im Wasserbad oder Trockenschrank erwärmen (55-60°C)	60 g
Glycerin	IV/04/01	Flüssig	10 %	Vor Emulgierung begeben	120 ml
Jobobaöl	V/04/01	Flüssig	10 %	In Ölphase begeben	120 ml
Trockenextrakt	VI/04/01	Harz	5 %	In Ölphase aufschmelzen, für erleichterte Verarbeitung vorher im Wasserbad oder Trockenschrank erwärmen (55-60°C)	35 g
Trockenextrakt	VII/04/01	Pulver	5 %	In Wasserphase lösen soweit möglich *)	60 g
<p>*) die unlöslichen Anteile werden dann durch die Emulsion und Ölphase verteilt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Harze können im Trockenschrank (geöffnet) auf 55-60 °C erwärmt werden, damit so mit dem zähflüssigen Rohstoff leichter hantiert werden kann.</li> <li>• Die Pflanzenrohstoffe gelten allgemein als unbedenklich. Nach Hautkontakt mit Seife waschen.</li> <li>• Mädesüß- und Apfelwurzelextrakte in der Wasserphase vor dem Emulgieren so weit wie möglich vorlösen.</li> <li>• Die Emulsion doppelt konzentriert an Extrakten zubereiten, und schließlich 1 : 1 mit fertiger Emulsion mischen. Dabei wird der Lichtschutzfaktor aus zur Zeit noch unerklärlichen Gründen höher, obwohl die Endkonzentration an Extrakten gleich eingestellt ist.</li> </ul>					

## 7.5 Bestimmung des Lichtschuttfaktors (SPF)

Im Rahmen der vorliegenden Projektarbeit wird mit Lichtschuttfaktors (SPF = sun protecting factor) der Faktor bezeichnet, wie er nach DIN (DIN 67501) beziehungsweise nach der COLIPA-Methode (europäischer Standard) definiert ist. Nach der amerikanischen Methode wäre der SPF doppelt so hoch wie der europäische Faktor.

(SPF amerik. x 2 ≈ europäischer SPF)

Der SPF ist demnach definiert als Quotient aus der minimalen Erythem-Dosis an geschützter Haut (in Minuten) und der minimalen Erythem-Dosis an ungeschützter Haut.

$$SPF = \frac{\text{Erythemschwellenzeit mit Lichtschutzmittel}}{\text{Erythemschwellenzeit ohne Lichtschutzmittel}}$$

Da diese Bestimmungen finanziell sehr aufwendig sind und nur von zertifizierten Instituten anerkannt werden, wird eine *in vitro* Methode zur Abschätzung des SPF entwickelt.

### 7.5.1 *In vitro*-Bestimmung des Lichtschuttfaktors

Zur Abschätzung des Lichtschuttfaktors der Basispräparate wird eine spektroskopische Schnellmethode entwickelt. Dabei wird sowohl mit kommerziell erwerbbarer Sonnenschutzmittel, wie auch mit in der Literatur beschriebenen Standardannäherungen kalibriert. In diesem Zusammenhang sei angemerkt, dass *in vitro* Bestimmungen des Lichtschuttfaktors die Endkontrolle über *in vivo* Bestimmungen nicht ersetzen, aber den SPF schon sehr genau vorabschätzen können (SPF ± 1,5).

#### Beschreibung der Methode

Die Sonnenschutzmittelstandards beziehungsweise die Basispräparationen werden auf Objektträger, wie sie in der Mikroskopie Verwendung finden, genau eingewogen. Für jeden Faktor werden 4 Proben bereitet, die je zweimal vermessen werden. 5,0 mg werden in der Mitte der Objektträger aufgebracht. Danach wird ein zweiter Objektträger mit entsprechendem Druck so auf die Sonnenschutzmittelprobe gepresst, dass ein Kreis von 2,5 cm Durchmesser entsteht. Dadurch wird erreicht, dass eine definierte Probenmasse auf einer definierten Fläche verteilt wird (Abbildung 34). Ein Spektrum der Probe wird dann im Zweistrahphotometer gegen die Basisemulsion (in die das Pflanzentrockenextrakt eingearbeitet wurde) als Referenz aufgenommen. Die Fläche unter der Kurve von 298 nm bis 420 nm (biologisch relevanter UV-A- + UV-B-Bereich) wird schließlich gegen den SPF aufgetragen.

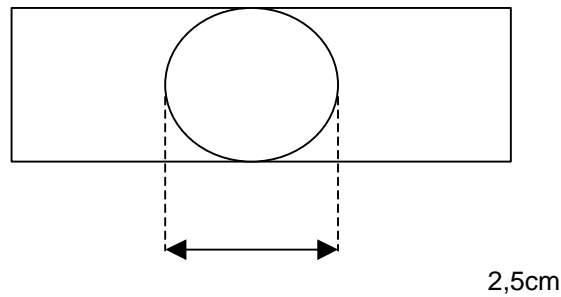


Abbildung 34 Objektträger mit Sonnenschutzmittelprobe 5,0 mg auf einer definierten Fläche mit 2,5 cm Durchmesser zur *in vitro* Bestimmung des SPF

Zur Berechnung des SPF der Basispräparationen wird das Integral (von 298nm bis 420 nm) der Proben in die Geradengleichung der Regressionsgeraden eingesetzt.

Als beste Sonnenschutzmittelreihe zur ersten Kalibration für die Annäherung der SPF-Bestimmung *in vitro* hat sich die dm-Serie "Sundance" erwiesen. Die Faktoren 4, 8, 12, 16, 20, wurden spektral aufgenommen und von 420 bis 290 integriert. Die überlagerten Spektren sind in Abbildung 35 dargestellt. Der Sonnenschutzfaktor SPF = 16 fällt aus dem Vertrauensbereich der Regressionsgeraden.

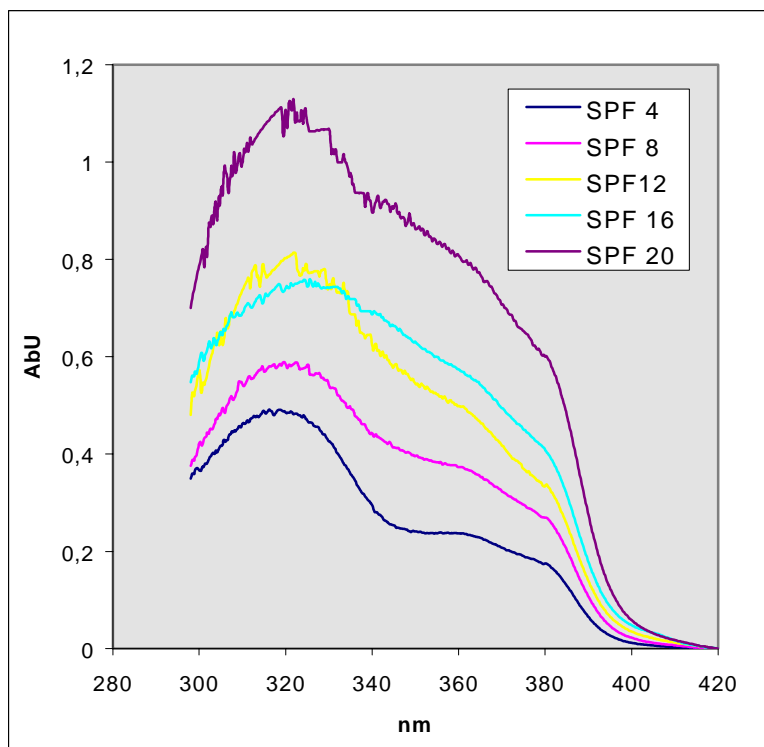


Abbildung 35 Überlagerte Spektren der Sonnenschutzmittelserie "Sundance" (n = 8).

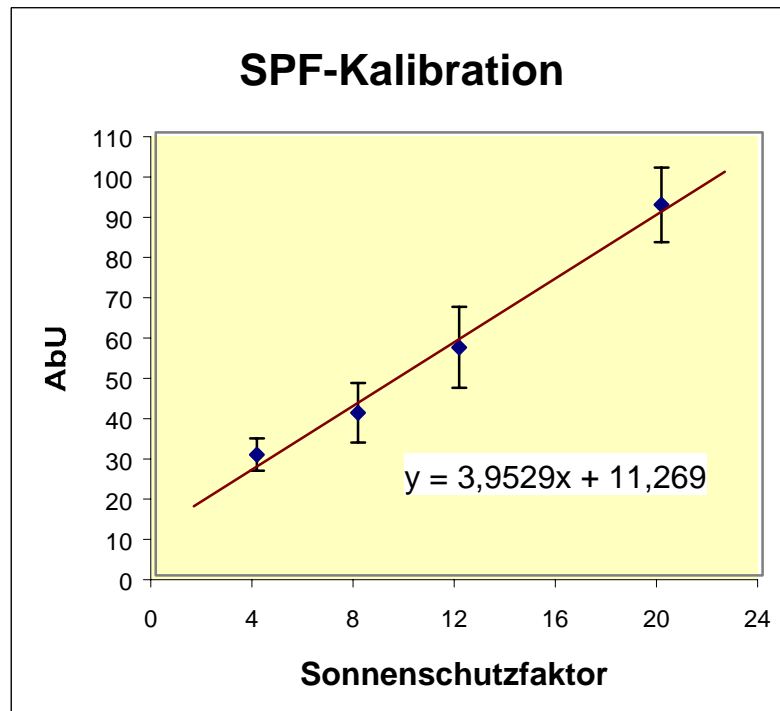


Abbildung 36 Regressionsgerade der SPF-Kalibration mittels Sonnenschutzmittelserie "Sundance" mit SPF = 4, 8, 12, und 20

Abbildung 36 zeigt die Regressionsgerade der SPF-Kalibration.

Die Geradengleichung lautet  $y = 3,9529x + 11,269$ . Die mittleren Integrale der Basispräparationen werden über diese Gleichung aufgelöst und der SPF berechnet. Da der wahre SPF nur durch *in vivo* Bestimmungen ermittelt werden kann, ist diese Berechnung als Annäherung zu bewerten, deshalb sind Streuungen von erfahrungsgemäß  $\pm 1,5$  zu erwarten.

Da der Meßbereich in den unteren SPF-Stufen nicht linear ist, und auch die Referenz-Emulsion einen geringen Sonnenschutzfaktor zeigt (1,5 bis 2,5), bietet eine logarithmische Darstellung die genauere Annäherung bei AbU von etwa 5 bis 25. Abbildung 37 zeigt die logarithmische Darstellung der SPF-Kalibrationskurve mit der Gleichung:  $y = 30,632 \ln(x) - 18,935$ . Ab AbU von 25 bis 30 ist die lineare Regression zur Bestimmung des SPF heranzuziehen.

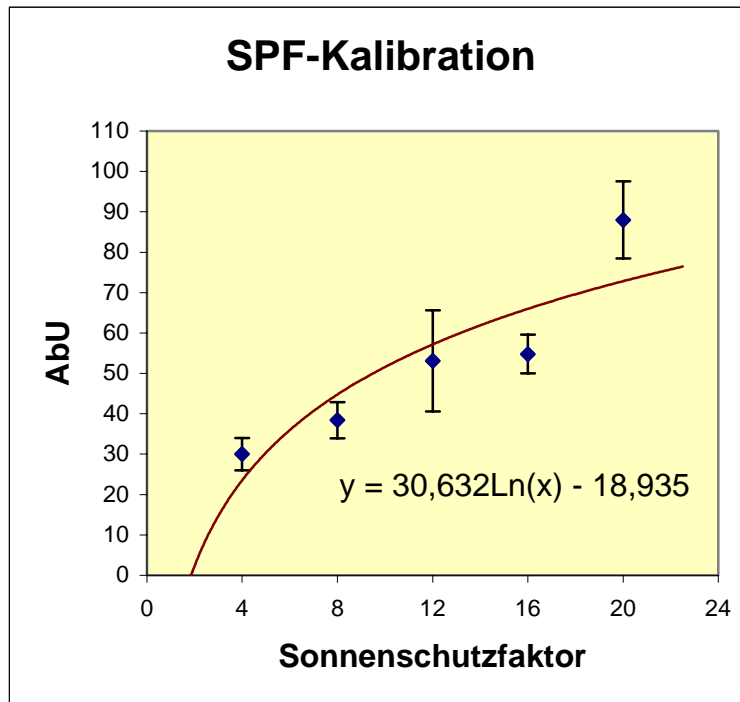


Abbildung 37 Logarithmische Darstellung der SPF-Kalibrationskurve.

So zeigen Präparationen mit einem Integral von 8 - 10 AbU (AbsorbanceUnits) einen SPF von etwa 2. Durch den überwiegend additiven Effekt von Komponentenmischungen kann durch entsprechende Formulierung verschiedener Extrakte und Sonnenschutzmittel der gewünschte SPF eingestellt werden.

Abbildung 38 zeigt das Spektrum der Basispräparation aus Balsampappel-Knospenextrakt: 3% Trockenextrakt in O/W-Emulsion. Nach der SPF-Kalibration kann der Präparation ein Sonnenschutzfaktor nach *in vitro* Messungen und Korrektur in der logarithmischen wie auch linearen Kalibration von etwa SPF = 8 - 12 zugeordnet werden.

Die Abweichung dieses SPF von Balsampappelknospenextrakt der Probe III/04/01 (5% in Emulsion: **SPF *in vivo* ist etwa 4**) ergibt sich aus der Zusammensetzung der Emulsion und aus der Streuung der *beiden* Methoden. Wie bei der Farbgebung, so ist auch der Lichtschutzfaktor nicht nur vom Lichtschutzstoff, also von einer Komponente abhängig, sondern ergibt sich aus der Gesamtheit aller Bestandteile.

Weiters ist eine kontinuierliche Nachkalibrierung der *in vitro* Methode erforderlich, um die Annäherung der Bestimmung praxisrelevant etablieren zu können. Die Nachkalibration wird mittels der bestimmten SPF-Werte, die mit der *in vivo* - Methode exakt ermittelt worden sind, durchgeführt.

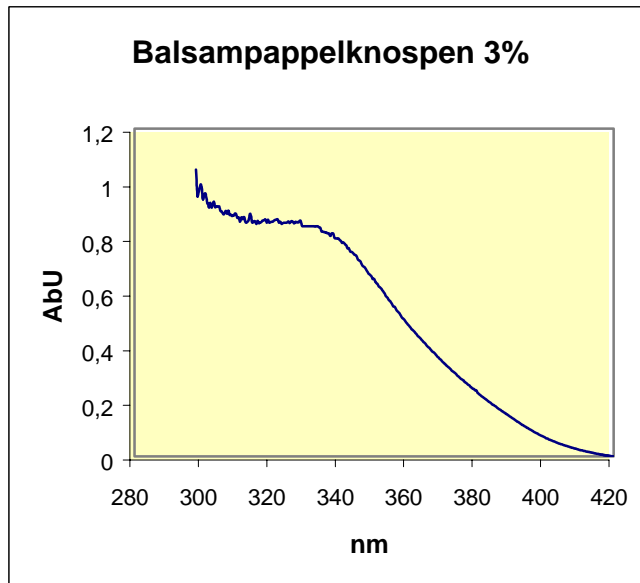


Abbildung 38 Spektrum der Basispräparation aus Balsampappelknospenextrakt 3 % in O/W.  
Der Lichtschutzfaktor beträgt etwa 8 – 12 *in vitro*.

### 7.5.2 *In vivo* - Testung des Sonnenschutzfaktors (SPF)

Die Bestimmung des SPF *in vivo* wird an ein autorisiertes dermatologisches Institut vergeben. Etwa 200 g pro Emulsion wurden zur Untersuchung an folgende Adresse gesandt:

BIOSKIN, Institut für Dermatologischen Forschung und Entwicklung

Poppenbütteler Bogen 25

D-22399 Hamburg

[www.bioskin.de](http://www.bioskin.de)

Die Probandenzahl wird zum Zweck der Voruntersuchung vorerst auf 5 pro Präparation (Proben I/04/01 bis VII/04/01 siehe Kapitel 7.4.1) festgelegt.

Die Bestimmung wird nach den üblichen und zur Auslobung des SPF erforderlichen europäischen COLIPA SPF Protokoll durchgeführt.

COLIPA SPF Protokoll für *in vivo* Bestimmungen:

Lichtquelle: Sonnensimulator

Probanden: &gt;10, maximal 20

Testfläche: Rücken >35cm<sup>2</sup>

Hauttypen: I – III

Applikation: 2mg/cm<sup>2</sup>

Trocknung: 15 min

Ablesung: 16 – 24 h

Für die vorerst gewählte Schnellbestimmung sind 5 Probanden ausreichend. Für die verordnungsgemäße Auslobung des Sonnenschutzfaktors sind über 10 Probanden erforderlich.

Nr.Code	Pflanzenmaterial	Extraktionsmittel	<i>in vitro</i> SPF	<i>in vivo</i> Mittelwert	max. <i>in vivo</i> SPF
I/04/01	Apfelwurzel	Ethanol 96,0 %	3	2,5	4
II/04/01	Apfelwurzel	Glycerin 80%	-	1,1	1
III/04/01	Balsampappelknospen	Ethanol 96,0 %	6	3,1	4
IV/04/01	Balsampappelknospen	Glycerin 80%	1	1,2	2
V/04/01	Balsampappelknospen	Jojobaöl	1	1,3	2
VI/04/01	Veilchenblüten	Ethanol 96,0 %	2	1,6	2
VII/04/01	Mädesüß Blüten	Ethanol 38,4 %	2	2,6	4

Tabelle 25 Übersicht des SPF *in vitro* und *in vivo* ausgewählter Pflanzenextrakte

Tabelle 25 zeigt, dass die Methode zur Annäherung des SPF *in vitro* durchaus geeignet ist, den SPF in einer wirtschaftlichen und schnellen Weise vorabzuschätzen.

Die mittlere Abweichung der beiden Methoden: Bestimmung des SPF *in vitro* (PLANTA) und *in vivo* (COLIPA Standard), beträgt 0,7.

Balsampappelknospen, Apfelwurzel und Mädesüß erreichen mit 5 % Gewichtsanteil in der Emulsion einen SPF *in vivo* von etwa 4. Die Farbgebung ist sehr hell (etwa 1 – 2) und die Verteilung der Extraktstoffe in der Emulsion homogen und stabil. In weiterer Folge soll durch Kombination der Extrakte und größtmögliche optimierte Konzentration der SPF noch wesentlich erhöht werden und zu einer Sonnenschutzmittelserie nach Naturkosmetikkriterien führen.

## 8 BEURTEILUNG DER FARBGEBUNG

Bezugnehmend auf mehrere Rücksprachen mit Kosmetikherstellern und möglichen zukünftigen Abnehmern der Lichtschutzstoffe, ist die Farbe des fertigen Produktes ein Kriterium der Vermarktungsfähigkeit. So finden sich für stark gefärbte Sonnenschutzmittel [wie grün (Chlorophyll) oder braun (Phenole)] nur sehr beschränkt Absatzmöglichkeiten. Ein verkaufsfähiges Produkt sollte sehr hell, eventuell beige oder hellgelb erscheinen. Weiße Sonnenschutzmittel, die den Naturkosmetikkriterien entsprechen, werden voraussichtlich schwer realisierbar sein. Deshalb wird der Farbeinfluss der Extrakte auf die Emulsion beurteilt, und Extrakte, die auf Grund der zu intensiven Färbung die Erwartungen von Händler und Verbraucher nicht erfüllen, werden ausgeschieden.

Die Eigenfarbe der Flüssig- wie Trockenextrakte selbst, kann für die Beurteilung der Eignung als Lichtschutzstoff nicht entscheidend sein, da die Farbe des Endproduktes schlussendlich von allen Bestandteilen im fertigen kosmetischen Produkt abhängig ist. Deshalb ist die Anfertigung von Basispräparationen unerlässlich. Die Selektion der Pflanzenrohstoffe über die Farbgebung erfolgt visuell. Eine Vorselektion, in deren Rahmen die "intensiven" Farbgeber vorerst ausscheiden, wird getroffen. Zu diesem Zweck werden die Basispräparationen in einer Skala von 1 - 5 beurteilt:

- 1.....sehr hell bis farblos
- 2.....hell
- 3.....gefärbt
- 4.....dunkel gefärbt
- 5.....sehr dunkel

Im ersten Selektionsschritt sollen die Kategorien 4 und 5 ausscheiden. Erst in der Projektendphase sollen die ausgewählten Pflanzenextrakte in ihrem Farbverhalten in der vorschriftsmäßig hergestellten Emulsion optimiert werden.

Zur Farbbeurteilung werden je 2 % (Gewichtsprozent) der Extrakte in eine Emulsion, die nach Kriterien der Naturkosmetik bereitet wurde, und parallel in eine kommerziell erhältliche, herkömmliche Emulsion (ULTRASIC O/W Emulsionsgrundlage, SCHERING, A-1147 Wien) gemischt. Die fertige Präparation wird anschließend in Glastiegeln gefüllt, die dann auf weißem Untergrund verglichen und beurteilt werden können.



Abbildung 39 zeigt die Farbgebung ausgewählter Extrakte auf zwei Emulsionen. Die Extrakte aus Apfelwurzel, Balsampappel, Mädesüß (38,4 %) und Mädesüß (96,0 % (A)) üben eine hellen (Skala 1 – 3) Farbeinfluss auf die verwendeten Emulsionen. Die Methode verdeutlicht weiter, dass die Farbe von der Gesamtheit aller Komponenten in der Emulsion abhängig ist: das kann an der unterschiedlichen Färbung von zwei verschiedenen Emulsionen (A) und (B) nach Einarbeiten der Extrakte beobachtet werden.



Abbildung 39 Farbvergleich ausgewählter Extrakte 2 % in Emulsion (A) Ultrasonic Schering, (B) Naturkosmetikemulsion. Die Basiscreme zeigt die Emulsionen ohne Extrakte.

