

UFOPLAN-Projekt FKZ 360 01 064

CHEMIKALIENAUSWAHL UND -ANWENDUNG IN KLEINEN UND MITTELSTÄNDISCHEN UNTERNEHMEN

ANALYSE DER NACHHALTIGKEITSGRADE

Kurzfassung, 11. März 2013

IMPRESSUM

Endbericht - Kurzfassung FKZ 360 01 064

Chemikalienauswahl und -anwendung in kleinen und mittelständischen Unternehmen

Analyse der Nachhaltigkeitsgrade

Bearbeitung

Dirk Jepsen (Projektleitung), Antonia Reihlen und Olaf Wirth
Ökopol - Institut für Ökologie und Politik GmbH
Nernstweg 32 – 34; 22765 Hamburg

Dirk Bunke
Öko-Institut e.V.
Merzhauser Straße 173, 79100 Freiburg

Mario Dobernowski
Kooperationsstelle Hamburg IFE GmbH
Humboldstr. 67a; 22083 Hamburg

Inhalt

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	II
1 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG	1
2 ERGEBNISSE DER UNTERNEHMENSBEISPIELE	1
2.1 Vorgehen	1
2.2 Fallbeispiel UHU GmbH & Co KG	2
Charakterisierung des Unternehmens (KMU Bezug)	2
Beschreibung der infrage stehenden Produkte/Prozesse (Auswahl der Hotspots, Ausgangssituation, Alternativen).....	3
Materielle Ergebnisse der Anwendung der Leitfadenkriterien	4
2.3 Fallbeispiel Kilian Industrieschilder GmbH	12
Charakterisierung des Unternehmens (KMU Bezug)	12
Beschreibung der betrachteten Produkte und Prozesse (Auswahl der Hotspots, Ausgangssituation, Alternativen).....	13
Nachträgliche Bewertung der verwendeten Stoffe und der vorgenommenen Stoff-Substitution.....	15
Materielle Ergebnisse der Anwendung der Kriterien aus dem Leitfaden „Nachhaltige Chemikalien“	15
2.4 Erfahrungen aus der Anwendung des Leitfadens in den beiden Unternehmen	22
Stärken des Leitfadens in seiner jetzigen Form:	22
Schwächen des Leitfadens in seiner jetzigen Form:	23
Probleme bei der Datenbeschaffung.....	24
2.5 Übergreifende Ergebnisse/Empfehlungen aus der Fallbeispielbearbeitung	24

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vorreinigung I bei der Fa Kilian	14
Abbildung 2: Vorreinigung II bei der Fa Kilian	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Ergebnisse des Vergleiches von Phenolphthalein und Thymolphthalein anhand der stoffbezogenen Kriterien 1-5 des Leitfadens.....	4
Tabelle 2: Ergebnisse des Vergleiches von Cyclohexan und Solvent Naphtha leicht anhand der stoffbezogenen Kriterien 1-5 des Leitfadens.	5
Tabelle 3: Ergebnisse des Vergleiches von Aceton und Ethanol anhand der stoffbezogenen Kriterien 1-5 des Leitfadens.....	6
Tabelle 4: Bewertung von Kieselsäuren anhand der stoffbezogenen Kriterien 1-5 des Leitfadens.....	8
Tabelle 5: Ökobilanzielle Daten für fünf Stoffe und ein Polymer zur Bewertung des Kriteriums Treibhauspotenzial.	11
Tabelle 6: Ökobilanzielle Daten zu für fünf Stoffe und ein Polymere zur Bewertung des Kriteriums Ressourcenverbrauch.....	11
Tabelle 7: Hinweise aus dem Leitfaden zur Beurteilung des Unterkriteriums „Erneuerbarkeit der Rohstoffe“.....	12
Tabelle 8: Vergleich Tetrachlorethylen und Pflanzenölester Estisol 242.	15

Tabelle 9:	Vergleich Lösungsmittelnaphtha (Erdöl) und Pflanzenölester Estisol 242	17
Tabelle 10:	Vergleich Naphtha (Erdöl), hydrodesulfuriert, schwer und Pflanzenölester Estisol 242	18
Tabelle 11:	Ökobilanzierende Daten zu Treibhauspotenzial	20
Tabelle 12:	Ökobilanzierende Daten zu Energieaufwand, Wasserverbrauch und Abfallaufkommen	21

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

APEO	Alkylphenolethoxylate
BCF	Bioakkumulationsfaktor
BDG	Butyldiglykol
BDK	2,2-dimethoxy-1,2-diphenyl-ethanon
BVT	Beste-Verfügbare-Technik
CKW	Chlor-Kohlenwasserstoffe
CLP	Classification, Labelling and Packaging
DEHP	Bis (2-ethylhexyl) Phthalat
DIDP	di-“Isodecyl” Phthalat
DINP	di-“Isononyl” Phthalat
EDC	Endokriner Disruptor
HDDA	1,6-Hexandioldiacrylat
ITX	Isopropylthioxanthon
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
LC50	LC = Letale Konzentration; LC 50 - Konzentration bei der 50% der exponierten Individuen einer Population letale Folgen aufweisen
LM	Lösungsmittelkomponente
MDI	4,4'-Methylendiphenyldiisocyanat
MIPS	Materialintensität pro Serviceeinheit
MMS	Minimalmengenschmierung
n.d.	No data
Pa	Pascal
PBT/vPvB	<u>P</u> ersistent <u>B</u> ioakkumulierend und <u>T</u> oxisch (PBT) sehr (very) <u>P</u> ersistent und sehr (very) <u>B</u> ioakkumulierend (vPvB)
PC	Polycarbonat
PE	Polyethylen
PP	Polypropylen
PVA	Polyvinylacetat
PVP	Polyvinylpyrrolidon
SDB	Sicherheitsdatenblatt
SubChem	Substitution gefährlicher Stoffe
TEDX	The Endocrine Disruption Exchange, Inc.
THM	Textilhilfsmittel

1 HINTERGRUND UND ZIELSETZUNG

Das Umweltbundesamt hat 2008-2010 auf dem aktuellen Stand der Fachdiskussionen Kriterien für die nachhaltige Auswahl und Anwendung von Chemikalien zusammengeführt und in einen Leitfaden für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) münden lassen¹. Diese Kriterien und das im Leitfaden entwickelte systematische Vorgehen sollten im Rahmen des nun abgeschlossenen Projekts anhand praktischer Beispiele und Referenzerfahrungen weiter erprobt und analysiert werden².

Neben grundlegend systematischen Aspekten der Anwendbarkeit des Leitfadens³ wurden hierzu in enger Zusammenarbeit mit zwei KMU geprüft und diskutiert wie Chemikalien unter den Nachhaltigkeitskriterien des Leitfadens ausgewählt und beurteilt werden können.

Das UFOPLAN-Projekt wurde in einer Kooperation zwischen Ökopol (Projektsteuerung), dem Öko-Institut e.V. und der Kooperationsstelle Hamburg IFE GmbH durchgeführt.

2 ERGEBNISSE DER UNTERNEHMENSBEISPIELE

2.1 Vorgehen

Es wurden gezielt Unternehmen identifiziert, die nicht nur in der Vergangenheit Stoffinnovationen durchgeführt haben, sondern die vielmehr auch aktuell vor der Herausforderung stehen, weitere Veränderungen in der Stoffauswahl und -anwendung vorzunehmen. Im engen Zusammenspiel mit den Praxis-Partnern wurden durch die Gutachter konkrete Praxisbeispiele der Unternehmen mithilfe des UBA Leitfadens „bewertet“. Neben dem materiellen Ergebnis, d.h. der Antwort auf die Frage nach der „Nachhaltigkeit“ der durchgeführten Stoffinnovationen, wurden dabei insbesondere auch Beobachtungen in Hinblick auf mögliche Verständnis- und/oder Anwendungsprobleme des Leitfadens selbst festgehalten. Die Ergebnisse der Analyse werden im Folgenden über eine textliche Darstellung hinaus auch in Form einfacher Grafiken/Schemata dokumentiert. In ihnen werden Grün, Gelb und Rot entsprechend den

¹ <http://www.umweltbundesamt.de/uba-info-medien/4168.html>

² Im gesamten Dokument wird der Begriff „Leitfaden“ verwendet, wenn auf die im Projekt durchgeföhrten Arbeiten mit dem UBA-Leitfaden „Nachhaltige Chemikalien“ verwiesen wird.

³ U.a. wurde geprüft, ob und welche Ergänzungen im Leitfaden implementiert werden müssen, um ihn auch bei der Nachhaltigkeitsbeurteilung von Formulierungen (Gemische) und von Mineralfasern anwenden zu können.

Empfehlungen des Leitfadens verwendet. Es bedeuten, bezogen auf das jeweilige Kriterium bzw. Unterkriterium:

- Grün: Es besteht kein Handlungsbedarf. Anhand der recherchierten Informationen konnte belegt werden, dass der Stoff hinsichtlich des Unterkriteriums nicht problematisch ist.
- Gelb: Es besteht Handlungsbedarf. Die recherchierten Informationen zeigen, dass der Stoff hinsichtlich des untersuchten Unterkriteriums problematisch ist.
- Rot: Es besteht hoher Handlungsbedarf. Die recherchierten Informationen zeigen, dass der Stoff hinsichtlich des untersuchten Unterkriteriums sehr problematische Eigenschaften hat.
- Weiß: Es liegen keine Daten vor, um den jeweiligen Indikator bzw. das Kriterium zu operationalisieren. In diesem Fall besteht Handlungsbedarf, um die für eine Beurteilung erforderlichen Informationen zu erhalten.

