

TEXTE

66/2021

Umweltzeichen Blauer Engel für Einwegwindeln

Hintergrundbericht zur Erarbeitung der Vergabekriterien DE-UZ 208

TEXTE 66/2021

Ressortforschungsplan des Bundesministerium für
Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit

Forschungskennzahl 3715 37 327 0
FB000326/4

Umweltzeichen Blauer Engel für Einwegwindeln

Hintergrundbericht zur Erarbeitung der Vergabekriterien
DE-UZ 208

Von
Jens Gröger, Ran Liu, Inga Hilbert, Katja Moch
Öko-Institut e.V., Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

[f/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)
[t/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Öko-Institut
Merzhauser Str. 173
79100 Freiburg

Abschlussdatum:

September 2018

Redaktion:

Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung
Elke Kreowski

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, Mai 2021

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Umweltzeichen Blauer Engel für Einwegwindeln

Dieser Hintergrundbericht dokumentiert die Ableitung der Vergabekriterien des Umweltzeichens Blauer Engel für Einwegwindeln (DE-UZ 208, Ausgabe Januar 2018, Version 1) im Rahmen eines Forschungsvorhabens. Bei Einwegwindeln handelt es sich um ein Produkt, das für längere Zeit mit der Haut in Berührung kommt. Daher wird in den Vergabekriterien ein Schwerpunkt auf Inhaltsstoffe und Schadstoffprüfungen gelegt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Herstellung des Zellstoffs, der zu 100% aus nachhaltiger Waldwirtschaft sowie aus ressourenschonender Produktion stammen muss. In Deutschland tragen 95% der Kleinkinder Einwegwindeln. Jährlich werden so in Summe ca. 3,65 Mrd. Einwegwindeln verbraucht. Aktuell wird der Jahresumsatz aller Einwegwindelanbieter in Deutschland auf ca. 700 Mio. Euro geschätzt. In dem Forschungsvorhaben wurden eine Markt- und Umfeldanalyse, ein Vergleich vorhandener Umweltzeichen (EU Ecolabel und Nordic Swan) und eine Auswertung vorhandener Ökobilanzen durchgeführt. Während der Kriterienerarbeitung wurden insgesamt vier verschiedene Fragebögen an beteiligte Akteure verschickt: 1) ein Fragebogen an die Hersteller von Superabsorbern; 2) ein Fragebogen an diverse Windelanbieter; 3) ein Fragebogen an die Hersteller von Zellstoff; 4) ein Fragebogen an Testlabore und Hersteller bezüglich der üblichen (Praxis-)Tests in der Branche. Dariüber hinaus fand ein Austausch mit verschiedenen Expertinnen und Experten statt. Insgesamt wurden zwei physische Sitzungen mit interessierten Akteuren durchgeführt: ein Fachgespräch (23. Juni. 2017) und eine Expertenanhörung (17. Oktober 2017). Auf den Sitzungen wurden die Entwürfe der Vergabekriterien vorgestellt und anschließend mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert. Die Anforderungen beinhalten den Ausschluss von Stoffen mit bestimmten Eigenschaften, die Überprüfung kritischer chemischer Stoffe am Endprodukt, Einschränkungen bezüglich der Zellstoffherkunft und -produktion, Anforderungen an Kunststoffe einschließlich superabsorbierender Polymere und Klebstoffe, den Ausschluss von Zusatzstoffen (optische Aufheller, Lotionen, Duftstoffe, antibakterielle Wirkstoffe, Geruchsbinder), Verpackung sowie Qualität und Gebrauchstauglichkeit.

Abstract: Blue Angel eco-label for disposable diapers (DE-UZ 208)

This background report documents the development of the fundamental principles for the award of the Blue Angel eco-label for disposable diapers (DE-UZ 208, Ausgabe Januar 2018, Version 1) as part of a research project. Disposable diapers are a product that comes into contact with skin for a long time. For this reason, the award principles focus on ingredients and on harmful substance tests. A further focus is on the production of pulp fibre which shall consist of material originating to 100% from sustainable forestry and resource-friendly production. In Germany, 95% of young children wear disposable diapers. In total, approximately 3.65 billion disposable diapers are consumed in Germany annually. Currently, the annual turnover of all disposable diaper suppliers in Germany is estimated at approximately 700 million euros. As part of the research project, a market and environmental analysis, a comparison of existing eco-labels (EU Ecolabel and Nordic Swan) and an evaluation of existing life cycle assessments were carried out. During the development of the criteria, a total of four different questionnaires were sent to the actors involved: 1) a questionnaire to the manufacturers of superabsorbents; 2) a questionnaire to various diaper suppliers; 3) a questionnaire to the manufacturers of fluff pulp; 4) a questionnaire to test laboratories and manufacturers regarding the usual (practical) tests carried out in the industry. Furthermore, an exchange with various experts was organised. A total of two physical meetings were held with interested stakeholders: a technical discussion (23 June 2017) and an expert hearing (17 October 2017). The drafts of the award criteria were presented at the meetings and subsequently discussed with all participants. The requirements include the exclusion of substances with certain properties, the testing of critical chemicals in the final product, restrictions on the sourcing and production of pulp fibres, requirements relative to plastics including superabsorbent polymers, adhesives, additives (optical brighteners, lotions, fragrances, antibacterial agents, odour control substances), packaging, as well as quality and suitability for use.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	10
Tabellenverzeichnis	10
Abkürzungsverzeichnis	12
Zusammenfassung	15
Summary	17
1 Einleitung	19
2 Methodisches Vorgehen	20
3 Definition der Produktgruppe	21
4 Markt- und Umfeldanalyse	22
4.1 Marktanalyse	22
4.1.1 Verkaufszahlen & Markttrends	22
4.1.2 Verschiedene Anbieter und Windelmarken	22
4.1.3 Einwegwindeln-Kategorien	24
4.1.4 Preise	24
4.1.5 Konsumtrends	25
4.1.6 Komponenten einer Einwegwindel	25
4.1.6.1 Zellstoff (Fluff Pulp)	27
4.1.6.2 Superabsorbierende Polymere (SAP)	32
4.1.6.3 Kunststoffe	34
4.1.6.4 Baumwolle, zellulösische Samenfasern	35
4.1.6.5 Zellulosekunstfasern (einschl. Viskose-, Modal-, Lyocell-, Cupro- und Triacetatfasern)	35
4.1.6.6 Andere Materialien und Bestandteile	36
4.1.6.7 Verpackung	37
4.2 Technologietrends	37
4.2.1 Innovationen beim Material-Einsatz	37
4.2.2 Weitere Entwicklungen	38
5 Internationale Umweltzeichen / Programme	39
5.1 EU Ecolabel für absorbierende Hygieneprodukte (Ausgabe: Okt. 2014)	40
5.2 Nordic Ecolabelling of Sanitary Products (Hygieneprodukte) (Ausgabe: Version 6.0, 14.June 2016)	41
6 Auswertung der Ökobilanz	43
6.1 Auswertung der Ökobilanzergebnisse konventioneller Einwegwindeln	43

6.1.1	Analyse der Umweltauswirkungen	43
6.1.2	Produktionsaufwand der Windeln-Fertigung und der Produktion der Bestandteile	47
6.2	Vergleich von Einwegwindeln und Mehrwegwindeln.....	48
6.3	Vergleich konventioneller Einwegwindeln und biobasierter Einwegwindeln	50
7	Ableitung für die Anforderungen an das Umweltzeichen	52
7.1	Chemikalienbezogene Anforderungen für Einwegwindeln: Nordic Swan und EU Ecolabel im Vergleich.....	52
7.1.1	Vergleich der H-Sätze	53
7.1.1.1	Gemeinsamkeit	53
7.1.2	Verbot weiterer Stoffe	56
7.1.2.1	Gemeinsamkeit	56
7.1.2.2	Unterschiede.....	56
7.2	Prüfung bestimmter chemischer Stoffe am Endprodukt	59
7.3	Zellstoff.....	63
7.3.1	Herkunft und Produktionsinformationen	63
7.3.2	Emissionen bei der Zellstoffherstellung.....	64
7.3.2.1	Abwassermenge und Emissionen ins Abwasser bei der Zellstoffherstellung.....	64
7.3.2.2	Emissionen in die Luft bei der Zellstoffherstellung.....	66
7.3.2.3	Anforderungen für Blauer Engel	68
7.3.3	Bleiche.....	69
7.3.4	Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen	69
7.4	Superabsorber/Superabsorbierende Polymeren (SAP)	71
7.5	Kunststoff	73
7.6	Biobasierte Kunststoffe.....	75
7.7	Klebstoffe	76
7.8	Optische Aufheller.....	78
7.9	Druckfarben und Farbstoffe	79
7.10	Lotion	80
7.11	Duftstoffe	80
7.12	Antibakterielle Wirkstoffe (Biozide).....	80
7.13	Geruchsbinder.....	80
7.14	Silikon	81
7.15	Entsorgung	82
7.16	Qualitätsaspekte	83

7.16.1	Anwendungstests und Gebrauchstauglichkeit	83
7.16.2	Technische Prüfungen.....	86
7.16.3	Ableitungen von Kriterien für den Blauen Engel.....	88
8	Umweltentlastungspotenziale Blauer Engel-Einwegwindeln gegenüber normalen Einwegwindeln	90
9	Quellenverzeichnis	91
A	Anhang.....	95
A.1	Preisübersicht der Einwegwindeln – beispielhafte Daten für P&G und dm	95
A.2	Vergleich des PEFC und FSC Labels	98
A.3	Vergleich H-Sätze zwischen Nordic Swan und EU Ecolabel	100

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Die typischen Komponenten und Inhaltsstoffe einer Windel	26
Abbildung 2	Biomass Balance Ansatz von BASF.....	34
Abbildung 3	Ergebnisse der vergleichenden Ökobilanz für Einweg- und Mehrwegwindeln.....	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	In Deutschland angebotene Windelmarken (Stand April 2017).....	23
Tabelle 2	Beispielhafte Kategorisierung von Einwegwindeln	24
Tabelle 3	Durchschnittlicher Materialanteil am Gesamtgewicht einer Windel 2013	26
Tabelle 4	Materialzusammensetzung von Windeln seit 1987 (Angabe in Gramm pro Windel).....	27
Tabelle 5	Zellstoffhersteller, die Fluff Pulp für Windeln produzieren.....	28
Tabelle 6	FSC und PEFC Labelarten	31
Tabelle 7	Der Einsatz verschiedener Kunststoffe in Einwegwindeln	34
Tabelle 8	Materialien für die Herstellung von Schmelzklebstoffen	36
Tabelle 9	Zusammenfassung der geprüften Umweltzeichen für Einwegwindeln.....	39
Tabelle 10	Übersicht der Kriterien des EU Ecolabels für Hygieneprodukte.....	40
Tabelle 11	Mit dem EU Ecolabel ausgezeichnete Einwegwindeln (Stand Mai 2017).....	41
Tabelle 12	Mit dem Nordic Swan ausgezeichnete Einwegwindeln.....	42
Tabelle 13	Zusammenstellung der für die Lebenszyklusanalyse benötigten Parameter für konventionelle Einwegwindeln	43
Tabelle 14	Verursachte Umweltauswirkungen unterschiedlicher Produktlebensphasen einer Einwegwindel	45
Tabelle 15	Relative und absolute Umweltauswirkungen versch. Libero Comfort Windelmodelle	45
Tabelle 16	Prozentualer Anteil der Windelkomponenten an den verursachten Umweltauswirkungen.....	46
Tabelle 17	Produktionsaufwand, Wasser- und Energieverbrauch und Abfallmenge differenziert nach Fertigungsschritten einer Windel	47
Tabelle 18	Zusammenfassung der Produktionsdaten in der Windel-Herstellung (pro Windel).....	48
Tabelle 19	Vergleich des unterschiedlichen Materialieneinsatzes konventioneller und biobasierter Einwegwindeln.....	50
Tabelle 20	Gemeinsamkeit in der Nennung der H-Sätze von Nordic Swan „Sanitary Products Version 6.0“ und EU Ecolabel für absorbierende Hygieneprodukte (2014/763/EU)	53
Tabelle 21	Grenzwerte bestimmter chemischer Stoffe nach unterschiedlichen Quellen (jeweils angegeben)	60