Pflanze	Pflanzenrohstoff	Farbwerte			
		Ethanol 96 %	Ethanol 38 %	Glycerin 80%	Jojobaöl
Apfel	Wurzel toto	2	2	1	2
	Wurzelrinde	3	3	2	2
	Wurzelkernholz	1	1	1	1
	Apfelkerne	1	1	1	1
Balsampappel	Knospen	2	2	1	1
Edelweiß	Blüten	1	2	1	1
Hauhechel	Wurzel	3	3	2	2
Preiselbeere	Blatt	3-4	3-4	2	2
	Grüne Beeren	2	2	2	2
	Rote Beeren	4	4	3	3
Veilchen	Blüten	3	3	2	2
	Wurzel	1	1	1	1
	Blätter	3	3	2	1
Mädesüß	Blüten	2	2	1	1
	Kraut	2	2	1	2

Tabelle 26 Pflanzenrohstoffe und die visuelle Beurteilung der Farbgebung der Basisemulsionen nach der erstellten Skala von 1 (sehr hell bis farblos) bis 5 (sehr dunkel)

Alle Extrakte können mit Farbabstufungen von 1 – 3 beurteilt werden. Lediglich die Preiselbeerextrakte aus Ethanol, vor allem die Blätter (Chlorophyll) und die roten Beeren, färben die Emulsion sehr stark (4). Möglicherweise ist diese Farbgebung ein Ausscheidungsgrund für diesen Pflanzenrohstoff für die Verwendung als UV-Strahlenfilter in kosmetischen Produkten.

## 9 DIE ENTWICKLUNG DES ENDPRODUKTES

Grundlage für die Konzeption des Endproduktes sind die in Tabelle 25 angeführten Ergebnisse der SPF-Bestimmungen nach COLIPA der ausgewählten Pflanzenextrakte. Die Pflanzenextrakte, die den höchsten Sonnenschutzfaktor erreichten und den geringsten Farbeinfluss ausübten, wurden für die Entwicklung der Endprodukte ausgewählt:

Balsampappelknospen	96 % Ethanol
Apfelwurzel	96 % Ethanol
Mädesüß	38 % Ethanol

In enger Zusammenarbeit mit der Firma Sanoll (Staudach 1, A-6422 STAMS), die bereits Sonnenschutzkosmetik produziert, wurden die synthetischen Lichtschutzstoffe durch vorerst zwei Pflanzenextrakte ersetzt und neue Basisemulsionen („San.Lotion 1“ und „VAR 2“) mit folgender Zusammensetzung formuliert:

<b>Sonnenschutz Basispräparat X/03/01 San. Lotion 1</b>	
<b>Rohstoff</b>	<b>in %</b>
Wasser	41
Sonnenblumenöl	16
Mohnöl	2
Sesamöl	5,5
Xanthan	0,8
Lanolin	5
Karottensaft	10
Alkohol	8,2
Mandarin	0,3
Geranie	0,15
Wintergrünöl	0,06
<b>Sonnenschutz</b>	<b>in %</b>
TiO <sub>2</sub>	7
Balsampappelknospen	0
Apfelwurzel	2
Mädesüß	2

Tabelle 27 Rezeptur Sonnenschutz Basispräparat X/03/01 San. Lotion 1

In der Tabelle oben ist die Formulierung der neu entwickelten Sonnenschutzkosmetik der Firma Sanoll angegeben – die darin enthaltenen Lichtschutzstoffe sind neu. Die Titandioxidkonzentration ist vorerst gleichgeblieben, die synthetischen Lichtschutzstoffe (vor allem 4-Methylbenzylidencampher) wurden ersetzt durch Apfelwurzel und Mädesüß zu je 2 %. Die Richtlinien für die Einarbeitung der Pflanzenextrakte sind im Projektbericht unter Pkt. 7.4.1 angeführt.

Die Bestandteile entsprechen ausschließlich der Codex Richtlinien für Naturkosmetik und sind wo möglich in KbA Qualität eingesetzt. Die Basisemulsionen „San.Lotion 1“ und „VAR 2“ wurden schließlich zur Bestimmung des SPF nach COLIPA in vivo eingereicht (INSTITUT 1 und INSTITUT 2).

Die Ergebnisse der SPF in vivo Bestimmung nach COLIPA fanden jedoch mit der in vitro Bestimmung keine Übereinstimmung („San.Lotion 1“ = 5,4 (in vitro 10), „VAR 2“ = 2,1 (in vitro 8,7)) siehe Tabelle 28, sodass nach eingehendster Überprüfung der in vitro Methode die selben Basisemulsionen (aus identischen Chargen) nochmals bei einem alternativen Institut zur in vivo Bestimmung in Auftrag gegeben wurden (INSTITUT 3). Zur Überprüfung wurde weiters ein Sonnenschutzmittel mit sehr hohem Anteil an synthetischen Lichtschutzstoffen eingereicht („TSA“ Testemulsion Planta Naturstoffe) und ein Sonnenschutzmittel mit bereits bestimmten SPF, das ebenfalls den Naturkosmetikkriterien entspricht („RinV12“).

Die Ergebnisse der SPF in vivo Bestimmung nach COLIPA (INSTITUT 3) fanden mit der in vitro Bestimmung weitgehendste Übereinstimmung (Tabelle 28).

Streuung der SPF-Werte in vitro von in vivo (Standardabweichung der Differenz in SPF):

INSTITUT 1	3,00
INSTITUT 2	6,96
INSTITUT 3	1,17

Das heisst, dass die *in vitro* SPF Werte von den *in vivo* SPF Bestimmungen nach COLIPA ausgeführt von INSTITUT 3 um  $\pm 1,17$  Faktoren abweichen. Diese Abweichung gilt jedoch für höhere Sonnenschutzfaktoren. Im unteren Bereich (SPF = 1 – 4) ist die Abweichung wesentlich geringer. Die prozentuelle Abweichung des *in vitro* Wertes vor der COLIPA Bestimmung über den gesamten Bereich von SPF-Wertes von 1 - 24 beträgt etwa 14 %.

Die Analysenzertifikate zu den in vivo Bestimmungen sowie Namen, Adresse der Institute liegen für den Projektauftraggeber zur Einsicht auf.

<b>Vergleich <i>in vivo</i> (COLIPA) und <i>in vitro</i> SPF-Bestimmung (Mittelwert, n = 5)</b>				
Präparat	<i>in vivo</i> (COLIPA)			<i>in vitro</i>
	INSTITUT 1*)	INSTITUT 2*)	INSTITUT 3*)	Planta**)
V/3/00	<b>3,92</b>			<b>3</b>
VII/05/00	<b>4,6</b>			<b>6,2</b>
IX/10/00	<b>6,48</b>			<b>11,4</b>
I/04/01		<b>2,5</b>		<b>2,2</b>
II/04/01		<b>1,1</b>		<b>1,1</b>
III/04/01		<b>3,1</b>		<b>4,5</b>
IV/04/01		<b>1,2</b>		<b>1,2</b>
V/04/01		<b>1,3</b>		<b>1,2</b>
VI/04/01		<b>1,6</b>		<b>1,6</b>
VII/04/01		<b>2,6</b>		<b>2,4</b>
TSA		<b>10,2</b>	<b>29,3</b>	<b>31 (1:2 verd. *)</b>
San.Lotion 1		<b>5,4</b>	<b>(9)</b>	<b>10</b>
VAR 2		<b>2,1</b>	<b>7,5</b>	<b>8,7</b>
VAR 3		<b>3,6</b>	<b>9,4</b>	<b>10,5</b>
Rinv12			<b>15,6</b>	<b>12</b>

Tabelle 28 Vergleich *in vivo* Bestimmung des SPF nach COLIPA ausgewählter Emulsionen und *in vitro* Bestimmung des SPF. \*) *in vitro* Methode nur bis etwa SPF = 24 im messbaren Bereich \*\*) Berechnung nach neuer Kalibration.

Die Analysenzertifikate zu den *in vivo* Bestimmungen sowie Namen, Adresse der Institute liegen für den Projektauftraggeber zur Einsicht auf.

Es ist anzunehmen, dass auch die in früheren Projektphasen eingereichten Basisemulsionen, höhere Sonnenschutzfaktoren *in vivo* zeigen, wenn die Proben durch das INSTITUT 3 bestimmt werden. INSTITUT 1 und INSTITUT 2 erreichen mit der COLIPA Methode in den SPF-Bereichen 1 – 4 eher Übereinstimmung, zeigen jedoch vor allem von SPF = 4 – 20 hohe Abweichungen von der *in vitro* Methode.

Auf Grund massiver Preiserhöhung von Institut 1 (EUR 730,- auf 1.095,-) und gleichzeitiger Reduzierung der Probandenzahl (von 5 auf 3 Probanden) sind nachfolgende Überprüfungen der Kosmetikproben an INSTITUT 2 in Auftrag gegeben worden.

Die ersten gemeinsam mit der Firma Sanoll entwickelten Sonnenschutzmittel (San.Lotion1, VAR2 und VAR3) wurden zu INSTITUT 2 übersandt, um den SPF *in vivo* nach COLIPA, wie er von der Behörde vorgeschrieben ist, zu bestimmen. Die Sonnenschutzfaktoren zeigten jedoch eine überaus hohe Abweichung von den Laborwerten *in vitro*, und zusätzlich eine sehr hohe Streuung (höchster und niedrigster gemessener SPF-Wert):

<u>INSTITUT 2</u>	San.Lotion 1	5,4	Streuung: 4 – 8	(10 <i>in vitro</i> )
	VAR 2	2,1	Streuung: 1,5 – 2,8	(8,7 <i>in vitro</i> )
	VAR 3	3,6	Streuung: 1,7 – 5,4	(10,5 <i>in vitro</i> )
	TSA	10,2	Streuung: 4,1 – 16,4	(31 <i>in vitro</i> )

Die Probe TSA ist nach den Rezepturen konventioneller Kosmetik formuliert und enthält eine Vielzahl von Synthetischen Lichtschutzfiltern in hohen Konzentrationen (Gesamtkonzentration: 26 % Lichtschutzmittel). Auf Grund der hohen Streuung und Abweichung von den Laborwerten, wurden die Proben VAR 2, VAR 3 und TSA zu INSTITUT 3 zur Bestimmung des SPF geschickt:

<u>INSTITUT 3</u>	VAR 2	7,5	Streuung: 6,2 – 9,6	(8,7 <i>in vitro</i> )
	VAR 3	9,4	Streuung: 7,7 - 12	(10,5 <i>in vitro</i> )
	TSA	29,3	Streuung: 24 – 37,5	(31 <i>in vitro</i> )

Die Ergebnisse der COLIPA *in vivo* Bestimmungen des SPF von INSTITUT 3 zeichnen sich durch geringere Streuung und weitgehende Übereinstimmung mit den Laborwerten aus.

Auf Grundlage dieser neuen Situation (hohe Abweichung der Ergebnisse von zertifizierten Instuten, hohe Streuung der *in vivo* Bestimmungen) wurde die *in vitro* Methode neu kalibriert. Neben den Präparaten Sundance (dm) mit SPF = 4, 8, 12, 20 werden die *in vivo* Proben von INSTITUT 3 (VAR 2, VAR 3) und neue Proben der Firma Weinzierl , A-2320 Schwechat mit den bekannten Faktoren 12, 15 und 20 zur Kalibration herangezogen (Abbildung 40).

Die logarithmische Funktion findet als Berechnungsgrundlage sowohl für die niedrigen Sonnenschutzfaktoren, als auch für die hohen bis etwa SPF = 24 die geeignete Näherung mit der geringsten Streuung:

$$F 1 : \quad y = 27,481 \ln(x) - 2,4587$$

F 2 :

$$\ln(x) = \frac{y + 2,46}{27,5}$$

Zur genauen Annäherung sind mindestens 5 Messungen am Photometer durchzuführen. Die Fläche unter der Absorptionskurve von 298 – 420 nm ist zu integrieren und der Mittelwert wird als y in obige Gleichung F 2 eingesetzt.

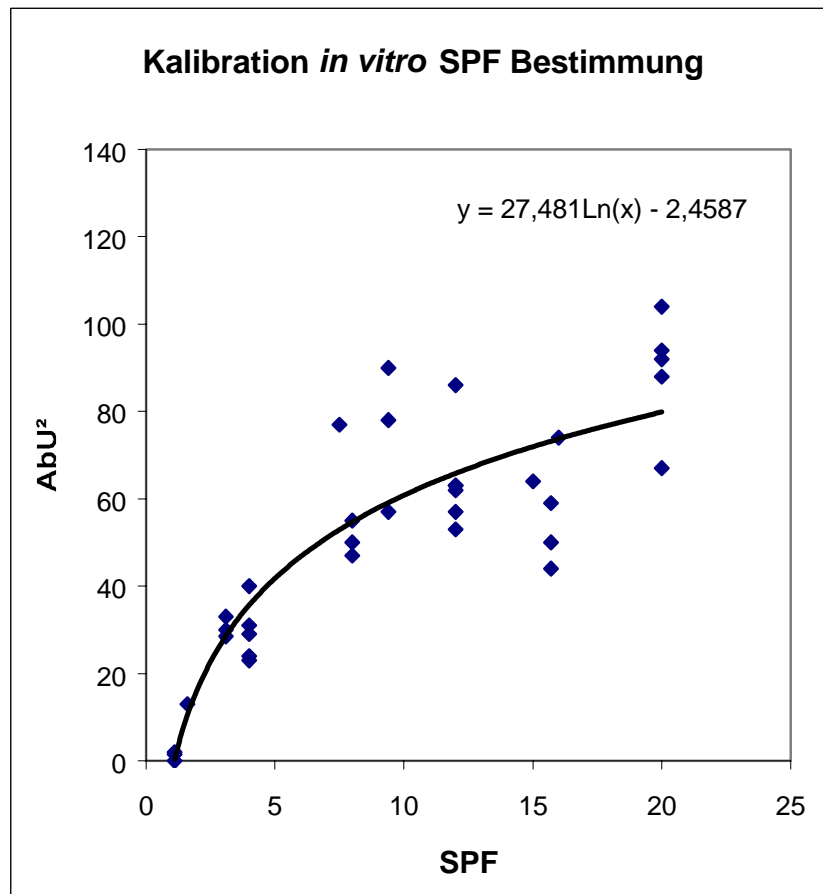


Abbildung 40 Logarithmische Darstellung der SPF Kalibration: n = 35, SPF = 1,1 - 20

Die logarithmische Funktion  $y = \ln x$ , deren Basis die Zahl  $e$  ( $e = 2,7182818 \dots$ ) ist und auch ihre Umkehrfunktion, die daraus gebildete Exponentialfunktion, dienen zum Beschreiben von Vorgängen, deren Ab- oder Zunahme von ihrem jeweiligen Betrag abhängig ist (L17). Das heisst: die Steigung (oder 1. Ableitung) im Punkt  $x, y$  ist proportional der Höhe des Wertes  $x$  (in unserem Fall der SPF). Im unteren Bereich (niedrige SPF) ist der Anstieg der Kurve grösser als im oberen Bereich.

Die Funktion in Abbildung 40 wurde durch 35 Messungen nach COLIPA und *in vitro* berechnet, wobei die Fläche unter der Absorptionskurve von 298 – 420 nm gegen den nach COLIPA bestimmten SPF aufgetragen. Die logarithmische Darstellung wurde als Annäherung empirisch gewählt, da die große Zahl an SPF Bestimmungen nach COLIPA, die zur noch exakteren *in vitro* Bestimmung erforderlich wäre, den Kostenrahmen des Projektes bei weitem übersteigen würde. Erschwerend kommt hinzu, dass auch die Streuung der COLIPA Methode sehr hoch ist und für den „wahren SPF-Wert“ nach wie vor keine genaue Bestimmungsmethode zur Verfügung steht. Die logarithmische Annäherung an den „wahren Wert“ wird laufend durch neue COLIPA Bestimmungen ergänzt.

Die hohe Streuung der Einzelmessungen ist wie in der *in vivo* COLIPA Methode auch in der *in vitro* Bestimmung des SPF zu beobachten. Deshalb haben wir die Zahl der Stichproben für eine Bestimmung auf  $n = 5$  festgelegt. Die Mittelwerte  $\pm$  Standardabweichung werden für weitere Forschungsarbeiten zukünftig als Näherung für den Sonnenschutzfaktor herangezogen.

## 9.1 Die neue Produktlinie

Nachdem für „VAR 2“ ein mittlerer Faktor von  $SPF = 8$  ( $7,5 \pm 1,3$  nach COLIPA) abgesichert werden konnte, ist als dritter natürlicher Lichtschutzstoff Extrakt aus Balsampappelknospen als Bestandteil aufgenommen worden. Eine Reihe von Basisemulsionen (Tabelle 29) mit 0,5 bis 5 % Balsampappelknospen Extrakt wurden in vitro auf SPF und optisch nach Textur optimiert. Ein Gehalt von 2 % wurde schließlich festgelegt.

<b>Sonnenschutz Basispräparat VAR 3</b>	
<b>Basisemulsion</b>	
<b>Rohstoff</b>	<b>in %</b>
Wasser	19
Sonnenblumenöl	28
Olivenöl	20
Alkohol	8,2
Sesamöl	4
Karottensaft	4
Mohnöl	1,4
Xanthan	0,5
ätherische Ölmischung	0,9
<b>Sonnenschutz</b>	<b>in %</b>
TiO <sub>2</sub>	8
Balsampappelknospen	2
Apfelwurzel	2
Mädesüß	2

Tabelle 29 Rezeptur des Endproduktes  $SPF = 12$

Tabelle 29 zeigt die Rezeptur des Sonnenschutzmittels mit dem Faktor  $SPF = 12$ . Eine zweite Charge mit gleicher Rezeptur jedoch ohne Lichtschutzstoffe („Basisemulsion 0“) wird zur Herstellung weiterer Sonnenschutzmittel mit den Faktoren  $SPF = 6$ ,  $SPF = 8$ ,  $SPF = 10$  gefertigt. Durch Vermischen der Basisemulsion 12 mit der „Basisemulsion 0“ und begleitender in vitro Abschätzung des Faktors konnten die jeweiligen Abstufungen eingestellt werden. Dazu kommt eine Apres Sun Kosmetik (Abbildung 41).

**Die Pflanzenextrakte aus Mädesüßblüten, Balsampappelknospen und Apfelwurzel sind demnach geeignet, die synthetischen Lichtschutzstoffe in der vorliegenden Formulierung zu ersetzen.** Titandioxid ist zur Abrundung des SPF noch zugesetzt, soll jedoch nach weiteren Forschungsarbeiten ebenfalls ersetzt werden. Da die Emulsion nicht mit künstlichen Emulgatoren stabilisiert wird, war es nicht möglich, die höheren SPF ausschließlich mit TiO<sub>2</sub> einzustellen. Hinzu kommt, dass eine kundenorientierte Textur durch hohe Titandioxidkonzentrationen beeinträchtigt wird.

Eine geringfügige Erhöhung der Sonnenschutzfaktoren ist auch durch die Senkung der Wasserkonzentration und Erhöhung des Ölanteiles in der Emulsion erwirkt geworden.



Anmerkung: Wechselwirkungen der Bestandteile eines Sonnenschutzmittels beeinflussen den Sonnenschutzfaktor mehr oder weniger stark. Die ätherischen Öle und sogar geringe Mengen an Diethylphthalat, das zur Vergällung von Ethanol verwendet wird um die Branntweinsteuer zu sparen, können den SPF beträchtlich senken. Der Öl- und Wasseranteil sind ebenfalls maßgeblich am terminalen SPF beteiligt (L16).



Abbildung 41 Sonnenschutzmittel von Fa Martin Sanoll mit SPF = 6, 8, 10, 12 und einer Apres Sun Emulsion. Die Lichtschutzstoffe sind  $\text{TiO}_2$ , Extrakte aus Balsampappelknospen, Apfelwurzel und Mädesüßblüten.

## 9.2 Titandioxidproblematik

Als Konsequenz aus der Kritik an chemischen UV-Filtern setzen die Hersteller gerade bei Produkten für Kinder seit einigen Jahren auch mineralische Mikropigmente auf der Basis von Titandioxid oder Zinkoxid ein. Doch Titandioxid ist in Fachkreisen mittlerweile umstritten. Diskutiert wird, dass auch diese Substanz in die Haut eindringen und chemische Reaktionen auslösen kann. Um den Schutz zu erhöhen, ist gesetzlich vorgeschrieben, dass Titandioxid und Zinkoxid beschichtet sein müssen. Diese Ummantelung gelingt aber nicht immer hundertprozentig. Auch könnte sich die Schutzschicht zum Teil ablösen, nachdem die Mikropigmente in die Haut eingedrungen sind. Viele Anbieter setzen deshalb mittlerweile verstärkt auf Zinkoxide. Sie gelten als weniger problematisch, da sie nicht so reaktionsfreudig sind (L18).

Die Hersteller müssen nun Studien vorlegen, um die Hautverträglichkeit zu belegen. Doch halten sie bislang die Ergebnisse unter Verschluss. Veröffentlicht ist lediglich eine kleine Pilotstudie aus Australien. Sie liefert Hinweise darauf, dass Titandioxid tatsächlich in die Haut eindringen kann und bestätigt ansonsten einen "erstaunlichen Mangel an Daten" (L18).

Im Sinne des Projektzieles ist darauf hinzuweisen, dass auch Titandioxid ersetzt werden soll durch natürliche mineralische Pigmente. Jedoch ist der dafür vorgesehene Glimmer in der erhältlichen Qualität noch nicht geeignet, als entsprechender Ersatz einzutreten. Die Firma Aspanger Bergbau und Mineralwerke GmbH hat freundlicherweise Glimmer-Proben zur Verfügung gestellt mit einer mittleren Korngröße von 1,12 bis 2,14 µm. Die Erfahrungen bei mineralischen Lichtschutzstoffen zeigen jedoch, dass eine Korngrößenverteilung von 50 bis 200 nm ( 0,05 bis 0,2 µm) zur Erreichung höherer Sonnenschutzfaktoren erforderlich ist.

**Mit den vorliegenden Glimmerproben konnten Sonnenschutzfaktoren von lediglich 1 – 2 erreicht werden. Die Konzentration des Glimmers in der Emulsion ist dabei um 6 % eingestellt worden – höhere Konzentrationen hätten zu einer inakzeptablen Texturbeeinträchtigung geführt.**

Untersuchungen von Glimmerersatzmaterial sind zur Zeit noch im Gange – es werden diverse Betriebe kontaktiert, die die erforderliche Feinvermahlung und Siebung durchführen können.

Sechzig Prozent der im Handel befindlichen Sonnencremes und zahlreiche andere Produkte mit chemischen UV-Filtern sind im Verdacht geraten, östrogenartig wirksam zu sein. Sie enthalten vor allem 4-Methylbenzylidencampher, Octyl-methoxycinnamat oder Benzophenon-3 (L14).

Auszug aus ÖKOTEST <http://www.oekotest.de/cgi/en/engs.cgi?enr=33>

E-Nummer: 171

Name: Titandioxid

Gruppenname: Farbstoffe

Bewertung: Gegen diesen Stoff bestehen begründete Zweifel oder es ist eine abschließende Bewertung von Gesundheitsrisiken nicht möglich.