2.2 Fallbeispiel UHU GmbH & Co KG

2.2.1 Charakterisierung des Unternehmens (KMU Bezug)

Die UHU GmbH & Co. KG⁴ ist ein mittelständisches Unternehmen mit etwa 450 Mitarbeitern. Der Produktionsstandort ist Bühl in Baden-Württemberg. Niederlassungen und Distributionspartner gibt es in mehr als 125 Ländern weltweit. Seit 1994 ist UHU 100-prozentige Tochter der Bolton Group. Die Bolton Group ist ein internationales Unternehmen, welches weltweit eine breite Palette von Markenartikeln im Konsumgüterbereich produziert und vermarktet. Diese reichen von Lebensmitteln und Haushaltspflege-Produkten über Klebstoffe bis hin zu Körper- und Schönheitspflegeprodukten. UHU verfügt über 80 Jahre Erfahrung in der Entwicklung, Herstellung und Vermarktung hochwertiger Klebstoffe für den privaten Endverbraucher und für die verschiedensten Einsatzgebiete. Seit 1932, seit der Erfindung von UHU Alleskleber – erster gebrauchsfertiger Kunstharzkleber der Welt – ist die Marke „UHU“ der Begriff für Klebstoff und Kleben schlechthin. Die ständige Entwicklung neuer Produkte und fortschrittlicher Klebstoff-Technologien hat dazu geführt, dass UHU ein umfassendes Klebstoffsortiment anbietet. Produktgruppenbezogene Informationen werden auf der Internet-Seite des Unternehmens angeboten (<http://www.uhu.com/de/home.html>). Hier wird aus Verbraucherperspektive auf die unterschiedlichen Anwendungsbereiche eingegangen. Das Produktsortiment besteht heute aus unterschiedlichen Klebstoffen für alle klebbaren Materialien. Die Produkttypen unterscheiden sich erheblich in ihrer stofflichen Zusammensetzung. Bei vielen Produktkategorien werden sowohl lösemittel- als auch wasserbasierte Produkte angeboten.

Historisch begründet liegt die Produktionsstätte von UHU inmitten der Kleinstadt Bühl. Auch deshalb sind Sicherheit und Sauberkeit der Produktion für das

⁴ Im folgenden Text wird zur einfacheren Lesbarkeit anstelle von „UHU GmbH & Co. KG“ die Kurzform „UHU“ verwendet.

Unternehmen selbstverständlich. Darüber hinaus wurde in den letzten Jahrzehnten eine Vielzahl von Projekten durchgeführt, um Lösungsmittel- und CO₂-Emissionen zu senken sowie Abfallmengen und Wasserverbrauch zu reduzieren. Im Rahmen der produktbezogenen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten legt man großen Wert auf strategische Innovationen, neue Technologien sowie auf die kontinuierliche Optimierung der bestehenden Produkte (z.B. Optimierung der Inhaltsstoffe). Bei UHU gewinnt das Thema Nachhaltigkeit immer mehr an Bedeutung. Umweltbewusstes Handeln ist schon länger ein fester Bestandteil in der UHU-Unternehmenspolitik. Entsprechende Maßnahmen werden in allen Bereichen – angefangen bei der Produktentwicklung über den Produktionsprozess bis hin zur Verwendung und Entsorgung durch den Verbraucher – umgesetzt. UHU arbeitet stetig daran, die Gesundheit der Mitarbeiter sowie von Millionen von Verbrauchern in aller Welt und die Umwelt bestmöglich zu schützen. Bestandteil der Firmenziele ist u.a., nicht nur alle strengen gesetzlichen Bestimmungen und Richtlinien zu erfüllen, sondern diese falls möglich zu übertreffen.

UHU hat schon immer Klebstoffe für Kinder, Eltern aber auch für Heimwerker entwickelt. Auch zukünftig wird UHU daran arbeiten, innovative und „sichere“ Produkte zu entwickeln, um die Bedürfnisse der Kunden in konkrete Lösungen umzusetzen.

2.2.2 Beschreibung der infrage stehenden Produkte/Prozesse (Auswahl der Hotspots, Ausgangssituation, Alternativen)

UHU stellt schwerpunktmäßig Produkte her, die sowohl an Laien/Endverbraucher und an professionelle Anwender verkauft werden. Deshalb sollen sich die Produkte durch eine hohe Qualität und einen sicheren Gebrauch auszeichnen und die Umwelt so wenig wie möglich belasten. Die Vermeidung bzw. Substitution von Gefahrstoffen, die im Produkt enthalten sind, stellt daher einen Schwerpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von UHU dar. Bei Chemikalien, die als Prozesshilfsstoffe eingesetzt werden, ohne im Endprodukt enthalten zu sein, stehen Arbeitsschutzaspekte im Vordergrund.

Alle Verpackungsmaterialien, welche UHU für seine Produkte einsetzt, sind nicht nur recycelbar – ein Großteil davon ist sogar auf Basis von recyceltem Verpackungsmaterial hergestellt. Weitere Ideen werden hier verfolgt. Auch hierzu wurde der Leitfaden „Nachhaltige Chemikalien“ für die vergleichende Bewertung der Materialien eingesetzt.

Die folgenden Substitutionsfälle wurden anhand des Leitfadens untersucht:

- Ersatz von Phenolphthalein durch Thymolphthalein
- Ersatz von Cyclohexan durch ein Lösemittelgemisch auf Basis von Solvent Naphtha leicht
- Einsatz der organischen Lösemittel Ethanol, Aceton, Ethylacetat und Methylacetat
- Einsatz anorganischer Kieselsäuren

2.2.3 Materielle Ergebnisse der Anwendung der Leitfadenkriterien

Aus Gründen der einfacheren Darstellung werden nachfolgend zunächst für die einzelnen betrachteten Substitutionsfälle jeweils die Ergebnisse der Kriterien zu Stofflisten, PC Eigenschaften, Gefährlichkeit für Mensch und Umwelt sowie zur Mobilität der Stoffe dargestellt und anschließend gemeinsam die Ergebnisse der Kriterien zur Herkunft, zum Treibhauspotenzial und zum Ressourcenverbrauch.

Kriterien zu Stofflisten, PC Eigenschaften, Gefährlichkeit für Mensch und Umwelt, zur Mobilität der Stoffe

Ersatz von Phenolphthalein durch Thymolphthalein

Tabelle 1 zeigt vergleichend die Ergebnisse der Anwendung der stoffbezogenen Kriterien auf den Farbstoff (pH Indikator) Phenolphthalein und das als Ersatz verwendete Thymolphthalein.

Tabelle 1: Ergebnisse des Vergleiches von Phenolphthalein und Thymolphthalein anhand der stoffbezogenen Kriterien 1-5 des Leitfadens.

Kriterium	Phenolphthalein	Thymolphthalein
Nennung in Problemstofflisten	Stoff steht auf einer oder mehreren Listen.	Stoff steht auf keiner Liste.
Physikalisch-chemische Eigenschaften	Keine bedenklichen physikalisch-chemischen Eigenschaften	Keine bedenklichen physikalisch-chemischen Eigenschaften
Gefährlichkeit für den Menschen		
Gefährlich bei Inhalation, Verschlucken (Ingestion) und Augenkontakt	Stoff gefährdet die Gesundheit schwerwiegend.	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.
Gefährlich bei Hautkontakt	Stoff hat nur sehr geringfügige schädigende Wirkungen auf die Haut.	Stoff hat nur sehr geringfügige schädigende Wirkungen auf die Haut.
Hormonelle Wirkung	Steht auf der Liste der hormonell wirksamen Stoffe.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Gefährlichkeit für die Umwelt		
PBT/vPvB und Toxizität	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Mobilität des Stoffes		
Freisetzungspotenzial in Wasser	Hohe Wasserlöslichkeit	Geringe Wasserlöslichkeit
Freisetzungspotenzial in Luft	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Ferntransport	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Freisetzungspotenzial am Arbeitsplatz	Etwas staubend	Etwas staubend

Sowohl bei dem Kriterium „Nennung in Problemstofflisten“ als auch beim Kriterium „Gefährlichkeit für den Menschen“ konnten durch den Ersatz deutliche Verbesserungen erzielt werden. Phenolphthalein ist als besonders besorgniserregender Stoff auf der REACH-Kandidatenliste genannt. Es kann zu schwerwiegenden chronischen Gesundheitsschäden beim Menschen führen. Beides trifft für den Ersatzstoff Thymolphthalein nicht zu.

Für eine vollständige Beurteilung der Mobilität sind für beide Stoffe weitere Informationen erforderlich. Beim Unterkriterium „Freisetzungspotenzial ins Wasser“ bekommt Thymolphthalein aufgrund seiner geringen Wasserlöslichkeit eine wesentlich bessere Bewertung als Phenolphthalein.

Auf der Grundlage der verfügbaren Daten konnte die von UHU vorgenommene Substitution von Phenolphthalein durch Thymolphthalein anhand der Kriterien des Leitfadens als „richtungssicher“⁵ beurteilt werden.

UHU hat vor der Neueinstufung des Stoffes Phenolphthalein - obwohl die geringe Einsatzmenge unterhalb der Deklarationsgrenze lag und somit keinen Einfluss auf die Produktkennzeichnung hatte - auf den Alternativstoff Thymolphthalein umgestellt.

Ersatz von Cyclohexan durch Solvent Naphtha leicht

Tabelle 2 zeigt vergleichend die Ergebnisse der Anwendung der stoffbezogenen Kriterien auf das Lösemittel Cyclohexan und das als Ersatz verwendete Solvent Naphtha leicht.

Tabelle 2: Ergebnisse des Vergleiches von Cyclohexan und Solvent Naphtha leicht anhand der stoffbezogenen Kriterien 1-5 des Leitfadens.

Kriterium	Cyclohexan	Solvent Naphtha leicht
Nennung in Problemstofflisten	Stoff steht auf einer oder mehreren Listen.	Stoff steht auf keiner Liste.
Physikalisch-chemische Eigenschaften	Stoff ist leicht entzündlich.	Stoff ist leicht entzündlich.
Gefährlichkeit für den Menschen		
Gefährlich bei Inhalation, Verschlucken (Ingestion) und Augenkontakt	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.
Gefährlich bei Hautkontakt	Stoff schädigt die Haut.	Stoff hat nur sehr geringfügige schädigende Wirkungen auf Haut.
Hormonelle Wirkung	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Gefährlichkeit für die Umwelt		
PBT/vPvB und Toxizität	Stoff eingestuft mit R50/53	Aufgrund der Datenlage kann nicht ausgeschlossen werden, dass der Stoff ein PBT/vPvB ist.