Tabelle 22	Zusammenstellung der Anforderungen an die Herkunft der Zellstofffasern	63
Tabelle 23	Beispielhafte Abwassermenge in der Zellstoffherstellung i.V.z. den Werten der BVT-Schlussfolgerung und Umweltzeichen (luto: luftgetrockneter Zellstoff)	65
Tabelle 24	Beispielhafte Abwasserzusammensetzung in der Zellstoffherstellung i.V.z. den Werten der BVT-Schlussfolgerung und Umweltzeichen (Einheit: Jahresmittelwert kg/Tonne luto)	66
Tabelle 25	Beispielhafte Emissionswerte (Abgas) in der Zellstoffherstellung i.V.z. den Werten von BVT-Schlussfolgerung und EU Ecolabel und Nordic Swan	67
Tabelle 26	Vergleich der Anforderungen zwischen EU Ecolabel und Nordic Swan hinsichtlich Energieverbrauch und CO ₂ -Emissionen	70
Tabelle 27	Beispielhafte CO ₂ - bzw. CO ₂ e-Emissionen in der Zellstoffherstellung	71
Tabelle 28	Zusammenstellung der Anforderungen an Kunststoff des EU Ecolabels und des Nordic Swan	73
Tabelle 29	Zusammenstellung der biokunststoff-relevanten Anforderungen	75
Tabelle 30	Zusammenstellung der Anforderungen an Klebstoffe des EU Ecolabels und des Nordic Swan	77
Tabelle 31	Zusammenstellung der Anforderungen an optische Aufheller und fluoreszierende Weißmacher des EU Ecolabels und des Nordic Swan	78
Tabelle 32	Zusammenstellung der Anforderungen an Druckfarben und Farbstoffe des EU Ecolabel und des Nordic Swan	79
Tabelle 33	Zusammenstellung der Anforderungen an Lotionen des EU Ecolabels und des Nordic Swan	80
Tabelle 34	Zusammenstellung der Anforderungen an Silikon des EU Ecolabels und des Nordic Swan	81
Tabelle 35	Qualitätsanforderungen an die Produktion, Prüfinstitutionen und durchgeführte Tests	83
Tabelle 36	Anforderungen an durchgeführte Anwendungstests im EU Ecolabel	84
Tabelle 37	Anforderungen an die Durchführung von Anwendertests aus dem Nordic Swan	85
Tabelle 38	Übersicht der technischen Prüfungen durch Hytec	86
Tabelle 39	Anforderungen an die technische Prüfung von Windeln im EU Ecolabel	87
Tabelle 40	Anforderungen an die technische Prüfung von Windeln im Nordic Swan	88
Tabelle 41	Qualitätsprüfung von Windeln	88
Tabelle 42	Preisübersicht der von Procter & Gambler und dm angebotenen Windeln (Stand: 1. Quartal 2017)	95
Tabelle 43	Vergleich des PEFC und FSC Labels	98
Tabelle 44	Auflistung der H-Sätze von Nordic Swan und EU Ecolabel	100

Abkürzungsverzeichnis

AOX	Adsorbierbare organische Halogen
APEO	Alkylphenolethoxylate
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BRG	British Retail Consortium
BVT	Beste verfügbare Techniken
Cl2	Elementarer Chlor
ClO2	Chlordioxid
CoRAP	Community Rolling Action Plan
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf
D4	Octamethyl Cyclotetrasiloxane
D5	Decamethylcyclopentasiloxane
DBT	Dibutylzinnverbindungen
DCP	Dichlor-2-propanol
DIBP	Diisobutylphthalat
DMAc	Dimethylacetamid
DOT	Dioktylzinnverbindungen
DTPA	Diethylentriaminpentacetate
ECF	Bleached chemical pulp
EDTA	Ethylenediamintetraacetate
EP	Eutrophierungspotential
EPD	Environmental Product Declaration
EVA	Ethylenvinylacetat
FSC	Forest Stewardship Council
GMP	Good Manufacturing Practices
GWP	Treibhauspotential
IFS	International Featured Standard

AOX	Adsorbierbare organische Halogen
KEA	Energieaufwand
LFBG	Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch
MAK	Maximale Arbeitsplatzkonzentration
MBT	Monobutylzinnverbindungen
MCPD	Mono-chlor-1,2-propandiol
NOx	Stickoxide
OCI	Organisch gebundenes Chlor
PBT	Persistent, Bioaccumulative and Toxic
PCP	Pentachlorphenol
PCR	Product Category Rules
PE	Polyethylen
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes
PLA	Polylactide
PP	Polypropylen
ppb	Teile pro Milliarde
PUR	Polyurethan
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
RPA	Risk and Policy Analysts
SAP	Superabsorbierende Polymere
SVHC	Besonders besorgniserregenden Stoffen
TBT	Tributylzinn
TCF	Total chlorfrei
TCP	Trichlorphenole
TeCP	Tetrachlor-phenole
TEWL	Transepidermaler Wasserverlust
TPT	Triphenylzinn

AOX	Adsorbierbare organische Halogen
TPU	Thermoplastisches Polyurethan
UBA	Umweltbundesamt
vPvB	Very Persistent and very Bioaccumulative
WHO	World Health Organization

Zusammenfassung

In diesem Forschungsvorhaben werden Einwegwindeln als eine neue Produktgruppe für den Blauen Engel untersucht und Kriterien für das Umweltzeichen entwickelt. Die Vergabekriterien umfassen zunächst nur Einwegwindeln für Säuglinge und Kleinkinder. Diese stellen mengenmäßig im Moment den größten Absatzanteil in Deutschland dar.

Methode

Im Rahmen der Projektarbeiten wurden methodisch eine Markt- und Umfeldanalyse (Kapitel 4), ein Vergleich vorhandener Umweltzeichen (Kapitel 5) und eine Auswertung vorhandener Ökobilanzstudien (Kapitel 6) durchgeführt. Zusätzlich wurden im Rahmen der Arbeiten insgesamt vier verschiedene Fragebögen an beteiligte Akteure verschickt: 1) ein Fragebogen an die Hersteller der in Einwegwindeln verwendeten Superabsorber; 2) ein Fragebogen an diverse Windelanbieter mit Fragen zur Herstellung und Zusammensetzung von Einwegwindeln; 3) ein Fragebogen für Zellstofflieferanten und 4) ein Fragebogen an Testlabore und Hersteller, bezüglich der üblichen (Praxis-)Tests für die häufig geprüften Stoffe in der Windelbranche. Darüber hinaus fand ein Austausch mit verschiedenen Expertinnen und Experten statt. Insgesamt wurden zwei physische Sitzungen mit interessierten Akteuren durchgeführt: ein Fachgespräch und eine Expertenanhörung. Im Rahmen der Sitzungen wurden die Entwürfe der Vergabekriterien vorgestellt und anschließend mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert.

Ergebnisse der Markt- und Umfeldanalyse sowie der Auswertung existierender Umweltzeichen und Ökobilanzen

Die durchgeführte Markt- und Umfeldanalyse hat ergeben, dass auf globaler Ebene der Markt für Einwegwindeln aktuell stark am Wachsen ist, und auch für die kommenden Jahre ein weiterer Anstieg der Verkaufszahlen erwartet wird. In Deutschland tragen 95% der Kleinkinder Einwegwindeln. Täglich werden in Deutschland so ca. zehn Mio., jährlich ca. 3,65 Mrd. Einwegwindeln verbraucht (Schmitt 2015). Aktuell wird der Jahresumsatz aller Windelanbieter in Deutschland auf ca. 700 Mio. Euro geschätzt (metoda 2017).

Im Rahmen des Projekts wurden insgesamt 19 Vergabekriterien internationaler Umweltzeichen geprüft um festzustellen, welche u.a. für Einwegwindeln anwendbar sind. Die identifizierten Vergabekriterien *EU Ecolabel für absorbierende Hygieneprodukte* (Ausgabe Okt. 2014) und *Nordic Ecolabelling of Sanitary Products* (Version 6.0, 14. June 2016) wurden anschließend als Ausgangsbasis für die Entwicklung der Blauer Engel Vergabekriterien genutzt.

Die Auswertung existierender Ökobilanzen für konventionelle Einwegwindeln hat ergeben, dass die Herstellungsphase der Komponenten der Einwegwindeln die Umweltauswirkungen mit 62–98%, je nach betrachteter Umweltauswirkung dominiert (Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a; Weisbrod & van Hoof 2012a). Innerhalb der Komponenten verursacht die Produktion des Zellstoffs die größten Umweltauswirkungen, gefolgt von SAP und synthetischem Polypropylen-Vliesstoff (EN: PP non-woven) (Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a).

Kriterien für Blauer Engel Einwegwindeln und deren Umweltentlastungspotenziale

Die Ableitung von Anforderungen an das Umweltzeichen erfolgte basierend auf den typischen Komponenten und Inhaltsstoffen für Einwegwindeln (Abbildung 1), mit besonderem Augenmerk auf die identifizierten Hot Spots (siehe oben).

Im Folgenden werden die wichtigsten Kriterien und die damit verbundenen Vorteile bezüglich der Umweltentlastungspotenziale der Blauer-Engel-Einwegwindeln gegenüber normalen Einwegwindeln zusammengefasst:

- ▶ 100% des Fluff Pulps ausgezeichneter Windeln stammen aus nachhaltiger Forstwirtschaft. Fluff Pulp hat derzeit noch einen prozentualen Gewichtsanteil von ca. 25–35% an einer Windel. Täglich werden in Deutschland ca. zehn Mio., jährlich ca. 3,65 Mrd. Einwegwindeln verbraucht (Schmitt 2015). Ausgehend von einem durchschnittlichen Anteil von 36 Gramm pro Windel (30%) ergeben sich daraus 39.420¹ Tonnen Fluff Pulp, die jährlich für den deutschen Einwegwindel-Markt produziert werden. Diese Anforderung ist strenger als in anderen Umweltzeichen, wurde aber von verschiedenen Stakeholdern als machbar und realistisch eingeschätzt.
- ▶ Um ausgezeichnet zu werden, muss für Blauer-Engel-Einwegwindeln ein Laborbericht über 17 zu prüfende chemische Stoffe bzw. Stoffgruppen (Tabelle 21) von akkreditierten Testlaboratorien vorliegen.
- ▶ Blauer-Engel-Einwegwindeln beinhalten keine Lotionen. Lotionen können z.B. Paraffine, antibakterielle Wirkstoffe oder Farbstoffe enthalten, die häufig schwer biologisch abbaubar sind und sich in der Umwelt und in Organismen anreichern können. Außerdem werden dadurch unnötig fossile Rohstoffe für ein Wegwerfprodukt genutzt.
- ▶ Blauer-Engel-Einwegwindeln beinhalten keine Duftstoffe und Geruchbinder. In den Windeln, die mit Duftstoffen versetzt werden, werden natürliche Parfümöl wegen hoher Kosten häufig durch synthetische Duftstoffe ersetzt. Selbst Duftstoffe, die bereits als Allergene bekannt sind, dürfen, bei vollständiger Auflistung in der Inhaltsstoffliste, dennoch in Babyprodukten enthalten sein. Der Marktanteil von Einwegwindeln mit Duftstoffen in Deutschland wurde von einem Hersteller auf unter 3% geschätzt.
- ▶ Die Herkunft biobasierter Kunststoffe muss für ausgezeichnete Windeln ebenfalls zertifiziert sein. Je nach Rohstoff kann diese mit unterschiedlichen Zertifizierungssystemen nachgewiesen werden, um einen nachhaltigen Anbau nachzuweisen.
- ▶ Qualität und Gebrauchstauglichkeit der ausgezeichneten Windeln muss über verschiedene Tests nachgewiesen werden. Da es erfahrungsgemäß große Unterschiede zwischen der Performance im Labor und in der tatsächlichen Anwendung gibt, ist ein Anwendungstest zwingend vorgeschrieben. Dadurch wird sichergestellt, dass nicht nur die technischen Parameter überzeugen, sondern die Windeln in der praktischen Nutzung die Bedürfnisse der Kunden erfüllen.

¹ =3,65 Mrd. *36/1000000*30%

Summary

In this research project, disposable diapers are being investigated as a new product group for the Blue Angel, and criteria for award of the eco-label are being developed. The award criteria initially cover only disposable diapers for infants and young children. In terms of volume, these currently account for the largest share of sales in Germany.

Method

As part of the project work, a market and environmental analysis (Chapter 4), a comparison of existing eco-labels (Chapter 5) and an evaluation of existing life cycle assessments (Chapter 6) were carried out. In addition, in the context of the project work, a total of four different questionnaires were sent to the actors involved: 1) a questionnaire to the manufacturers of super-absorbents; 2) a questionnaire to various diaper suppliers; 3) a questionnaire to the manufacturers of fluff pulp; 4) a questionnaire to test laboratories and manufacturers regarding the usual (practical) tests carried out in the industry. Furthermore, an exchange with various experts was organised. A total of two physical meetings were held with interested parties: a technical discussion and an expert hearing. During the meetings, the drafts of the award criteria were presented and subsequently discussed with all participants.

Results of the market and environment analysis as well as the evaluation of existing eco-labels and life cycle assessments

The market and environment analysis has shown that the market for disposable diapers is currently growing strongly at a global level, and a further increase in sales figures is expected for the coming years. In Germany, 95% of small children wear disposable diapers. Approximately ten million disposable diapers are consumed every day in Germany and approximately 3.65 billion annually (Schmitt 2015). The annual turnover of all diaper suppliers in Germany is currently estimated at approx. 700 million euros (metoda 2017).

Within the framework of the project, a total of 19 award criteria for international eco-labels were examined in order to determine which, among other things, are applicable to disposable diapers. The identified EU Ecolabel award criteria for *absorbent hygiene products* (version Oct. 2014) and *Nordic Ecolabelling of Sanitary Products* (version 6.0, June 14, 2016) were then used as a starting point for the development of the Blue Angel award criteria.