Hinweise: Mineralisches Pigment, für das inzwischen eine Herstellungsmethode bevorzugt wird, bei der keine Dünnsäure anfällt. Dient vor allem zum Weißfärben von Dragees und Kaugummi. Keine Nebenwirkungen bekannt, da kaum untersucht.

Farbe: weiß

Zumindest bis 1999 war Titandioxid nur befristet zugelassen, weil von der Kosmetikkommission der EU keine abschließende Bewertung vorlag.

**SANOLL**  
Naturspüren

92% kontrollierte Bio-Qualität

**SONNENSCHUTZ**  
Schutz und Pflege  
mit **DEMETER-Karotten**

Faktor **12**

**UVA- und UVB-Filter  
rein pflanzlich/mineralisch**  
Schützt vor Sonnenbrand und  
sonnenbedingten Hautirritationen

Emulgatorfrei und daher besonders hautverträglich. Auch bei Sonnenallergie und für Kinder. UVA und UVB Strahlen werden mit naturreinen Pflanzenextrakten aus Madesüß, Blasampappel, Apfelwurzel u.a. zuverlässig reduziert.

Volldeklaration: Wasser, Sonnenblumenöl\*, Karotensaft\*, Mineralfilter, Sesamöl\*, Olivenöl\*, Weizenöl\*, Apfelwurzel\*, Madesüß, Balsampappel, Mohnöl\*, Xanthan, Mineralsalze, ätherische Öle (Mandarin, Geranie, Wintergrün). \*Bio-Anbau

INCI: AQUA, HELIANTHUS ANNUUS, DAUCUS CAROTA, TITANIUM DIOXIDE, SESAMUM INDICUM, OLEA EUROPAEA, ALCOHOL, MALUS DOMESTICA, HIPPURIDU A LI MABIA, POPULUS BAL SAMIFFRA, PAPYRUS RHIZOMAS, XANTHAN GUM, FRAGRANCI, GAUL THERIA COMMUNIS, POTASSIUM CARBONATE.

Als konsequenter österreichischer Hersteller verwenden wir Naturstoffe in reiner Form, aus kontrolliert biologischem Anbau. Dies wird vom unabhängigen Prüfinstitut Lacon bestätigt.



e 100 ml

M. Sanoll, A-6422 Stams  
Vertrieb: Gsund & Schön  
A-4775 Taufkirchen/Prarn  
Tel.: 0043 (0) 77 19/86888  
www.sanoll.at  
Mindestens haltbar bis:  
01.11.04 + L228

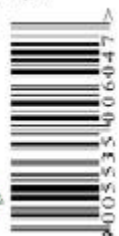


Abbildung 42 Mustert-Etikettierung des Sonnenschutzmittels Faktor = 12 und Deklaration nach INCI

## 10 EPIKUTANTEST

Die Gesellschaft zur Prüfung von Dermatika (DC Derma Consult GmbH, Brunnenstr. 61, D-53347 Alfter) wurde zur Erstellung eines GUTACHTENS über die Prüfung des Produktes „Basis-V/3/00“ im Patch-Test am Menschen beauftragt.

Im Patch-Test am Menschen werden dermatologische und kosmetische Produkte auf ihr irritatives Potential bei oberflächlicher Anwendung untersucht. Diese Untersuchungen werden GLP-Richtlinien und entsprechend den Empfehlungen der COLIPA Arbeitsgruppe (Walker, A.P. et al (1996) Food and Chemical Toxicology 34, 651-660) durchgeführt.

Die Präparate werden unverdünnt auf den Rücken von 50 Probanden unterschiedlichen Alters und mit verschiedenen Stadien der Hautgesundheit (Hautgesunde, Ekzematiker und Allergiker) mit Hilfe von quadratischen Kunststoffklammern appliziert. Die Bewertung der Testreaktionen erfolgt nach 48 und 72 h nach dem Draize-Test unter Bewertung der Erythembildung, der Fissur und der Schuppung.

Als Testpräparate wurden die O/W Basisemulsion (Ultrasic) jeweils mit den eingearbeiteten Pflanzenextrakten getestet.

Die Extrakte wurden aus Sicherheitsgründen vorerst in noch geringer Konzentration beigemischt:

- Apfelwurzel 1,6 %
- Balsampappel 0,75 %

Im Vergleich dazu wurde der Modellschadstoff Natriumlaurylsulfat in einer Konzentration von 1% (w/v) in Wasser als Positiv-Kontrolle und Wasser als Negativ-Kontrolle verwendet.

Auf Grund der Testergebnisse und den gewählten Testbedingungen konnten die Extrakte und Rohstoffe von Apfelwurzel und Balsampappel hinsichtlich einer eventuell hautreizenden Wirkung vorerst als **unbedenklich** eingestuft werden.

### 10.1 Das Endprodukt

Als Probe wurde für den Epikutantest das fertige Produkt mit dem Faktor 12 und mit dem Faktor 6 der Firma Sanoll eingereicht. In diesen Proben sind die höchsten und niedrigsten Konzentrationen an Pflanzenextrakten und Naturstoffen eingearbeitet.

#### 10.1.1 Rezeptur der Prüfpräparate

Die Gesamtrezeptur setzt sich wie die in Tabelle 29 angeführten Inhaltsstoffe zusammen. Der Gehalt an Naturstoffen, die im Mittelpunkt des Epikutantestes stehen, ist unten angegeben. Geprüft wurden das fertige Produkt mit allen Bestandteilen, um eventuell auftretende Wechselwirkungen der Inhaltsstoffe zueinander, die hautunverträglich sein könnten, ebenfalls in vivo erfassen zu können.

	Sonnenschutz	Inhaltsstoffe in %	
		SPF = 12	SPF = 6
	TiO <sub>2</sub>	8	4
	Balsampappelknospen	2	1
	Apfelwurzel	2	1
	Mädesüß	2	1

Tabelle 30 Konzentration der Lichtschutzmittel in Epikutantest-Prüfpräparationen

### 10.1.2 Ergebnis

Die Ergebnisse der Epikutantests zeigten, dass unter den Testbedingungen die 1 % SDS-Lösung (= hautreizende Referenzlösung) bei 13 Testpersonen zu einer positiven Reaktion führte. Die negative Kontrolle zeigte wie erwartet bei keiner Person eine Reaktion.

Die Prüfprotokolle der an 50 Probanden ermittelten Werte für Erythem, Schuppung und Fissuren, liegen für den Projektauftraggeber zur Einsicht auf.

Aufgrund der Testergebnisse und den gewählten Testbedingungen sind die Produkte:

**Sanoll Sonnenschutz SPF = 12, Sonnenschutz SPF = 6**

hinsichtlich einer eventuell hautreizenden Wirkung als unbedenklich einzustufen.

Da sowohl die Sonnenschutzmittel mit der höchsten, als auch mit der niedrigsten Konzentration an Pflanzenextrakten und Lichtschutzmittel getestet wurden, ist daraus zu folgern, dass auch die Sonnenschutzmittel SPF = 8 und SPF = 10 als unbedenklich einzustufen sind.

Die Basis in der Entwicklung von Sonnenschutzmitteln bildet die Bestimmung des Sonnenschutzfaktors. Die Bestimmung ist zur Beurteilung neuer Lichtschutzstoffe essentiell, da die weiterführenden Schritte in Forschung und Entwicklung danach ausgerichtet werden.

Zur Absicherung der Konsumenten wird nun von der Behörde eine in vivo Bestimmung nach COLIPA vorgeschrieben, die von einem dafür autorisierten und zertifizierten Institut durchgeführt werden muss und dessen Ergebnisbericht für die Auslobung des Sonnenschutzfaktors auf den kosmetischen Mitteln obligatorisch ist. In Anbetracht der Streuung der Ergebnisse, die von unterschiedlichen Instituten für die „selbe“ Emulsion erzielt wurden, sind diese Vorschriften zu überdenken. (Die Konsequenz bei Nichteinhalten der Verordnungen für die Hersteller sind Verwaltungsstrafen und mitunter Wettbewerbsklagen).

Um das tatsächliche Fehlerpotential der COLIPA Bestimmung ermitteln zu können, sind jedoch umfangreiche Ringversuche erforderlich, die aus Kostengründen nicht durchgeführt werden konnten. Der Schutz, den ein Sonnenschutzmittel mit Faktor 20 tatsächlich bietet, wird von ÖKOTEST (L15) mit 16 bis 24 angegeben. Die Streuung ist auf die Ungenauigkeit der Methode zurückzuführen. Daher ist die Auslobung der Abstufung um jeweils zwei Faktoren einer Serie (8, 10, 12, etc) nicht besonders zielführend, wird jedoch von den Konsumenten so verlangt. Eine generelle Abstufung von „niedrig“, „mittel“ und „hoch“ würde den tatsächlichen Sonnenschutz eher entsprechen.

## 11 PFLANZENDOSSIERS

Basierend auf den umfangreichen Untersuchungen zum Lichtschutz- und antimikrobiellen Potential wurde eine Auswahl jener Pflanzen getroffen, die in den Screenings günstige Ergebnisse gezeigt haben.

Die folgende Übersicht zeigt jene Pflanzenteile, die sich in unseren Tests gegenüber den anderen untersuchten Pflanzen merkbar bis sehr gut qualifizieren konnten.




Pflanze		Pflanzenteile	Konservierungspotential	Lichtschutzpotential
<b>Apfel</b>	<i>Malus domestica</i>	<b>Wurzel</b>		✓
<b>Balsampappel</b>	<i>Populus balsamifera</i>	<b>Knospen</b>	✓	✓
Berberitze	<i>Berberis vulgaris</i>	reife Beeren	(~)	
<b>Mädesüß</b>	<i>Filipendula ulmaria</i>	Kraut und <b>Blüten</b>	✓	✓
Preiselbeere	<i>Vaccinum vitis idaea</i>	reife Beeren	~	
Veilchen	<i>Viola tricolor</i>	Blüten		~
<b>Weintraube</b>	<i>Vitis vinifera</i>	<b>Kerne und Ölkuchen</b>	✓	

Tabelle 31 Übersicht der „wirksamen“ Pflanzen

Im Rahmen der erfolgten Screenings konnten sich Edelweiß, Hauhechel, Stiefmütterchen und Vogelbeere hinsichtlich lichtschützender bzw. antimikrobieller Wirkung leider nicht ausreichend qualifizieren.

Die Evaluierungen zur Wirtschaftlichkeit der Pflanzen für Lichtschutz- und Konservierungskomponenten in kosmetischen Präparationen erfolgten für jene Pflanzen, die nach Abschluss der Selektionsschritte durch Test in der Emulsionsmatrix als besonders gut lichtschützend und/oder antimikrobiell wirksam beurteilt werden konnten.

## 11.1 Apfel

<p><i>Malus domestica</i></p> <p><b>Wurzel</b></p> 	<p>Forschungsergebnis:</p> <p><b>Lichtschutzpotential</b></p> <p>Wurzel</p> <p>★ ★ ★</p>	
<p><b>Kerne</b></p> 	<p><b>Herkunft</b></p> <p>Puchberg NÖ (für die Erstversuche), Klarapfel; Gartenkultur</p> <p><b>Weiz</b>,Steiermark (für die gesamten Screenings), Golden Delicious; Kultur</p> <p>Als zukünftiger Lieferant für größere Mengen an Apfelwurzel kann Obstbau Mauthner, A-8160 Weiz auftreten.</p>	
<p><b>Erntezeitpunkt</b> Herbst 1999, nach Fruchternte bzw. Rodung der Plantage</p>		
<p>Familie: Rosengewächse - Rosaceae</p> <p>Der wilde Holzapfel <i>Pyrus malus</i> ist der Stammvater der Kultursorten; ursprünglich verbreitet in Europa und Asien.</p> <p>Die Wurzel (Unterlage) der in den Versuchen verwendeten Apfelsorte (Golden Delicious) ist definiert mit: <b>EMP Nr. 337 Holland</b> und entstammt aus einer etwa 10-20 Jahre alten Kultur.</p>		
<p><b>Primäre Rohstoffaufbereitung</b></p> <p>Die Wurzeln sind in etwa 1 Meter-Stücken zugeschnitten und mit Bürste und Wasser gereinigt.</p> <p>Die Apfelwurzelrinde wurde für die allerersten Versuche einer Klarapfelkultur (Niederösterreich/Puchberg) entnommen. Die Rinde konnte leicht abgetrennt werden, sodass die Apfelwurzelrinde und das Kernholz gesondert untersucht werden konnte. Auf Grund ungünstiger Lagerbedingungen unterlag die Puchberger Apfelwurzel jedoch mikrobiologischem Verderb.</p> <p>Die Apfelwurzeln aus Weiz stammen aus einer professionellen Apfelmkultur, die nach der Apfelernte im Herbst 1999 gerodet wurde.</p>		
<p><b>Verfügbarkeit</b></p> <p>Die im Projekt untersuchte Wurzel entspricht einer Unterlage, die von etwa 90 % der mitteleuropäischen Apfelproduzenten verwendet wird. Eine gleichbleibende und definierte Rohstoffquelle ist somit gesichert.</p>		
<p><b>Kosten / Wirtschaftlichkeit</b></p> <p>Für die Bereitung der entsprechenden Extrakte für die Probecharge wurden 500 kg Apfelwurzel zugekauft. Die Wurzeln sind in etwa 1 Meter-Stücken zugeschnitten und mit Bürste und Wasser gereinigt. Die Kosten für ein Kilogramm belaufen sich auf etwa EUR 1,45-.</p> <p>Bei einer Extraktausbeute von rund 10% durch Lösemittelextraktion kann als reiner Herstellungspreis für 1kg Trockenextrakt mit derzeit rund 700 EUR angegeben werden. Lager-, Verpackungs- und sonstige Dispositionskosten sind noch einzukalkulieren. Alle Angaben sind sehr stark abhängig von den Produktionsmengen insgesamt.</p> <p>Bei Pflanzenmaterial mit an sich niedrigen Extraktausbeuten sind die Extraktionskosten ein wesentliches Preiskriterium. In folgenden Upscalings muss daher auf die Reduktion der Extraktionsprozess- und Hilfsmittelkosten besonderes Augenmerk gerichtet werden.</p>		



**Inhaltsstoffe****In der Wurzel**

3-BETA-19-ALPHA-DIHYDROXY-2-OXO-URS-12-EN-28-OIC-ACID Wood 1,000 ppm  
 ADENINE Root  
 CIS-2,TRANS-4-ABSCISIC-ACID Bark: DUKE1992A

**In der ganzen Pflanze**

19-HYDROXYURSOLIC-ACID	ETHYL-ISOBUTYRATE	N-BUTYL-N-HEXANOATE
19-HYDROXYURSONIC-ACID	ETHYL-METHYLBUTYRATE	N-BUTYL-OCTANOATE
1-BUTANOL	ETHYL-NONANOATE	N-BUTYL-PROPIONATE
1-DECYL-ACETATE	ETHYL-OCTANOATE	N-COUMARYL-QUINIC-ACID
1-NONYL-ACETATE	ETHYL-PENTANOATE	N-DECANOL
1-OCTYL-ACETATE	ETHYL-PHENACETATE	NEO-CHLOROGENIC-ACID
20-HYDROXYURSOLIC-ACID	ETHYL-PROPIONATE	N-HEXYL-N-HEXANOATE
2-BUTANOL	ETHYL-VALERIANATE	N-HEPTANOIC-ACID
2-HEPTANOL	FORMIC-ACID	N-HEPTANOL
2-HEXENAL	FR	N-HEX-1-EN-3-OL
2-METHYL-BUTAN-2-OL	FUMARIC-ACID	N-HEXANOL
2-METHYL-PENTAN-2-OL	GALACTANASE	N-HEXYL-OCTANOATE
2-PENTANOL	GALACTARIC-ACID	N-HEXYL-PROPIONATE
2-PHENETHYLACETATE	GAMMA-METHYL-PROLINE	N-NONANOIC-ACID
2-PROPANOL	GERANIOL	N-NONANOL-2-NONANOL
3-PENTANOL	GLUCOCEREBROSIDE 34 - 49 ppm	N-OCTANOL-2-OCTANOL
4-HYDROXYMETHYLPROLINE	GLUTAMINE 20 ppm	N-OCTANONE
5,6-EPOXY-10'-APO-5,6-DIHYDRO-	GLYCERIC-ACID	NONACOSANE
BETA-CAROTENE-3,10'-DIOL 20,000 ppm	GLYCINE 80 - 497 ppm	NONENOIC-ACID
7-HEXANOIC-ACID	GLYCOLIC-ACID	N-PENTANOIC-ACID
ACETALDEHYDE	GLYOXYLIC-ACID	N-PENTENOIC-ACID
ACETIC-ACID	HEMICELLULOSE	N-PENTYL-2-METHYLBUTYRATE
ACETIC-ACID-AMYL-ESTER	HEPTACOSANE	N-PENTYL-DECANOATE
ACETONE	HEPTENOIC-ACID	N-PENTYL-FORMATE
ALPHA-AMINO-BUTYRIC-ACID	HEXACOSANOL	N-PENTYL-OCTANOATE
ALPHA-OXOGLUTARIC-ACID	HEXANOL	N-PROPANOL
AMYL-ACETATE	HEXYL-ACETATE	N-PROPIONIC-ACID
AMYL-BUTYRATE	HEXYL-BUTYRATE	OCTACOSANOL
AMYL-PROPIONATE	HEXYL-FORMATE	OCTENOIC-ACID
ARABINOSE	HYPERIN	OXALIC-ACID
ASCORBIDASE	I-BUTYL-OCTANOATE	OXALOACETIC-ACID
BENZOIC-ACID	I-BUTYL-PROPIOANTE	PECTASE
BENZYL-ACETATE	IDAEIN	PECTIN-DEMETHOXYXYLASE
BIOTIN	I-DECANOIC-ACID	PENTANOL
BUTANOL	I-HEXANOIC-ACID	PENTYL-BUTYRATE
BUTYL-ACETATE	INDOLE-3-ACETIC-ACID	PENTYL-HEXANOATE
BUTYL-BUTYRATE	INOSITOL	PEROXIDASE
BUTYL-CAPROATE	IODINE	PHENOLICS 1,100 - 3,400 ppm
BUTYL-PROPIONATE	I-PENTANOIC-ACID	PHLORIZIN
BUTYL-VALERIANATE	I-PENTANOL	PIPECOLINIC-ACID
CAFFEETANNIN	I-PENTYL-FORMATE	POLYGALACTOSYL-DIGLYCERIDE
CALCIUM-OXALATE	I-PENTYL-I-PENTANOATE	POLYGALACTURONASE
CAPROALDEHYDE	I-PROPANOL	POLYPHENOLASE
CAPROIC-ACID-AMYL-ESTER	ISOAMYL-BUTYRATE	POMOLIC-ACID
CAPRYLIC-ESTER	ISOAMYL-PROPIONATE	POMONIC-ACID
CAROTENOIDS 126 ppm	ISOBUTYL-ACETATE	PROLINE 20 - 435 ppm
CATALASE	ISOBUTYL-BUTYRATE	PROPANOL
CIS-N-HEX-3-EN-1-OL	ISOBUTYL-FORMATE	PROPYL-2-METHYLBUTYRATE
CITRAMALIC-ACID	ISOCHLOROGENIC-ACID	PROPYL-ACETATE
CITRIC-ACID	ISOCITRIC-ACID	PROPYL-BUTYRATE
COUMARIC-ACID	ISOPROPYL-BUTYRATE	PROPYL-FORMATE
CYANIDIN-3-ARABINOSIDE	LACTIC-ACID	PROPYL-N-PENTANOATE
CYANIDIN-3-GALACTOSIDE	LECITHIN	PROPYL-PROPIONATE
CYANIDIN-7-ARABINOSIDE	L-MALIC-ACID	PYROXIDINE
CYSTINE 30 - 187 ppm	L-QUINIC-ACID	PYRUVIC-ACID
D-2-METHYLBUTAN-1-OL	MALVIDIN-MONOGLYCOSIDE	QUERCETIN-3-O-RUTINOSIDE
DECENOIC-ACID	MANNOSE	QUERCETIN-3-O-ALPHA-
DEHYDROASCORBIC-ACID	METHANOL	ARABINOFURANOSIDE
	METHIONINE 20 - 124 ppm	QUERCETIN-3-O-BETA-D-GLUCOSIDE
	METHYL-2-METHYL-BUTYRATE	QUERCETIN-3-O-RHAMNOSIDE
	METHYL-ACETATE	QUERCETIN-3-RHAMNOGLUCOSIDE



D-GALACTURONIC-ACID 13 - 54 ppm	METHYL-BUTYRATE	QUERCETIN-ARABINOSIDE
D-GLUCITOL : DUKE1992A	METHYL-CAPROATE	SHIKIMIC-ACID
D-GLUCONIC-ACID	METHYL-FORMATE	SUCCINIC-ACID
DIASTASE	METHYL-HEXANOATE	TRANS-2-HEXENOIC-ACID
D-L-NONACOSANOL	METHYL-I-PENTANOATE	TRANS-N-HEX-2-EN-1-OL
ETHANOL	METHYL-N-PENTANOATE	TRANS-N-HEX-3-EN-1-OL
ETHYL-ACETATE	METHYL-PROPIONATE	TRIACONTANOL
ETHYL-BUTYRATE	MONOGALACTOSYL-DIGLYCERIDE	TRIGLYCERIDE 45 - 50 ppm
ETHYL-CAPROATE	12 - 42 ppm	VOMIFOLIOL-1-O-BETA-D-
ETHYL-CROTONATE	N-BUTANOL	XYLOPYRANOSYL-6-O-BETA-D-
ETHYL-DECENOATE	N-BUTYL-DECANOATE	GLUCOPYRANOSIDE
ETHYL-DODECANOATE	N-BUTYL-FORMATE	XYLOSE
ETHYL-HEXANOATE		

**Literatur**

Phytochemical Database, USDA - ARS - NGRL, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland  
 Duke, James A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants.  
 Boca Raton, FL. CRC Press.