⁵ „Richtungssicher“ bedeutet, dass in mehreren Kriterienbereichen Entlastungen identifiziert werden konnten, ohne dass es konkrete Hinweise auf kontraindikative Wirkungen in weiteren, aufgrund fehlender Daten nicht abschließend bewerteten Kriterienbereichen gibt.

Kriterium	Cyclohexan	Solvent Naphtha leicht
Mobilität des Stoffes		
Freisetzungspotenzial in Wasser	Hohe Wasserlöslichkeit	Geringe Wasserlöslichkeit
Freisetzungspotenzial in Luft	Hoher Dampfdruck	Hoher Dampfdruck
Ferntransport	Kein Hinweis auf Ferntransport, wahrscheinlich rascher Abbau in der Atmosphäre	Stoff nicht persistent in der Luft
Freisetzungspotenzial am Arbeitsplatz	Gar nicht staubend	Gar nicht staubend
Freisetzungspotenzial	Wird in Gemischen verwendet, wird beabsichtigt aus Produkten freigesetzt.	Wird in Gemischen verwendet, wird beabsichtigt aus Produkten freigesetzt.

Sowohl bei dem Kriterium „Nennung in Problemstofflisten“ als auch bei den Kriterien „Gefährlichkeit für die Umwelt“ und „Mobilität des Stoffes“ zeigt der Ersatzstoff Solvent Naphtha leicht deutlich bessere Ergebnisse. Geringere Unterschiede zugunsten des Ersatzstoffes Solvent Naphtha leicht treten bei der Gefährlichkeit für den Menschen auf. Beide Stoffe können aus den Produkten freigesetzt werden.

Ökobilanzielle Daten waren für beide Stoffe vorhanden, hier zeigten sich in der Bewertung jedoch keine Unterschiede (siehe hierzu auch das übernächste Unterkapitel). Auf der Grundlage der verfügbaren Daten konnte die von UHU vorgenommene Substitution von Cyclohexan durch Solvent Naphtha leicht anhand der Kriterien des Leitfadens als „richtungssicher“ beurteilt werden.

Einsatz organischer Lösemittel

Bei UHU werden in Formulierungen verschiedene organische Lösemittel eingesetzt. Für die Erprobung des Leitfadens wurden die stoffbezogenen Kriterien auf die Stoffe Aceton und Ethanol, Methylacetat und Ethylacetat angewendet. Tabelle 3 zeigt vergleichend die Ergebnisse der Anwendung der stoffbezogenen Kriterien auf Aceton und Ethanol.

Tabelle 3: Ergebnisse des Vergleiches von Aceton und Ethanol anhand der stoffbezogenen Kriterien 1-5 des Leitfadens

Kriterium	Aceton	Ethanol
Nennung in Problemstofflisten	Stoff steht auf keiner Liste.	Stoff steht auf keiner Liste.
physikalisch-chemische Eigenschaften	Stoff ist leicht entzündlich.	Stoff ist leicht entzündlich.
Gefährlichkeit für den Menschen		
Gefährlich bei Inhalation, Verschlucken (Ingestion) und Augenkontakt	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.

Kriterium	Aceton	Ethanol
Gefährlich bei Hautkontakt	Stoff hat nur sehr geringfügige schädigende Wirkungen auf die Haut.	Stoff hat nur sehr geringfügige schädigende Wirkungen auf die Haut.
Hormonelle Wirkung	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Gefährlichkeit für die Umwelt		
PBT/vPvB und Toxizität	Kein PBT/vPvB, keine hohe aquatische Toxizität	Kein PBT/vPvB, keine hohe aquatische Toxizität
Mobilität des Stoffes		
Freisetzungspotenzial in Wasser	Hohe Wasserlöslichkeit	Hohe Wasserlöslichkeit
Freisetzungspotenzial in Luft	Hoher Dampfdruck	Hoher Dampfdruck
Ferntransport	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Freisetzungspotenzial am Arbeitsplatz	Gar nicht staubend	Gar nicht staubend
Freisetzungspotenzial	Wird in Gemischen verwendet, wird beabsichtigt aus Produkten freigesetzt.	Wird in Gemischen verwendet, wird beabsichtigt aus Produkten freigesetzt.

Für die zwei weiteren untersuchten Lösemittel - Methylacetat und Ethylacetat -, führt die Bewertung anhand der Kriterien zu vergleichbaren Ergebnissen.

Die Auswertung zeigt, dass die von UHU eingesetzten Lösemittel nicht in Problemstofflisten genannt werden. Die problematische physikalisch-chemische Eigenschaft „hoher Dampfdruck“ ist funktional bedingt. Gleiches gilt für das zur Einstufung „Rot“ führende Freisetzungspotenzial aus den Produkten. Bei der Verwendung in der Produktion werden die Arbeitsschutz-, Sicherheits- und Umweltanforderungen erfüllt (z.B. Gaspendelverfahren, Aktivkohlefilter). Die problematische Eigenschaft „Hohe Wasserlöslichkeit“ wirkt sich bei den betrachteten Substanzen nicht kritisch aus, da sie nicht als umweltgefährlich eingestuft sind.

Bezogen auf die Kriterien „Gefährlichkeit für den Menschen“ und „Gefährlichkeit für die Umwelt“ besteht kein Handlungsbedarf. Die vier Lösemittel zeigen bei den betrachteten Nachhaltigkeitskriterien keine Unterschiede und keinen zusätzlichen Handlungsbedarf.

Einsatz anorganischer Kieselsäuren

UHU setzt in unterschiedlichen Formulierungen Kieselsäuren ein. Tabelle 4 zeigt die Ergebnisse der Anwendung der stoffbezogenen Kriterien auf Kieselsäure.

Tabelle 4: Bewertung von Kieselsäuren anhand der stoffbezogenen Kriterien 1-5 des Leitfadens.

Kriterium	Bewertung	Begründung
Nennung in Problemstofflisten	Stoff steht auf keiner Liste.	Stoff steht auf keiner Liste.
physikalisch-chemische Eigenschaften	Keine bedenklichen physikalisch-chemischen Eigenschaften	Keine Einstufung
Gefährlichkeit für den Menschen		
Gefährlich bei Inhalation, Verschlucken (Ingestion) und Augenkontakt	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.	Keine Einstufung
Gefährlich bei Hautkontakt	Stoff hat nur sehr geringfügige schädigende Wirkungen auf die Haut.	Keine Einstufung
Hormonelle Wirkung	Mehr Informationen benötigt	Kein Hinweis auf endokrine Wirksamkeit; aber auch kein Gegenbeweis
Gefährlichkeit für die Umwelt		
PBT/vPvB und Toxizität	Kein PBT/vBvT, keine hohe aquatische Toxizität	Laut SDB erfüllt die Substanz nicht die Kriterien für PBT oder vPvB und hat eine aquatische Toxizität > 10 mg/l.
Mobilität des Stoffes		
Freisetzungspotenzial in Wasser	Geringe Wasserlöslichkeit	In Wasser nicht löslich
Freisetzungspotenzial in Luft	Niedriger Dampfdruck	Dampfdruck nicht anwendbar.
Ferntransport	Kein Transport in entlegene Gebiete	Stoff ist nicht persistent.
Freisetzungspotenzial am Arbeitsplatz	Etwas staubend.	Annahme: Kieselsäure wird als grobes Pulver verwendet; der Staub setzt sich ab.
Freisetzungspotenzial	Ist fest eingebunden (reakтив)	Wird in Gemischen (UHU) verwendet; es ist jedoch aufgrund seiner physikalisch-chemischen Eigenschaften nicht zu erwarten, dass er freigesetzt wird.

Die Anwendung der Kriterien zeigt, dass bei Kieselsäuren unter den betrachteten Risikogesichtspunkten kein Handlungsbedarf besteht.

Hier hat UHU auf die Diskussion um Nanomaterialien und geplante Maßnahmen (z.B. Meldung welche französische Endverbraucherprodukte Nanomaterialien enthalten) hingewiesen. Viele Verbände haben auf z.B. Veröffentlichung des Umweltbundesamt-Hintergrundpapiers zu den Risiken der Nanotechnologie für Mensch und Umwelt reagiert. Die Beantwortung dieser zunehmend wichtiger werdenden Frage ist anhand der Informationen aus den Sicherheitsdatenblättern nicht möglich. Detaillierte Lieferantenangaben, z.B. zu Teilchengröße, werden benötigt. Im Leitfaden werden hierfür bisher noch keine Entscheidungskriterien angegeben. Dies ist für die weitere Entwicklung des Leitfadens eine wichtige Ergänzungsmöglichkeit.

Kriterien zum Treibhauspotenzial und zum Ressourcenverbrauch

Für die Beurteilung der mit den untersuchten Stoffen verbundenen Treibhausgasemissionen und Ressourcenverbräuche ist die Nutzung ökobilanzieller Daten erforderlich. Der Leitfaden bietet im Anhang 3 hierzu zwei Datenbanken an. Zum einen die PROBAS⁶ Datenbank des Umweltbundesamtes, die zu verschiedenen Materialien und Prozessen Informationen enthält, sowie die Datenbank des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH (MIPS)⁷. MIPS steht dabei für Materialinput pro Serviceeinheit. In den Datenbanken wurde nach Informationen zu den folgenden Stoffen bzw. Polymeren gesucht: Aceton, Ethanol, Methylacetat, Ethylacetat, Kieselsäuren, Phenolphthalein, Thymolphthalein, Cyclohexan und Kunststoffen (inkl. Recyclaten) und nachwachsenden Rohstoffen.

Treibhauspotenzial, Energieaufwand, Wasserverbrauch und Abfallaufkommen

In den im Leitfaden genannten, öffentlich zugänglichen Datenbanken waren nur für einige Stoffe und für ein Polymer Informationen vorhanden. Für einen weiteren Stoff (Cyclohexan) wurden als erste Annäherung Informationen eines verwandten Stoffes verwendet (dieser Schritt erfordert Fachkenntnisse, die bei Unternehmen nicht vorausgesetzt werden können). Die Tabellen 5 und 6 zeigen, welche Daten gefunden wurden und zu welcher Beurteilung sie führen.