The evaluation of existing life cycle assessments for conventional disposable diapers has shown that the manufacturing phase of the components of disposable diapers dominates the environmental impact with 62-98%, depending on the environmental impact considered (Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a; Weisbrod & van Hoof 2012a). Within the components, pulp production has the greatest environmental impact, followed by SAP and synthetic polypropylene nonwoven (EN: PP non-woven) (Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a).

Criteria for Blue Angel disposable diapers and their potential for environmental relief

The Ecolabel requirements were derived based on the typical components and contents of disposable diapers (Figure 1), with particular attention to the identified hot spots (see above).

The following is a summary of the most important criteria and the associated advantages with regard to the environmental relief potential of Blue Angel disposable diapers compared to normal disposable diapers:

- 100% of the fluff pulp of awarded diapers comes from sustainable forestry. Fluff pulp currently still has a percentage weight share of approx. 25-35% of a diaper. Approximately ten

million disposable diapers are consumed daily in Germany and about 3.65 billion annually (Schmitt 2015). Based on an average share of 36 grams per diaper (30%), this corresponds to 39,420² tons of fluff pulp produced annually for the German disposable diaper market. This requirement is stricter than in other environmental areas, but has been assessed by various stakeholders as feasible and realistic.

- ▶ In order to be awarded the Blue Angel disposable diapers label, a laboratory report must be available for 17 chemical substances or groups of substances to be tested (Table 21) from accredited test laboratories.
- ▶ Blue Angel disposable diapers do not contain any lotions. Lotions may, for example, contain paraffins, anti-bacterial agents or dyes, which are often difficult to biodegrade and can accumulate in the environment and in organisms. In addition, this also implies unnecessary use of fossil raw materials for a disposable product.
- ▶ Blue Angel disposable diapers do not contain any fragrances or odour binders. In diapers containing fragrances, natural perfume oils are often replaced by synthetic fragrances on the grounds of high costs. Even fragrances that are already known as allergens may still be contained in baby products if they are fully listed in the list of ingredients. The market share of disposable diapers containing **fragrances** in Germany was estimated to be less than 3% by one manufacturer.
- ▶ The origin of biobased plastics must also be certified for awarded diapers. Depending on the raw material, this can be testified by different certification systems in order to prove sustainable cultivation.
- ▶ The quality and usability of the diapers must be proven by various tests. Since experience has shown that there are large differences between the performance in the laboratory and the actual application, an application test is mandatory. This ensures that not only the technical parameters are convincing, but also that the diapers meet the customers' needs in practical use.

² =3,65 billion *36/1000000*30%

1 Einleitung

Das Umweltzeichen „Der Blaue Engel“ stellt einen wichtigen Baustein innerhalb der produktbezogenen Umweltpolitik Deutschlands dar: Das Zeichen dient nicht nur zur Orientierung der Verbraucher, die damit ökologische Spitzenprodukte erkennen können, sondern auch der öffentlichen Beschaffung, die die Vergabekriterien als Grundlage für Ausschreibungen verwenden kann. Nach der Umsetzung der EU-Richtlinie 2014/24/EU in nationales Recht wird es sogar möglich sein, bei öffentlichen Ausschreibungen Produkte und Dienstleistungen einzufordern, die das Umweltzeichen tragen oder die Einhaltung der Kriterien anderweitig nachweisen. Für Hersteller und Händler bietet das Umweltzeichen die Möglichkeit, ihre Produkte als besonders umweltfreundlich zu kennzeichnen und damit insgesamt als nachhaltiges Unternehmen wahrgenommen zu werden. Zusätzlich liefern die Kriterien des Umweltzeichens für Hersteller die technischen Parameter, eigene Produkte zu optimieren und die Produktentwicklung auf diese Benchmarks auszurichten. Auf europäischer Ebene fließen die Vergabekriterien des Blauen Engels in den Ökodesign-Prozess sowie die Weiterentwicklung des EU-Umweltzeichens ein. Insgesamt tragen heute etwa 12.000 Produkte und Dienstleistungen in ca. 120 Produktkategorien den Blauen Engel.

In diesem Forschungsvorhaben werden Einwegwindeln als eine neue Produktgruppe für den Blauen Engel untersucht und Kriterien für das Umweltzeichen entwickelt. Bei Einwegwindeln handelt sich im Gegensatz zu anderen Produkten um ein Produkt, das für längere Zeit mit der Haut in Berührung kommt. Daher wird in den Vergabekriterien ein Schwerpunkt auf Inhaltsstoffe und Schadstoffprüfungen gelegt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Herstellung des Zellstoffs, der zu 100% aus nachhaltiger Waldwirtschaft sowie aus ressourcenschonender Produktion stammen muss. Auf globaler Ebene ist der Markt für Einwegwindeln aktuell stark am Wachsen, und auch für die kommenden Jahre wird ein weiterer Anstieg der Verkaufszahlen erwartet. In Deutschland tragen 95% der Kleinkinder Einwegwindeln. Täglich werden in Deutschland so ca. zehn Mio., jährlich ca. 3,65 Mrd. Einwegwindeln verbraucht (Schmitt 2015). Aktuell wird der Jahresumsatz aller Windelanbieter in Deutschland auf ca. 700 Mio. Euro geschätzt (metoda 2017).

2 Methodisches Vorgehen

Für die Ableitung von Vergabekriterien für das Umweltzeichen wird gemäß ISO 14024 geprüft, welche Umweltauswirkungen bei der Herstellung, Anwendung und Entsorgung des Produktes relevant sind – neben Energie-/Treibhauseffekt kommen Umweltauswirkungen wie Ressourcenverbrauch, Eutrophierungspotenzial, Lärm, Toxizität, etc. in Betracht.

Im Rahmen der Projektarbeiten wurden methodisch eine Markt- und Umfeldanalyse, ein Vergleich der vorhandenen Umweltzeichen (EU Ecolabel und Nordic Swan) sowie eine Auswertung der vorhandenen Ökobilanzen durchgeführt. Die Grundlagen, die zur Ableitung der Kriterien dienten, wurden in diesem Hintergrundbericht dokumentiert.

Zusätzlich wurden im Rahmen der Arbeiten insgesamt vier verschiedene Fragebögen an beteiligte Akteure verschickt: 1) ein SAP (Superabsorbierende Polymere) -Fragebogen an die Hersteller der in Einwegwindeln verwendeten Superabsorber; 2) ein Fragebogen an diverse Windelanbieter mit Fragen zur Herstellung und Zusammensetzung von Einwegwindeln; 3) ein Zellstoff-Fragebogen, der von den beteiligten Windelherstellern an die jeweiligen Zellstofflieferanten weitergeleitet wurde und 4) ein Fragebogen an Testlabore und Hersteller, bezüglich der üblichen (Praxis-)Tests für die häufig geprüften Stoffe in der Windelbranche. Darüber hinaus fand ein Austausch mit verschiedenen Expert(inn)en statt.

Insgesamt wurden zwei physische Sitzungen mit interessierten Akteuren durchgeführt: ein Fachgespräch (23. Juni. 2017) und eine Expertenanhörung (17. Oktober 2017). Im Rahmen der Sitzungen wurden die Entwürfe der Vergabekriterien vorgestellt und anschließend mit allen Teilnehmern und Teilnehmerinnen diskutiert. Die Teilnehmerliste umfasste Windelhersteller, Expert(inn)en aus Verbraucherzentralen, Behörden und Testlaboren/Prüfinstitutionen, Zellstoffhersteller und SAP-Hersteller. Im Nachgang wurden schwerpunktmäßig die Anforderungen an verwendete Chemikalien angepasst sowie zahlreiche Anforderungen präzisiert und sprachlich überarbeitet. Die Vergabekriterien für Einwegwindeln wurde im Dezember 2017 von der Jury Umweltzeichen beschlossen und im Januar 2018 veröffentlicht³.

³ <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%2020208-201801-de%20Kriterien.pdf>

3 Definition der Produktgruppe

Die Vergabekriterien umfassen zunächst nur Einwegwindeln für Säuglinge und Kleinkinder. Diese stellen mengenmäßig im Moment den größten Absatzanteil in Deutschland dar. In dieser Studie ausgeschlossen sind Inkontinenzprodukte für Erwachsene, obwohl sich eine steigende Tendenz beim Verkauf von Inkontinenzprodukten und gleichzeitig sinkende Absatzzahlen beim Verkauf von Windeln für Säuglinge und Kleinkinder beobachten lässt. Nach derzeitigen Prognosen wird es noch bis zum Jahr 2067 dauern, bis Inkontinenzprodukte den Hauptanteil am Windelabsatz ausmachen (Deutsche Wirtschafts Nachrichten 2014). Da unterschiedliche Anforderungen an Windeln für Kinder und Erwachsene bestehen (z.B. unterschiedliches Risiko der Geruchsentwicklung, Diskretionsansprüche etc.) (Schmitt 2015), müssten diese im Rahmen der Vergabekriterien getrennt bewertet werden. Die Vergabekriterien umfassen daher nur Einwegwindeln, die zur Anwendung bei Säuglingen und Kleinkindern konzipiert sind. Beispiele dafür sind Höschenwindeln, Windelslips und Schwimmwindeln.

4 Markt- und Umfeldanalyse

4.1 Marktanalyse

4.1.1 Verkaufszahlen & Markttrends

Auf globaler Ebene ist der Markt für Einwegwindeln aktuell stark am Wachsen, und auch für die kommenden Jahre wird ein weiterer Anstieg der Verkaufszahlen erwartet. Weltweit wird für den Umsatz im Zeitraum 2016 – 2024 eine Wachstumsrate von 4,1% erwartet. 2024 soll der Umsatz \$70,4 Mrd. (ca. 62,6 Mrd. Euro) erreichen. Für die Anzahl verkaufter Windeln wird in dem gleichen Zeitraum ein Anstieg um 3,5% prognostiziert (Olivo 2017b).

Dabei fallen die Verbrauchsmengen je nach Region sehr unterschiedlich aus. Beispielweise trägt ein Kind in Europa in seiner Windelzeit von einem angenommenen Zeitraum von 2,5 Jahren ca. 3.796 Windeln, während es in den USA ca. 4.623 sind (Weisbrod & van Hoof 2012a). Während in den Entwicklungs- und Schwellenländern mit einem enormen Wachstum gerechnet wird (in Indien lag die durchschnittliche Umsatzwachstumsrate für Einwegwindeln in den letzten sieben Jahren bei 20%), gilt der Markt in Deutschland als entwickelt. Hier tragen 95% der Kleinkinder Einwegwindeln. Ein Marktteilnehmer schätzt, dass von den verbleibenden Familien 4 – 5% Mehrwegwindeln und weniger als 1% keine Windeln nutzen. Täglich werden so ca. zehn Mio., jährlich ca. 3,65 Mrd. Einwegwindeln verbraucht (Schmitt 2015). Laut der Anbieter ist diese Anzahl verkaufter Windeln in Deutschland in den letzten Jahren etwa gleichgeblieben, z.T. bedingt durch einen leichten Bevölkerungsrückgang und die steigende Effizienz von Windeln. Andere Quellen berichten von einem leichten Umsatzrückgang des Marktes (-0,4% von 2013 auf 2014) (Deutsche Wirtschafts Nachrichten 2014). Aktuell wird der Jahresumsatz auf ca. 700 Mio. Euro geschätzt (metoda 2017).

4.1.2 Verschiedene Anbieter und Windelmarken

Am Markt wird eine Vielzahl unterschiedlicher Marken angeboten (siehe Tabelle 1). Ein aktueller Marktbericht über Anteile der verschiedenen Anbieter war im Rahmen der durchgeführten Recherche nicht zu finden. Im Jahr 2008 hatte Procter & Gamble mit ihrer Marke Pampers mit 57,1% den größten Umsatzanteil in Deutschland, gefolgt von dm mit 13,8%, Aldi mit 8,8% und Fixies mit 1,2%⁴. Alle restlichen Handelsmarken hatten zusammen einen Anteil von ca. 19%. Sonstige Marken hatten einen Anteil von weniger als einem Prozent (GFK 2008). 2013 schätzten Experten den Marktanteil von Pampers in Deutschland auf ca. 70 Prozent (Dierig 2013).

Die in Deutschland angebotenen Windelmarken lassen sich in Hersteller- und Handelsmarken aufteilen. Bei den Herstellermarken produziert der Inhaber der Marke die Produkte dieser Marke selbst. Der Vertrieb ist in der Regel nicht auf einen Handelsbetrieb beschränkt. Ein Beispiel ist der Hersteller Procter & Gamble, der unter dem Markennamen Pampers Windeln produziert, welche dann von verschiedenen Handelsbetrieben unter dem Herstellermarkennamen Pampers vertrieben werden. Handelsmarken hingegen sind „Hausmarken“ von Handelsbetrieben. Die Produkte werden in der Regel im Auftrag extern hergestellt und in den Filialen des Handelsbetriebs vertrieben. Ein Beispiel ist die Drogeriekette dm, die ihre Windeln nur in den eigenen Filialen unter der Handelsmarke Babylove vertreibt. Die in Deutschland verfügbaren Hersteller- als auch Handelsmarken sind in Tabelle 1 zusammengestellt (Stand April 2017). Die Hersteller der verfügbaren Handelsmarken waren durch eine Internetrecherche nicht zu ermitteln.