## 11.2 Balsampappel

*Populus Balsamifera*

### Knospen



Forschungsergebnis:

### Lichtschutzpotential



### und Konservierungspotential



<b>Herkunft</b>	Hainburg/NÖ, Lungau/Sbg.
<b>Ernte</b>	3/1999 3/2000

Die Sammlung von Knospen wurde an lebenden bzw. frisch gefällten Bäumen (Au-Naturraumstrukturierendes Totholz) vollzogen. Für das Pflücken an liegenden Bäumen waren keine besonderen Werkzeuge nötig, unter minimalem Kraftaufwand bricht die Knospe vom Holz. Schwieriger gestaltet sich die Ernte am lebenden Baum, die ersten knospentragenden Äste setzen erst in ca. 3 m Stammhöhe an, die Pappel ist äußerst hochwüchsig. Es waren hohe Leitern erforderlich, um ausreichend Knospenmaterial zu gewinnen. Die Sammlung der Pappelknospen ist eher arbeitsintensiv und erfordert derzeit den Einsatz personeller Arbeitskraft, geeignete maschinelle Erntevorrichtungen stehen noch nicht zur Verfügung.

Das aus Überlieferungen bekannte Tropfen des Harzes - in bestimmten Wachstumsphasen soll Harz vom Baum tropfen und könne mit ausgebreiteten Tüchern aufgefangen werden - konnte bislang nicht beobachtet werden.

Beim Harz der Balsampappel handelt es sich um einen wachsartigen, wohlduftenden Balsam mit „desinfizierenden“ Eigenschaften, der schon von den amerikanischen Ureinwohnern, gegen Erkältungen, Rheumatismus und bei Verbrennungen als natürliches Heilmittel verwendet wurde. Aus der frischen Rinde junger Zweige und aus jungen Blättern werden homöopathische Tinkturen oder salicylhaltige Extrakte gewonnen. Am meisten Verwendung finden die Pappelknospen (Gemmae populi), die ein aetherisches Öl und Gerbstoffe enthalten. Die frischen Knospen wurden früher mit Fett zerstoßen und daraus die Pappelsalbe hergestellt.

### Verfügbarkeit

Für Forschungsarbeiten ist dieser Rohstoff durch Bestände (einige 1000 Bäume) in der Hainburger Au über die nächsten Jahre noch verfügbar, eine Rohstoffgewinnung im Sinne einer landwirtschaftlichen Produktion ist aufgrund der Kriterien eines Nationalparks aber ausgeschlossen. Die Balsampappel gilt dort als standortfremd (Neophyt) und soll sukzessive entfernt werden (Totholz).

Die Kosten des Rohstoffes sind stark abhängig von den Personalkosten für die Sammlung. Vergleichsweise billige Rohstoffquellen aus dem osteuropäischen Raum sind ermittelt worden.

Parallel werden vor allem die Lungauer Balsampappel durch Stecklinge vermehrt, um die Kultivierbarkeit dieser Pflanzen beurteilen zu können.

### Kosten / Wirtschaftlichkeit

Preis pro Kilogramm Knospen (ungetrocknet)	
USA	33,- EUR
Ungarn	13,- EUR
Italien	13,- EUR

Hainburg wild	22,- EUR
Lungau	25,5 EUR
Hainburg 001	25,5 EUR

Die von Fa. Galke zu EUR 5,20 /kg angebotenen Pappelknospen entsprachen nicht der erforderlichen Qualität (äußerst geringer Harzgehalt, zu spät geerntet).

Im Laufe der Recherchen konnte eine Quelle für Knospenmaterial in sehr guter Qualität in Ungarn gefunden werden, der Rohstoffpreis liegt derzeit bei vergleichsweise günstigen rund 7 EUR für Frischmaterial.

Bei einer sehr günstigen Harzausbeute von rund 40% durch optimierte Extraktion kann als reiner Herstellungspreis für 1kg Harz derzeit rund 270 EUR angegeben werden. Lager-, Verpackungs- und sonstige Dispositionskosten sind noch einzukalkulieren. Alle Angaben sind sehr stark abhängig von den Produktionsmengen insgesamt, der wichtigste Kostenfaktor aber ist der Preis und die Qualität des Rohmaterials.

In Österreich konnte bislang keine wirtschaftlich nutzbare Quelle für den Rohstoff gefunden werden. Für die Etablierung der Balsampappel als heimische, nachhaltig nutzbare Knospen-Rohstoffquelle wird es notwendig sein, für diese Pflanze neue Kultivierungstechniken anzuwenden, die auf eine ertragreiche und effizientere Ernte der Knospen ausgerichtet sein müssen.

#### Inhaltsstoffe

im aetherischen Öl / Harz

2',6'-DIOXY-4'-METHOXY-BETA-PHENYLPROPIOPHENONE  
 ACETOPHENONE BETA-PHENYLETHYLALCOHOL BISABOLENE  
 BISABOLOL  
 CADINENE  
 CAFFEIC-ACID  
 CINNAMIC-ALCOHOL  
 FARNESENE  
 GENTISIC-ACID-BENZYLESTER  
 SALICIN

in der ganzen Pflanze

(-)-CURCUMENE  
 AR-CURCUMENE  
 CARYOPHYLLENE  
 CINEOLE  
 HUMULENE  
 N-HEPTACOSANE  
 N-NONACOSANE  
 N-PENTACOSANE  
 POPULIN

#### Literatur

Phytochemical Database, USDA - ARS - NGRL, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland  
 Duke, James A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants.  
 Boca Raton, FL. CRC Press.

COLBY, Benjamin. POPLAR.--The Bark. A GUIDE TO HEALTH. Milford, N.H., 1846. in:  
<http://chili.rt66.com/hrbmoore/ManualsOther/Colby-3.txt>

DEWIT L, REID DM. 1992. Branch abscission in balsam poplar (*Populus balsamifera*): characterization of the phenomenon and the influence of wind. *Int. J. Plant Sci.* 153(4): 556-564.

HACKE, U. and J.J. SAUTER: Vulnerability of xylem to embolism in relation to leaf water potential and stomatal conductance in *Fagus sylvatica* f. *purpurea* and *Populus balsamifera*. *J. Exp. Bot.* 46, 1177-1183 (1995).

HACKE, U. and J.J.SAUTER: Drought-induced xylem dysfunction in petioles, branches and roots of *Populus balsamifera* L. and *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. *Plant Physiol.* 111, 413-417 (1996).

### 11.3 Berberitze

<p><i>Berberis vulgaris</i> <b>Reife Beeren</b></p> 	<p>Forschungsergebnis: <b>Konservierungspotential</b></p> <p>(★)</p>	
<p><b>Herkunft</b></p>	<p>Wildsammlung (Fa.Galke)</p>	
<p><b>Ernte</b></p>	<p>7/2000, (Qualität HAB 1)</p>	
<p>Familie: Berberidaceae, Sauerdorngewächse</p> <p>Weitere Namen: Spießdorn, Sauerachdorn, Dreidorn und Erbseldorn.</p> <p>Die Bezeichnung Berberitze und der Gattungsname Berberis stammen von dem arabischen Wort berberi für Muscheln, bezug nehmend auf die Form der Blütenblätter.</p> <p>Standort/Verbreitung: Zerstreut im gemäßigten Europa, nach Nordwesten seltener werdend; Nordafrika sowie in Teilen von Amerika und Mittelasien; kalkliebend; an Waldsäumen und lichten Wäldern.</p> <p>Berberitze ist nur noch selten in Mischwäldern zu finden, da sie Zwischenwirt für Getreiderost ist und deshalb stark dezimiert wurde.</p> <p>Typische Merkmale:</p> <p>Strauch bis 3 m hoch mit rutenförmigen, dornigen Zweigen. Blätter länglich elliptisch, 2-4 cm lang; Die gelben Blüten erscheinen im Mai/Juni und sitzen in 5 bis 7 cm langen, hängenden Trauben. Beim Berühren der Staubblätter schnellen diese zum Stempel empor. Die roten, länglichen Beeren entwickeln sich bis zum Herbst.</p> <p>Die reifen Früchte sind fleischig, blutrot gefärbt, walzenförmig und von stark sauerem Geschmack. Es gibt aber auch zahlreiche Züchtungen als Gartenpflanze mit anderen Merkmalen (z.B. Pflanzen mit weißen Früchte oder dunkelroten Blättern). Vor allem die Blätter und die Rinde enthalten Alkaloide, die Vergiftungserscheinungen auslösen können. Die reifen Früchte dagegen sind nahezu alkaloidfrei und eignen sich zum Einkochen als Marmelade.</p> <p>Giftige Pflanzenteile und Inhaltsstoffe:</p> <p>Fruchtfleisch und Samen alkaloidfrei.</p> <p>In allen Pflanzenteilen sind die Isochinolinalkaloide Berberin und Berbamin enthalten, nur die reifen Früchte sind in der Regel alkaloidfrei. Berberin und Berbamin zeigen eine wachstumshemmende Wirkung auf Bakterien, Pilze und Protozoen (Einzeller).</p> <p>Volkmedizinisch werden die Wurzel, Wurzelrinde oder die Rinde bei Erkrankungen der Leber und Galle, des Magen- und Darmtraktes, der Niere und ableitenden Harnwege und als sog. „blutreinigendes“ Mittel verwendet.</p>		

Berberitzen werden häufig als Ziersträucher oder Hecken angepflanzt. Die kleinen, roten Beeren dieser Sträucher sind in der persischen Küche wegen ihres herb-säuerlichen Geschmacks sehr beliebt.

Der Sauerdorn war schon im Mittelalter bekannt und wurde in den Kräuterbüchern beschrieben. Man nutzte ihn auch damals bei Lebererkrankungen, gegen Gelbsucht und Rheuma. Die Berberitze ist eine alte Färbepflanze, besonders Leder und Wolle erhalten eine schöne gelbe Farbe.

**Wirtschaftlichkeit:** keine im Sinne des Anwendungsbereiches Konservierung

Im Vergleich zu den Extrakten der Balsampappelknospen konnte mit jenen der Berberitze Beeren nur sehr geringe, jedenfalls aber keine überzeugende antimikrobielle Aktivität in den kosmetischen Präparationen erzielt werden.

### Inhaltsstoffe

#### In den Beeren

CAPSANTHIN  
FLAVOXANTHIN

#### in der ganzen Pflanze

BERBAMINE	COLUMBIANINE	OXYACANTHINE
BERBERINE 10,000 - 30,000 ppm	FRUCTOSE	PALMATINE
BERBERUBINE	GLUCOSE	PECTOSE
BERCULCINE	HYDRASTINE	QUERCETIN?
BERVULCINE	ISOTETRANDRINE	RESIN
CAFFEIC-ACID	JATTRORRHIZINE	SINAPIC-ACID
CHELIDONIC-ACID	KAEMPFEROL?	TANNIN
CHRYSANTHEMUMXANTHIN	LUTEIN	TARTARIC-ACID
CITRIC-ACID	MAGNOFLORINE	VULVRACINE
COLUMBAMINE	MALIC-ACID	YATRORICINE
		ZEAXANTHIN

### Literatur / Links

Phytochemical Database, USDA - ARS - NGRL, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland  
Duke, James A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants.  
Boca Raton, FL. CRC Press.

<http://www.meb.uni-bonn.de/giftzentrale/pflanidx.html>

<http://www.tali.de/berberitzen.html>



[http://www.vetpharm.unizh.ch/giftdb/pflanzen/0011\\_bot.HTM](http://www.vetpharm.unizh.ch/giftdb/pflanzen/0011_bot.HTM)

<http://www.internetzentrale.com/Heilpflanzen/Berberitze/berberitze.html>

<http://www.botanikus.de/Beeren/Berberitze/berberitze.html>

[http://www.forst.bayern.de/docs/nater\\_apo\\_berber.html](http://www.forst.bayern.de/docs/nater_apo_berber.html)

## 11.4 Mädesüß

<p><i>Filipendula ulmaria</i></p> <p><b>Blüten</b></p> <p><b>Kraut</b></p> 	<p>Forschungsergebnis:</p> <p><b>Lichtschutzpotential</b></p> <p>★ ★ ★</p> <p><b>und</b></p> <p><b>Konservierungspotential</b></p> <p>★ ★</p>	
<b>Herkunft</b>	frisch: Wildsammlung St.Stefan / Stmk trocken: Wildsammlung (Fa Galke)	
<b>Ernte</b>	7/ 2000	
<p><b>Primärverarbeitung</b></p> <p>Bei der Frischpflanzenernte in St.Stefan hat uns Frau Mag.pharm. Ursula Gerhold hilfreich unterstützt. Die morgens frisch gesammelten Blüten und das Kraut wurden in flache Holz/Karton-Kisten geschichtet, innerhalb von 3 Stunden ins Labor gebracht und unmittelbar zu Extrakten verarbeitet. Das restliche Frischmaterial wurde bei Raumtemperatur getrocknet und für weitere Extraktionen aufbewahrt. Parallel dazu wurde getrocknetes Pflanzenmaterial von Fa.Galke für die Untersuchungen verwendet.</p>		
<p>Familie: Rosaceae; Rosengewächse</p>		
<p>Synonyme : Spiraea ulmaria L.;Ulmaria palustris MOENCH;Ulmaria pentapetala GILIB.</p>		
<p>Volkstümliche Bezeichnungen: Johanniswedel ( dt.); Krampfkraut ( dt.); Mädesüß ( dt.); Rüsterstaude ( dt.); Sumpf-Spirä ( dt.); Wiesengeißkraut ( dt.); Ziegenbart (dt.); Meadow-sweet ( engl.); Queen of meadows ( engl.); Reine des pres ( frz.); Ulmaire ( frz.); Olmaria ( it.)</p>		
<p>Standort/Verbreitung : In zumindest zeitweise feuchten Streuwiesen und Auengehölzen, in Sumpfbereichen, an Ufern von Gewässern, in kleineren Gräben; bevorzugt nährstoffreichen Boden, auf kalkarmem wie kalkreichem Substrat. Vom nördlichen Sibirien, dem Altai und der östlichen Mongolei bis Kleinasien, in die nördlichen Balkanländer (jedoch schon an den Adriatischen Küsten fehlend), Süditalien (nicht auf den Inseln), Frankreich, Spanien (jedoch nicht bis Portugal), Großbritannien (bis zu den Shetlandinseln), Island und Skandinavien (bis zum Nordkap). Ferner Nordamerika, Nordasien bis in die östliche Mongolei.</p>		
<p>Vermehrung: Im Frühjahr durch Säen, im Herbst durch Zerteilen.</p>		
<p>Anbauggebiete: Polen, das ehemalige Jugoslawien, Bulgarien.</p>		
<p>Ernte: Juni - August; Junge Blätter vor der Blüte abnehmen, Blüten ernten, wenn eben aufgegangen.</p>		
<p>Die ausdauernde Pflanze besitzt einen steif aufrechten, einfachen oder meist oberwärts verzweigten, derben, kantigen, 50 bis 150, selten 200 cm hohen, meist kahlen, selten filzigen Stengel. Er trägt entfernt wechselständige, lang gestielte bis, im oberen Teil, fast sitzende, unterbrochen unpaarig gefiederte Laubblätter mit ein bis fünf Paaren großer, einander gegenüberstehender Seitenfiedern. Diese sind spitz eiförmig, am Grunde abgerundet oder kurz keilförmig, am Rande meist flach, selten gekräuselt, doppelt gesägt bis gezähnt, 3 bis 10 cm lang und 1 bis 4 cm breit. Die kleineren, damit abwechselnden, nicht immer gegenständigen Fiederblättchen sind einfach, gezähnt und oft nur wenige Millimeter lang. Die viel größeren Endfiedern sind meist drei-, gelegentlich fünfplappig; ihre Lappen entsprechen in Form und Größe den</p>		



größeren Seitenfiedern. Bei den oberen Laubblättern sind nur diese Endfiedern ausgebildet. Die Fiederblätter sind oberseits dunkelgrün und meist kahl, unterseits dicht grau- bis weißfilzig oder grün und nur auf den hervortretenden Blattnerven behaart, selten völlig kahl. Die oft stengelumfassenden Nebenblätter sind groß, nierenförmig oder fast herzförmig und gezähnt.

Die zahlreichen, radiären Blüten sind in endständigen, zusammengesetzten, mehr oder weniger lockeren Doldentrauben mit aufrechten, stark ungleichen Ästen angeordnet. Sie sind teils sitzend, teils mäßig lang gestielt. Ihre Stiele sind ebenso wie die Blütenstandsäste dünn flaumig behaart. Die meist fünf oder sechs freien Kelchblätter sind dreieckig, spitz, etwa 1 mm lang, außen flaumig behaart und am Grunde kurz mit dem fast flachen Blütenbecher verwachsen. Die fünf oder sechs freien Kronblätter sind verkehrt-eiförmig, ziemlich plötzlich in den kurzen Nagel verschmälert, gelblichweiß und 2 bis 5 mm lang. Die 20 bis 40 Staubblätter sind doppelt so lang wie die Kronblätter, tragen je eine rundliche Anthere und sind mit verschmälertem Grund der Innenseite des Blütenbechers angeheftet. Die meist fünf bis zwölf freien, sitzenden, halb herzförmigen Fruchtknoten sind kahl oder flaumig behaart und besitzen einen etwas weniger als 1 mm langen, eine plötzlich verbreiterte, abgeflacht-kugelige Narbe tragenden Griffel.

#### Wichtige Inhaltsstoffe

Der Geruch der Pflanze, insbesondere zur Blütezeit, ist typisch und auf einen der Inhaltsstoffe, den Salicylsäuremethylester, zurückzuführen. Die Pflanze enthält jedoch vorwiegend Flavonolglykoside. Sie sind v.a. in Blättern und Blüten lokalisiert.

Aroma der Getrocknete Blüten: Süßes Mandelduft, der mit der Zeit zunimmt.

Blütenknospen: Erste bekannte Quelle von Salicylsäure, aus der später „Aspirin“ synthetisiert wurde.

Mädesüß war eines der heiligsten Kräuter der Druiden (zusammen mit der Mistel, der Brunnenkresse und dem Eisenkraut); Es wurde im Mittelalter auf den Fußboden gestreut, um den Gestank zu vertreiben., Mädesüß soll Königin Elizabeth I. liebstes Streukraut gewesen sein, es übertrifft alle anderen Streukräuter, weil es die Sinne entzückt, ohne Kopfweh zu verursachen.

Mädesüß ->Maht-süß, bezieht sich auf den intensiven Duft während der Heumahd (=mähen), früher wurde damit u.a. der Bienenstock gereinigt. Es wurde oft in Kirchen verstreut und in Brautkränze geflochten.

Die Blüten wurden zum Würzen von Kräuterbier und Wein, zum Aromatisieren von Konfitüren und Kompotten (leichtem Mandelgeschmack) verwendet. Blüten in Regenwasser eingelegt sollen ein adstringierendes, tonisches Gesichtswasser ergeben.

#### Kosten / Wirtschaftlichkeit

Preis pro Kilogramm

Blüten gerebelt, getrocknet EUR 6,20

Kraut geschnitten, getrocknet EUR 4,10

Bei einer sehr günstigen Extraktausbeute von rund 20% durch optimierte Extraktion kann als reiner Herstellungspreis für 1kg Trockenextrakt derzeit rund 380 EUR angegeben werden. Lager-, Verpackungs- und sonstige Dispositionskosten sind noch einzukalkulieren. Alle Angaben sind sehr stark abhängig von den Produktionsmengen insgesamt, wichtiger Kostenfaktor aber ist der Preis und die Qualität des Rohmaterials.

**Inhaltsstoffe****In den Blüten**

ANTHOCYANIDIN  
CITRIC-ACID  
ETHYL-BENZOATE  
GAULTHERIN  
HELIOTROPINE  
ISOAMYLAMINE  
ISOBUTYLAMINE  
ISOSALICIN  
METHYL-SALICYLATE  
PHENETHYL-PHENYLACETATE  
QUERCETIN  
SALICIN  
SALICYLALDEHYDE Essential Oil 700,000 ppm  
SALICYLIC-ACID  
SPIRAEIN  
SPIRAEOSIDE  
VANILLIN

**In den Blättern**

AVICULARIN  
FILALBIN  
HYPEROSIDE  
QUERCETIN-DIPENTOSIDE

**in der ganzen Pflanze**

COUMARIN  
ETHYL-SALICYLATE  
METHOXY-BENZALDEHYDE  
MONOTROPIN  
RUTIN

**Literatur / Links**




Phytochemical Database, USDA - ARS - NGRL, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland  
Duke, James A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants.  
Boca Raton, FL. CRC Press.

[www.hpfladb.de](http://www.hpfladb.de) Heilpflanzendatenbank der MADAUS AG, aktualisiert am 28.05.2001

<http://home.nexgo.de/caitlin/maede.htm>



## 11.5 Preiselbeere

<i>Vaccinium vitis idaea</i> <b>Beeren</b>		Forschungsergebnis: <b>Konservierungspotential</b> 		
<b>Herkunft</b>	Silian/ Osttirol Lungau /Sbg			
<b>Ernte</b>	Wildsammlung 7/2000			
<b>Primärverarbeitung</b> Die frischen grünen bzw roten Beeren unmittelbar nach Anlieferung zu Extrakten verarbeitet. Das restliche Frischmaterial wurde im Trockenschrank getrocknet und für weitere Extraktionen aufbewahrt.				
Familie: Heidekrautgewächse (Ericaceae) Synonyme: Myrtillus exigua BUBANI, Vaccinium rubrum DULAC, Vitis idaea punctata MOENCH, Vitis-idaea punctifolia S. F. GRAY; dt. Synonyme: Kronsbeere; Tyttebær (norweg.), Lingon (schwed.), Puolukka (finn.), Standort / Verbreitung: Gemäßigte und Dauerfrostzone Eurasiens. In Europa westlich bis Großbritannien, Mittelfrankreich, im Osten bis Japan. In Nordamerika vom äußersten Norden der USA bis Alaska und Grönland. Bevorzugt auf kalkarmen, trockenen, sauren Böden in Nadelwäldern und auf Hochmooren und Zwergstrauchheiden, im Gebirge bis in die alpine Stufe vordringend anzutreffen. Die Pflanze ist etwas frosthärter und unempfindlicher gegen Trockenheit als die Heidelbeere, doch benötigen beide Arten (sie kommen oft gemeinsam vor) in exponierten Gebirgslagen eine Schneedecke als Schutz vor dem Frost.  Herkünfte: Wildvorkommen Nordeuropas, besonders Norwegen, Schweden, Finnland und England.  Preiselbeere wächst als 5 bis 15, gelegentlich bis 30 cm hoher Halbstrauch mit unterirdischen, wurzelnden Kriechtrieben, die schuppig beblättert sind und aus deren Achseln die aufrechten Laub- und Blütensprosse entspringen. Die Blätter sind immergrün, ledrig, am Rande umgerollt, oberseits dunkelgrün glänzend, unterseits matt bleichgrün und drüsig punktiert, kurz gestielt, meist verkehrt-eiförmig, mehr oder weniger zweizeilig angeordnet. Die Blüten sind weiß, rötlich angelaufen, in gedrängten, mehr- bis vielblütigen Trauben. Petalen verwachsen, eine glockige Krone bildend. Blüte: Juni bis August Die Früchte sind kugelig, 6 bis 10 mm im Durchmesser, hellgrün im unreifen Zustand, ausgereift tiefrot.				
Die säuerlich schmeckenden Beeren enthalten Vitamin C und werden oft zu Kompott verarbeitet. Die Preiselbeeren entwickeln ihre volle Süße ( Reife ) nach den ersten Nachtfrösten. Die Blätter finden in der Volksmedizin als Tee bei der Erkrankung der Harnorgane Verwendung.				