Folgende Ergebnisse und Schlussfolgerungen sind zu beachten:

- Bei den Stoffen gibt es keine großen Unterschiede in den gefundenen Werten für CO₂-Äquivalente, Energieaufwand, Abfallaufkommen und Wasserverbrauch.
- Die zur Einschätzung „Gelb“ führenden Werte liegen jeweils sehr nah an den Randwerten der Einstufung „Grün“. Angesichts der Unsicherheiten, die mit ökobilanziellen Daten verbunden sind, ist in diesen Fällen der Unterschied zwischen zwei Stoffen mit verschiedener Einstufung gering.

Hinweis: Die in den Tabellen gezeigten ökobilanziellen Daten beziehen sich jeweils auf 1 kg des betrachteten Stoffes. Diese Werte sollten nicht direkt für einen Vergleich der betrachteten Stoffe genutzt werden. Für einen Vergleich muss in einem weiteren Schritt ergänzend geprüft werden, welche Menge des jeweiligen Stoffes für eine bestimmte Verwendung erforderlich ist. Nur mit dieser Bezugnahme können die ökobilanziellen Größen unterschiedlicher Stoffe sinnvoll miteinander verglichen werden. Im Leitfaden wird auf diese Notwendigkeit hingewiesen. Im Rahmen der Ersterprobung des Leitfadens bei UHU konnte dieser zusätzliche Schritt aus zeitlichen Gründen – da Angaben der Vorlieferanten notwendig - nicht durchgeführt werden.

⁶ ProBas ist eine Bibliothek für Lebenszyklusdaten von Stoffen; <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>.

⁷ MIPS (Materialinput pro Serviceeinheit) ist ein Maß für den Naturverbrauch eines Produktes oder einer Dienstleistung entlang des gesamten Lebensweges; http://www.wupperinst.org/de/projekte/themen_online/mips/index.html.

Für den beabsichtigten Vergleich zwischen Primär- und Recyclingmaterialien reichten die in den öffentlich zugänglichen Datenbanken ProBas und MIPS verfügbaren Informationen nicht aus. Es waren keine Informationen zu Recyclaten enthalten. Für die weitere Bearbeitung dieser Fragestellung wäre die Modellierung der Recyclingprozesse erforderlich gewesen – eine Aufgabe, die angesichts der notwendigen Detailkenntnisse über die Prozesse der Recyclingunternehmen in der Regel von kleinen und mittelständischen Unternehmen nicht geleistet werden kann.

Tabelle 5: Ökobilanzielle Daten für fünf Stoffe und ein Polymer zur Bewertung des Kriteriums Treibhauspotenzial.

	Aceton	Ethanol	Methylacetat*	Ethylacetat*	Cyclohexan	LDPE
Als Ersatz verwendete Daten			Daten für Essigsäure (hochrein)	Daten für Essigsäure + Ethylen	Daten für Benzol	
CO ₂ -Äquivalente (100 Jahre) in kg(*1)	2,16	0,97	2,59	2,31	1,76	2,04

Für die markierten Stoffe (*) wurden keine Daten gefunden. Hier werden als Ersatz in der Übersicht Daten von strukturell verwandten Stoffen bzw. Daten der Ausgangsstoffe für die Synthese dieser Verbindungen dokumentiert. (*1): Orientierungswerte für das Treibhauspotenzial (in kg CO₂-Äquivalenten) I: > 50; 1 – 50 / < 1 kg/kg/Stoff.

Tabelle 6: Ökobilanzielle Daten zu für fünf Stoffe und ein Polymere zur Bewertung des Kriteriums Ressourcenverbrauch.

	Aceton	Ethanol	Methylacetat*	Ethylacetat*	Cyclohexan	LDPE
Als Ersatz verwendete Daten			Daten für Essigsäure (hochrein)	Daten für Essigsäure + Ethylen	Daten für Benzol	
Energieaufwand in MJ	Keine Daten vorh.	< 0,0001	7,9	7,58	Keine Daten vorhanden	76,2
Wasserverbrauch in l (PROBAs) (*1)	82	3,4	2,4	2,85	84	47
Wasserverbrauch (MIPS) (*1)	18,72	25 (Anm. 3)	Keine Daten vorhanden	Keine Daten vorhanden	28	162
Abfallaufkommen in kg (*2)	0,034	-0,637	1,91	1,30	0,017	0,017

Für die markierten Stoffe (*) wurden keine Daten gefunden. Hier werden als Ersatz in der Übersicht Daten von strukturell verwandten Stoffen bzw. Daten der Ausgangsstoffe für die Synthese dieser Verbindungen dokumentiert. Für den Wasserverbrauch wurden Daten aus zwei Ökobilanz-Datenbanken verwendet: PROBAS (Datenbank des Umweltbundesamtes) und MIPS (Daten des Wuppertal-Institutes für Klima, Umwelt und Energie); (*1): Orientierungswerte für den Wasserverbrauch: > 100 / 5 – 100 / < 5 l Wasser / kg Stoff; (*2): Orientierungswerte für das Abfallaufkommen: > 50 kg / 50 – 1 kg / < 1 kg Abfall/kg Stoff.

Unterkriterium Erneuerbarkeit der Rohstoffe

Im Leitfaden werden die folgenden Hinweise gegeben, wie Unternehmen zu einer ersten Einschätzung des Unterkriteriums „Erneuerbarkeit der Rohstoffe“ kommen können⁸.

Tabelle 7: Hinweise aus dem Leitfaden zur Beurteilung des Unterkriteriums „Erneuerbarkeit der Rohstoffe“.

Bewertung	ROT	GELB	GRÜN
Unterkriterium: Erneuerbarkeit der Rohstoffe	Nicht erneuerbare, nur begrenzt verfügbare Rohstoffe.	Nicht erneuerbare Rohstoffe, die in großen Mengen verfügbar sind, erneuerbare Rohstoffe, die übernutzt werden oder mit hohem Aufwand erzeugt werden.	Erneuerbare Rohstoffe, die unterhalb der Menge genutzt werden, die nachwächst, Abfälle.
Hinweise Art des Rohstoffes – vorläufige Einschätzung -	Z.B. Fossile Rohstoffe, deren Vorräte begrenzt sind / Rohstoffe, die begrenzt und schwer zugänglich (Abbau unter Tage, Tiefenbohrung, Aufwändige Aufreinigung etc.), z.B. Beryllium.	Nicht seltene, fossile Rohstoffe (einige Mineralien, einige Gase), die mit relativ geringem Aufwand gewonnen werden (Abbau über Tage, wenig Aufreinigung), z.B. Eisen.	Nachhaltig genutzte erneuerbare Rohstoffe, Rückgewinnung von Stoffen aus Abfällen, z.B. Gelatine.
		Nachwachsende Rohstoffe (pflanzliche oder tierische Rohstoffe) (grüner oder gelber Bereich)	
	Einzelfallprüfung erforderlich!		

Als Ergebnis zeigt sich bei den Kunststoffen auf Erdölbasis in der ersten Bewertung die Einstufung „Rot“. Bei der zweiten Gruppe, den Materialien auf Basis von Rezyklaten, führt die Bewertung in den grünen Bereich, da hier Stoffe aus Abfällen zurückgewonnen werden. Bei Materialien auf Basis nachwachsender Rohstoffe würden weitere Informationen benötigt, um zu entscheiden, ob die Bewertung im „gelben“ oder im „grünen“ Bereich liegt. Erforderlich sind hierfür genauere Informationen zur Herkunft der Rohstoffe.

2.3 Fallbeispiel Kilian Industrieschilder GmbH

2.3.1 Charakterisierung des Unternehmens (KMU Bezug)

Die Firma Kilian Industrieschilder GmbH⁹ in Hamburg entwickelt Lösungen für industrielle Kennzeichnungen. Das Unternehmen stellt unter anderem Schilder her, die vor allem auf Maschinen, Fahrzeugen und Geräten angebracht werden.

Die KILIAN beschäftigt 36 Mitarbeiter und hat ihren Sitz in Hamburg-Langenhorn in einem Wasserschutzgebiet. Aufgrund der Tatsache, dass die KILIAN als einziges Unternehmen in ganz Deutschland in einem Wasserschutzgebiet produzieren darf, gibt es besondere Anforderungen und Vorgaben in Hinblick auf Bodennutzung und Flächeninanspruchnahme.

⁸ Darauf aufbauend ist mittels des Leitfadens auch eine detaillierte Bewertung vorgesehen, die hier jedoch aus Zeitgründen nicht durchgeführt werden konnte.

⁹ Im folgenden Text wird zur einfacheren Lesbarkeit anstelle von „Kilian Industrieschilder GmbH“ die Kurzform „KILIAN“ verwendet.

2.3.2 Beschreibung der betrachteten Produkte und Prozesse (Auswahl der Hotspots, Ausgangssituation, Alternativen)

Die gesamte Produktion findet innerhalb des Betriebsgebäudes statt. Eine Lagerung von Gefahrstoffen findet nur in geringem Umfang in genehmigten Lagern mit Auffangvorrichtung statt.

In den 60er und 70er Jahren wurden in Deutschland große Mengen an leichtflüchtigen chlorierten Kohlenwasserstoffen als Entfettungsmittel für Metalle sowie als Kaltreiniger verwendet. Da diese Stoffe leicht verdampfen, schwerer als Luft sind und auch Betonfußböden durchdringen können, war es unvermeidbar, dass Untergrundverunreinigungen auch bei bestimmungsgemäßer Anwendung im Rahmen der Produktionsvorgänge der Schilderherstellung auftreten konnten.

Emissionen langlebiger halogenierter Stoffe bilden ein Gefährdungspotential für die menschliche Gesundheit (sie stehen in begründetem Verdacht, krebserzeugend zu sein) und tragen zum Abbau der atmosphärischen Ozonschicht bei.