⁴ Hinweis: Die Marke Fixies ist mittlerweile vom Deutschen Markt verschwunden (Recherche-Stand 2017)

Tabelle 1 In Deutschland angebotene Windelmarken (Stand April 2017)

Konventionelle Windeln		Ökowindeln
Herstellermarken		
1.	Pampers	1. Eco by Naty-Windeln*
2.	Bella Baby Happy*	2. Moltex nature no.1
3.	Tena Libero Comfort	3. Bio Babby Biowindeln*
4.	Helen Harper	4. Fairwindeln*
		5. Pingo
		6. LILLYDOO*
		7. Wiona Biowindeln*
Handelsmarken		
1.	Babylove	(dm)
2.	toujours	(Lidl)
3.	Beste Wahl	(Rewe)
4.	Vibelle	(Aldi Nord)
5.	Mamia	(Aldi Süd)
6.	Babydream	(Rossmann)
7.	Beauty Baby	(Müller)
8.	babysoft	(Netto Marken-Discount)
9.	Budni Baby	(Budni)
10.	Gut & Günstig	(Edeka)
11.	K Classic Baby	(Kaufland)
12.	Natuvell Baby	(Globus)

* Windeln (fast) ausschließlich über das Internet bestellbar. (Fast) kein Verkauf im Einzelhandel.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut).

Die Befragung von verschiedenen Windelherstellern ergab, dass die in Deutschland angebotenen Windeln hauptsächlich in Deutschland, Schweiz, Spanien und Italien produziert werden. Fairwindeln veröffentlicht seine Herstellerländer Deutschland und Schweiz auf der eigenen Webseite⁵.

Ein weiterer Marktteilnehmer könnte möglicherweise bald aus der Türkei kommen. Ermöglicht durch eine größere Investitionssumme hat dort der Hersteller Enka Hijyen damit angefangen, Windeln im großen Stil zu produzieren und exportieren (Olivo 2017a).

Zusätzlich zu den regulär im Einzel- oder Onlinehandel angebotenen Windeln gibt es neue Verkaufswege wie z.B. den mobilen Windelshop. An vorher auf einer Internetseite angekündigten

⁵ <https://fairwindel.de/>, zuletzt aufgerufen am 15.05.2017

Standorten werden an bestimmten Terminen 2.-Wahl-Windeln paketweise direkt vom LKW verkauft. Laut der Website stammen die Windeln „von einem der größten europäischen Windelhersteller und werden ausnahmslos in Deutschland produziert“. Die verkauften Windeln können kleinere Fehler aufweisen, z.B. eine fehlerhafte Windelbedruckung oder Farbgebung, die aber die Funktionalität der Windeln nicht einschränken (WS Windel-Shop 2017).

4.1.3 Einwegwindeln-Kategorien

Die angebotenen Windeln lassen sich sowohl nach Größe (1–6) als auch nach Alter/Gewicht der Kinder, für die sie geeignet sind, kategorisieren. Je nach Marke und Windelart (z.B. premium, aktiv, Schwimmwindel etc.) kann die Zuordnung von Windelgröße und Alter/Gewicht der Kinder leicht abweichen. Die in Tabelle 2 beschriebene Einteilung bietet eine grobe Orientierung.

Tabelle 2 Beispielhafte Kategorisierung von Einwegwindeln

Größenbezeichnung	Größe	Alter [Monate]	Gewicht der Kinder [kg]
micro		0 – 6	1 – 2,5
New born	1	0 – 6	2 – 5
Mini	2	0 – 6	3 – 6
Midi	3	6 – 24	5 – 9
Maxi	4	6 – 24	8 – 16
Maxi +	4+	6 – 24	9 – 18
Junior	5	6 – 24	11 – 23
Junior +	5 +	6 – 24	13 – 25
Extra large	6	24 +	15 + / 18 – 30
	6 +	24 +	17 – 32

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut)

Die Windeln sind je nach Anbieter oft noch mit zusätzlichen Merkmalen gekennzeichnet. Beispielsweise enthalten Windeln mit dem Zusatz „sensitiv“ laut Pampers‘ Produktbeschreibung besonders viele hauptpflegende Inhaltsstoffe und wurden von der Skin Health Alliance geprüft (windeln.de 2017). Der Zusatz „Active fit“ der Pamperswindeln beschreibt Windeln, die dünner als herkömmliche Windeln sind und somit die Bewegungsfreiheit der Kinder weniger einschränken sollen.

4.1.4 Preise

Die Preise von Windeln schwanken je nach Marke, Verpackungsgröße, Anwendung und Größe der Kinder (siehe Kapitel 4.1.3). Günstige Exemplare einzelner Handelsmarken ohne spezielle Funktion (Schwimmwindel etc.) können bereits für um die 10 Cent pro Stück erworben werden. Spezialwindeln, z.B. Pyjamahöschen für größere Kinder, kosten dagegen über 60 Cent pro Stück. Der Mittelwert der exemplarischen Auswertung des online verfügbaren Angebots (Windeln, Windelslips, Schwimmwindeln und Pyjamahöschen) der beiden Marken babylove und Pampers liegt bei 27 Cent pro Windel bei einer Verpackungsgröße von durchschnittlich 35 Windeln (siehe Anhang A.1).

Bekanntermaßen besteht auch zwischen konventionellen und Ökowindeln ein preislicher Unterschied. Der Anbieter Fairwindeln bietet ein monatliches Windelpaket für insgesamt 89 € inklusive MwSt. an. Das Paket beinhaltet 144 Fairwindeln sowie die Lieferkosten. Der Stückpreis einer Windel in diesem Angebot liegt bei 62 Cent (fairwindel 2016). Neben ökologischen Aspekten (Einsatz nachwachsender Rohstoffe etc.) wird bei der Produktion in Deutschland und der Schweiz auf faire Arbeitsbedingungen geachtet. Eine von fairwindeln veröffentlichte Aufschlüsselung der Kosten zeigt, dass Rohstoffe und die Produktionskosten in dem Unternehmen mit ca. 33% den größten Anteil am Preis haben. Jeweils 16% fallen für Entwicklungskosten, Fixkosten des Unternehmens und Mehrwertsteuer an. Der kalkulatorische Überschuss macht 12%, Logistik und Zahlungsabwicklung 7% der Kosten aus (fairwindel 2016, Stand Mai 2017).

Andere Ökowindeln, wie z.B. von Moltex, werden zwischen 22 (Mini) und 37 Cent (XL) angeboten⁶.

4.1.5 Konsumtrends

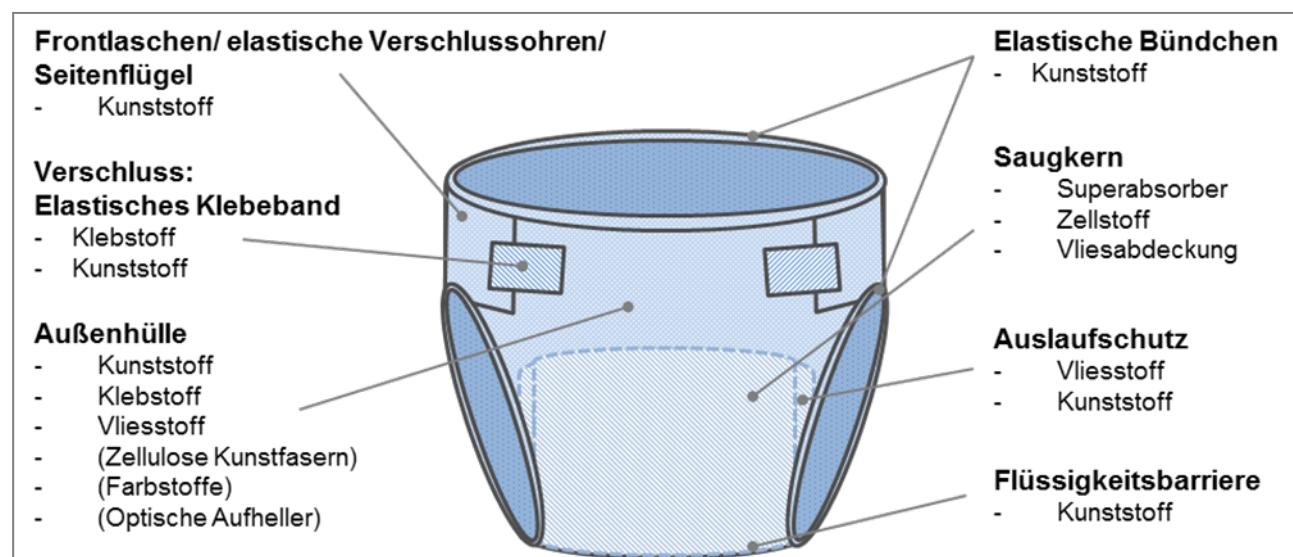
Auch der Windelmarkt wird durch den allgemeinen Trend, zunehmend online einzukaufen, beeinflusst. Die Onlineplattform windeln.de, die seit 2011 neben weiteren Produkten für Neugeborene Windeln über das Internet verkauft, konnte ihren Umsatz innerhalb von 3 Jahren von 7 auf 130 Mio. Euro steigern. Immer mehr Eltern und Betreuungspersonen kaufen Windeln online, weil sich so die Preise unterschiedlicher Hersteller besser vergleichen lassen und/oder die Lieferung direkt nach Hause bequemer ist. In einer Umfrage von Nielsen gaben 13% der europäischen Teilnehmenden der Studie an, Windeln online zu bestellen (Olivo 2016). Dabei scheinen die Kunden mit dem Onlineeinkauf zufrieden zu sein: Bei windeln.de kommen mehr als 70% der neuen Bestellungen von Kunden, die bereits vorher online bestellt haben (Gropp 2015). Neben windeln.de bieten nun auch andere Anbieter wie Amazon und MyToys.de Windeln in ihrem Sortiment an (Dierig 2013).

4.1.6 Komponenten einer Einwegwindel

In den folgenden Absätzen werden die typischerweise in Einwegwindeln enthaltenen Komponenten vorgestellt. Einen Überblick, welche Komponenten einer Windel typischerweise aus welchen Materialien bestehen, bietet Abbildung 1.

⁶ Die Preise wurden der Website windeln.de entnommen: www.windeln.de/moltex-nature-no-1-windeln.html, aufgerufen am 06.04.2017

Abbildung 1 Die typischen Komponenten und Inhaltsstoffe einer Windel



Anm.: Je nach Anbieter und Windel variieren die Komponenten und die jeweiligen Inhaltsstoffe und es kann zu Abweichungen kommen.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut)

Die durchschnittlichen Anteile der verschiedenen Materialien am Gesamtgewicht einer Windel (Stand 2013) finden sich in Tabelle 3.

Tabelle 3 Durchschnittlicher Materialanteil am Gesamtgewicht einer Windel 2013

Bestandteile	Anteil am Gesamtgewicht
Superabsorber	33%
Zellstoff	24%
Vliesstoff*	21%
Elastische Bestandteile & Klebeband	13%
Kunststoff	5%
Kleber	3%
Sonstiges	1%

* Vliesstoffe können aus unterschiedlichen Materialien und mit Hilfe verschiedener Produktionsverfahren hergestellt werden. Generell können sie aus Natur- oder Chemiefasern bestehen. Eine Spezifizierung des Vliesstoffs ist in der Quelle nicht angegeben.

Quelle: Eigene Darstellung (öko-Institut), basierend auf EDANA (2015b).

Allgemein hat sich die Zusammensetzung von Windeln in den letzten Jahrzehnten signifikant verändert. Die wichtigste Neuerung stellt der Einsatz von superabsorbierenden Polymeren (SAP) (siehe Kapitel 4.1.6.2) im Saugkern der Windel dar. Diese haben über die Jahre immer mehr den vorher im Saugkern enthaltenen Zellstoff ersetzt. Durch ihre höhere Wasserbindekapazität und dadurch vergleichsweise niedrige Einsatzmenge hat der Einsatz zu einer durchschnittlichen Gewichtsreduzierung um fast 50% (im Vergleich zu 1987) der Windeln geführt (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4 Materialzusammensetzung von Windeln seit 1987 (Angabe in Gramm pro Windel)

Material	1987	1995	2005	2011	2013
Zellstoff	52,8	37,4	14,1	13,2	9,1
Superabsorber	0,7	5,1	13,2	11,1	12,6
Weich-Polyethylen	4,1	3,8	2,6	2,3	1,8
Polypropylen	4,2	4,5	7	5,8	7,9
Klebstoff	1,3	1,6	1,7	1	1,2
(Klebe-)Band				0,5	
Elastische Komponenten	0,4	0,4	0,4	0,2	0,5
Elastische Verschlussohren				1,1	
Frontlaschen				0,5	
Synthetische Polymere				0,5	
Sonstige Materialien	1,1	3,2	1,8		0,2
Gesamtgewicht	64,6	56	40,8	36,2	33,3

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf EDANA (2015b).