**Wirtschaftlichkeit:** keine im Sinne des Anwendungsbereiches Konservierung

Ähnlich wie bei den ethanolischen Extrakten der Berberitze zeigen auch jene der Preiselbeeren in den kosmetischen Präparationen zwar eine Wirkung gegen Bakterien, welche im Falle der Preiselbeeren noch deutlicher ausgeprägt ist, aber keinerlei Aktivität gegen Hefen. Ebenso ist die Wirkung gegen Schimmelpilze im Vergleich zu den Beeren der Berberitze etwas deutlicher ausgeprägt, aber weit weniger effizient als jene des Balsampappelknospen-Harzes oder der Weintraubenkerne.

**Inhaltsstoffe****In den Beeren**

(+)-CATECHIN 3,500 ppm  
 1-AMINOCYCLOPROPAN-1-CARBONIC-ACID  
 5-HYDROXY-PIPECOLIC-ACID  
 ALUMINIUM 5 - 53 ppm  
 ARSENIC  
 ASCORBIC-ACID 280 - 1,865 ppm  
 BENZOIC-ACID 1,360 ppm  
 BETA-HYDROXY-KETO-BUTYRIC-ACID  
 BORON 1.4 - 11 ppm  
 BROMINE  
 CADMIUM 0.001 - 0.07 ppm  
 CALCIUM 180 - 1,730 ppm  
 CHROMIUM 0.01 - 0.13 ppm  
 CITRIC-ACID  
 COBALT  
 COPPER 0.7 - 5.2 ppm  
 CYANIDIN-3-GALACTOSIDE  
 FLUORINE 0.1 - 0.7 ppm  
 FRUCTOSE 50,000 ppm  
 GLUCOSE 40,000 ppm  
 IRON 4 - 31 ppm; 250 ppm  
 KAEMPFEROL  
 KETOGLUTARIC-ACID LEAD 0.05 - 0.4 ppm  
 ZINC 1.7 - 14 ppm

LYCOPENE  
 MAGNESIUM 80 - 600 ppm  
 MALIC-ACID  
 MANGANESE 28 - 250 ppm  
 MERCURY 0 - 0.07 ppm  
 MOLYBDENUM  
 N-NONACOSANE  
 PECTIN 4,000 ppm  
 PHOSPHORUS 150 - 1,130 ppm  
 POTASSIUM 720 - 6,200 ppm  
 QUINIC-ACID  
 RUBIDIUM 2.7 - 22 ppm  
 SALICYLIC-ACID  
 SELENIUM 0 - 0.013 ppm  
 SILICON 5 - 133 ppm  
 SUCROSE 5,300 ppm  
 SUGAR 80,000 ppm  
 SULFUR 130 - 1,075 ppm  
 URSOLIC-ACID 7,500 ppm  
 VACCINIIN 410 ppm  
 WATER 800,000 - 932,000 ppm  
 ZEAXANTHIN

**in der ganzen Pflanze**

BETA-CAROTENE

**Literatur / Links**

Phytochemical Database, USDA - ARS - NGRL, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland  
 Duke, James A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants.  
 Boca Raton, FL. CRC Press.

[http://www.wildnis-des-nordens.de/flora\\_beeren\\_preiselbeere.htm](http://www.wildnis-des-nordens.de/flora_beeren_preiselbeere.htm)

[http://pharm1.pharmazie.uni-greifswald.de/systematik/6\\_droge/vitisi-f.htm](http://pharm1.pharmazie.uni-greifswald.de/systematik/6_droge/vitisi-f.htm)

<http://www.sbg.ac.at/geo/projekte/projects/stubach/botanik/preisel.htm>

## 11.6 Veilchen

<p><i>Viola odorata</i></p> <p><b>Blüten</b> Kraut</p> 	<p>Forschungsergebnis: <b>Lichtschutzpotential</b> <b>Blüten</b></p> <p>★</p>	
<p>Wurzel</p> 	<p><b>Herkunft</b> <b>getrocknet:</b> Wildsammlung (Fa. Galke) frisch: Wildsammlung Unterstinkenbrunn / NÖ</p> <p><b>Ernte</b>            3/2000 (Trockenmaterial Fa Galke)                          4/2000 (frisch)</p>	
<p>Familie: Veilchengewächse - Violaceae</p> <p>Weitere Namen: Wohlriechendes Veilchen, Märzveilchen, Blauröschen, blaue Viole, Heckenveigerl, Osterveigerl, Vegeli;</p> <p>Standort / Vorkommen: Das Duftveilchen stammt ursprünglich aus dem Mittelmeergebiet und aus Vorderasien. Durch Verwilderung von eingeführten Zuchtformen hat es sich in Mitteleuropa eingebürgert und dort stark ausgebreitet. Es kommt an schattigen Waldrändern, in Gebüschern, hauptsächlich aber in aufgelassenen Gärten oder extensiv gepflegten Rasenflächen vor, liebt lichte Laubgehölze, Bachufer, Hecken, Waldränder. Das Veilchen bevorzugt nährstoffreiche trockene Böden; bis 1400 m.</p> <p>Die Blüten sind meist dunkel- bis purpurviolett und duften, daher auch der Beiname "wohlriechendes Veilchen". Die Blüten bestehen aus 5 eiförmigen, stumpfen Kelchblättern, 5 Kronblättern, davon 2 nach oben gerichtet. Der Sporn der Blüte ist lang und dick, gerade oder wenig gebogen.</p> <p>Die 5-10 cm langen Blütenstiele entspringen der Blattrosette.</p> <p>Die Blätter sind lang gestielt, nierenförmig bis breit eiförmig mit herzförmigem Grund, gekerbt. Alle Blätter sind grundständig und behaart. Die Nebenblätter sind breit eiförmig bis vier Millimeter breit, ganzrandig oder nur kurz gefranst.</p> <p>Vermehrung: Das Veilchen verbreitet sich durch Aussamung und sich bewurzelnden Ausläufern. Die Samenkapsel wird aufgrund eines zuckerhaltigen Anhängsels von Ameisen verbreitet. Sämlingspflanzen sind meist wüchsiger und widerstandsfähiger.</p> <p>Blütezeit: März bis April</p> <p>Blüthenhöhe 1 bis 10 cm</p> <p>Das Veilchen blüht je nach Witterung ab März, manchmal auch schon ab Ende Februar bis in den April. Bei entsprechendem Witterungsverlauf ist eine Nachblüte im Sommer oder Herbst möglich.</p> <p>Sammelzeit: blühendes Kraut: März/April</p>		

Die medizinische Verwendung war bereits Hippokrates und Plinius sowie der heiligen Hildegard bekannt. Sie beruht hauptsächlich auf dem Gehalt an Salicylsäure und Saponinen. Die auswurfördernde, schweiß und harntreibende, schleimlösende Pflanze wird bei Erkrankungen der Luftwege, besonders bei Bronchitis und Keuchhusten verwendet; der Absud wirkt brechreizerzeugend.

Das Veilchen war im antiken Griechenland eine sehr geschätzte Pflanze, es gab Feste ihr zu Ehren und eigene Veilchengärten, galt wegen seines Duftes und seiner tiefblauen Farbe als Pflanze der (aufkeimenden) Liebe. Man flocht auch Kränze aus ihm, mit denen man sich bei Festlichkeiten schmückte, um sich vor Kopfschmerzen, verursacht durch Trunkenheit, zu schützen. Im Norden dem Kriegsgott geweiht heißt das Veilchen in Island immer noch "Thyrsfolia", zeigt in den Sagen oft verborgene Schätze in der Erde an.

Die Blüten sind auch als kandiertes Veilchenblütenkonfekt beliebt.

**Wirtschaftlichkeit:** gering im Sinne des Anwendungsbereiches Lichtschutz

Preis pro Kilogramm Veilchenblüten getrocknet: EUR 37,-

Bei einer sehr günstigen Extraktbeute von rund 15% durch optimierte Extraktion kann als reiner Herstellungspreis für 1kg Ttrockenextrakt derzeit rund 680 EUR angegeben werden. Lager-, Verpackungs- und sonstige Dispositionskosten sind noch einzukalkulieren. Alle Angaben sind abhängig von den Produktionsmengen insgesamt, der wichtigste Kostenfaktor aber ist der Preis und die Qualität des Rohmaterials. Veilchenblüten sind einerseits ein sehr teurer Rohstoff, andererseits ist die lichtschützende Wirkung des Extraktes im Vergleich mit z.B. Balsampappelknospenextrakt eher gering.

#### Inhaltsstoffe

##### In den Blüten

2,6-NONADIEN-1-AL  
 2,6-NONADIEN-1-OL  
 3-BETA-FRIEDELANOL  
 ALDEHYDE 30,000 - 50,000 ppm  
 ALPHA-IONONE  
 ALPHA-IRONE  
 BENZYL-ALCOHOL  
 BETA-IONONE  
 BETA-IRONE  
 CYANIN 53,000 ppm  
 D-DIHYDRO-ALPHA-IONONE  
 D-DIHYDRO-BETA-IONONE  
 DIETHYLPHTHALATE  
 EO Essential Oil 900 - 1,200 ppm; 300 - 1,700 ppm  
 EUGENOL 147 - 357 ppm;  
 HEPTENOL(?)  
 ISOBORNEOL  
 L-ZINGIBERENE  
 MALIC-ACID  
 N-HEXANOL  
 OCTADIENOL(?)  
 PARMONE  
 PIPERONAL  
 RUTIN 20,000 ppm  
 UNDECANONE-2  
 VANILLIN  
 VIOLAQUERCITRIN  
 VIOLARUTIN 20,000 ppm  
 VIOLIN

##### in den Blättern

2,6-NONADIEN-1-AL  
 2,6-NONADIEN-1-OL  
 ENANTHIC-ACID  
 EUGENOL  
 FRIEDELIN 160 ppm  
 N-2-OCTEN-1-OL(?)  
 N-HEPTENOL  
 N-HEXANOL  
 N-HEXENOL(?)  
 N-OCTENOL(?)  
 OCTENOIC-ACID(?)  
 OCTYLIC-ACID  
 PALMITIC-ACID  
 PROPIONIC-ACID ;  
 SALICYLIC-ACID  
 in der ganzen Pflanze  
 BETA-SITOSTEROL 330 ppm  
 FERULIC-ACID  
 GAULTHERIN  
 KAEMPFEROL  
 N-HEPTYL-ACID  
 QUERCETIN  
 SCOPOLETIN?  
 SINAPIC-ACID  
 VIOLUTOSIDE

#### Literatur / Links

Phytochemical Database, USDA - ARS – NGR,; Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland  
 Duke, James A. 1992; Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants.

Boca Raton, FL. CRC Press.

Mességué, Maurice; "Das Mességué Heilkräuter Lexikon" ; Verlag Fritz Molden

Schmeil, Fitschen; "Flora von Deutschland" ; Quelle & Meyer Verlag Heidelberg

Braun, Frohne; "Heilpflanzenlexikon", 6.Auflage ; Gustav Fischer Verlag

Dörfler, Roselt; "Unsere Heilpflanzen" ; Frankh Verlag Stuttgart

Podlech, Dieter ; "GU-Naturführer - Heilpflanzen" ; Gräfe und Unzer Verlag

<http://www.langusch.de/weitere%20Kräuter/BeschreibungMärzveilchen.htm>

<http://www.gaissmayer.de/veilchen/seite2.htm>

<http://www.sweetviolets.com/commercialsuppliers.htm>

<http://www.stuttgarter-eichenhain.de/veilchen.html>

<http://www.mnd.fh-wiesbaden.de/fag/gblb/lb/lb0063.html>

<http://www.garten-literatur.de/Veilchen/odorata.htm>

<http://www.tee.org/BHSD/veilch.html>

## 11.7 Weintraube

*Vitis vinifera*

### Kerne



Forschungsergebnis:

### Konservierungspotential



Bzw. Ölkuchen



### Herkunft

Stainz / Stmk, Kultur; zur Verfügung gestellt von Mag.pharm Ursula Gerhold, (Arbeitsgruppe „Kerngesund im Schilcherland“ , LWFS Stainz, Fam Rexeis; Ing. agr. Helmut Pelzmann, u.a.)

### Ernte

Herbst 2000 (Stainz; „*Blaue Wildbacher*“)

### Primärverarbeitung

Die Traubenkerne wurden für die Ölgewinnung aufbereitet (Abtrennen der Schalenanteile aus dem Trester; aus 100l Traubenmaische verbleiben nach dem Pressen rund 20-25 kg feste Rückstände, davon rund 10kg Kerne). Sowohl die so aufbereiteten Kerne als auch der Presskuchen aus der Ölgewinnung wurde in den Screenings verwendet.

Traubenkernöl wurde aus den Kernen schonend kaltgepresst. Um 1 Liter davon zu erzeugen, benötigt man etwa 50 kg Weintraubenkerne oder umgerechnet rund 500 kg Weintrauben.

Während mittels Extraktion (meist mit Hexan) gewonnenes Traubenkernöl fast farblos und von neutralem Geruch ist, hat kaltgepresstes Traubenkernöl grünlich bis grüngoldenen Farbe und typisch traubig-nussigen Duft.

### Kosten / Wirtschaftlichkeit

Das von der Arbeitsgruppe „Kerngesund im Schilcherland“ entwickelte Schilcher-Traubenkernöl ist ein äußerst kostbares Produkt mit überaus hoher regionaler Wertschöpfung. Der von uns verwendete Ölkuchen fällt bei der Produktion als Reststoff an und wird als solcher auch zu kleinen Teilen als Abrasivum in regional erzeugter Naturkosmetik eingesetzt.

1 l Schilcher-Traubenkernöl kostet derzeit rund EUR 100,-, gleichzeitig fallen dabei rund 49 kg Pressrückstand an. Traubenkernöl in kbA-Qualität und kaltgepreßt ist schon um rund EUR 50,- erhältlich.

Durchschnittsangaben für Traubentrester pro Hektar liegen bei 3000 kg, wobei sehr starke Schwankungen möglich sind. Die Kernerträge sind von zahlreichen Parametern abhängig, wie z.B. von der Sorte und deren Kerngröße an sich, oder vom jährlich unterschiedlichen Wachstum/Traubenertrag.

Bei einer Extraktausbeute von rund 10% durch Lösemittelextraktion kann als reiner Herstellungspreis für 1kg Trockenextrakt mit derzeit rund 580 EUR angegeben werden. Lager-, Verpackungs- und sonstige Dispositionskosten sind noch einzukalkulieren. Alle Angaben sind sehr stark abhängig von den Produktionsmengen insgesamt, der wichtigste Kostenfaktor aber ist der Preis und die Qualität des Rohmaterials. Bei Pflanzenmaterial mit an sich niedrigen Extraktausbeuten sind die Extraktionskosten ein wesentliches Preiskriterium. In folgenden Upscalings muss daher auf die Reduktion der Extraktionsprozess- und Hilfsmittelkosten besonderes Augenmerk gerichtet werden.



**Inhaltsstoffe \*)****in der ganzen Pflanze**

2,6-DIMETHYL-TRANS-OCTA-2,7-DIEN-1,6-DIOL-BETA-D-GLUCOPYRANOSIDE  
DELPHINIDIN  
FR  
JU  
LEUCOCYANIDIN  
LIMONENE  
OLEIC-ACID 230 - 1,183 ppm  
PETUNIDIN-3-CAFFEYOYLGLUCOSIDE  
RIBOFLAVIN 0.5 - 3.2 ppm  
STIGMASTEROL  
VITISPIRANE

**in den Kernen**

ENOTANNIN  
EPICATECHIN-3-GALLATE  
FAT 60,000 - 200,000 ppm  
LINOLEIC-ACID 33,000 - 110,000 ppm  
OLEIC-ACID 22,200 - 74,000 ppm  
PALMITIC-ACID 3,300 - 11,000 ppm  
PROTEIN 70,000 - 100,000 ppm  
SQUALENE  
STEARIC-ACID 1,440 - 4,800 ppm  
TANNIN

**\*) Literatur**

Phytochemical Database, USDA - ARS - NGRL, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland  
Duke, James A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants.  
Boca Raton, FL. CRC Press.

## 11.8 weitere untersuchte Pflanzen

Im Rahmen der erfolgten Testreihen konnten sich Edelweiß, Hauhechel, Stiefmütterchen und Vogelbeere hinsichtlich lichtschützender bzw. antimikrobieller Wirkung leider in keiner Weise qualifizieren.

<p><b>Edelweiß</b>  <i>Leontopodium alpinum</i>  <b>Blüten</b>  <b>Wurzel</b>  <b>Herkunft</b> Planta-Garten  <b>Ernte</b> aus Eigenkultur</p>		
<p><b>Hauhechel</b>  <i>Ononis spinosa</i>  <b>Wurzel</b>  <b>Herkunft</b> Wildsammlung</p>		
<p><b>Stiefmütterchen</b>  <i>Viola tricolor</i>  <b>Kraut</b>  <b>Blüten</b>  <b>Herkunft</b>  <b>Blüten:</b> Wildsammlung, <b>Kraut:</b> Kultur</p>		
<p><b>Vogelbeere</b>  <i>Sorbus aucuparia</i>  <b>Beeren</b>  <b>Herkunft</b> Rannersdorf / NÖ  <b>Ernte</b> aus Kultur</p>		



## 12 ANHANG

### 12.1 BDIH Naturkosmetik-Richtlinie

Um den Begriff "**Naturkosmetik**" transparenter zu machen und ausführlich zu definieren, hat der BDIH<sup>2</sup> in Deutschland eine neue **Richtlinie** entwickelt. Sie soll den berechtigten Verbrauchererwartungen nach sicheren und ökologischen Produkten Rechnung tragen und einen fairen Wettbewerb der Herstellern und Händlern von Naturkosmetik ermöglichen.

Ein unabhängiges Kontrollinstitut (Ecocontrol) überprüft deren Einhaltung. In den Sommermonaten 2000 wurden die ersten 750 Produkte von 15 Herstellern zertifiziert, seit Herbst 2000 sind die mit dem neuen Logo zertifizierten Produkte auf den Markt erhältlich.

Die BDIH-Richtlinie regelt, welche Zutaten für kontrollierte Naturkosmetik in Frage kommen. Verboten sind alle synthetischen Farb- und Duftstoffe, außerdem ethoxilierte Rohstoffe, Silikone sowie Paraffine und andere Erdölprodukte. Damit wurde deutlich gemacht, dass aus Erdöl hergestellte Stoffe in Naturkosmetik de facto auszuschließen wären.

Für die Haltbarmachung werden jedoch neben natürlichen Konservierungssystemen auch vier sogenannte „naturidentische“ Stoffe wie Benzoesäure, ihre Salze und Ethylester, Salicylsäure und ihre Salze, Sorbinsäure und ihre Salze sowie Benzylalkohol zugelassen. Sie müssen extra deklariert werden. Radioaktive Bestrahlung ist grundsätzlich untersagt.

Für Zutaten wie Tenside und Emulgatoren wird der Einsatz beschränkt.

*„Für die Herstellung von Naturkosmetika können Emulgatoren und Tenside verwendet werden, die durch Hydrolyse, Hydrierung, Veresterung oder Umesterung aus folgenden Naturstoffen gewonnen werden:*

- \* *Fette, Öle und Wachse*
- \* *Lecithine*
- \* *Lanolin*
- \* *Mono-, Oligo- und Polysaccharide*
- \* *Proteine und Lipoproteine*

*Den konkreten Rohstoffeinsatz regelt die aktuelle Positivliste.“*

(Zitat BDIH.Richtlinie)

---

<sup>2</sup> Bundesverband Deutscher Industrie und Handelsunternehmen für Arzneimittel, Reformwaren, Nahrungsergänzungsmittel und Körperpflege e.V. In dem Verband mit Sitz in Mannheim sind über 300 Hersteller und Vertrieber von:

- \* Kosmetika und Naturkosmetika
- \* Nahrungsergänzungsmittel
- \* Diätetischen Lebensmitteln
- \* Frei verkäuflichen Arzneimitteln
- \* Medizinprodukten

organisiert. Siehe auch [www.bdi.de](http://www.bdi.de)

Zudem gibt die Richtlinie die pflanzlichen Rohstoffe und die chemischen Verfahren vor, die bei der Herstellung eingesetzt werden dürfen. Die Richtlinie schreibt nicht nur den Status quo fest, sondern bietet auch Ansporn für weitere Verbesserungen.

Die pflanzlichen Rohstoffe müssen - soweit verfügbar - aus ökologischem Anbau oder kontrollierter Wildsammlung stammen. Tierische Rohstoffe dürfen nur vom lebenden Tier gewonnen werden. Ausnahmen sind Chitosan aus Krabbenschalen, der aus gerösteten Cochenille-Läusen gewonnene Farbstoff Carmin sowie Seide.

Grundsätzlich erlaubt sind anorganische Salze und mineralische Rohstoffe, etwa Farbpigmente. Das Herzstück der Richtlinie ist eine Positivliste mit allen Zutaten, die für kontrollierte Naturkosmetik erlaubt sind.

Die Hersteller müssen sich ebenso um eine verstärkte Verbraucheraufklärung, umweltschonende Herstellungsverfahren und eine optimale Abbaubarkeit der Rohstoffe und Fertigprodukte kümmern. Auch umweltverträgliche Verpackungen oder der Einsatz von Rohstoffen aus fairem Handel gehört zu den Grundsätzen, die bei der Zertifizierung mit überprüft werden.