Häufig ist der Behandlungsschritt mit CKW-Lösemitteln jedoch etablierter Bestandteil eines Fertigungsprozesses, der bereits seit längerer Zeit in Betrieb ist. Da nicht in allen Fällen der gesamte betriebliche Anlagenkomplex und Ablauf ausgewechselt werden kann, ging es auch bei der KILIAN darum, einen CKW-freien Ersatzstoff oder ein alternatives Verfahren zu finden. Mit dem kokosbasierten Pflanzenölester, Estisol 242, als Nachfolgestoff zum anfänglich benutzten Kristallöl wurde schließlich ein leistungsfähiger Ersatzstoff gefunden und befindet sich erfolgreich im Einsatz.

Die produzierten Schilder sollen dauerhaft und robust gegenüber mechanischen und chemischen Einwirkungen sein. Bei der Herstellung der Schilder werden die Bleche durch Säurebehandlung in Teilbereichen geätzt. Andere Stellen der Bleche werden mithilfe einer Bitumentrennschicht versehen, um sie vor dem Säureangriff zu schützen. Anschließend wird auf das gesamte Schild ein Lack aufgetragen, der sich in die Vertiefung legt und bei ca. 130 °C eingearbeitet wird. Danach muss die Bitumentrennschicht mit dem darauf eingearbeiteten Lack entfernt werden, ohne dass der Lack in den tiefgeätzten Bereichen angegriffen wird.

Die Reinigung wurde ursprünglich durch zwei verschiedene Verfahren durchgeführt – ein Prozess mit einem Kristallöl und ein Prozess mit Tetrachlorethylen. Bis zum Ersatz durch den Pflanzenölester Estisol 242 als Reinigungsmittel, verlief die Entfernung der lackierten Bitumenschicht im Prozess mit dem Kristallöl wie folgt:

Die Schilder wurden für 12 Stunden in ein Mehrkammerbad (Vorreinigung I, siehe die folgende Abbildung 1) gestellt, in dem sich ein „All-Produkt“ (Kristallöl) befand. Der Reiniger drang durch den Lack und wirkte auf das Bitumen ein. Dieser quoll auf und verursachte ein Aufplatzen des Lacks. Die aufgeweichten Schichten wurden danach mit Spachtel und Lappen manuell bearbeitet. Restliches Bitumen wurde in einer kleinen Durchlaufanlage (Vorreinigung II, siehe Abbildung 2, S.1) mit einem „All-Produkt“ entfernt. Der Verbrauch lag bei jeweils 400 Litern pro Jahr. In einem dritten Reinigungsschritt mit Butyldiglykol

(BDG) und Wasser erreichte man fettfreie Oberflächen, die besonders dann wichtig sind, wenn sich ein zweiter Lackierungsschritt anschließt.

Der Prozess mit Tetrachlorethylen entsprach dem geschilderten Verfahren.



Abbildung 1: Vorreinigung I bei der Fa Kilian

Im Umstellungsprozess auf ein CKW- und Aromaten-freies Verfahren sollten sowohl das Verfahren mit dem Kristallöl als auch mit Tetrachlorethylen substituiert werden. Dafür wurden Pflanzenölester mehrerer Hersteller getestet. Das Produkt der Firma Haltermann (ESTISOL 242) zum Ablösen der Trennschichten aus Bitumen hat dabei die besten Ergebnisse erzielt.



Abbildung 2: Vorreinigung II bei der Fa Kilian

Nach einer Einwirkzeit von nur 5 bis 10 Minuten ist die lackierte Bitumenschicht der Schilder bereits aufgequollen und in Flocken zerfallen. Mit geringem mechanischem Aufwand können diese Flocken dann entfernt werden. Die hier eingesetzten Pflanzenölester sind nicht nur aus Arbeits- und Umweltschutzgründen für die Mitarbeiter positiv, sondern auch im Geruch wesentlich angenehmer als die All- bzw. Alli-Reiniger. Nachdem die manuelle Vorreinigung auf Pflanzenölester umgestellt wurde, erfolgte auch eine Umstellung bei der automatischen Vorreinigung.

2.3.3 Nachträgliche Bewertung der verwendeten Stoffe und der vorgenommenen Stoff-Substitution.

In der Vergangenheit wurden bei KILIAN eine größere Anzahl von Stoffen und Prozessen dahin gehend untersucht, ob eine Optimierung hinsichtlich des Arbeits- und Umweltschutzes möglich ist.

Mithilfe des Leitfadens wurden drei Handlungsfelder konkret untersucht:

- Ersatz von Tetrachlorethylen durch Pflanzenölester,
- Ersatz von Lösungsmittelnaphtha (Erdöl), mittlere aliphatische als Bestandteil des Kristallöls, durch Pflanzenölester,
- Ersatz von Naphtha (Erdöl), hydrodesulfuriert, schwer als Bestandteil des Kristallöls, durch Pflanzenölester.

2.3.4 Materielle Ergebnisse der Anwendung der Kriterien aus dem Leitfaden „Nachhaltige Chemikalien“

Kriterien zu Stofflisten, PC Eigenschaften, Gefährlichkeit für Mensch und Umwelt sowie zur Mobilität der Stoffe

Ersatz von Tetrachlorethylen durch den Pflanzenölester Estisol 242

Tabelle 8 vergleicht die Ergebnisse, die sich aus der Anwendung der stoffbezogenen Kriterien auf Tetrachlorethylen und das Substitut Pflanzenölester Estisol 242 ergeben.

Tabelle 8: Vergleich Tetrachlorethylen und Pflanzenölester Estisol 242.

Kriterium	Tetrachlorethylen (CAS 127-18-4)	Pflanzenölester Estisol 242 (keine CAS-Nr.)
Nennung in Problemstofflisten	Stoff steht auf mehreren Listen.	Stoff steht auf keiner Liste.
physikalisch-Chemische Eigenschaften	R 10	Keine bedenklichen physikalisch-chemischen Eigenschaften
Gefährlichkeit für den Menschen		
Gefährlich bei Inhalation, Verschlucken (Ingestion) und Augenkontakt	R40 Verdacht auf krebszerzeugende Wirkung	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.
Gefährlich bei Hautkontakt	Schädigt die Gesundheit durch Hautoaufnahme.	Nicht hautreizend
Hormonelle Wirkung	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Gefährlichkeit für die Umwelt		
PBT/vPvB und Toxizität	Kein PBT/vPvB aber sehr persistent und toxisch	No PBT/vPvB
Mobilität des Stoffes		

Freisetzungspotenzial im Wasser	Giftig für Wasserorganismen, längerfristige Gewässerschäden, WK3	Gering wasserlöslich
Freisetzungspotenzial in der Luft	Hoher Dampfdruck	Niedriger Dampfdruck
Ferntransport	Es werden mehr Informationen benötigt.	Nachweislich nicht persistent
Freisetzungspotenzial am Arbeitsplatz	Gar nicht staubend	Gar nicht staubend
Freisetzungspotenzial aus dem Produkt	Kein Freisetzungspotenzial	Kein Freisetzungspotenzial
Herkunft der Stoffe: Umwelt- und Sozialstandards	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.

Bei fast allen Kriterien konnten deutliche Verbesserungen erzielt werden. Tetrachlorethylen ist in vielen Stoffverzeichnissen gelistet, da sich bei unterschiedlichen Umwelteinflüssen teilweise sehr gefährliche Substanzen bilden können. Es besteht der Verdacht auf krebserzeugenden Wirkungen auf den menschlichen Organismus. Der Stoff kann über die Haut aufgenommen werden und schädigt somit die Gesundheit der kontaminierten Personen. Bei den kokosbasierten Pflanzenölestern sind keine Gesundheitsgefahren für den Menschen zu erwarten.

Sowohl für das Freisetzungsverhalten in der Luft als auch im Wasser ist der Stoff Tetrachlorethylen als höchst kritisch anzusehen und daher mit Rot markiert. Beide Elemente sind von den Pflanzenölestern nicht bis wenig betroffen. Für die Pflanzenölester ist die biologische Abbaubarkeit im Wasser sehr gut und aufgrund des niedrigen Dampfdrucks ist das Freisetzungspotenzial in der Luft sehr gering.

Für die Aspekte Ferntransport und Herkunft des Stoffes, Umwelt- und Sozialstandards fehlen für Tetrachlorethylen für eine Bewertung ausreichende Informationen. Die Bewertung der Umwelt- und Sozialstandards kann aufgrund der nicht vorhandenen Daten für kokosbasierte Pflanzenölester nicht bestimmt werden. Versuche seitens KILIAN hier Informationen von den Herstellern zu erhalten, blieben über die Jahre bisher erfolglos. Da das Produkt jedoch aufgrund der guten Reinigungsergebnisse eingesetzt werden sollte, es auch keine alternativen Hersteller gab, konnte auch kein "Druck" auf den Hersteller ausgeübt werden.

Aufgrund der ermittelten Daten anhand der Kriterien des Leitfadens konnte die Substitution von Tetrachlorethylen durch kokosbasierte Pflanzenölester von der Firma KILIAN als „richtungssicher“ beurteilt werden. Für eine belastbare Gesamtbewertung ist es natürlich erforderlich, die noch fehlenden Daten zu ermitteln.

Ersatz von Lösungsmittelnaphtha (Erdöl), mittlere aliphatische, Siedeschnitte durch Pflanzenölester

Tabelle 9 vergleicht die Ergebnisse, die sich aus der Anwendung der stoffbezogenen Kriterien auf Lösungsmittelnaphtha und das Substitut Pflanzenölester Estisol 242 ergeben.

Bei fast allen Kriterien konnten auch hier Verbesserungen erzielt werden. Es wirkt schwach narkotisch und führt zur Benommenheit beim menschlichen Organismus. Durch Verschlucken können Lungenschäden entstehen. Bei den kokosbasierten Pflanzenölestern sind keine Gesundheitsgefahren für den Menschen zu erwarten.