Die genaue Zusammensetzung der Windeln und die Ausgestaltung der Windelkomponenten variiert dabei je nach Region. Die Entwicklung der Körpergröße und des Gewichts von Kindern verläuft in den ersten zwei Lebensjahren zwar weltweit nahezu gleich, die Vorlieben der Eltern variieren aber. Während in Osteuropa parfümierte Windeln verkauft werden, würden diese nach Experteneinschätzung von deutschen Eltern nicht gekauft werden. Da Kinder in England mehr Flüssignahrung bekommen, sind dort die Saugkerne größer als die der in Deutschland verkauften Windeln. Und während die Eltern in den USA die Windeln gerne besonders fest zurren und dort besonders starke Klebestreifen zum Einsatz kommen, werden Windeln in Asien eher locker gelassen aus Sorge vor Druckstellen. Dort wünschen sich die Kunden stattdessen eine besonders weiche Oberfläche (Dierig 2013).

4.1.6.1 Zellstoff (Fluff Pulp)

Bei dem für Windeln verwendeten Zellstoff handelt es sich um sogenannten Fluff Pulp. Fluff Pulp ist ein superweicher Zellstoff, der sich speziell zur Verwendung in saugfähigen Produkten eignet⁷. Fluff Pulp wird folglich in Windeln hauptsächlich für die Aufnahme von Flüssigkeit im Saugkern verwendet. Wie bereits in Tabelle 4 beschrieben, ist in den letzten Jahren immer weniger Zellstoff verwendet worden, mittlerweile machen Superabsorber (siehe Kapitel 4.1.6.2) den Hauptteil des Saugkerns aus. Laut der befragten Hersteller hat Zellstoff derzeit noch einen prozentualen Gewichtsanteil von ca. 25 – 35% an einer Windel.

⁷ www.internationalpaper.com/de/produkte/europa-nahost-afrika/zellstoff/pulp/produktbeschreibung/super-soft-fluff-pulp, zuletzt aufgerufen am 06.11.2017.

In den folgenden Absätzen werden der weltweite Zellstoff- bzw. Fluff-Pulp-Markt, die Hersteller, Produktionsverfahren sowie existierende Zertifizierungssysteme vorgestellt.

4.1.6.1.1 Marktbericht und Hersteller von Zellstoff (Fluff Pulp)

Im Jahr 2015 wurden weltweit 6,0 Mio. Tonnen Fluff Pulp produziert; für das Jahr 2020 wird eine Produktion von 7,3 Mio. Tonnen erwartet (PULPAPERnews 2016). Auf dem weltweiten Fluff-Pulp-Markt sind Einwegwindeln das entscheidende Konsumprodukt mit einem Anteil von ca. 35% am Gesamtverbrauch, gefolgt von Inkontinenzprodukten mit 29%.

Der Markt für Fluff Pulp wird von zahlreichen Zellstoffproduzenten beliefert; eine Übersicht über die großen Hersteller von Zellstoff für Windeln⁸ findet sich in Tabelle 5.

Tabelle 5 Zellstoffhersteller, die Fluff Pulp für Windeln produzieren

Name des Herstellers	Website für weiterführende Informationen
UPM Raumacell	www.upmraumacell.com/Pages/Default.aspx
Domtar	www.domtar.com/index.asp
Internationale Paper	www.internationalpaper.com/home
Georgia Pacific	www(gp.com
ANDRITZ	www.andritz.com/index.htm
Stora Enso Biomaterials	http://biomaterials.storaenso.com
Auraco	www.arauco.cl
Suzano	www.suzano.com.br/en/
Fibria	www.fibria.com.br
SCA	www.sca.com/en/Home/
Weyerhaeuser	www.weyerhaeuser.com/
WestRock	www.westrock.com/en
Resolute Forest Products	www.resolutefp.com/en/?langtype=4105
Klabin	www.klabin.com.br/en/home/
Rayonier Advanced Materials	http://www.rayonieram.com/

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut)

Der Anteil am Fluff Pulp Markt verschiedener Produzenten betrug 2016 30% von Georgia-Pacific, 23% Weyerhaeuser, 16% International Paper und 10% von Domtar. Alle anderen Hersteller verfügten über Marktanteile bis zu 5%. Bis 2022 wird erwartet, dass International Paper seinen Marktanteil auf ca. 35% vergrößern wird. Die Prognose basierte auf der Annahme, dass die geplante Übernahme der Zellstoffherstellung von Weyerhaeuser durch International Paper genehmigt wird bzw. die geplante Zellstofffabrik „Sun“ gebaut wird (Vertical Research Partners 2016). Der Verkauf wurde Ende 2016 erfolgreich durchgeführt (Weyerhaeuser 2016).

⁸ Alle aufgeführten Zellstoff Hersteller geben auf ihrer Website an, fluff pulp für Windeln zu produzieren (Stand Mai 2017).

4.1.6.1.2 Produktion

Der Fluff Pulp für Einwegwindeln wird aus Nadelholz, z.B. Kiefern und Fichten, hergestellt. Beispiele für die verwendeten Baumarten sind die amerikanische Terpentinkiefer (auch: Weihrauchkiefer; EN: Loblolly pine (*Pinus taeda*)), Sumpfkiefer (EN: Longleaf pine (*Pinus palustris*)), Teichkiefer (EN: Pond pine (*Pinus serotina*)), Sandkiefer (EN: Sand pine (*Pinus clausa*)) und Elliott (EN: Slash pine (*Pinus elliottii*)) (Weyerhaeuser 2014).

Laut der befragten Hersteller werden ca. 82% des weltweit produzierten Fluff Pulps in den USA produziert. Als Grund dafür gaben die befragten Anbieter an, dass dort verfügbare Baumarten längere Fasern im Vergleich zu nordeuropäischen Fasern haben. Dies ist zum Teil auf die längere Wachstumssaison der Bäume zurückzuführen, verglichen mit der relativ kurzen Wachstumssaison der nordeuropäischen Wälder. Außerdem würde der aus den USA stammende Zellstoff besondere Eigenschaften aufweisen, u.a. besonders weich sein.

Die Produktion von Zellstoff stellt einen sehr energieintensiven Herstellungsprozess dar. Nach Einschätzung einer der befragten Hersteller handelt es sich um den energieintensivsten Schritt in der Produktionskette von Einwegwindeln. Zellstoff wird mit Hilfe mechanischer und chemischer Verfahrensschritte aus faserhaltigen Pflanzen (zu großem Anteil aus Holz) hergestellt:

- ▶ Holzbearbeitung: Entrindung und Zerkleinerung zu Hackschnitzeln Überführung der Hackschnitzel in einen Zellstoffkocher;
- ▶ Aufschlussverfahren nach dem Sulfatverfahren; Zellstoff wird mit Hilfe unterschiedlicher Aufschlusslösungen, - Temperaturen, -Drücken und -Zeiten im Zellstoffkocher hergestellt;
- ▶ Wäsche und Sortierung;
- ▶ Sauerstoffdelignifizierung;
- ▶ Bleiche;
- ▶ Trocknung.

Laut der befragten Hersteller wird der in Windeln verwendete Fluff Pulp mit Hilfe des Sulfatverfahrens hergestellt. Das Sulfitverfahren wird für die Produktion von Zellstoff für die Papierherstellung verwendet und ist für die Herstellung von Windeln nicht geeignet. Weitere mechanische und chemische Verfahren wurden bis zum Ende des letzten Jahrhunderts genutzt, um geringwertige Produkte herzustellen; heutzutage kommen sie laut einem Hersteller nicht mehr zum Einsatz. Grund dafür ist die sehr kurze Faserlänge und die geringere Leistungsfähigkeit des Saugkerns des so hergestellten Zellstoffs. Im Gegensatz zu anderen Zellstoffprodukten wird Fluff Pulp für Windeln in Rollen geliefert. Die Lieferung in Rollen ist für den Produktionsprozess der Windeln notwendig.

Risiken bei der Verwendung von Zellstoff stellen Bleichmittel, optische Aufheller und weitere während der Produktion zugefügte Chemikalien dar. Bestehende Umweltzeichen für Hygieneprodukte (EU Ecolabel und Nordic-Swan, siehe Kapitel 5) verbieten die Verwendung von Chlor-gas zum Bleichen und den Einsatz fluoreszierender Weißmacher.

Recycelter Zellstoff kommt in der Produktion von Einwegwindeln aus unterschiedlichen Gründen zurzeit nicht zum Einsatz:

- ▶ Die Qualität recycelten Zellstoffs entspricht nicht den in Deutschland für Windeln geforderten Anforderungen an die Leistungsfähigkeit (keine ausreichende Absorption und Flüssigkeitsverteilung durch zu kurze Faserlänge, schädliche Rückstände aus Druckfarben etc.).
- ▶ Zusätzlich ist die Sicherstellung einer gleichbleibenden Qualität nicht möglich, bedingt durch variierende Zusammensetzungen (der Zellstoff für Windeln wird optimalerweise aus bauschigen, langen Fasern produziert).
- ▶ Die kurzen Fasern führen zusätzlich zu einer hohen Staubbelastung in der „trockenen“ Produktion von Windeln und damit zu einer Gesundheitsgefährdung der Mitarbeiter (die Papierproduktion ist ein „nasser“ Prozess, in der die Fasern aufgeschwemmt werden und keine Staubbelastung entsteht).
- ▶ Unterlegener Weißheitsgrad von recyceltem Zellstoff.
- ▶ Verunreinigung durch Chemikalien, die für den Recyclingprozess notwendig sind.
- ▶ Die Fluoreszenz von Recyclingfasern ist in Einwegwindeln unerwünscht.

Der Nordic Swan gibt vor, dass kein recycelter Zellstoff in den Hygieneprodukten selber zum Einsatz kommen darf. Eine Ausnahme bilden zusätzliche Komponenten wie z.B. die Verpackung. Beim EU Ecolabel für Windeln gibt es keine Vorschrift bezüglich des Einsatzes recycelten Zellstoffs.

4.1.6.1.3 Zertifizierungssystem

Da Zellstoff aus Holz hergestellt wird, besteht bei der Produktion von Windeln die Gefahr, dass Zellstoff aus nicht-nachhaltiger Forstwirtschaft oder unkontrollierten und illegalen Quellen eingesetzt wird. Um die Herkunft des verwendeten Zellstoffs zu zertifizieren, gibt es für Holz unterschiedliche Nachhaltigkeits-Label. Die Label FSC (Forest Stewardship Council) und PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes) finden besonders häufig Anwendung. Während das FSC-Label Produkte auszeichnet, werden beim PEFC Unternehmen zertifiziert⁹. Die PEFC-Zertifizierung kann auch in Verbindung mit einem Produkt oder in einer Produktkette verwendet werden, sofern der Anteil des Holzes aus PEFC-zertifizierten Wäldern über 70% liegt (PEFC 2017). Die beiden Label werden auch im Nordic Swan und EU Ecolabel für Zellstoff in Hygieneprodukten als gültige Zertifikate für Rückverfolgungssysteme und nachhaltige Forstwirtschaft als anerkannte Nachweise genannt. Ein Vergleich der beiden Label findet sich in Anhang A.2. Zum Nachweis, dass das verwendete Material aus legalen Quellen stammt, bieten beide Label Herkunftszeugnisse über eine so genannte chain of custody (Kontrollkette). Dieser Nachweis wird in bestehenden Umweltkennzeichen für Hygieneprodukte für 100% des verwendeten Zellstoffs gefordert, sagt aber noch nichts über den Einsatz von Materialien aus nachweislich nachhaltiger Forstwirtschaft aus. Dies geschieht erst über die Vergabe bestimmter Label für die Produkte oder Unternehmen. Sowohl das FSC- als auch das PEFC-Zertifikat gibt es in unterschiedlichen Labelarten (siehe Tabelle 6). Das FSC 100% Label zertifiziert lediglich Produkte, die aus 100% nachhaltiger Forstwirtschaft stammen, das FSC Mix Label Produkte, in denen mindestens 70% zertifizierter oder recycelter Zellstoff (mengenmäßig) in die Produktion mit eingehen. Alternativ kann Zellstoff über ein Mengenbilanzierungssystem zertifiziert werden (die Kennzeichnung erfolgt ebenfalls mit dem FSC Mix Label). Dabei wird die Menge, die über das Mengenbilanzsystem zertifiziert wird, prozentual angegeben. So bedeutet beispielsweise die

⁹ Telefonat mit Herrn Malessa von FSC Deutschland am 18.05.2017

Bezeichnung FSC Mix Credit 100%, dass der entsprechend deklarierte Zellstoff vollständig über das Mengenbilanzierungssystem zertifiziert ist. Das FSC Recycled Label kennzeichnet Produkte, die ausschließlich aus Recyclingmaterial bestehen. Das PEFC Certified Label schreibt, vergleichbar mit dem FSC Mix Label, 70% zertifiziertes oder recyceltes Material vor. Darüber hinaus ist es bei der PEFC-Zertifizierung möglich, höhere Einsatzmengen von Holz aus nachhaltiger Landwirtschaft nachzuweisen. Dazu wird der entsprechend zertifizierte Anteil prozentual hinter der Bezeichnung PEFC Certified angegeben. Mit Hilfe dieser Angabe kann PEFC-zertifizierter Zellstoff ebenfalls mit einer 100%-Angabe verkauft und auf dem Lieferschein dann als PEFC Certified 100% bezeichnet werden. Das PEFC Recycled Label setzt voraus, dass mindestens 70% recyceltes Material zum Einsatz kommen.