Etwas schwer tut sich die Richtlinie bei den Themen Gentechnik und Tierversuche. Dazu heißt es in den Zielsetzungen: "Orientierung an den Kriterien der Tierschutzverbände" und "Einsatz gegen genmanipulierte pflanzliche und tierische Rohstoffe". Ein Verbot der Gentechnik, wie es etwa die EU-Bioverordnung für Lebensmittel vorschreibt, ist somit nicht vorgesehen. Heinz-Jürgen Weiland-Groterjahn, Sprecher der AG *Naturkosmetik*, weist auf die Grenzen der Machbarkeit hin nach seinem Verständnis hin. Stark verarbeitete pflanzliche Zutaten wie Emulgatoren oder Tenside beziehen die Hersteller teilweise von großen Chemiefirmen. Diese würden bei der Auswahl ihrer Rohstoffe keine Rücksicht auf die mengenmäßig (noch) unbedeutenden Öko-Produzenten nehmen.

"Wir können deshalb nicht ausschließen, dass der Mais, der die Basis für ein Zuckertensid liefert, gentechnisch manipuliert ist", räumt Jürgen Weiland-Groterjahn ein. Probleme sieht er auch bei Wirkstoffen, die biotechnisch hergestellt werden, womöglich unter Einsatz genmanipulierter Mikroorganismen. "Solange wir hier keine Klarheit haben, macht es keinen Sinn, Gentechnikfreiheit vorzuschreiben. Das wäre gegenüber den Verbrauchern nicht ehrlich." Die Positivliste für die Zutaten werde aber Gentechnikfreiheit überall dort verlangen, wo es Alternativen am Markt gebe.





Ähnliche Probleme haben die Hersteller beim Thema Tierversuche, die von allen klar abgelehnt werden. Bei petrochemischen Zutaten gibt es jedoch das Restrisiko, dass der Stoff vom Zulieferer bereits an Tieren getestet wurde.












Vergeben wird das Siegel für "kontrollierte Naturkosmetik" vom *BDIH*, einem Industrieverband, der kleinere Hersteller von Arzneimitteln und Kosmetik vertritt und dem sich die namhaften Produzenten von Naturkosmetik angeschlossen haben.











Wichtig in diesem Zusammenhang scheint uns der Hinweis, dass es durchaus renommierte und erfolgreiche Kosmetikfirmen gibt, die bereits heute die neuen BDIH-Richtlinien bei weitem übertreffen. So ist etwa Dr.Hauschka Kosmetik völlig frei von synthetischen Duftstoffen und enthält auch keine synthetischen Konservierungsmittel und petrochemische Farbstoffe.












## 12.2 Die wichtigsten Kosmetikrohstoffe mit Kurzbewertung












INCI-Bezeichnung	Erklärung	Wertung
ABIES ALBA (Edeltannen-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Nadeln der Edeltanne, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt erfrischend und antiseptisch	😊
ABIES COREAENSIS (Fichtennadel-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Nadeln, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch und belebend	😊
ABIES SIBIRICA (Fichtennadel-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Nadeln, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch und regenerierend	😊
ALLANTOIN (Allantoin)	Einsatz: synth. „naturidentischer“ Wirkstoff Bemerkung: wirkt aufbauend und regenerierend; sehr gute Hautverträglichkeit	😊
ALCOHOL (Ethylalkohol oder Weingeist)	Einsatz: Lösungsvermittler für wässrig-alkoholische Zubereitungen (z. B. Deo's, Gesichtswässer und Fußsprays) Bemerkung: Der Einsatz ist in Deo's, Gesichts- und Rasierwässern, wo die lösungsvermittelnden Eigenschaften oder die Belebung der Haut im Vordergrund stehen, berechtigt; aufgrund der stark hauttrocknenden Eigenschaften darf Ethanol keinesfalls in Cremes, Lotionen, Hautgele, Shampoos und Duschgelen verwendet werden	😐 😞
ALCOHOL DENAT. (Vergällter bzw. denaturierter Ethylalkohol oder Weingeist)	Einsatz: bewährtes Lösemittel für wässrig-alkoholische Zubereitungen Bemerkung: Vergällungsmittel sind Stoffe, die den Ethylalkohol für Trinkzwecke ungenießbar machen; in Europa wird für Kosmetika oft Phthalsäureester als Vergällungsmittel eingesetzt	😐 😞
ALOE BARBADENSIS (Aloe Vera Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff, Feuchtigkeitsspender Bemerkung: wirkt feuchtigkeitsspendend, regenerierend, schützend und adstringierend	😊
ALTHEA OFFICINALIS (Eibisch-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus den Wurzeln; wirkt reizlindernd und beruhigend	😊
ALUMINIUM CHLOROHYDRATE (Aluminiumchlorhydrat)	Einsatz: Deowirkstoff Bemerkung: hemmt die Schweißabsonderung; kann die Hautporen verschließen und zu Hautreizungen und Entzündungen führen	😞

AMMONIUMLAURYL SULFATE (Ammoniumlaurylsulfat)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Dusch-Gele Bemerkung: Gehört zu den stärksten hautentfettenden Tensiden, die vereinzelt in Shampoos und Duschgelen eingesetzt werden; bei regelmäßiger Anwendung muss mit starken Hautirritationen gerechnet werden; Haupteinsatzgebiet ist die Herstellung von Haushalts- und Industriereinigungsmittel	
ANIBA ROSAEODORA (Rosenholz-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Hölzern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt entspannend und hautberuhigend	
ANTHEMIS NOBILIS (Kamillen-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus den Blüten; enthält Bisabolol, Azulen und Flavonoide; wirkt antibakteriell und regenerierend	
AQUA (Demineralisiertes Wasser)	Einsatz: Grundlage, Lösemittel Bemerkung: Wasser ist der wichtigste Rohstoff der Kosmetika; die chemische und mikrobielle Beschaffenheit spielt eine entscheidende Rolle für die Qualität des Endprodukts	
ARACHIS HYPOGAEA (Erdnuß-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kalt-pressung aus Erdnüssen; reich an ungesättigten Fettsäuren; wirkt pflegend und schützend	
ARNICA MONTANA (Arnika-Öl)	Einsatz: Ölkomponente, Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion der Arnikablüten mit einem fetten Öl, wirkt hautberuhigend und desodorierend in Fußpflege-Präparaten	
ASCORBYL PALMITATE (Vitamin C-Palmitat)	Einsatz: synth. Antioxidans-Komponente Bemerkung: verhindert das Ranzigwerden von Fetten bzw. Ölen	
BENZOIC ACID (Benzoessäure)	Einsatz: synth. naturident. Konservierungsstoff Bemerkung: kann Allergien auslösen; der mikrobiologische Schutz ist nur auf die sauren pH-Wertbereiche beschränkt	
BENZYL ALCOHOL (Benzylalko- hol)	Einsatz: „naturidentischer“ Konservierungsstoff Bemerkung: kann Allergien auslösen; muss oft mit anderen Konservierungsmitteln kombiniert werden	
BETULA ALBA (Birken-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Tannine, Catechine, Glucoside; wirkt hautreinigend und regenerierend	











BISABOLOL (? -Bisabolol)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: Inhaltsstoff der Kamille, wirkt auf der Haut beruhigend und empfohlen bei unreiner und zu Entzündungen neigender Haut	
BORAGO OFFICINALIS (Borretsch-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kalt- pressung aus den Samen; reich an ungesättigten Fettsäuren, insbesondere an Gamma-Linolensäure; wirkt regenerierend; empfohlen zur begleitenden Pflege bei der Neurodermitis-Therapie	
BOSWELLIA CARTERII (Weihrauch-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: Gesamt-Extrakt, gewonnen durch Extraktion mit flüssigem Kohlendioxid aus dem Harz; wirkt desinfizierend und regenerierend	
2-BROMO-2-NITRO- PROPANE-1,3-DIOL (Bromnitropropandiol)	Einsatz: Konservierungsstoff Bemerkung: Formaldehyd-Abspalter, gehört zu den halogenierten Kohlenwasserstoffen; umwelt-relevant; in Gegenwart von Aminen Nitrosaminbildung	
5-BROM-5-NITRO-1,3- DIOXAN (Bromnitrodioxan)	Einsatz: Konservierungsstoff Bemerkung: Formaldehyd-Abspalter gehört zu den halogenierten Kohlenwasserstoffen, umweltrelevant; sensibilisierend, in Gegenwart von Aminen Nitrosaminbildung	
BUTYLENE GLYCOL (Butylenglykol)	Einsatz: synth. Feuchthaltemittel für kosmetische Zubereitungen, keine Naturkosmetik Bemerkung: gute Hautverträglichkeit,	
BUXUS CHINENSIS (Johoba-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: flüssiges Wachs; gewonnen durch schonende Kaltpressung aus den Samen des Johoba-Strauches; wirkt aufbauend, pflegend und schützend; sehr gute Hautverträglichkeit	
CALCIUM CARBONATE (Kreide)	Einsatz: in Zahncremes als Putzkörper Bemerkung: in Kalkschichten der Erde vorkom- mendes Mineral	
CALENDULA OFFICINALIS (Ringelblumen-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion mit Wasser und Propylenglykol (?) aus den Blüten; enthält Sterine, Flavonoide und Carotinoide; wirkt hautberuhigend und regenerierend	 
CALENDULA OFFICINALIS (Ringelblumen-Öl)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: Lipophil-Extrakt; gewonnen durch Extraktion mit flüssigem Kohlendioxid aus den Blüten; enthält Sterine, Flavonoide, Glykoside, Zucker und Carotinoide; wirkt hautberuhigend und regenerierend	

CAMELLIA SINENSIS (Grüntee-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch die Extraktion aus den nicht fermentierten, grünen Blättern; enthält Flavonoide, Phenolsäuren, Vitamine, Proteine und Spurenelemente; fungiert als Antioxidans bzw. Radikalfänger; wirkt regenerierend und antibakteriell	
CAMPHOR (Natürliches Campher)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Wasserdampfdestillation aus dem Holz der Campher-Bäume; wirkt in Fußpflege-Präparaten reizmildernd, desinfizierend und desodorierend	
CANANGA ODORATA (Ylang-Ylang Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blüten, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt entspannend und hautberuhigend	
CANNABIS SATIVA (Hanf-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kaltpressung aus den Samen; reich an wertvollen essentiellen Fettsäuren	
CARBOMER (Carboxy-Vinyl-Mischpolymere)	Einsatz: Verdickungsmittel bzw. Gelbildner in Cremes, Lotionen, Hautgele Bemerkung: chemisch-synthetischer Gelbildner; Verwendung in Naturkosmetik nicht berechtigt, da es zahlreiche natürliche Alternativen (z.B. Xanthan, Guarkernmehl, Stärke) gibt; kann herstellungsbedingt Lösemittelreste enthalten	
CAPRYLIC/CAPRIC TRIGLYCERIDE (Capryl-caprinsäure-triglycerid)	Einsatz: Ölkomponente aus pflanzlichen Fettsäuren und Glycerin; Rückfetter in Cremes, Lotionen und Dusch-Gelen Bemerkung: gewonnen durch Umesterung aus Kokosfetten; sehr gute Oxidationsstabilität und Hautverträglichkeit	
CARNAUBA (Carnaubawachs)	Einsatz: Konsistenzgeber mit hautpflegenden Eigenschaften Bemerkung: pflanzliches Wachs; gewonnen aus den Blättern der in Südamerika beheimateten Carnaubapalme	
CAROTEN (Carotin)	Einsatz: natürlicher, gelber Farbstoff Bemerkung: gewonnen aus Palm-Öl, wirkt schützend und tönend auf die Haut	
CARTHAMUS TINCTORIUS (Distel-Öl, Saflor-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch Kaltpressung aus den Samen; reich an wertvollen, essentiellen Fettsäuren und Vitamin E	
CERA ALBA (Bienenwachs)	Einsatz: natürlicher Konsistenzgeber Bemerkung: hautpflegende Eigenschaften	

CETYL ALCOHOL (Cetylalkohol)	Einsatz: Konsistenzgeber und Hilfsemulgator für Cremes und Lotionen Bemerkung: pflanzlichen Ursprungs	
CETYL PALMITATE (Cetylpalmitat)	Einsatz: synthetischer Konsistenzgeber für Emulsionen und Lippenpflegestifte, nicht für Naturkosmetik Bemerkung: Walratersatz, rückfettende Eigenschaften	
CHONDRUS CRISPUS (Polysaccharid aus sulfatierten Galaktosen)	Einsatz: natürlicher Verdicker Bemerkung: aus Rotalgen; sehr gute Hautverträglichkeit	
CI 75810 (Blattgrün)	Einsatz: natürlicher grüner Farbstoff in kosmetischen Produkten Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus grünen Pflanzen; vorzugsweise aus Luzernen (Schmetterlingsblütler)	
CI 40800 (Carotin)	Einsatz: natürlicher, gelber Farbstoff in kosmetischen Produkten Bemerkung: gewonnen aus Palm-Öl, wirkt schützend und tönend auf die Haut	
CINNAMOMUM ZEYLANICUM (Zimtrinden-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus der Rinde, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch und adstringierend	
CITRIC ACID (Zitronensäure)	Einsatz: Hilfsmittel zur Einstellung des pH-Wertes Bemerkung: „naturidentische“ Verbindung; wird in sehr geringen Mengen eingesetzt	
CITRUS AMARA (Petitgrain-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern der Bitterorangen-Bäume, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt belebend und ausgleichend	
CITRUS BERGAMIA (Bergamotte-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Schalen der Bergamotte-Früchten, gewonnen durch Kaltpressung; wirkt entspannend und ausgleichend	
CITRUS DULCIS (Neroli-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Orangenblüten, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt ausgleichend, entspannend und hautberuhigend	
CITRUS DULCIS (Orangen-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Schalen, gewonnen durch schonende Kaltpressung; wirkt entspannend und ausgleichend	











CITRUS GRANDIS (Grapefruit-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus dem Frucht-Fleisch und den Kernen, enthält Flavonoide, Zucker und Vitamin A, E, C, wirkt schützend, regenerierend und keimtötend	
CITRUS GRANDIS (Grapefruit-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Schalen der Grapefruit-Früchte, gewonnen durch Kalt-pressung, wirkt belebend und aktivierend	
CITRUS LIMONUM (Zitronen-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Schalen, gewonnen durch Kaltpressung; wirkt antiseptisch und belebend	
CITRUS NOBILIS (Mandarinen-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Schalen, gewonnen durch Kaltpressung; wirkt erfrischend und ausgleichend	
COCOAMIDO MEA (Kokosfettsäure- monoethanolamid)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: Es kann je nach Herstellungsqualität die krebserregenden Nitrosamine enthalten	
COCOAMIDOPROPYL BETAINE (Kokosfettsäure- amidopropylbetain)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: mild, nicht ethoxyliert; aus nach- wachsenden Rohstoffen	
COCOS NUCIFERA (Kokos-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: wird auch Kokosnuß-Butter genannt, gewonnen durch schonende Kalt-pressung aus den Samen der Kokospalme	
COMMIPHORA MYRRHA (Myrrhen-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: Gesamt-Extrakt, gewonnen durch Extraktion mit flüssigem Kohlendioxid aus dem Harz; wirkt desinfizierend und regenerierend	
COMMIPHORA MYRRHA (Myrrhen-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus dem Harz, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt desinfizierend und desodorierend in Mundpflege- Präparaten	
CYMBOPOGON MARTINII (Palmarosa-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt entspannend und hautberuhigend	
CYMBOPOGON NARDUS (Citronell-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation, wirkt belebend und insektenabweisend	
























DAUCUS CAROTA (Karotten-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Carotine, Zucker, Flavone und Tocopherole; wirkt hautberuhigend	
DECYL GLUCOSIDE (Fettalkoholpolyglycoside)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: sehr gut haut- und schleimhautverträglich; nicht ethoxyliert; besteht aus Fett-alkohol- und Zucker-Bausteinen; aus nachwachsenden Rohstoffen	
DEHYDROACETIC ACID (Dehydroacetsäure)	Einsatz: synth. Konservierungsstoff Bemerkung: gute Hautverträglichkeit; der mikrobiologische Schutz ist nur auf die sauren pH-Bereiche beschränkt	
DIAZODINYL UREA (Diazolidinylharnstoff)	Einsatz: Konservierungsmittel Bemerkung: Formaldehydabspalter; allergische Reaktionen	
DICAPRYLYL ETHER (Di-n-octylether)	Einsatz: Ölkomponente für Cremes und Lotionen Bemerkung: aus nachwachsenden Rohstoffen; nicht komedogen	
DIMETHICONE (Silikonöl)	Einsatz: Überfettungskomponente Bemerkung: biologisch schwer abbaubar; die pflanzlichen fetten Öle (Mandel-, Avocado-Öl, usw.) sind die natürlichen Alternativen	
DISODIUM LAURETH SULFOSUCCINATE (Dinatriummonolaurylalkohol- polyethylenglykolethersulfo- succinat)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: Als ethoxyliertes Produkt kann es Rückstände von Ethylenoxid, Dioxan, Formaldehyd enthalten.	
DMDM HYDANTOIN (2,4-Imidazolidinedione)	Einsatz: Konservierungsmittel Bemerkung: Formaldehydabspalter; allergische Reaktionen	
EUCALYPTUS GLOBULUS (Eukalyptus-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch, regenerierend, anregend und insektenabweisend	
EUGENIA CARYOPHYLLUS (Nelken-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch und insektenabweisend	
EUGENOL (Eugenol)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: natürliches Eugenol, Hauptbestandteil des etherischen Nelken-Öls; antiseptisch und insektenabweisend	











FAGUS SILVATICA (Buchen-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus dem Zellgewebe junger Triebe der Buche, enthält einen Peptid-Flavonoid-Komplex; wirkt der Faltenbildung entgegen und erhöht die Hautfeuchtigkeit und –elastizität	☺
FARNESOL (Farnesol)	Einsatz: Deowirkstoff Bemerkung: kommt in Linden- und Rosen-Blüten vor; eingesetzt wird die synth. „naturidentische“ Form; gute Hautverträglichkeit	☹
FOENICULUM VULGARE (Fenchel-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Früchten, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt entspannend und regenerierend	☺
GERANIUM (Geranium-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt ausgleichend und antiseptisch	☺
GLYCERIN (Glyzerin)	Einsatz: Feuchthaltemittel Bemerkung: synthetisch oder pflanzlichen Ursprungs; Bestandteil der natürlichen Fette und Öle	☺
GLYCERYL CAPRYLATE (Glycerylcaprylat)	Einsatz: synth. Lösungsvermittler, Hilfsemulgator Bemerkung: besteht aus Glycerin und Fettsäure-Bausteinen; besitzt keimtötende Eigenschaften	☹
GLYCERYL STEARATE (Glycerylstearat)	Einsatz: Konsistenzgeber und Hilfsemulgator für Cremes und Lotionen Bemerkung: besteht aus den natürlichen Bausteinen Glycerin und Stearinsäure (Fettsäure)	☹
GLYCYRRHIZA GLABRA (Süßholz-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Saponine, Flavonoide und Zucker; wirkt hautberuhigend und reizlindernd	☺
GUAIAZULENE (Guajazulen)	Einsatz: Verwendung als natürlicher, blauer Farbstoff Bemerkung: Inhaltsstoff der Kamille	☺
HAMAMELIS VIRGINIANA (Hamamelis-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Tannine, Gallussäure, Saponine; wirkt adstringierend und belebend	☺
HEDERA HELIX (Efeu-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus den Blättern; fördert den Stoffwechsel und fungiert als Anti-Cellulitis-Agens	☺










HEPTAMETHYLNONANE (Heptamethylnonan)	Einsatz: Rückfetter Bemerkung: synthetischen Ursprungs; ohne komedogene Eigenschaften; Hautverträglichkeit gut	☹️
HYDROGENATED CASTOR OIL (Gehärtetes Ricinus-Öl)	Einsatz: Konsistenzgeber für Cremes und Lotionen Bemerkung: gute Hautverträglichkeit und Oxidationsstabilität	☹️
HYDROGENATED PALM GLYCERIDES CITRATE (Glycerylstearatcitrat)	Einsatz: Lösungsvermittler Bemerkung: aus nachwachsenden Rohstoffen; als Hilfsstoff kann er eine homogene Verteilung der Wirkstoffe in Zubereitungen ermöglichen	☹️
HYDROLYZED SILK (Seidenproteine)	Einsatz: Wirkstoff in Haarpflegemitteln Bemerkung: Ablehnung des Einsatzes aufgrund der Massenvernichtung der Raupen bei der Herstellung des Rohstoffs. Die Weizenkeim-Extrakte sind pflanzlichen Alternative	☹️
HYDROLYZED WHEAT PROTEIN (Weizenkeim-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus Weizenkeimen, enthält hauptsächlich Proteine; wirkt aufbauend, regenerierend und pflegend	😊
HYDROXYETHYL-CELLULOSE (Hydroxyethylcellulose)	Einsatz: Gelbildner Bemerkung: Cellulose-Derivat; ergibt klare und stabile Gele; zur Derivatisierung wird Ethylenoxid eingesetzt; kann Rest-Ethylenoxid oder Dioxan enthalten	☹️
HYPERICUM PERFORATUM (Johanniskraut-Öl)	Einsatz: Ölkomponente, Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion der blühenden Pflanze mit Oliven-Öl; wirkt antiseptisch und adstringierend	😊
HYPERICUM PERFORATUM (Johanniskraut-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion der blühenden Pflanze; enthält Flavonoide, Hypericin, Tannine, Catechine; wirkt antiseptisch und regenerierend	😊
ISOPROPYL ALCOHOL (2-Propanol)	Einsatz: Lösungsvermittler bzw. -mittel für wässrig-alkoholische Zubereitungen (Fensterputzmittel) Bemerkung: in hohen Dosierungen Hautreizungen und -irritationen möglich; in kosmetischen Produkten ist Ethanol vorzuziehen	☹️
ISOPROPYL MYRISTATE (Isopropylmyristat)	Einsatz: Ölkomponente für Cremes und Lotionen Bemerkung: pflanzlichen Ursprungs – aber nicht sanft-chemisch produziert; kann komedogen wirken	☹️