Sowohl für das Freisetzungspotenzial in der Luft als auch im Wasser ist der Stoff Lösungsmittelnaphtha (Erdöl) als kritisch anzusehen. Er ist für Wasserorganismen giftig und schädigt längerfristig die Gewässer. Durch den mittleren Dampfdruck ergibt sich ein Freisetzungspotenzial in der Luft. Beide Elemente sind von den Pflanzenölestern nicht bis wenig betroffen. Die biologische Abbaubarkeit im Wasser ist sehr gut und aufgrund des niedrigen Dampfdrucks ist das Freisetzungspotenzial in der Luft sehr gering.

Tabelle 9: Vergleich Lösungsmittelnaphtha (Erdöl) und Pflanzenölester Estisol 242

Kriterium	Lösungsmittelnaphtha (Erdöl; CAS: 64742-88-7)	Pflanzenölester Estisol 242 (keine CAS-Nr.)
Nennung in Problemstofflisten	Stoff steht auf mehreren Listen.	Stoff steht auf keiner Liste.
Physikalisch-Chemische Eigenschaften	R 10	Keine bedenklichen physikalisch-chemischen Eigenschaften
Gefährlichkeit für den Menschen		
Gefährlich bei Inhalation, Verschlucken (Ingestion) und Augenkontakt	R 65a	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.
Gefährlich bei Hautkontakt	R 66	Nicht hautreizend
Hormonelle Wirkung	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Gefährlichkeit für die Umwelt		
PBT/vPvB und Toxizität	Kein PBT/vPvB; R51/53	Kein PBT/vPvB, nicht als umweltgefährlich eingestuft
Mobilität des Stoffes		
Freisetzungspotenzial im Wasser	Gering wasserlöslich	Gering wasserlöslich
Freisetzungspotenzial in der Luft	Mittlerer Dampfdruck	Niedriger Dampfdruck
Ferntransport	Es werden mehr Informationen benötigt.	Nachweislich nicht persistent
Freisetzungspotenzial am Arbeitsplatz	Gar nicht staubend	Gar nicht staubend
Freisetzungspotenzial aus dem Produkt	kein Freisetzungspotenzial	Kein Freisetzungspotenzial
Herkunft der Stoffe: Umwelt- und Sozialstandards	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.

Für den Aspekt Ferntransport fehlen für Lösungsmittelnaphtha (Erdöl) Informationen, wie zum Beispiel zur Persistenz.

Über die Herkunft des Stoffes, Umwelt- und Sozialstandards fehlen für Lösungsmittelnaphtha (Erdöl) weitere Informationen. Indikatoren für die Bewertung wären z. B. ob die Produktion vor Ort umweltverträglich erfolgt, wie die dortigen Arbeitsplatzbedingungen aussehen und ob die Produktion nachhaltig erfolgt. Die Bewertung der Umwelt- und Sozialstandards kann aufgrund der nicht vorhandenen Daten auch für kokosbasierte Pflanzenölester nicht bestimmt werden, da trotz Nachfrage beim Lieferanten hierzu keine Aussagen gemacht wurden.

Aufgrund der ermittelten Daten und anhand der Kriterien des Leitfadens konnte der Ersatz von Lösungsmittelnaphtha (Erdöl), mittlere aliphatische durch kokosbasierte Pflanzenölester von der Firma KILIAN als „richtungssicher“ beurteilt werden. Für eine belastbare Gesamtbewertung ist es jedoch erforderlich, die noch fehlenden Daten zu ermitteln.

Ersatz von Naphtha (Erdöl), hydrodesulfurierte schwere Siedeschnitte durch Pflanzenölester

Tabelle 10 vergleicht die Ergebnisse, die sich aus der Anwendung der stoffbezogenen Kriterien auf Naphtha und das Substitut Pflanzenölester Estisol 242 ergeben.

Tabelle 10: Vergleich Naphtha (Erdöl), hydrodesulfuriert, schwer und Pflanzenölester Estisol 242 .

Kriterium	Naphtha (Erdöl) hydrodesulfuriert, schwer (CAS: 64742-82-1)	Pflanzenölester Estisol 242 (keine CAS-Nr.)
Nennung in Problemstofflisten	Stoff steht auf mehreren Listen.	Stoff steht auf keiner Liste.
Physikalisch-chemische Eigenschaften	R 10	Keine bedenklichen physikalisch-chemischen Eigenschaften
Gefährlichkeit für den Menschen		
Gefährlich bei Inhalation, Verschlucken (Ingestion) und Augenkontakt	R 65a	Stoff ist nicht gesundheitsgefährdend.
Gefährlich bei Hautkontakt	R 66	Nicht hautreizend
Hormonelle Wirkung	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.
Gefährlichkeit für die Umwelt		
PBT/vPvB und Toxizität	Kein PBT/vPvB; R51/53	Kein PBT/vPvB, nicht als umweltgefährlich eingestuft
Mobilität des Stoffes		
Freisetzungspotenzial im Wasser	Geringe Wasserlöslichkeit	Gering wasserlöslich
Freisetzungspotenzial in der Luft	Hoher Dampfdruck	Niedriger Dampfdruck

Kriterium	Naphtha (Erdöl) hydrodesulfuriert, schwer (CAS: 64742-82-1)	Pflanzenölester Estisol 242 (keine CAS-Nr.)
Ferntransport	Es werden mehr Informationen benötigt.	Nachweislich nicht persistent
Freisetzungspotenzial am Arbeitsplatz	Gar nicht staubend	Gar nicht staubend
Freisetzungspotenzial aus dem Produkt	Kein Freisetzungspotenzial	Kein Freisetzungspotenzial
Herkunft der Stoffe: Umwelt- und Sozialstandards	Es werden mehr Informationen benötigt.	Es werden mehr Informationen benötigt.

Bei fast allen Kriterien konnten hier ebenso durch den Einsatz der kokosbasierten Ester Verbesserungen erzielt werden. Naphtha (Erdöl), hydrodesulfuriert, schwer ist in den Stoffverzeichnissen HELCOM (Kommission für den Schutz der Meeresumwelt im Ostseegebiet)¹⁰ und der Wasserrahmenrichtlinie¹¹ gelistet. Aufgrund des geringen Flammpunkts kann sich bei Naphtha ein explosives Gemisch bilden. Es wirkt ebenfalls schwach narkotisch und führt auch zur Benommenheit beim menschlichen Organismus. Bei den kokosbasierten Pflanzenölestern sind keine Gesundheitsgefahren für den Menschen zu erwarten.

Sowohl für das Freisetzungsverhalten in der Luft als auch im Wasser ist das Naphtha als kritisch anzusehen.

Beide Elemente sind von den Pflanzenölestern nicht bis wenig betroffen. Die biologische Abbaubarkeit im Wasser ist sehr gut und aufgrund des niedrigen Dampfdrucks ist das Freisetzungspotenzial in der Luft sehr gering.

Für die Aspekte Ferntransport fehlen zu Naphtha (Erdöl) ebenfalls mehr Informationen.

Über die Herkunft des Stoffes, Umwelt- und Sozialstandards fehlen für Naphtha wie auch für die kokosbasierten Pflanzenölestern die notwendigen Informationen.

Aufgrund der ermittelten Daten anhand der Kriterien des Leitfadens konnte die Substitution von Naphtha durch kokosbasierte Pflanzenölester der Firma KILIAN als „richtungssicher“ beurteilt werden. Für eine belastbare Gesamtbewertung ist es natürlich erforderlich, die noch fehlenden Daten zu ermitteln.

Kriterien zum Treibhauspotenzial und zum Ressourcenverbrauch

Für die Beurteilung der mit den untersuchten Stoffen verbundenen Treibhausgasemissionen und Ressourcenverbräuche ist die Nutzung ökobilanzieller Daten erforderlich. Der Leitfaden bietet im Anhang 3 hierzu zwei Datenbanken an. Zum einen die PROBAS¹² Datenbank des

10 http://www.helcom.fi/home/en_GB/welcome/

11 http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/priority_substances.htm

12 <http://www.probas.umweltbundesamt.de/php/index.php>

Umweltbundesamtes, die zu verschiedenen Materialien und Prozessen Informationen enthält, sowie die Datenbank des Wuppertal Instituts für Klima, Umwelt, Energie GmbH (MIPS)¹³. Hier wurde der Leitfaden auf 2 Stoffe bzw. Materialien angewendet.

Treibhauspotenzial, Energieaufwand, Wasserverbrauch und Abfallaufkommen

In den im Leitfaden genannten Datenbanken waren allerdings nur für einen der untersuchten Stoffe (Naphtha) Informationen vorhanden. Es sind dort keine spezifischen Informationen zu Lösungsmittelnaphtha und Tetrachlorethylen oder dem Substitut Pflanzenölester Estisol 242 enthalten.

Es ist darüber hinaus zwar möglich, als erste Annäherung Informationen eines verwandten Stoffes zu verwenden. Da dieser Schritt Fachkenntnisse erfordert, die bei Unternehmen dieser Größe nicht vorausgesetzt werden können, zeigte sich, dass dieses Kriterium bei der Fallbeispielbearbeitung nicht operationalisiert werden konnte. Tabelle 11 zeigt, welche Daten zum Stoff Naphtha gefunden wurden und zu welcher Beurteilung sie führen. Die Daten zum Stoff Tetrachlorethylen wurden aus nicht im Leitfaden aufgeführten Quellen entnommen und sind so, entsprechend der Richtlinien des Leitfadens, nicht direkt miteinander vergleichbar.

Für die Kriterien Treibhauspotenzial und Ressourcenverbrauch können mit den im Leitfaden vorgeschlagenen Daten-Quellen generell nur für eine geringe Stoffanzahl erste Anhaltspunkte zur Bewertung erhalten werden. Unter Berücksichtigung des jährlichen Verbrauchs von Naphtha bei KILIAN und der (zur ersten Orientierung vorgenommenen) Bewertung im grünen Bereich, werden diese Kriterien in der Gesamtbewertung der Nachhaltigkeit durch KILIAN voraussichtlich weniger stark gewichtet. Jedoch ist ein zur Bewertung der Kriterien erforderlicher Vergleich der Ausgangs- und Ersatzstoffe mit den gefundenen Daten nicht möglich.