Tabelle 6 FSC und PEFC Labelarten

Labelbezeichnung	Voraussetzungen für die Auszeichnung
FSC Label	
FSC 100%	Das FSC 100% Label steht für Produkte, die 100% Material aus FSC-zertifizierten Wäldern enthalten. Dieses Label kommt aus produktionstechnischen Gründen bei Papier/Pappe/Karton und Holzwerkstoffen sehr selten vor. Der Labeltext lautet: „(Produkttyp) aus vorbildlich bewirtschafteten Wäldern“.
FSC Mix	Bei der Produktion werden sowohl Materialien aus FSC-zertifizierten Wäldern und/oder Recyclingmaterial als auch Material aus kontrollierten Quellen verwendet. FSC-zertifiziertes oder Post-Consumer-Recycling Material wird dabei entweder zu mindestens 70% eingesetzt oder es wird ein variabler Anteil über ein Mengenbilanzierungssystem zertifiziert. Die Höhe des Anteils muss in der Bezeichnung der Zertifizierung genannt werden (z.B. FSC Mix Credit 100%). Der Labeltext lautet: „(Produkttyp) aus verantwortungsvollen Quellen“.
FSC Recycled	Das Recyclinglabel steht für Produkte, die ausschließlich Recyclingmaterial beinhalten. Der Labeltext lautet: „(Produkttyp) aus Recyclingmaterial.“
PEFC Label	
PEFC Certified	Bei der Produktion kann Holz aus PEFC-zertifizierten Wäldern, kontrollierten Quellen und Recyclingmaterial eingesetzt werden. Mit Hilfe verschiedener Verfahren ist sichergestellt, dass entweder mindestens 70% PEFC-zertifiziertes Material oder Recyclingmaterial eingesetzt wird (Prozentsatzmodell) ODER dass mindestens 70% einer äquivalenten Menge dieser Materialkategorien eingesetzt wurden, die den gekennzeichneten Waren entspricht (Mengenguthaben). Durch den Zusatz der prozentualen Angabe, wie viel Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt, können auch mehr als 70% erreicht werden. Zellstoff aus ausschließlich nachhaltiger Forstwirtschaft wird auf dem Lieferschein dann als <i>PEFC Certified 100%</i> bezeichnet.
PEFC Recycled	Mindestens 70% des Produktes müssen aus Recyclingmaterial bestehen. Der Rest können PEFC-Materialien oder andere kontrollierte Quellen sein. Produkte mit diesem Kennzeichen können folglich bis zu 30% Frischfaser enthalten.

Quelle: FSC (2017) für FSC-Label; FSC (2016) für PEFC-Label

Die Befragung mehrerer Experten¹⁰ hat ergeben, dass der ausschließliche Einsatz von FSC 100% zertifiziertem Zellstoff zum jetzigen Zeitpunkt nicht realistisch ist, da er nicht in ausreichender Menge verfügbar ist. Generell gibt es aus produktionstechnischen Gründen weltweit wenige Werke, die FSC 100% zertifizierten Zellstoff herstellen. Die Zusammensetzung des Materials

¹⁰ Telefonat mit Herrn Malessa von FSC Deutschland am 18.05.2017; E-Mail von Herrn Davies vom Zellstoffhersteller Domtar am 19.05.2017

hängt von dem im Einzugsgebiet des Zellstoffwerks befindlichen Forst ab. Die Herstellung von FSC 100% Zellstoff ist laut Expertenaussage nur dann möglich, wenn im Umfeld gezielt nur zertifiziertes Holz angebaut wird (ähnlich einer Plantage)¹¹.

Die Befragung der Windelanbieter hat ergeben, dass diese unterschiedlich große Anteile an zertifiziertem Zellstoff einsetzen. Ein Unternehmen nutzt ausschließlich FSC 100% zertifizierten Fluff Pulp, alle anderen geringere zertifizierte Mengen oder aber auch das FSC Mix Label sowie PEFC Certified.

4.1.6.2 Superabsorbierende Polymere (SAP)

4.1.6.2.1 Marktbericht und Hersteller von SAP

Einer der Hauptbestandteile heutiger Windeln sind die superabsorbierenden Polymere (SAP), auch Superabsorber genannt. Diese machen mittlerweile über 50% des Saugkerns (SAP+Zellstoff) aus (EDANA 2015b) und sind dort für die Bindung der Flüssigkeit zuständig. Laut der befragten Windelanbieter machen Superabsorber aktuell 25–40% des Gesamtgewichts einer Einwegwindel aus. Eine andere Quelle gibt den Anteil von SAP mit 15–16 Gramm pro Windel an (Xiao 2015). Die neueste Generation der Superabsorber nimmt mittlerweile bis zum 500-fachen des Eigengewichts an Wasser und wässrigen Lösungen auf und wird bei der Aufnahme zu einem Gel (Evonik 2016).

Die sechs größten Hersteller von SAP, die insgesamt 80% der weltweiten Produktionskapazität besitzen, sind Evonik Industries, Nippon Shokubai, BASF, Sumitomo Seika Chemicals, SDP Global and Yixing Danson Technology (Stand 2015). Die weltweite Produktionskapazität für SAP lag 2014 bei insgesamt 3,119 Millionen Tonnen, was einem Anstieg von 11,8% gegenüber dem Vorjahr entspricht. Vor allem die weltweit steigende Nachfrage an Hygieneprodukten hat dazu geführt, dass die tatsächliche SAP-Produktion 2014 auf 2,13 Millionen Tonnen angestiegen ist. Dieser Anstieg entspricht 7,14% im Vergleich zum Vorjahr. (ReportBuyer 2015)

SAP für Windeln hatte 2014 einen Verkaufsanteil von 74%, gefolgt von Inkontinenzprodukten mit 12% (FMI 2015). Somit wurden 2014 weltweit ca. 1,58 Millionen Tonnen SAP-Granulate für die Windelproduktion hergestellt.

4.1.6.2.2 Produktion

Die wesentlichen Ausgangsstoffe zur Herstellung von Superabsorber sind Acrylsäure und Natronlauge; die Reaktion findet in deionisiertem Wasser statt. Folgende Prozessschritte werden zur Herstellung von Superabsorbern durchgeführt:

- ▶ Ausgangsmaterial ist ein **Monomer**,
- ▶ Zusatz weiterer Chemikalien zur **Vernetzung** (cross-linking) der Polymere (z.B. Zinkacetatdihydrat als Vernetzungsmittel (Mirabella et al. 2013)); diese Zusätze entscheiden zu einem großen Teil über die spätere Aufnahmekapazität des SAPs (McIntyre 2015),
- ▶ **Polymerisierung:** Bildung langer Ketten, die später die Wassermoleküle binden,
- ▶ **Trocknung** des Gemischs,
- ▶ **Pulverisierung** bzw. Herstellung eines Granulats.

¹¹ Telefonat mit Herrn Malessa von FSC Deutschland am 18.05.2017

Das Endprodukt besteht nach Herstellerangaben aus ca. 95% superabsorbierenden Polymeren, die restlichen 5% setzen sich aus weiteren Chemikalien wie Antioxidationsmittel und Antiklumpmitteln zusammen. Der in Hygieneprodukten eingesetzte Superabsorber wird hauptsächlich aus Natriumpolyacrylat hergestellt (EDANA o. J.). Informationen zum Energieaufwand im Rahmen der Produktion wurden von Herstellern nicht zur Verfügung gestellt. Allerdings wurde seitens der befragten Produzenten darauf hingewiesen, dass aus betriebswirtschaftlichem Interesse zwangsläufig darauf geachtet wird, möglichst energieeffizient zu produzieren. In der Produktion des SAP ist die Trocknung des Polymergels nach der Polymerisation der energieintensivste Schritt. Die Trocknung ist notwendig, da die Polymerisation nur in einer wässrigen Natriumacrylatlösung durchgeführt werden kann.

Im SAP verbleiben herstellungsbedingt Restmonomere. Diese sind nach Aussagen von Windelherstellern Acrylsäure, aber vor allem das neutralisierte Salz der Acrylsäure, Natriumacrylat, das bei einem pH-Wert von 6,5 99% der Restmonomere ausmacht. Nach der ECHA-Datenbank liegt für Natriumacrylat keine harmonisierte Einstufung vor; die Mehrheit der angemeldeten Einstufungen kennzeichnet Natriumacrylat als bedenklich für die Umwelt (H400 - Sehr giftig für Wasserorganismen).¹² Das gleiche gilt für Acrylsäure, für das eine harmonisierte Einstufung vorliegt (H400 - Sehr giftig für Wasserorganismen). Acrylsäure ist zusätzlich gefährlich für die menschliche Gesundheit (H302 - Gesundheitsschädlich bei Verschlucken, H312 - Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt, H332 - Gesundheitsschädlich bei Einatmen und H314 - Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden¹³). Diese Gesundheitsgefahren gelten aber nicht für Natriumacrylat (siehe dazu Abschnitt 7.4).

Laut der befragten Anbieter und ihrer SAP-Hersteller konnten die negativen Umweltauswirkungen, die durch die Produktion und den Einsatz von SAP entstehen, über die letzten Jahre reduziert werden. Die Optimierung des Herstellungsprozesses, insbesondere der Trocknung, hat eine deutliche Reduktion des Energieaufwands für die Herstellung einer Tonne SAP ermöglicht. Im Vergleich zum Jahr 2008 wurde für die Herstellung von SAP im europäischen Durchschnitt bis 2013 das Treibhauspotential um 9%, das Eutrophierungspotential um 24%, das fotochemische Ozonbildungspotential um 9% und das Versauerungspotential um 10% gesenkt.

Die Produktion der oben genannten größten SAP-Hersteller findet laut der Windelanbieter in den USA, Deutschland, Saudi-Arabien, Japan, Belgien, China, Indonesien, Thailand, Brasilien, Singapur, Frankreich, Taiwan und Korea statt. Die befragten Anbieter gaben an, dass deren Hersteller den verwendeten Superabsorber hauptsächlich in der EU, dort vorwiegend aus Belgien und Deutschland beziehen. Dieser wird als Granulat eingekauft und in den Fabriken als Windelkomponente verarbeitet.

4.1.6.2.3 Biobasierte Superabsorber

Neben diesen aus Acrylsäure und Natronlauge hergestellten Absorbern werden derzeit biogene Absorber basierend auf Stärke erforscht und entwickelt. Der für die Polymerproduktion eingesetzte biogene Kohlenstoff kann z.B. aus alten Speisefetten gewonnen werden. Einige Marktteilnehmer werben damit, ausschließlich nachwachsende Rohstoffe zu verwenden und den Saugkern der Windeln aus z.B. Kartoffel- oder Maisstärke herzustellen (siehe auch Kapitel 4.2.1). Die durchgeführte Anbieterbefragung hat ergeben, dass biogene Superabsorber aktuell nur in einer kleinen Minderheit der Produkte zum Einsatz kommen. Bedenken werden vor allem hinsichtlich der Leistung und der Herstellungskosten der alternativen Absorber geäußert. Hintergrund ist die fehlende Eigenschaft von Stärke, wässrige Flüssigkeiten unter Druck zu binden. Dies ist die

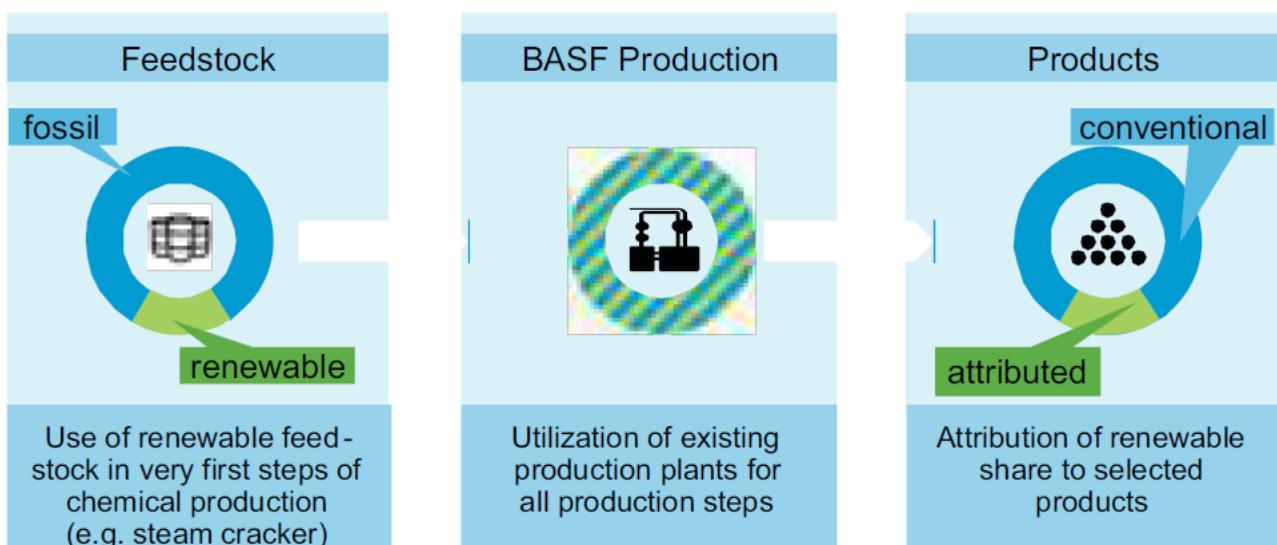
¹² <https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/23389>

¹³ <https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/cl-inventory-database/-/discli/details/1102379>

wichtigste Eigenschaft des SAP in der Windel. Laut einem Anbieter müsste, um mit Stärke eine vergleichbare Absorptionsmenge zu erhalten, ca. zehnmal so viel biobasierter Superabsorber eingetragen werden. Außerdem werden wiederholt ethische Bedenken gegen den Einsatz von Lebensmitteln für die SAP-Produktion geäußert.