ISOPROPYL PALMITATE (Isopropylpalmitat)	Einsatz: Ölkomponente für Cremes und Lotionen Bemerkung: pflanzlichen Ursprungs – aber nicht sanft-chemisch produziert, wird von der Haut leicht aufgenommen; kann komedogen wirken	
JODOPROPYNYL BUTYLCARBAMATE (Iodpropinylbutylcarbamate)	Einsatz: Konservierungsstoff Bemerkung: gehört zu den halogenierten Kohlenwasserstoffen; umweltrelevant	
JUGLANS REGIA (Walnußfruchtschalen-Extrakt)	Einsatz: fungiert als UV-Filter und Bräunungs-komponente Bemerkung: gewonnen durch die Extraktion aus den Fruchtschalen, enthält Juglon; gute Hautverträglichkeit	
JUNIPERUS VIRGINIANA (Zedernholz-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus dem Holz, ge-wonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch und insektenabweisend	
KRAMERIA TRIANDRA (Ratanhiawurzel-Extrakt)	Einsatz: Verwendung in Sonnenschutz-Emulsionen Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus den Wurzeln; enthält natürliche UV-Filter	
LACTIC ACID (Milchsäure)	Einsatz: Hilfsmittel zur Einstellung des pH-Wertes Bemerkung: natürliche Verbindung; wird auch als konservierende Komponente eingesetzt	
LACTOPEROXIDASE (Enzyme bzw. Katalysatoren aus der Milch)	Einsatz: Konservierung von Kosmetika Bemerkung: kann keinen ausreichenden mikrobiologischen Schutz bieten	
LANOLIN (Wollfett)	Einsatz: natürlicher Konsistenzgeber und Rückfetter Bemerkung: aus der Schafwolle; kann umweltrelevante Rückstände enthalten, problemlos mit Zertifikat	
LARIX DECIDUA (Lärchenterpentin)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: dickflüssiger Balsam, gewonnen durch Anbohren der Stämme des Lärchenbaums; wirkt antiseptisch	
LAURAMIDE DEA (Laurinsäurediethanolamid)	Einsatz: Verdickungsmittel und Schaumstabilisator für Haarpflege-Präparate Bemerkung: kann spurenweise Nitrosamine enthalten; Nitrosamine wirken erbgutschädigend und kanzerogen	

LAURETH-2 (Polyethylenglykol(2)- laurylether)	Einsatz: Verdickungs- und Rückfettungsmittel für Shampoos und Duschgele Bemerkung: als ethoxyliertes Produkt kann es Rückstände von Ethylenoxid, Dioxan, Formaldehyd enthalten. Die pflanzlichen fetten Öle sind echte Alternativen	
LAURETH-3 (Polyethylenglykol(3)-laurylether)	Einsatz: Verdickungs- und Rückfettungsmittel für Shampoos und Duschgele Bemerkung: als ethoxyliertes Produkt kann es Rückstände von Ethylenoxid, Dioxan, Formaldehyd enthalten. Die pflanzlichen fetten Öle sind echte Alternativen	
LAURYL GLUCOSIDE (Fettalkoholpolyglycoside)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: sehr gut haut- und schleimhaut- verträglich; nicht ethoxyliert; besteht aus Fett-alkohol- und Zucker-Bausteinen; aus nachwachsenden Rohstoffen	
LAVANDULA ANGUSTIFOLIA (Lavendel-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blüten, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt entspannend, ausgleichend und insekten- abweisend	
LECITHIN (Lecithin)	Einsatz: natürlicher Emulgator Bemerkung: gewonnen aus Soja-Öl; wirkt feuchtigkeitsspendend und aufbauend	
LEPTOSPERMUM SCOPARIUM (Manuka-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch, hautschützend und regene-rierend	
LEVULINIC ACID (Lävulinsäure)	Einsatz: synth. Wirkstoff Bemerkung: kann die Hautregeneration för- dern; auch als Weichmacher verwendet	
MACADAMIA TERNIFOLIA (Macadamia Nuß-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kalt- pressung aus den Macadamianüssen, reich an Palmitolein und Ölsäure	
MAGNESIUM STEARATE (Magnesiumstearat)	Einsatz: als Emulgator und Stabilisator in W/O-Emulsionen Bemerkung: Magnesiumsalz der Stearinsäu- re (Fettsäure)	
MAGNESIUM SULFATE-7- HYDRATE (Magnesiumsulfat-Heptahydrat)	Einsatz: Stabilisator für Emulsionen Bemerkung: Magnesium-Salz; mineralischen Ursprungs	













MALVA SYLVESTRIS (Malven-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus den Blüten; enthält Tannine, Uronsäure-Derivate; wirkt hautberuhigend, -straffend und –schützend	
MATRICARIA CHAMOMILLA (Kamillen-Öl blau)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blüten, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; beugt Entzündungen und Hautreizungen vor	
MEA - LAURYL SULFATE (Monoethanolaminlaurylsulfat)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: stark entfettend; kann je nach Herstellungsqualität die krebserregenden Ni-trosamine enthalten; Hautirritationen möglich	
MELILOTUS OFFICINALIS (Steinklee-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus den Blütenspitzen; wirkt entzündungshemmend und hautstraffend	
MENTHA VIRIDIS (Krauseminz-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duft- und Aromakomponente in Zahnpflege-Produkten Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt erfrischend und belebend	
MENTHOL (Menthol)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: natürlicher Wirkstoff der Minze, gewonnen bei der Destillation des Minz-Öles als Nebenprodukt; wirkt kühlend und erfrischend	
METHYLCHLORISOTHIAZOLINONE (Methylchlorisothiazolinon)	Einsatz: Konservierungsstoff Bemerkung: in höheren Dosierungen stark haut- und schleimhautreizend; sensibilisierend; kann Kontaktekzeme auslösen	
METHYLISOTHIAZOLINONE (Methylisothiazolinon)	Einsatz: Konservierungsstoff Bemerkung: in höheren Dosierungen stark haut- und schleimhautreizend; sensibilisierend; kann Kontaktekzeme auslösen	
METHYLDIBROMO GLUTARONITRILE (1,2-Dibrom-2,4-dicyanobutan)	Einsatz: Konservierungsstoff Bemerkung: gehört zu den halogenierten Kohlenwasserstoffen; umweltrelevant	
METHYL GLUCOSE DIOLEATE (Methylglucosediolate)	Einsatz: Emulgator für Cremes und Lotionen Bemerkung: sehr gut hautverträglich; besteht aus Zucker und Fettsäure-Bausteinen	
METHYL PARABEN (Methylparaben)	Einsatz: „naturidentischer“ Konservierungsstoff Bemerkung: kann Allergien auslösen	










MICROCRYSTALLINE WAX (Mikroparaffin)	Einsatz: Konsistenzgeber für Lippenpflege-Stifte Bemerkung: aus Erdölverarbeitung; allergische Kontaktdermatitis bekannt; das Bienen-wachs und Carnaubawachs sind die natürli-chen Alternativen	
MINERAL OIL (Paraffinöl)	Einsatz: Ölkomponente der Emulsionen Bemerkung: aus Erdölverarbeitung; verschließt die Hautporen; die pflanzlichen fetten Öle (Mandel-, Avocado-Öl, usw.) sind die natürlichen Alternativen	
NARDOSTACHYS JATAMANSI (Narden-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus der Wurzel, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt harmonisierend und entspannend	
NASTURTIUM OFFICINALE (Brunnenkresse-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Schwefelorganische-Stof-fe, Vitamin A, C und D; wirkt reinigend und pflegend bei fettiger Haut und fettigem Haar	
OCTYL PALMITATE (Oktylpalmitat)	Einsatz: Rückfetter und Basis-Öl Bemerkung: Fettkörper aus Fettsäuren und Fettalkoholen; kann komedogen wirken	
OENOTHERA BIENNIS (Nachtkerzen-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kalt-pressung aus den Samen, reich an ungesättigten Fettsäuren, insbesondere an Gamma-Linolensäure; wirkt regenerierend, empfohlen zur begleitenden Pflege bei der Neurodermitis-Therapie	
OLEA EUROPAEA (Oliven-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kalt-pressung der Olivenfrüchte; reich an ungesättigten Fettsäuren	
OPUNTIA COCCINELLIFERA (Feigen-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff, Feuchtigkeitsspender Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus den Feigenfrüchten; enthält Aminosäuren, Zucker und Milchsäure	
PANTHENOL (Panthenol)	Einsatz: „naturidentischer“ Wirkstoff; Haupteinsatzgebiete sind Sonnenschutz-, After-Sun- und After-Shave-Produkte Bemerkung: entzündungshemmend und regenerierend	
PARAFFINUM LIQUDUM (Paraffinöl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: wird durch Destillation aus Erdöl gewonnen; verschließt die Hautporen und beinträchtigt dadurch die „Atmung“ der Haut; die pflanzlichen fetten Öle (Mandel-, Avo-cado-Öl, usw.) sind die natürlichen Alternativen	










PARFUM	Einsatz: Duftkomponente der kosmetischen Präparate Bemerkung: es kann sich um natürliche Duftmischungen oder auch Parfüm-Öle handeln; die einzelnen Duftstoffe können Allergien auslösen, Moschus-Xylol-Problem (!)	
PEG-7 GLYCERYL COCOATE (Polyethylenglykol-7-glycerylmonococoat)	Einsatz: Rückfetter in Kosmetika Bemerkung: enthält PEG-Einheiten; zur Herstellung wird Ethylenoxid eingesetzt; Ethylenoxid ist ein sehr reaktiver Stoff und ist potentiell krebserregend; die pflanzlichen fetten Öle (Mandel-Öl, Avocado-Öl usw.) sind die natürlichen Alternativen	
PEG-20 GLYCERYL STEARATE (Polyoxyethylen-24-glycerinmonostearat)	Einsatz: Emulgator für O/W-Cremes und Lotionen Bemerkung: enthält PEG-Einheiten; zur Herstellung wird Ethylenoxid eingesetzt; Ethylenoxid ist ein reaktiver Gefahrstoff und ist potenziell krebserregend	
PEG-40 HYDROGENATED CASTOR OIL (Gehärtetes Rizinus-Öl mit 40 Ethylenoxid-Einheiten)	Einsatz: Emulgator für O/W-Cremes und Lotionen; Lösungsvermittler für Parfüm-Öle Bemerkung: enthält PEG-Einheiten; zur Herstellung wird Ethylenoxid eingesetzt; Ethylenoxid ist ein sehr reaktiver Stoff und ist potenziell krebserregend	
PEG-120 METHYL GLUCOSE DIOLEATE (Polyethylenglykol-120-methylglucose)	Einsatz: Verdickungsmittel für Shampoos und Duschgele Bemerkung: enthält PEG-Einheiten; zur Herstellung wird Ethylenoxid eingesetzt; Ethylenoxid ist ein sehr reaktiver Stoff und ist potenziell krebserregend	
PENTYLENE GLYCOL (1,2-Pentandiol)	Einsatz: synth. Feuchtigkeitsspender für die Haut Bemerkung: gute Hautverträglichkeit	
PERSEA GRATISSIMA (Avocado-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kaltpressung aus den getrockneten Avocado-Birnen; reich an den Vitaminen A, D und E und ungesättigten Fettsäuren	
PETROLATUM (Vaseline)	Einsatz: Ölkomponente, Grundlage Bemerkung: Wird durch Destillation aus Erdöl gewonnen; verschließt die Hautporen und beeinträchtigt dadurch die „Atmung“ der Haut; die pflanzlichen, fetten Öle und Wollwachs sind die richtigen Alternativen	
PHENOXYETHANOL (2-Phenoxyethanol)	Einsatz: „naturidentischer“ Konservierungsstoff Bemerkung: erst in hohen Konzentrationen wirksam; kann allergische Reaktionen auslösen	




















PIMPINELLA ANISUM (Anis-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duft- und Aromakomponente in Zahnpflege-Produkten Bemerkung: etherisches Öl aus den Anis-samen, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt anregend und wärmend	☺
PINUS (Kiefernadel-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Nadeln, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch und regenerierend	☺
PINUS NIGRA (Schwarzkiefernharz)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen aus balsamischen Absonderungen der Stämme; wirkt desinfizierend und regenerierend	☺
PINUS SYLVESTRIS (Kiefernadel-Resinoid)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: Extrakt aus dem Harz; wirkt antiseptisch und regenerierend.	☺
PIPER NIGRUM (Pfeffer-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Samen, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt desinfizierend und wärmend	☺
POLLEN (Blütenpollen-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: reich an Proteine, Zucker, Fette, Vitamine und Spurenelementen; wirkt regenerierend und hautschützend	☺
POLYGLYCERYL-2-CAPRATE (Polyglyceryl-2-monodecanoat)	Einsatz: Lösungsvermittler für etherische Öle und Parfüm-Öle Bemerkung: sehr gut hautverträglich; besteht aus Glycerin und Fettsäure-Bausteinen aus nachwachsenden Rohstoffen	☺
POLYGLYCERYL METHYL GLUCOSE DISTEARATE (Polyglycerylmethylglucose- distearat)	Einsatz: Emulgator für Cremes und Lotionen Bemerkung: Sehr gut hautverträglich; besteht aus Glycerin, Zucker und Fettsäure-Bausteinen aus nachwachsenden Rohstoffen	☺
POLYGLYCERYL-3- RICINOLEATE (Polyglyceryl-3-ricinoleat)	Einsatz: Emulgator für Emulsionen Bemerkung: sehr gut hautverträglich; besteht aus Glycerin und Fettsäurebausteinen aus nachwachsenden Rohstoffen	☺
POLYSORBATE 20 (Polyethylenglykol-20- monolaurat)	Einsatz: Lösungsvermittler, Emulgator Bemerkung: enthält PEG-Einheiten; zur Herstellung wird Ethylenoxid eingesetzt; Ethylenoxid ist ein sehr reaktiver Stoff und ist potentiell krebserregend	☹

POTASSIUM SORBATE (Kaliumsorbat)	Einsatz: naturidentischer Konservierungsstoff Bemerkung: kann Allergien auslösen; der mikrobiologische Schutz wird nur auf die sauren pH-Wertbereiche beschränkt	
PROPOLIS CERA (Propolis-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus Propolis (Kittharz), enthält Flavonoide, Phenylacrylsäuren und Phenylalkohole; wirkt antiseptisch, empfohlen zur begleitenden Pflege bei Neurodermitis, Akne und Schuppenflechte	
PROPYLENE GLYCOL (Propylenglykol)	Einsatz: Lösungsvermittler für etherische Öle in wässrig-ethanolischen Produkten Bemerkung: in hohen Dosierungen Haut-reizungen und -irritationen möglich	 
PROPYLPARABEN (Propylparaben)	Einsatz: „naturidentischer“ Konservierungsstoff Bemerkung: kann Allergien auslösen	
PRUNUS ARMENIACA (Aprikosenkern-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kalt-pressung der Aprikosenkerne; reich an wertvollen essentiellen Fettsäuren	
PRUNUS DULCIS (Mandel-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Kalt-pressung aus den Steinfrüchten; gehört zu den milden Haut-Ölen, ein hochge-schätztes Pflege- und Schutz-Öl in der Säuglings- und Baby-Pflege	
RETINYL PALMITATE (Vitamin-A in öllöslicher Form)	Einsatz: synth. Wirkstoff Bemerkung: wirkt hautschützend und glättend	
ROSA DAMASCENA (Rosenwasser)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Inhaltsstoffe von Rosen-Öl; wirkt belebend	
ROSA DAMASCENA (Rosen-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl, gewonnen aus den Blütenblättern durch Wasserdampf-destillation; wirkt entspannend und aufbauend	
ROSMARINUS OFFICINALIS (Rosmarin-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch, regenerierend und anregend	
ROSMARINUS OFFICINALIS (Rosmarin-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Bitterstoffe, Tannine, Monoterpene; wirkt antiseptisch, kräftigt das Haar	

ROYAL JELLY (Frisches Gelée Royale, Weiselsaft)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: dient zur Ernährung der Bienen-königin, enthält Proteine, Lipide, Zucker, Vitamine; wirkt aufbauend, regenerierend, feuchtigkeitsspendend auf die Haut	
SALIX ALBA (Weiden-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Gerbstoffe, Flavonoide und Salicin; wirkt antiseptisch und hauter-weichend	
SALVIA OFFICINALIS (Salbei-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Blättern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch und regenerierend, besonders empfohlen zur natürlichen Mundpflege	
SANTALUM ALBUM (Sandelholz-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus den Hölzern, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt antiseptisch und harmonisierend	
SESAMUM INDICUM (Sesam-Öl)	Einsatz: Fettkomponente Bemerkung: kaltgepresstes Öl aus den Samen; „halbtrocknend“; es enthält Linolsäure und Ölsäure; wirkt pflegend und schützend; weist eine gewisse Lichtschutzwirkung auf; es wird schnell ranzig	
SILICA (Kieselsäure)	Einsatz: Verdickungsmittel und Putzkörper in Zahncremes Bemerkung: natürliches Mineral	
SODIUM BENZOATE (Natriumbenzoat)	Einsatz: „naturidentischer“ Konservierungsstoff Bemerkung: kann Allergien auslösen; der mi- krobiologische Schutz ist nur auf die sauren pH-Wertbereiche beschränkt	
SODIUM COCOATE (Natriumcocoat)	Einsatz: bewährte Seifengrundlage Bemerkung: Alkalisalz der Kokosfettsäuren (Fettsäuren des Kokos-Öles); entsteht bei der Reaktion des Kokos-Öles mit Lauge	
SODIUM COCOYL GLUTAMATE, DISODIUM COCOYL GLUTAMATE (Mono- und Dinatriumcocoylgluta- mat)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: sehr gut haut- und schleimhaut- verträglich, nicht ethoxyliert; aus natürlicher Glutaminsäure und Fettalkoholen	
SODIUM LAURETH SULFATE (Natriumlaurylethersulfat)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: als ethoxyliertes Produkt kann es Rückstände von Ethylenoxid, Dioxan, Formaldehyd enthalten, Nebenprodukte schwer abbaubar	

SODIUMLAURYL SULFATE (Natriumlaurylsulfat)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: gehört zu den stärksten haut-entfettenden Tensiden; bei regelmäßiger Anwendung muss mit starken Hautirritationen gerechnet werden; Haupteinsatzgebiet ist die Herstellung von Haushalts- und Industrie-reinigungsmittel, schwer abbaubare Nebenprodukte	
SODIUM MYRETH SULFATE (Natriummyristylethersulfat)	Einsatz: Tensid in Shampoos und Duschgele Bemerkung: als ethoxyliertes Produkt kann es Rückstände von Ethylenoxid, Dioxan, Formaldehyd enthalten	
SOLUBLE COLLAGEN (Collagen)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: tierischen Ursprungs; besteht aus Proteinen; wirkt aufbauend und feuchtigkeitsspendend; oft vorkonserviert; die BSE-Freiheit ist bis heute noch nicht geklärt	
SORBITAN OLEATE (Sorbitanmonooleat)	Einsatz: Emulgator für Cremes und Lotionen Bemerkung: gute Hautverträglichkeit; besteht aus Zucker und Fettsäurebausteinen	
SORBITOL (Sorbitol, Sorbit)	Einsatz: in Zahncremes und Emulsionen als Feuchthaltemittel Bemerkung: „naturidentischer“ 6-wertiger Alkohol mit süßlichem Geschmack, gewonnen aus Stärke; gute Haut- und Schleimhaut-verträglichkeit; da Sorbitol durch die Mund-bakterien nicht in Säuren umgewandelt wird, fördert es in den Zahncremes keine Karies-bildung	
SPIRAEA ULMARIA (Geißbart-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Tannine, Flavonoide, Salicylsäure und Vitamin C; wirkt antiseptisch und hauterweichend	
SQUALANE (Squalan)	Einsatz: Ölkomponente für Cremes und Lotionen Bemerkung: hergestellt durch Hydrierung aus Squalen; Squalen selbst wird aus Fischleberöl und Olivenöl gewonnen; gute Rückfettungseigenschaften	
STEARIC ACID (Stearinsäure)	Einsatz: Konsistenzgeber und Hilfsemulgator in Cremes und Lotionen Bemerkung: natürliche Fettsäure aus Fetten und Ölen	
SYMPHYTUM OFFICINALE (Beinwell-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus der Wurzel; enthält Sterine, Gerbstoffe, Schleimstoffe, Allantoin und Alkaloide; wirkt hautberuhigend und regenerierend; die im Ex-trakt vorkommenden Pyrrolizidin-Alkaloide sind sehr toxisch; sie wirken kanzerogen auf die Leber	

THEOBROMA CACAO (Kakaobutter)	Einsatz: Konsistenzgeber, Rückfetter Bemerkung: kann Rückstände enthalten; Zertifikat !	
THYMUS VULGARIS (Thymian-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Saponine, Tannine, Glucoside und Thymol; wirkt antiseptisch und Desodorierend	
TILIA CORDATA (Linden-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Flavonoide, Phenolsäuren und Farnesol; wirkt hautberuhigend und reizlindernd	
TITANIUM DIOXIDE (Titandioxid)	Einsatz: UV-Filter Bemerkung: mineralischer UV-Filter mit einem physikalischen UV-Schutzeffekt (Reflektion), Herstellung nicht problemlos, umstritten wegen möglicher chemischer Reaktionen in der Haut	
TOCOPHEROL (Natürliches Vitamin E)	Einsatz: Wirkstoff, Antioxidans Bemerkung: wirkt pflegend, schützend und regenerierend auf die Haut	
TOCOPHERYL ACETATE (Stabilisiertes Vitamin-E-Derivat)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: hautpflegende, -schützende und -aufbauende Eigenschaften	
TRICLOSAN (Triclosan)	Einsatz: Konservierungsmittel und Deowirkstoff Bemerkung: beeinträchtigt die natürliche Keimflora der Haut; lebertoxisch; kann herstellungsbedingt Dioxine (bekannt als „Seveso-Gift“) enthalten	
TRIETHANOLAMINE (Triethanolamin)	Einsatz: Hilfsmittel zur Alkalisierung kosme- tischer Produkte Bemerkung: Gefahr der Nitrosaminbildung; Hautirritierend, krebserregend; Allergien sind Möglich	
TRIETHYL CITRATE (Zitronensäuretriethylester)	Einsatz: synth. Wirkstoff Bemerkung: sehr gut hautverträglicher Deo- Wirkstoff, mit natürlicher Wirkungsweise	
TRITICUM VULGARE (Weizenkeim-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch schonende Pressung aus Weizenkeimen; reich an essentiellen Fettsäuren und Vitamin-E	
UREA (Harnstoff)	Einsatz: naturidentisches Feuchthaltemittel Bemerkung: synthetischen Ursprungs, sehr gute feuchtigkeitsspendende Eigenschaften	