Tabelle 11: Ökobilanzierende Daten zu Treibhauspotenzial

	Naphtha (Erdöl) hydrodesulfuriert, schwer	Lösungsmittel- Naphtha (Erdöl), mittlere aliphatische	Tetrachlor- ethylen	Kokosbasierte Pflanzenölester
Venwendete Referenzstoffe (wenn vorhanden) ¹⁴				
CO ₂ -Äquivalente (100 Jahre) in kg	4,08E-01	n.d. ¹⁵	2,9E-5	n.d.

¹³ http://www.wupperinst.org/de/projekte/themen_online/mips/index.html MIPS steht für Materialinput pro Serviceeinheit.

¹⁴ Wenn der Stoff bzw. die Stoffgruppe nicht in den Datenbanken verfügbar war, wurde versucht, über einen Referenzstoff die notwendigen Daten zu erhalten.

¹⁵ Für die blauen und mit „n.d.“ benannten Felder waren in den herangezogenen Datenbanken keine Daten verfügbar (no Data).

Tabelle 12: Ökobilanzierende Daten zu Energieaufwand, Wasserverbrauch und Abfallaufkommen

	Naphtha (Erdöl) hydrodesulfuriert, schwer	Lösungsmittel- Naphtha (Erdöl), mittlere aliphatische	Tetrachlorethylen	Kokosbasierte Pflanzenölester
Verwendete Referenzstoffe (wenn vorhanden)				
Energieaufwand in MJ	n.d.	n.d.	32,6	n.d.
Wasserverbrauch in Liter	2,12	n.d.	0,123	n.d.
Abfallaufkommen in kg	0,115	n.d.	n.d.	n.d.

Wie auch im anderen Fallbeispiel (Fa. UHU) wurde darüber hinaus festgestellt, dass für den beabsichtigten Vergleich zwischen Primär- und Recyclingmaterialien die in den öffentlich zugänglichen Datenbanken enthaltenen Informationen ebenfalls nicht ausreichten.

Für eine substantielle Bearbeitung dieser Fragestellung wäre auch hier die Modellierung der Recyclingprozesse erforderlich.

Unterkriterium Erneuerbarkeit der Rohstoffe

Anhand der Hinweise im Leitfaden für eine erste Einschätzung des Unterkriteriums Erneuerbarkeit der Rohstoffe¹⁶ wurden die folgenden Materialien bewertet:

- Naphtha, Lösungsmittelnaphtha und Tetrachlorethylen
- Pflanzenölester Estisol 242

Als Ergebnis zeigt sich bei den Stoffen der ersten Gruppe eine „rote Bewertung“, da es hierbei um begrenzt verfügbare Rohstoffe (Erdöl) geht. Die zweite Gruppe, die Pflanzenölester auf Basis nachwachsender Rohstoffe, ist nach gutachterlicher Einschätzung mit GELB zu bewerten, da es sich zwar um erneuerbare Rohstoffe handelt, die in großen Mengen verfügbar sind, jedoch häufig übernutzt werden (Monokulturen). Die von Kilian getroffene Substitutionsentscheidung wird aus unserer Sicht durch diese Bewertung unterstützt, da die verwendeten Rohstoffe nur zu einem äußerst geringen Teil für technische Anwendungen eingesetzt werden. Dass die verwendeten Mengen insgesamt so gut wie keine Rolle spielen, konnten wir in einer englischsprachigen Untersuchung nachweisen.¹⁷

¹⁶ Darauf aufbauend ist mittels des Leitfadens auch eine detaillierte Bewertung vorgesehen, die hier jedoch aufgrund der unzureichenden Datenlage nicht durchgeführt werden konnte.

¹⁷ Bertz, K.: Vegetable Oil Based Fatty Acid Ester Production; Herausgeber: Kooperationsstelle Hamburg, Studie, Hamburg 1997

2.4 Erfahrungen aus der Anwendung des Leitfadens in den beiden Unternehmen

Die Erprobung aus der Anwendung des Leitfadens im Unternehmensalltag der Firmen UHU und KILIAN hat zu einer Reihe von Erfahrungen geführt, die für die weitere Nutzung und Fortentwicklung des Leitfadens wertvoll sind.

2.4.1 Stärken des Leitfadens in seiner jetzigen Form:

- Der Leitfaden in der vorliegenden Form ermöglicht eine Sensibilisierung im Unternehmen für die unterschiedlichen Aspekte der Nachhaltigkeit.
- Gerade die Entscheidungsträger, die die Humanressourcen für Substitutionsmaßnahmen zur Verfügung stellen müssen, erhalten durch die Berichte und Diskussionen einen neuen Blick auf die Thematik.
- Insbesondere die „Goldenene Regeln“ des Leitfadens – eine Zusammenfassung der Ziele, die der Leitfaden verfolgt - stellen das Thema „Nachhaltige Chemikalien“ in einer attraktiven Form dar, die Interesse und Bereitschaft zur vertieften Beschäftigung weckt.
- Die Strukturierung des Leitfadens anhand einer übersichtlichen Zahl von Kriterien wird als hilfreich gesehen, um das Thema „Nachhaltigkeit“ konkret zu fassen. Dies gilt besonders für die Gliederung in stoff- und anwendungsbezogene Kriterien¹⁸.
- Die Darstellung der einzelnen Themen auf in der Regel 2-3 Seiten gibt jeweils einen schnell erfassbaren Einstieg und fasst die wichtigsten Gesichtspunkte übersichtlich zusammen.
- Das erste Kriterium (Problemstofflisten) ermöglicht die rasche Identifikation von Stoffen, bei denen prioritär nach Substituten gesucht werden sollte.
- Bei den im Unternehmensalltag seit Langem vertrauten Themen (Arbeitsschutz, physikalisch-chemische Stoffeigenschaften) ermöglichen für einen Teil der im Leitfaden verwendeten Kriterien/Indikatoren eine direkte Anbindung an Informationen im Unternehmen. Durch Bezug zu Ergebnissen der gesetzlich geforderten Stoffeinstufung (R-Sätze bzw. H-Sätze) kann die Beurteilung anhand vorhandener Daten aus dem Gefahrstoffkataster erfolgen.
- Auch bei der Beurteilung der stoffbezogenen Kriterien (PC Eigenschaften, Beurteilung hinsichtlich Arbeits- und Umweltschutz) ist durch den Bezug auf die Stoffeinstufung ein schnelles Screening aller eingesetzten Stoffe möglich (Portfolio-Screening).
- Zu vielen Einzelkriterien werden im Leitfaden erstmalig Quantifizierungen angeboten, die den Unternehmen eine orientierende

¹⁸ Bei der hier durchgeführten ersten Leitfadenerprobung mussten aus Ressourcengründen allerdings Schwerpunkte gesetzt werden. Daher standen hier zunächst die acht stoffbezogenen Kriterien im Mittelpunkt.

Einschätzung zu ihren Stoffen ermöglichen. Bisher gab es z.B. keine Orientierungswerte, die eine Beurteilung des Wasserverbrauchs einzelner Stoffe unterstützen.

- Das zur Ergebnisdarstellung gewählte Ampelsystem mit Ergänzung um die Farbe Weiß für Datenlücken wird begrüßt, da es leicht zu verstehen ist und Signalfarben aus dem Alltag nutzt.
- Bei allen Kriterien ist nach kurzer Recherchezeit eine Entscheidung möglich, ob die Datenlage für eine Erstbeurteilung ausreicht (Ergebnis: Weiß oder Farbe).
- Bei den meisten Kriterien mit einer für eine Erstbeurteilung ausreichenden Datenlage ist nach kurzer Recherche zumindest eine erste orientierende Einschätzung möglich. Hierbei muss allerdings unbedingt deutlich gemacht werden, dass die „Ergebnisfarbe“ des jeweiligen Einzelkriteriums letztlich nur Facetten des Gesamtbildes darstellt. Erst das Gesamtbild weist dann möglicherweise auf Handlungsbedarf hin. Die Farben geben dabei dann Hinweise, wo mit der Prüfung von Verbesserungen begonnen werden sollte.

2.4.2 Schwächen des Leitfadens in seiner jetzigen Form:

- Während die „Goldenen Regeln“ und einzelne Kapitel des Leitfadens als attraktiv empfunden werden, wird der Leitfaden als Ganzes von den Unternehmensmitarbeitern als zu inhaltsmäßig empfunden. Konkret bedeutet dies: Aufgrund der attraktiven Gestaltung führt das rasche Durchblättern des Leitfadens dazu, dass Interesse geweckt wird. Das kann als großer Vorteil gewertet werden. Wenn dann die Entscheidung gefallen ist, sich den Leitfaden von Anfang an anzuschauen, führt die Fülle der Detailinformationen ggf. zu einem Abbruch des Lesens nach relativ kurzer Zeit.
- Die Bedeutung des Kriteriums „Stoffmobilität“ ist den Mitarbeitern nicht bekannt. Hier sind zusätzliche Erläuterungen an Beispielen erforderlich, z.B. ein Hinweis auf Probleme grundwassergängiger Pflanzenschutzmittel.
- Die seit einigen Jahren intensiv geführte Diskussion zu Nanomaterialien führt inzwischen auch zu entsprechenden Nachfragen innerhalb der Handelsketten und/oder Meldungen in gewissen Ländern (z.B. Frankreich). Dieser Aspekt wird im Leitfaden bisher nicht adressiert.
- Im Leitfaden wird zur Illustration der Stoff „Formaldehyd“ verwendet. Der Einsatz dieses Stoffes wird in vielen Branchen gemieden bzw. ist nicht zulässig. Für Anwender aus diesen Branchen ist es dann erstaunlich, wenn der Stoff im Leitfaden ein vergleichsweise positives Nachhaltigkeitsprofil aufweist.
- Es ist den Nutzern nicht klar, was letztlich aus den Anwendungen der „Goldenen Regeln“, aus der Beurteilung anhand der einzelnen

Kriterien sowie aus dem Nachhaltigkeitsprofil folgt. Dies ist insofern erstaunlich, als auf die Darstellung des Nutzens der Nachhaltigkeitsbewertung im Leitfaden viel Wert gelegt wird. Die jetzt noch fehlende Klarheit kann nach Einschätzung der Gutachter durch zusätzliche illustrierende Beispiele erreicht werden.