Eine weitere Alternative stellen Superabsorber dar, die nach dem Biomass Balance Ansatz als nachwachsend zertifiziert werden. Diese werden in der gleichen Produktionsanlage wie herkömmliche Superabsorber hergestellt, basieren aber einem Verrechnungsverfahren nach auf erneuerbaren Rohstoffen. Dabei wird sowohl biogener als auch fossiler Kohlenstoff für die Produktion verwendet. Anschließend wird ein Anteil der daraus erzeugten Produkte, entsprechend der Einsatzmenge biogener Rohstoffe, als biogen ausgezeichnet (siehe Abbildung 2). Der nach diesem Prinzip hergestellte Superabsorber enthält prozentual nicht mehr biogenen Kohlenstoff als die als konventionell deklarierten Produkte.

Abbildung 2 Biomass Balance Ansatz von BASF



Quelle: Pierobon (2017)

4.1.6.3 Kunststoffe

Kunststoffe kommen in unterschiedlichen Ausführungen und in unterschiedlichen Windelkomponenten vor. Die Befragung mehrerer Windelanbieter ergab, dass sich die für bestimmte Komponenten eingesetzten Materialien unterscheiden. Auch mengenmäßig sind unterschiedlich große Anteile der verschiedenen Kunststoffe im Einsatz. Insgesamt kommt Polypropylen am häufigsten zum Einsatz. So wird es z.B. als Außenhülle und als Hülle des Saugkerns verwendet. Andere Kunststoffe kommen als Auslaufschutz und in den elastischen Bündchen zum Einsatz. Eine aus den unterschiedlichen Antworten zusammengestellte Übersicht findet sich in Tabelle 7.

Tabelle 7 Der Einsatz verschiedener Kunststoffe in Einwegwindeln

Name des Kunststoffs	Enthalten in Bestandteil	Gewichts-% der Windel	Funktion des Kunststoffs
Polypropylen	Außenhülle (Topsheet + Backsheet), Saugkernumhüllung, vorderes Ohr, Landungszonen Tape	16-23%	Passform, Zusammenhalt der Windel
Polyethylen	Innenseite	3-7%	Auslaufschutz

Name des Kunststoffs	Enthalten in Bestandteil	Gewichts-% der Windel	Funktion des Kunststoffs
Polyester	Trockenlage	1-6%	Flüssigkeitsverteilung
Elastomere / Polyurethan / Polyester	Elastische Bündchen	< 1%	Passform

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf den Angaben mehrerer Windelanbieter

Der Einsatz von Kunststoffrecyclaten wurde von den befragten Anbietern als theoretisch möglich, aber als praktisch nicht umsetzbar bewertet. Als Gründe wurden ähnliche Argumente genannt, die auch gegen den Einsatz recycelter Zellstoffs aufgeführt wurden (siehe Kapitel 4.1.6.1): der geringere Weißheitsgrad, mögliche Verunreinigungen (z.B. durch optische Aufheller) sowie keine Garantie der gleich bleibenden Qualität.

Bei der Herstellung synthetischer Polymere entstehen Risiken durch im Herstellungsprozess verursachte Emissionen, bei biomassebasierten Kunststoffen der nicht nachhaltige Anbau der verwendeten Biomasse. Bei beiden Arten von Kunststoff besteht außerdem das Risiko des nicht sachgemäßen Einsatzes von Zusatzstoffen, weshalb diese in Umweltkennzeichen reglementiert werden sollten.

4.1.6.4 Baumwolle, zellulösische Samenfasern

Baumwolle oder andere zellulösische Samenfasern werden laut der Anbieterbefragung sehr selten in Einwegwindeln eingesetzt. Theoretisch kann auch aus diesen Materialien ein Vliesstoff hergestellt werden, der anstatt von kunststoffbasiertem Vlies eingesetzt werden könnte. Der Grund dafür, dass dies sehr selten gemacht wird, liegt laut den Befragungsergebnissen zum einen an den Herstellungskosten baumwollbasierter Windelkomponenten. Zusätzlich ist baumwollbasierter Vlies schwerer und nicht so belastbar wie existierende Alternativen aus Kunststoff. Kommt Baumwolle zum Einsatz, bestehen folgende Risiken:

- ▶ menschenrechtliche und nachhaltigkeitsbezogene Risiken entlang der Lieferkette,
- ▶ Einsatz unsachgemäßer Chemikalien für die Bleiche,
- ▶ Energieaufwand und Chemikalieneinsatz für den aufwändigen Herstellungsprozess von baumwollbasiertem Vliesstoff.

4.1.6.5 Zellulosekunstfasern (einschl. Viskose-, Modal-, Lyocell-, Cupro- und Triacetatfasern)

Alle Zellulosekunstfasern werden auf der Grundlage von natürlich gewachsenem Zellstoff hergestellt. Durch die Änderung der Ausgangstoffe, Herstellungsprozesse und der verwendeten Chemikalien sowie der Nachbehandlungen können Kunstfasern mit unterschiedlichen Eigenschaften und Einsatzzwecken hergestellt werden (enius o. J.):

- ▶ Viskose: geringe Reißfestigkeit besonders im nassen Zustand (60–70% von Baumwolle), knittert stark, gute Temperaturbeständigkeit, nicht formbeständig, leicht entflammbar.
- ▶ Modalfasern: wird ähnlich wie Viskose hergestellt, höhere Festigkeit (sehr nassfest), leicht entflammbar, weniger knittrig.
- ▶ Lyocell: wird aus Eukalyptus hergestellt, hohe Reißfestigkeit (auch bei Nässe), saugfähiger als Baumwolle (Alnatura o. J.).
- ▶ Cupro: Eigenschaften sehr ähnlich wie Viskose

- Acetat bzw. Triacetat: nimmt im Vergleich weniger Feuchtigkeit auf und ist temperaturempfindlicher, gutes Wärmehaltevermögen, leicht entflammbar und bedingt scheuerfest.

Zellulosekunstfasern werden nur selten in Einwegwindeln verwendet. Laut der Auskunft einer der befragten Experten ist die Produktion von Zellulosekunstfasern im Vergleich zu der Herstellung bestimmter Komponenten aus Kunststoff teurer; gleichzeitig weisen sie ein höheres Gewicht und eine geringere Reißfestigkeit auf. Auch stellt die Eigenschaft, schnell Feuchtigkeit aufzunehmen, für manche Anwendungen einen Nachteil dar. Es gibt aber Hersteller, die z.B. Viskose für einzelne Komponenten verwenden.

4.1.6.6 Andere Materialien und Bestandteile

Ein weiterer unverzichtbarer Bestandteil von Einwegwindeln sind **Klebstoffe**. Diese werden dazu genutzt, einzelne Komponenten der Windel zusammenzuhalten. Laut der befragten Anbieter macht Kleber aktuell ca. 3–5 Gewichtsprozent einer Windel aus. Verwendet wird laut der Befragung überwiegend Schmelzklebstoff (Englisch „Hotmelts“ oder „Hotmelt adhesives“). Die Definition eines Schmelzklebstoffs nach DIN EN 923 (Klebstoffe – Benennungen und Definitionen) lautet: *ein thermisch aufschmelzbares Klebstoffsystem, das durch Abkühlung Kohäsion (innere Festigkeit) entwickelt* (Industrieverband Klebstoffe e.V. 2015). Ein Schmelzklebstoff wird aus einem oder mehreren Polymeren (als „Basispolymere“ bezeichnet) und Zusatzstoffen produziert. Tabelle 8 stellt die für die Herstellung eines Schmelzklebstoffes eingesetzten Inhaltsstoffe dar.

Tabelle 8 Materialien für die Herstellung von Schmelzklebstoffen

Materialien	Name
Basispolymere	Ethylen-Vinyl-Acetat (EVA), Polyolefin (PO), Polyamid (PA), Polyurethan (PUR), Polyester (PES)
Füllstoffe	z.B. Kreide, Schwerspat
Vernetzungsmittel	z.B. Isocyanate
Klebrigmacher	Harz
Additive	z.B. Stabilisatoren, Pigmente

Quelle: Industrieverband Klebstoffe e.V. (2015)

Zusätzlich können **Lotionen**, **Duftstoffe** und **optische Aufheller** in Einwegwindeln zum Einsatz kommen. Die Haut wird durch das Tragen der Windeln im feuchten Klima aufgeweicht und wird dadurch durchlässiger für äußere Einflüsse. Die Inhaltsstoffe von möglicherweise eingesetzten Lotionen, Farb- und Duftstoffen haben dadurch eine direktere Wirkung als in anderen Produkten, die mit der Haut in Berührung kommen.

Lotionen können u.a. Inhaltsstoffe enthalten, die häufig biologisch schwer oder nicht vollständig abbaubar sind, wie Paraffine, antibakterielle Wirkstoffe, Duftstoffe und Farbstoffe. Diese Stoffe können sich in der Umwelt und in Organismen anreichern. Für einige Paraffine ist nachgewiesen, dass sie sich im Körper, insbesondere in Leber, Niere und Lymphknoten, anreichern können (Fleur 2015; Windeln-tests.de). Es wird berichtet, dass Pampers-Windeln Lotionen beinhalten¹⁴.

Der Marktanteil von Einwegwindeln mit **Duftstoffen** in Deutschland wurde von einem Hersteller auf unter 3% geschätzt. Natürliche Parfümöl werden wegen hoher Kosten häufig durch synthetische Duftstoffe ersetzt. Selbst Duftstoffe, die bereits als Allergene bekannt sind, dürfen bei

¹⁴ <https://utopia.de/oeko-test-windeln-testsieger-mit-erdeoel-belastet-65043/>

vollständiger Auflistung in der Inhaltsstoffliste in Babyprodukten enthalten sein. Aber auch andere Stoffe, die nicht auf der Liste der deklarationspflichtigen Duftstoffe¹⁵ stehen, können negative Auswirkungen haben.

Die befragten Windelhersteller gaben alle an, ihren Produkten weder Lotionen noch Duftstoffe bewusst hinzuzufügen. Im Fall der Klebstreifen seien aus Gründen der Prozesskontrolle optische Aufheller in Kleinstmengen im Rohmaterial nicht zu vermeiden.

Laut Angabe der Hersteller werden selten ganze Komponenten eingefärbt. Ausnahmen bilden die Verschlussysteme wie z.B. Klebestreifen oder Teile des Polypropylen-Vliesstoffs (engl. Non-wovens). Heutzutage erfolgt das Einfärben durch Polymer-Vormischungen („Masterbatch“). Dadurch wird die Farbe ein integrierter Bestandteil des produzierten Materials und kann nicht aus der Faser entweichen. Um unnötige Umweltauswirkungen durch den zusätzlichen Aufwand des Einfärbens einzuschränken, sollten Umweltkennzeichen das Einfärben von Komponenten reduzieren.

Die mit Aufdrucken bedeckte Fläche an der Außenseite von Windeln ist je nach Anbieter unterschiedlich. Das Aufdrucken von bestimmten Informationen, wie z.B. Markenamen oder Windelgröße, ist für die Verbraucher notwendig, um verschiedene Windeln auseinander halten zu können. Zu der Frage, ob zusätzlich auch schmückende Bilder notwendig sind, gab es im Fachgespräch unterschiedliche Meinungen. Generell werden laut der Hersteller zum Bedrucken der Windeln ausschließlich lösungsmittelfreie, wasserbasierte Farben eingesetzt.

4.1.6.7 Verpackung

Die Verpackung von Einwegwindeln erfolgt üblicherweise im Folienbeutel. Beim Verkauf großer Mengen werden mehrere dieser Beutel in eine Umverpackung, meist ein Pappkarton, verpackt. Da an die Verpackungen nicht dieselben hygienischen Anforderungen wie an die Einwegwindeln selbst gestellt werden, kommen hier laut der befragten Anbieter häufig recycelte Materialien zum Einsatz. Außerdem findet bei manchen Herstellern eine zertifizierte Umverpackung statt. Der Hintergrundbericht des Nordic Swan zitiert eine Studie¹⁶, nach der die Verpackung aus ökobilanzieller Sicht einen sehr kleinen Anteil an den durch Einwegwindeln verursachten Gesamtauswirkungen hat.