URTICA DIOICA (Brennessel-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Carotin, Calcium- und Kaliumnitrat; wirkt desodorierend, hautberuhigend und kräftigt das Haar	
USNEA BARBATA (Moos-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: gewonnen durch Extraktion aus Moos, enthält Usninsäure; wirkt antiseptisch, desodorierend und schützend	
VETIVERA ZIZANIOIDES (Vetiver-Öl)	Einsatz: Wirkstoff, Duftkomponente Bemerkung: etherisches Öl aus der Wurzel, gewonnen durch Wasserdampfdestillation; wirkt regenerierend und hautberuhigend	
VIOLA TRICOLOR (Stiefmütterchen-Extrakt)	Einsatz: Wirkstoff Bemerkung: enthält Saponine, Gerbstoffe, Flavonoide; wirkt hautberuhigend und reizlindernd	
VITIS VINIFERA (Traubenkern-Öl)	Einsatz: Ölkomponente Bemerkung: gewonnen durch Pressung aus den Samen der Trauben; reich an ungesättigten Fettsäuren, insbesondere an der lebens-wichtigen Linolsäure; oft sind die Chargen mit Pestiziden belastet	
XANTHAN GUM (Xanthan)	Einsatz: natürlicher Verdicker Bemerkung: gewonnen aus Glucose durch bakterielle Fermentation; sehr gute Hautverträglichkeit	
ZINC OXIDE (Zinkoxid)	Einsatz: UV-Filter Bemerkung: mineralischer UV-Filter mit einem physikalischen UV-Schutzeffekt (Reflexion)	

## 13 LITERATUR

### Zum Gesamtprojekt

- (A1) Blach, J. & P. 1993. Prescription for Nutritional Healing. Garden City Park, NY: Avery Publishing Group
- (A2) BUDA Vari, S. (Hgg), The MERCK Index, Zwölfte Auflage, Whitehouse Station, NJ (1996) S. 1310
- (A3) BURGER A., WACHTER H., HUNNIUS, Pharmazeutisches Wörterbuch, WALTER DE GRUYTER, Berlin NewYork 1993
- (A4) CLARK, H.R., Ph.D., N.D. 1995. The Cure For All Diseases. San Diego,CA: ProMotion Publishing.
- (A5) Beilstein EV 17/3, 457.
- (A6) Dragoco Rep. 24, 79 (1977).
- (A7) DUKE, James A. 1992. Handbook of phytochemical constituents of GRAS herbs and other economic plants. Boca Raton, FL. CRC Press.; Phytochemical Database, USDA - ARS - NGRl, Beltsville Agricultural Research Center, Beltsville, Maryland
- (A8) GILDEMEISTER, 3. Auflage, 1928
- (A9) HAUSEN BM., Kontaktallergie durch Pflanzen; Deutsche Apotheker Zeitung 131 (1991) 988 - 996
- (A10) Helv. Chim. Acta 59, 1233 (1976).
- (A11) Helv. Chim. Acta 69, 698 (1986).
- (A12) HOFFMANN, David: Die große Pflanzenapotheke. (Originaltitel: The Complete Illustrated and Holistic Herbal, Element Books Limited Shaftesbury, GB 1996.) Mosaik Verlag, München (1997). ISBN 3-576-10727.4
- (A13) JUG, A. et al.: Modellvorhaben (1993-1997): Nutzung landwirtschaftlicher Flächen für die Erzeugung von Biomasse mit schnellwachsenden Baumarten - Verbundprojekt Abbachhof, Canstein und Oldenburg, Teilprojekt Standorts- und Ernährungskundliche
- (A14) Untersuchungen, Lehrstuhl für Bodenkunde und Standortslehre, Forstwiss. Fakultät der LMU, Freising.
- (A15) LAWLESS, J. 1995. The Illustrated Encyclopedia of Essential Oils. New York, NY: Barnes & Noble Books by arrangement with Element Books Ltd.
- (A16) MINDELL, E. 1992. Earl Mindell's Herb Bible. New York, NY: Simon & Schuster/Fireside.
- (A17) NAHRSTEDT, A., Phytochemische und pharmakologische Untersuchungen an Arzneipflanzen, Universität Münster, 1999, in <http://www.uni-münster.de/Chemie/PB/>; Arbeitsbereich Prof.Dr. Adolf Nahrstedt, A1.

- (A18) NEWMAN L.A., S.E. STRAND, N. CHOE, J. DUFFY, G. EKUAN, M. RUSZAJ, B.B. SHURTLEFF, J. WILMOTH, P. HEILMAN, and M.P. GORDON. 1997. Uptake and biotransformation of trichloroethylene by hybrid poplars. *Environmental Science and Technology*. 31(4):1062-1067.
- (A19) ODY, P. 1993. *The Complete Medicinal Herbal*. New York, NY: Dorling Kindersley, Inc. *Phytochemistry* 29, 3469 (1990); 33, 1203 (1994).
- (A20) PITCAIRN, R. & S. 1995. *Natural Health for Dogs and Cats*. Emmaus, PA: Rodale Press, Inc.
- (A21) Römpp Lexikon Chemie - Version 1.5, Stuttgart/New York: Georg Thieme Verlag 1998.
- (A22) SAUTER, J.J. and Barbara van CLEVE: Storage, mobilization and interrelations of starch, sugars, protein and fat in the ray storage tissue of poplar trees. *Trees* 8, 297-304 (1994).
- (A23) *Synth. Commun.* 25, 2909—2921 (1995).
- (A24) ROTHENBORG HW., Occupational dermatitis in beekeeper due to poplar-resins in beeswax, *Archs. Derm.* 95 (1967) 381
- (A25) SCHLUMPF, M; COTTON, B; CONSCIENCE, M; HALLER, V; STEINMANN, B; LICHTENSTEIGER, W: In vitro and in vivo estrogenicity of UV screens. *Environmental Health Perspectives*, Volume 109, Issue 3, March 2001, Pages 239-244, Institute of Pharmacology and Toxicology, University of Zurich, Winterthurerstrasse 190, CH-8057 Zurich, Switzerland; e-mail [schlumpm@pharma.unizh.ch](mailto:schlumpm@pharma.unizh.ch)

### Speziell zu Konservierung

- (K1) CLAUSEN, T.P.; P.B. REICHARDT, J.P. BRYANT, A.R.E. SINCLAIR. "Chemical Defense of *Populus balsamifera*: A Clarification," *J. Chem. Ecol.*, 18, 1505-1510 (1992).
- (K2) FEY, OTTE, Wörterbuch für Kosmetik
- (K3) FUTSCHIK, K.: "Impedanz-Splitting-Methode", Technische Universität Wien, Inst. f. Grundlagen und Theorie der Elektrotechnik, Abt. Bioelektrizität und Magnetismus, in: SY-LAB GmbH Firmenunterlagen 1999, Purkersdorf(A) .
- (K4) HUSMANN, K. & STEFFENS K.-J. (1998): Impedance Measurement to detect Airborne Viable Microorganisms. Poster, *APV-Congress, Paris, May 1998*.
- (K5) JORDAHL J.L., L. FOSTER, J.L. SCHNOOR, AND P.J.J. ALVAREZ. Effect of poplar trees (*Populus* spp.) on microbial populations important to hazardous waste bioremediation. *Environmental Toxicology and Chemistry* 16(6):1318-1321, 1997.
- (K6) JÖCKEL, J.: "Einsatz der Impedanz-Methode in der amtlichen Lebensmittelüberwachung", Inst. für Lebensmittel und Tierseuchen (ILAT) im Berliner Betrieb für Zentrale Gesundheitliche Aufgaben (BBGes), Invalidenstraße 60, 10557 Berlin.



- (K7) KROYER, G. & FUTSCHIK, K. (1997): The Impedance-Splitting Method for Microbiologic Analysis of Food Preservatives. An Evaluation. *Biotech Lab International Vol.2, No.2, 3-4, 8a-10d.*
- (K8) MACHATSCHEK, M. 1998, "Das Balsamöl vom Lungauer Balsambaum" in "Der Österreichische Kleingärtner", 6/98, 7+8/98, Hg. Zentralverband der Kleingärtner, Siedler und Kleintierzüchter Österreichs, Wien.
- (K9) MAJOR, P (1998): Detection of *Staphylococcus aureus* within starter culture preparations containing *Staphylococcus carnosus* using the BacTrac 4100 impedance instrument. 4<sup>th</sup> World Congress Foodborne Infections and Intoxications, Berlin 1998 *Abstract P-D11.*
- (K10) Neat Stuff, Florida: Balm of Gilead in: <http://www.bv.net/~johna/Star/herbsbystar.html>
- (K11) REICHARDT, P.B.; F.S. CHAPIN III, J.P. BRYANT, B.R. MATTES, and T.P. CLAUSEN. "Carbon/Nutrient Balance as a Predictor of Plant Defense in Alaskan Balsam Poplar: Potential Importance of Metabolite Turnover," *Oecologia (Berl.)*, 88, 401-406 (1991).
- (K12) SCHIMMEL, J P.; K. VAN CLEVE, R. G. CATES, T. P. CLAUSEN, and P. B. REICHARDT. Effects of Balsam Poplar (*Populus balsamifera*) Tannins and Low Molecular Weight Phenolics on Microbial Activity in Taiga Floodplain Soil: Implications for Changes in N Cycling During Succession." *Can. J. Botany.*, 74, 84 - 90 (1996).
- (K13) TELEWSKI, F.W., R. ALONI, and J.J.SAUTER: Physiology of secondary tissues of Populus. In: *Biology of Populus and its implications for management and conservation. Part II, Chapter 13.* Ed. by R.F. Stettler et al. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, ON. 1996, pp.301-329.
- (K14) WISNIEWSKI, M., J.J. SAUTER, Valérie STEPIEN, and L.H. FUCHIGAMI: The response of dormant buds of peach and poplar to near-lethal heat stress: heat-shock response and changes in thermal sensitivity. Abstracts, Intern. Sympos. Plant Dormancy, Corvallis (1994).
- (K15) BANKOVA, VS., POPOV SS., MAREKOV NL., Isopentenyl Cinnamates from Poplar Buds and Propolis, *Phytochemistry* 28 (1989) 871-873

### Speziell zu Lichtschutz

- (L1) FUCHS, J., Potentials and limitations of the natural antioxidants RRR-alpha-tocopherol, L-ascorbic acid and beta-carotene in cutaneous photoprotection; *Free Radic Biol Med*, 25 (1998) 848-873
- (L2) GASPARRO, FP., Mitchnick M., Nash JF; A review of sunscreen safety and efficacy; *Photochem. Photobiol* 68 (1998) 243-256
- (L3) WULF, HC., STENDER, IM.; LOCK-ANDERSEN, J.; Sunscreens used at the beach do not protect against erythema: a new definition of SPF is proposed. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 13 (1997) 129-132

- 
- (L4) MCLEAN, D., GALLAGHER, R.; Sunscreens. Use and misuse; *Dermatol Clin* 16 (1998) 219-226
- (L5) SCHWARZENBACH, R., Ist der SPF noch zeitgemäß; *Parfümerie und Kosmetik*, 79 / 5 (1998) 7 - 11
- (L6) BATTISTUTA, D., WILLIAMS, GM., GREEN, AC.; Effectiveness of daily sunscreen application and  $\beta$ -carotene intake for prevention of photoaging: a community-based randomised trial. 13<sup>th</sup> International Congress on Photobiology, July 2000 Abstract 55, p.18
- (L7) VOORHEES, JJ., Mechanisms of photoaging and prevention by retinoids. 13<sup>th</sup> International Congress on Photobiology, July 2000 Abstract 401, p.133
- (L8) GRIFFITHS, CE., The extracellular matrix and photoaging. 13<sup>th</sup> International Congress on Photobiology, July 2000 Abstract 402, p.134
- (L9) CHUNG, JH., Kee SH., Youn CS., Eun HC.; Cutaneous photodamage in Asians, 13<sup>th</sup> International Congress on Photobiology, July 2000 Abstract 403, p.134
- (L10) WEINSTOCK, MA., Controversies in the role of sunlight in the pathogenesis of cutaneous melanoma. *Photochemistry and Photobiology*, 63 (1996) 406 – 409
- (L11) JANßEN, A., SCHULTE, K., HANNING, S., MEHLAN, D., In vitro Bestimmung der Lichtschutzfaktoren von Sonnenschutzmitteln auf Absorberbasis durch photometrische Absorptionmessung, Fachhochschule Münster, A-48565 Steinfurt.
- (L12) SONNENSCHUTZFORMULIERUNGEN, *Parfümerie und Kosmetik* 79, 6 (1998), 37 – 47
- (L13) CANTRELL, A., MCGARVEY, DJ., MULROY, L., TRUSCOTT, TG., Laser Flash Photolysis Studies of the UVA Sunscreen Mexoryl SX, *Photochemistry Photobiology* 70 (1999) 292 – 297
- (L14) LÜPKE, G., Wirken UV-Filter wie Hormone, *Natur und Kosmos* 6 (2001) 8 - 11
- (L15) GERASCH, S., Nur nicht rot werden. *Oekotest* 7 (2001)
- (L16) anon., Kein eitel Sonnenschein, *Oekotest* 5 (2001)
- (L17) GELLERT, W., *Handbuch der Mathematik*, Buch und Zeit Verlagsgesellschaft Köln, 1972
- (L18) BERTRAND, U., Kein Schattendasein, *Ökotest* 6 (1997)

## 14 VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN, TABELLEN UND ABKÜRZUNGEN

### Abbildungen

Abbildung 1	Überblick über die durchgeführten Arbeiten .....	19
Abbildung 2	Masseverlust von Mädesüß Blüten durch Trocknung bei Raumtemperatur .....	30
Abbildung 3	Masseverlust von Balsampappel Knospen durch Trocknung bei Raumtemperatur .....	30
Abbildung 4	Aschen von Balsampappel Knospen, Mädesüß Blüten und Weintraube Kernen .....	45
Abbildung 5	Abklatsch-Testmedien .....	52
Abbildung 6	SimPlate Test .....	54
Abbildung 7	BacTrac 4100 .....	99
Abbildung 8	Antimikrobielle Aktivität durch Probe BP 001 im Challengetest über 28 Tage .....	104
Abbildung 9	O/W Emulsion mit 3% Balsampappel Knospen Extrakt .....	111
Abbildung 10	O/W Emulsion mit 3% Berberitze Beere Extrakt .....	111
Abbildung 11	O/W Emulsion mit 3% Mädesüß Blüten Extrakt .....	112
Abbildung 12	O/W Emulsion mit 3% Preiselbeere Beeren Extrakt .....	112
Abbildung 13	O/W Emulsion mit 3% Traubenkerne Ölkuchen Extrakt .....	113
Abbildung 14	O/W Emulsion mit 3% Balsampappel Knospen Extrakt, beimpft, nach 4 Wochen .....	117
Abbildung 15	O/W Emulsion mit 3% Berberitze Beere Extrakt, beimpft, nach 4 Wochen .....	119
Abbildung 16	O/W Emulsion mit 3% Mädesüß Blüten Extrakt, beimpft, nach 4 Wochen .....	121
Abbildung 17	O/W Emulsion mit 3% Preiselbeere Beere Extrakt, beimpft, nach 4 Wochen .....	123
Abbildung 18	O/W Emulsion mit 3% Weintraube Ölkuchen Extrakt, beimpft, nach 4 Wochen .....	125
Abbildung 19	O/W Emulsion mit 3% Extrakt-MIX, beimpft, nach 4 Wochen Inkubation .....	127
Abbildung 20	O/W Emulsion mit 3% Extrakt-MIX und Asche, beimpft, nach 4 Wochen Inkubation .....	130
Abbildung 21	Standard: Arbutin (0,1 mg/ml), Phloridzin (0,01 mg/ml) .....	133
Abbildung 22	Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Apfelkernen .....	135
Abbildung 23	Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Apfelwurzel .....	135
Abbildung 24	Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Apfelwurzelholz .....	136
Abbildung 25	Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Apfelwurzelrinde .....	136
Abbildung 26	Spektrum des ethanol. Extraktes aus Balsampappelknospen .....	137
Abbildung 27	Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Hauhechelwurzel .....	137
Abbildung 28	Spektrum des ethanolischen Extraktes aus Preiselbeerblätter .....	138
Abbildung 29	Spektrum des ethanol. Extraktes aus grüner Preiselbeer (frisch) .....	138
Abbildung 30	Spektrum des ethanol. Extraktes aus roter Preiselbeer (frisch) .....	139
Abbildung 31	Vergleich der Absorption im UV-B wie UV-A-Bereich synthetischer Lichtschutzstoffe mit den Extrakten aus Pflanzenrohstoffen und Harzen .....	145
Abbildung 32	Balsampappelknospen standardisiert und spektrophotometrisch untersucht .....	146
Abbildung 33	Spektren der nach Tabelle 26 ausgewählten Extrakte zur Einarbeitung in Emulsionen und Bestimmung des SPF <i>in vivo</i> .....	150
Abbildung 34	Objektträger mit Sonnenschutzmittelprobe 5,0 mg auf einer definierten Fläche mit 2,5 cm Durchmesser zur <i>in vitro</i> Bestimmung des SPF .....	155
Abbildung 35	Überlagerte Spektren der Sonnenschutz-mittelserie "Sundance" (n = 8) .....	155

Abbildung 36	Regressionsgerade der SPF-Kalibration mittels Sonnenschutzmittelsreihe "Sundance" mit SPF = 4, 8, 12, und 20 .....	156
Abbildung 37	Logarithmische Darstellung der SPF-Kalibrationskurve. ....	157
Abbildung 38	Spektrum der Basispräparation aus Balsampappelknospenextrakt 3 % in O/W.....	158
Abbildung 39	Farbvergleich ausgewählter Extrakte 2 % in Emulsion (A) Ultrasic Schering, (B) Naturkosmetikemulsion. Die Basiscreme zeigt die Emulsionen ohne Extrakte.....	161
Abbildung 40	Logarithmische Darstellung der SPF Kalibration: n = 35, SPF = 1,1 - 20 .....	167
Abbildung 41	Sonnenschutzmittel von Fa Martin Sanoll mit SPF = 6, 8, 10, 12 und einer Apres Sun Emulsion. ....	169
Abbildung 42	Muster-Ettiketierung des Sonnenschutzmittels Faktor = 12 und Deklaration nach INCI .....	171

## Tabellen

Tabelle 1	Übersicht über die Methoden der Bestimmung des antimikrobiellen Potentials anhand eines Vergleiches der ethanolischen Balsampappelknospen-Extrakte mit konventionellen Konservierungsmitteln.....	21
Tabelle 2	Zusammenfassung der Ergebnisse des Trübungstests .....	22
Tabelle 3	Zusammenfassung der Ergebnisse des Belastungstests in der Kosmetik .....	24
Tabelle 4	Die ausgewählten Pflanzen und deren Herkunft.....	29
Tabelle 5	Übersicht der Standard-Extrakte zur Untersuchung .....	36
Tabelle 6	Extraktausbeuten mit EtOH / Wasser - Gemischen .....	41
Tabelle 7	Extraktausbeuten mit Jojobaöl .....	42
Tabelle 8	Extraktausbeuten mit Olivenöl .....	43
Tabelle 9	Extraktausbeuten mit Glycerin .....	44
Tabelle 10	Ausbeuten der Veraschung.....	45
Tabelle 11	Ausgewählte Extrakte zur Untersuchung des antimikrobiellen Potentials .....	48
Tabelle 12	Herkömmliche Konservierungsmittel und die Wirkung gegen Bakterien (B), Hefe (H) und Schimmelpilze (S). ....	51
Tabelle 13	Ergebnisse Agardiffusionstest .....	97
Tabelle 14	Vergleich der BacTrac-Methode mit klassischer Mikrobiologie (Quelle SY-LAB 1999).....	98
Tabelle 15	Ergebnisse Elektrodenimpedanzmessung / Agardiffusionstest.....	101
Tabelle 16	Ergebnisse Medienimpedanzmessung / Agardiffusionstest .....	102
Tabelle 17	Abimpfungsserie im Konservierungsmittelbelastungstest.....	107
Tabelle 18	Pflanzenextrakte für den Kosmetik-Belastungstest .....	108
Tabelle 19	Übersicht über die Testansätze des Kosmetik-Belastungstests .....	110
Tabelle 20	Übersicht über die Inokula des Kosmetik-Belastungstests.....	113
Tabelle 21	Pflanzenrohstoffe und Kurzzeichen zur Untersuchung des Lichtschutzpotentials .....	131
Tabelle 22	spektroskopische Voruntersuchung der Extrakte der ausgewählten Pflanzenrohstoffe.....	134
Tabelle 23	Pflanzenrohstoffe und die spektroskopische Beurteilung der Extrakte.....	148
Tabelle 24	Zusammenfassung der Extrakte und Verarbeitungsvorschläge für den Lohnhersteller zur Einarbeitung in Standardkosmetik .....	153
Tabelle 25	Übersicht des SPF <i>in vitro</i> und <i>in vivo</i> ausgewählter Pflanzenextrakte .....	159

Tabelle 26	Pflanzenrohstoffe und die visuelle Beurteilung der Farbgebung der Basisemulsionen nach der erstellten Skala von 1 (sehr hell bis farblos) bis 5 (sehr dunkel) .....	162
Tabelle 27	Rezeptur Sonnenschutz Basispräparat X/03/01 San. Lotion 1 .....	163
Tabelle 28	Vergleich <i>in vivo</i> Bestimmung des SPF nach COLIPA ausgewählter Emulsionen und <i>in vitro</i> Bestimmung des SPF.....	165
Tabelle 29	Rezeptur des Endproduktes SPF = 12 .....	168
Tabelle 30	Konzentration der Lichtschutzmittel in Epikutantest-Prüfpräparationen.....	172
Tabelle 31	Übersicht der „wirksamen“ Pflanzen .....	174

## Abkürzungen

AbU	Absorbance Units
B	Bacteria, Bakterien
BCC	Basal Cell Carcinoma
CD	Cluster of Differentiation
CfU	Colony forming Unit
CMM	Cutaneous Malignant Melanoma
COLIPA	Comité de Liaison des Associations Européennes de l'Industrie de la Parfumerie, des Produits Cosmétiques et de Toilette
DPF	DNA Protecting Factor
DTH	Delayed Type Hypersensitivity
EtOH	Ethanol
IPF	Immunsuppressive Factor
M	Mould, Schimmelpilze
MPN	most probable number
MPPD	Minimum Persistent Pigment Darkening Dose
NMSC	Non Melanoma Skin Cancer
O/W	Öl in Wasser Emulsion
ROL	Retinol
SCC	Squameous Cell Carcinoma
SPF	Sun Protecting Factor (Sonnenschutzfaktor)
TVC	Total viable colonies, Gesamtkeimzahl
UVR	Ultraviolet Radiation
UV	Ultraviolet (A, bzw B)
%(v/v)	Volumsprozent
W/O	Wasser in Öl Emulsion
%(w/w)	Massenprozent
Y	Yeast, Hefen