2.4.3 Probleme bei der Datenbeschaffung

- Die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit der Informationen zur Bewertung der einzelnen Kriterien ist sehr unterschiedlich. Die ersten vier stoffbezogenen Kriterien können überwiegend durch leicht zugängliche Informationen aus Problemstofflisten und der Einstufung der Stoffe angewandt werden.
- Bei der Beurteilung der Gefährlichkeit für die Umwelt sind allerdings Informationen zu den PBT-Eigenschaften in den von den Lieferanten erhaltenen Stoffinformationen (Sicherheitsdatenblätter) bislang kaum verfügbar. Gleiches gilt für die endokrinen Wirkungen in Bezug auf die Gefährlichkeit für den Menschen. Dies führt zu Enttäuschungen bei den Nutzern des Leitfadens. Die Bereitschaft, sich weiter mit dem Leitfaden zu beschäftigen, sinkt.
- Aufwendig wird die Datensuche bei den Kriterien Treibhauspotential, Ressourcenverbrauch und soziale Verantwortung in der Lieferkette (Herkunft der Rohstoffe). Hier ist die Gefahr groß, dass beim Nutzer Enttäuschungen und Demotivation auftreten.
- Die angegebenen frei zugänglichen Datenbanken zu ökobilanziellen Daten enthalten nur für eine begrenzte Anzahl Chemikalien entsprechende Daten. Umfangreichere Datenbanken sind in der Regel kostenpflichtig.
- Beim Kriterium „Ressourcenverbrauch“, Unterkriterium Erneuerbarkeit der Rohstoffe, ermöglichen die Angaben im Leitfaden ohne vertiefende Recherchen keine Unterscheidung, ob ein Material als „Gelb“ oder „Grün“ zu bewerten ist.. Wenn die Entscheidung für einen nicht erdölbasierten, nachwachsenden Rohstoff gefallen ist, erfordert eine weitere Bewertung praktisch durchgehend zusätzliche Informationen.

2.5 Übergreifende Ergebnisse/Empfehlungen aus der Fallbeispielbearbeitung

Der Leitfaden in seiner jetzigen Form schafft es, Unternehmen auf das komplexe Thema „Nachhaltige Chemikalien“ aufmerksam zu machen. Er bietet viele als wertvoll empfundene Informationen. Er ist attraktiv genug, um den Verantwortlichen und Fachleuten in den Unternehmen Anreize zu geben, eigenständig die Auswahl der eingesetzten Stoffe zu bewerten. Für auf diesem Gebiet ungeschulte Mitarbeiter und auch eher themenferne Verantwortliche ist die Anwendung allerdings teilweise überfordernd. Um eine breite Nutzung des

Leitfadens sicherzustellen, werden folgende Ansatzpunkte für eine Überarbeitung vorgeschlagen:

- Die „Goldenen Regeln“ sollten vorangestellt werden.
- Die Hürde für ein vollständiges Lesen des Leitfadens kann gesenkt werden, wenn bei der Darstellung der einzelnen Bewertungskriterien die Unterpunkte „Relevanz“, „Anwendbarkeit des Kriteriums“, „Zugrunde liegende Informationen“ und „Bewertung“ deutlich gestrafft werden (die derzeit vorliegenden ausführlicheren Texte wären in einen Anhang zu überführen).
- Bei den Orientierungswerten für das Treibhauspotenzial kann durch eine geringfügige Verschiebung eine aussagekräftigere Differenzierung (Gelb ⇔ Grün) erreicht werden (Orientierungswert für die Einstufung „Grün“: < 5 kg CO₂-Äquivalente / kg Stoff (bisheriger Wert: < 1 kg CO₂-Äquivalente / kg Stoff, entsprechende Veränderung der Werte für die Einstufung („Gelb“)).
- Bei Schwierigkeiten der Differenzierung zwischen Gelb und Grün kann an Beispielen gezeigt werden, wie durch den Einbezug weiterer Informationen eine Entscheidung getroffen werden kann (z. B. zusätzliche Informationen zum Anbau nachwachsender Rohstoffe).
- Es ist zu verdeutlichen, dass bei den ökobilanziellen Werten das im Leitfaden angeregte Screening nur eine erste Einschätzung ermöglicht, die in jedem Fall durch Bezug auf die funktionelle Einheit zu überprüfen ist. Hier wird in vielen Fällen die „Einzelfallprüfung“ eine detaillierte Nachforschung erfordern.
- Bei den Kriterien Herkunft des Rohstoffes, Treibhauspotential und Ressourcenverbrauch sind die für die Beurteilung erforderlichen Daten für viele Stoffe nur schwer zu ermitteln. Hier sollte bei einer Überarbeitung des Leitfadens geprüft werden, wie es möglichst ist, auch bei diesen Kriterien anhand leicht verfügbarer Informationen eine erste orientierende Entscheidung zu treffen.
- Obwohl umfangreichere Datenbanken wie z.B. EcoInvent in der Regel kostenpflichtig sind, scheint es für den Einsatz des Leitfadens zweckmäßig, trotzdem auf diese zu verweisen. Auch hier ist dann der Hinweis erforderlich, dass in vielen Fällen die Durchführung ökobilanzieller Vergleiche einen erheblichen Aufwand darstellt.
- Erste Entscheidungshilfen zur Beurteilung von Nanomaterialien sollten in den Leitfaden aufgenommen werden. Im Rahmen einer Portfolio-Analyse sollten die Unternehmen prüfen, ob sie überhaupt Nanomaterialien einsetzen. Der Beurteilung kann die Definition der EU-Kommission vom Oktober 2011 zugrunde gelegt werden.
„Nanomaterial“ ist demnach ein natürliches, bei Prozessen anfallendes oder hergestelltes Material, das Partikel in ungebundenem Zustand, als Aggregat oder als Agglomerat enthält, und bei dem mindestens 50 % der Partikel in der Anzahlgrößenverteilung ein oder mehrere Außenmaße im Bereich von 1 nm bis 100 nm haben (Europäische

Kommission, 2011¹⁹). Die Partikelgrößenverteilung sollte bei festen Materialien im Sicherheitsdatenblatt oder im technischen Merkblatt angegeben sein. Ist dies nicht der Fall, kann der Anwender des Leitfadens diese Größe beim Lieferanten erfragen.

- Es ist zu prüfen, ob besser deutlich gemacht werden kann, wie und welche bestehende Informationen im Unternehmen für die Bewertungen genutzt werden können. Dies können z. B. bestehende Auflistungen der Einstufung und Kennzeichnung der Stoffe aus dem Gefahrstoffkataster des Unternehmens sein. Anhand dieser Daten können die Kriterien „Gefährliche physikalisch-chemische Eigenschaften“ und „Gefährlich für den Menschen“ rasch für eine große Zahl von Stoffen beurteilt werden.
- Beispiele für Daten-Nachfragen von Unternehmen an ihre Lieferanten könnten ausgewertet und als Beispiele dargestellt werden. Entwürfe, die für Informationsanfragen genutzt werden können, könnten zur Verfügung gestellt werden.
- Praxisbeispiele im Anhang könnten den Leitfaden für die Unternehmen attraktiver machen. Überzeugend sind hierbei Beispiele, die letztlich zu konkreten Verbesserungen im Arbeits-, Umwelt- und Verbraucherschutz, zu einer mittel- und langfristigen Sicherheit bei der Produkt- bzw. Stoffverfügbarkeit, zu verringerten Kosten im Unternehmen sowie zu einer höheren Akzeptanz des Unternehmens in den Lieferketten bzw. in der Öffentlichkeit führen. (z.B.: Bewertung von Phenolphthalein. Ergebnis: Stoff steht auf einer Problemstoffliste, daher hoher Handlungsbedarf. Folge: Ersatz durch Thymolphthalein. Vorteile für das Unternehmen: langfristige Verfügbarkeit des Ersatzstoffes / vereinfachte Kommunikation zu REACH Art. 33 / bessere Akzeptanz, da der Stoff in einem verbrauchernahen Produkt eingesetzt wird / keine Kosten-Nachteile (aufgrund niedriger Einsatzmenge)).
- Der Leitfaden sollte als modulare Internetfassung mit einfachen Dialogen und Benutzerführungen zur Verfügung gestellt werden.
- Unternehmen sollte empfohlen werden, den Leitfaden bzw. einzelne Module für ihre betrieblichen Schulungen einzusetzen.
- Den Unternehmen können Möglichkeiten gezeigt werden, ihre Nutzung des Leitfadens für Nachhaltige Chemikalien extern an Kunden und die allgemeine Öffentlichkeit zu kommunizieren. Dies kann Teil ihrer Nachhaltigkeits-Berichterstattung werden.
- Darüber hinaus könnte ein dynamisch aktualisierter Verweis auf eine Liste von Experten und Beratern oder Workshops der einschlägigen Verbände und Kammern die für die Anwendung des Leitfadens

¹⁹ Europäische Kommission: "EMPFEHLUNG DER KOMMISSION vom 18. Oktober 2011 zur Definition von Nanomaterialien.", Pub. L. No. 2011/696/EU (2011) EU-Kommission. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:275:0038:0040:DE:PDF>.

schulen, den Unternehmen helfen, das erforderliche Know-how für die sachgerechte und effiziente Nutzung des Leitfadens zu erwerben.

Der Leitfaden in seiner jetzigen Form ist geeignet dazu beizutragen, dass in kleinen und mittleren Unternehmen die Diskussion um Problemstoffe und nachhaltigere Chemikalien angestoßen wird. Ob bzw. wann dies letztlich zur Substitution problematischer Stoffe führt, ist aufgrund der bislang vorliegenden Erfahrungen schwer zu beurteilen. Durch Umsetzung der vorgeschlagenen Veränderungen, insbesondere durch eine einfach zu benutzende Internetanwendung könnte die Attraktivität des Leitfadens deutlich gesteigert werden. Dadurch würden sich die Umsetzungschancen in den Unternehmen nach Auffassung der Gutachter deutlich erhöhen.