4.2 Technologietrends

4.2.1 Innovationen beim Material-Einsatz

Wie bereits in Kapitel 4.1.6.2 beschrieben basieren herkömmliche superabsorbierende Polymere (SAP), wie sie momentan in Einwegwindeln verwendet werden, auf Mineralöl. Eine Alternative dazu stellen Superabsorber auf nachwachsender Rohstoffbasis dar. Die Firma Tethis aus den USA forscht aktuell an einem Absorber, der auf Maisstärke basiert (McIntyre 2017). Derzeit wird im Rahmen einer Pilotphase erstes SAP aus Maisstärke produziert, welches als Prototyp in Windeln getestet wird. Neben ökologischen Faktoren könnten laut Tethis bei entsprechender Gebrauchstauglichkeit auch ökonomische Vorteile durch den Einsatz biobasierter SAPs entstehen. Nach Angabe des Herstellers könnten entsprechende Fabriken schneller und örtlich flexibler als herkömmliche SAP-Fabriken gebaut werden. Auch wäre die Produktion unabhängig von schwankenden Gas- und Ölpreisen.

¹⁵ <https://www.allum.de/stoffe-und-ausloeser/sanierung/deklarationspflichtige-duftstoffe>

¹⁶ Die Studie selbst lag zur Verfassung dieses Berichts nicht vor; Cordella et al. (2015) Evolution of disposable diapers in Europe: life cycle assessment of environmental impacts and identification of key areas of improvement. Journal of Cleaner Production, Vol. 95, 2015

Einen ähnlichen Ansatz verfolgen die Gründer von fairwindeln. In ihren Windeln wird statt herkömmlichen SAP auf Kartoffelstärke basierender Absorber verwendet (fairwindel 2017).

Der Trend zu biogenen Kunststoffen muss nicht prinzipiell abgelehnt werden, sollte aber kritisch betrachtet werden. Einen Nachteil der biobasierten Kunststoffe könnte die direkte Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion darstellen. Hochwertige Agrarprodukte sollten in erster Linie der Nutzung als Nahrungsmittel vorbehalten bleiben. Weiterhin sollten direkte und indirekte Landnutzungsänderung, Auswirkungen auf die Biodiversität etc. ebenfalls mitbetrachtet werden. Die Debatte und neue Forschungsergebnisse sollten in Zukunft weiter verfolgt werden.

Die Auswertung einer vergleichenden Ökobilanz zwischen konventionellen und biobasierten Einwegwindeln wird in Kapitel 6.3 diskutiert.

4.2.2 Weitere Entwicklungen

Procter & Gambler (Pampers) hat eine Windel speziell für Frühchen entwickelt. Auf Grund der verbesserten medizinischen Versorgung können Babys heutzutage aus dem zweiten Quartal einer Schwangerschaft im Krankenhaus geboren werden. Die neu entwickelte Windel ist drei Nummern kleiner als bisher existierende Modelle für Neugeborene und kann ab einem Gewicht von 500 g verwendet werden. Die Form der Windeln ist dafür ausgelegt, eine gute Lage für die optimale Entwicklung der Kinder (z.B. Hüftstellung) zu ermöglichen. Bisher kommt sie in US-amerikanischen und kanadischen Krankenhäusern zum Einsatz. Auch Kimberly-Clark (Huggies) bietet mittlerweile Windeln für Babys ab 1 kg an (Olivo 2017b).

Procter & Gambler hat außerdem den Saugkern von Pampers weiterentwickelt. Während bisher ein Saugkern alle Flüssigkeit aufgenommen hat, sollen nun drei „extra absorb channels“ dafür sorgen, dass die Feuchtigkeit noch gleichmäßiger als bisher verteilt wird (Procter & Gamble 2017).

In Japan hat das Unternehmen Unicharm im Oktober 2016 eine neue Windelmarke, Natural Moony Windeln, auf den Markt gebracht. Durch den Einsatz einer „Yuruuchi Kyushu Zone“ (eine Absorptionszone für weichen Stuhl) soll der Tragekomfort weiter verbessert werden (Olivo 2017b).

5 Internationale Umweltzeichen / Programme

Im Folgenden werden die Vergabekriterien internationaler Umweltzeichen dargestellt, welche u.a. für Einwegwindeln anwendbar sind. Der Geltungsbereich der internationalen Umweltzeichen ist jeweils kurz erläutert, auch um Unterschiede in den Kriterien erklären zu können. Tabelle 9 listet alle 19 geprüften Umweltzeichen auf, die möglicherweise Vergabekriterien für Einwegwindeln in verschiedenen Ländern haben könnten.

Tabelle 9 Zusammenfassung der geprüften Umweltzeichen für Einwegwindeln

Land (Programm)	Website	Vergabekriterium für „Einwegwindeln“ (Stand: 11.01.2017)
Australia (Good Environmental Choice)	www.geca.org.au/standards/	Nein
Brazil (Brazilian Ecolabelling)	www.abntonline.com.br/sustentabilidade/%28S%28ewlfpksnkf1xezces04v1zf0%29%29/Rotulo/criterios.aspx	Nein
China Environmental United Certification Center (China Environmental Labelling)	http://kjs.mep.gov.cn/hjbhbz/bzwb/other/hjbz/index.shtml	Nein
Czech Republic (Environmental Choice)	www.eko-znacka.cz/_C12571B20041E945.nsf/\$pid/MZPMSFHMV9DV	Nein
EU (EU Eco-label)	http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/products-groups-and-criteria.html	Ja
Hong Kong (Green Label Scheme)	www.greencouncil.org/eng/greenlabel/cert.html	Nein
Hong Kong (Eco Label)	www.hkfep.com/en_eco.asp	Nein
Japan (Eco Mark)	www.ecomark.jp/english/nintei.html	Nein
Japan (Eco Leaf)	www.ecoleaf-jemai.jp/eng/label.html	Nein
North America (Environmental Choice (Ecologo))	http://productguide.ulenvironment.com/SearchResults.aspx?CategoryID=44	Nein
Nordic Countries (Nordic Swan) includes Denmark, Iceland, Finland, Norway, Sweden	www.nordic-ecolabel.org/criteria/product-groups/?p=1	Ja
New Zealand (Environmental Choice New Zealand)	www.environmentalchoice.org.nz/specifications/published-specifications/	Nein
Philippines (Green Choice)	www.pcepsdi.org.ph/downloads.html	Nein
Singapore (Green Label)	www.sgls.sec.org.sg/sgls-standard.php	Nein
Sweden (Good Environmental Choice)	www.naturskyddsforeningen.se/bra-miljoval/in-english/	Nein

Land (Programm)	Website	Vergabekriterium für „Einwegwindeln“ (Stand: 11.01.2017)
Sweden (TCO)	http://tcodevelopment.com/tco-certified/tco-certified-product-categories/tco-certified-smartphones/	Nein
Thailand (Thai Green Label)	www.tei.or.th/greenlabel/categories.html	Nein
USA (Green Seal)	www.greenseal.org/FindGreenSealProductsandServices/Products.aspx	Nein
PCR (product category rules) für „Absorbent hygiene products“	http://environdec.com/en/PCR/Detail/?Pcr=7900	Ja

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut)

Von den 19 möglichen relevanten Umweltzeichen bzw. Programmen beinhalten das EU Ecolabel und der Nordic Swan-Vergabekriterien für Hygieneprodukte. Einwegwindeln gehören zu diesem Geltungsbereich. Zusätzlich hat PCR (Product Category Rules; *Absorbent Hygiene Products PCR 2011:14 V. 2.0*) im Rahmen des internationalen Environmental Product Declaration (EPD) Systems eine Reihe von Anforderungen festgelegt, wie eine EPD für Windeln durchgeführt werden soll. Im Rahmen einer Internetrecherche waren insgesamt nur EPDs für vier Einwegwindeltypen von dem Unternehmen SCA zu finden (Stand: 23.05.2017). Die Ergebnisse von den EPDs sind in Kapitel 6.1.1 zusammen mit anderen Ergebnissen der Ökobilanz für Einwegwindeln dargestellt.

5.1 EU Ecolabel für absorbierende Hygieneprodukte (Ausgabe: Okt. 2014)

Der Geltungsbereich des EU Ecolabels umfasst eine Reihe von Hygieneprodukten: **Babywindeln**, Damenbinden, Tampons und Stilleinlagen. Bei allen handelt es sich um Einmalprodukte, die aus einem Gemisch von Naturfasern und Polymeren mit einem Faseranteil von weniger als 90% Massenanteil (mit Ausnahme von Tampons) bestehen. Die elf inhaltlichen Kriterien umfassen die in Tabelle 10 dargestellten Aspekte:

Tabelle 10 Übersicht der Kriterien des EU Ecolabels für Hygieneprodukte

EU Ecolabel Kriterien	Kurze Erläuterung der Anforderungen
Kriterium 1	Produktbeschreibung: die Kriterien umfassen die Angabe des Gesamtgewichts des Produkts und der Verpackung sowie der verwendeten Bestanteile, Materialien und Zusatzstoffe mit Angabe des jeweiligen Gewichts.
Kriterium 2	Zellstoff: Die Kriterien umfassen eine nachhaltige Herkunft und Rückverfolgbarkeit, Verbot der Verwendung von Chlorgas beim Bleichen und optischer Aufheller und Farbstoffe einschließlich fluoreszierenden Weißmacher, Anforderung an Grenzwerte für Emissionen wie AOX (adsorbierbare organische Halogen), CSB (Chemischer Sauerstoffbedarf), Phosphoremissionen ins Gewässer, Schwefel und NO _x sowie CO ₂ Emissionen in die Luft bei der Herstellung des Zellstoffs.
Kriterium 3	Zellulose-Kunstfasern (einschließlich Viskose-, Modal-, Lyocell-, Cupro- und Triacetatfasern): Die Kriterien umfassen eine nachhaltige Herkunft und Rückverfolgbarkeit, den Bleichprozess (Verbot der Verwendung von Chlorgas, Grenzwerte für die Emissionen wie AOX, OCI (Organisch gebundenes Chlor) und ein Verbot der optischen Aufheller und Farbstoffe einschließlich fluoreszierenden Weißmacher, sowie Schwefelemissionen in die Luft. In der Marktanalyse hat sich herausgestellt, dass Zellulose-Kunstfasern sehr selten

EU Ecolabel Kriterien	Kurze Erläuterung der Anforderungen
	in Einwegwindeln verwendet werden. Bei manchen Bio-Windeln wird z.B. Viskose verwendet.
Kriterium 4	Baumwolle und andere natürliche zellulösische Samenfasern (ist für Einwegwindeln irrelevant)
Kriterium 5	Kunststoffe und superabsorbierende Polymere: die Kriterien umfassen die Herstellung von synthetischen Polymeren und Kunststoffen, Zusatzstoffe in Kunststoffen und Anforderung an SAP
Kriterium 6	Andere Materialien und Bestandteile: die Kriterien umfassen Anforderungen hinsichtlich der verwendeten Klebstoffe, Druckfarben und Farbstoffe, Duftstoffe und Lotionen, Silikon und Nanosilberpartikel.
Kriterium 7	Verbotene oder Beschränkungen unterliegende Stoffe oder Gemische: die Kriterien umfassen Anforderungen hinsichtlich der verwendeten Chemikalien
Kriterium 8	Materialeffizienz bei der Herstellung
Kriterium 9	Hinweise für die Entsorgung des Produkts
Kriterium 10	Gebrauchstauglichkeit und Qualität des Produkts
Kriterium 11	Soziale Aspekte in Anlehnung an die ILO-Normen

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf EU Ecolabel (2014)

Die Vergabekriterien sind gültig bis zum 24. Oktober 2018. Alle Zeichennehmer des EU Ecolabels für Einwegwindeln finden sich in Tabelle 11. Insgesamt wurden bisher (Stand Mai 2017) drei Produkte der Windelmarke „Bambo Nature“ mit dem EU Ecolabel ausgezeichnet.

Tabelle 11 Mit dem EU Ecolabel ausgezeichnete Einwegwindeln (Stand Mai 2017)

Windel-Marke & Produktnam	Lizenz-Nummer
Bambo Nature Junior Plus 31015602	DK/47/001
Bambo Nature Maxi Plus 31015501	DK/47/001
Bambo Nature Midi Plus 310154	DK/47/001

Quelle: European Commission (2017)

5.2 Nordic Ecolabelling of Sanitary Products (Hygieneprodukte) (Ausgabe: Version 6.0, 14.June 2016)

Der Geltungsbereich des Labelling des Nordic Swan umfasst ebenfalls eine Reihe von Hygieneprodukten: Stilleinlagen, **Kinderwindeln**, Inkontinenzplegeprodukte (Slipenlagen, Windeln und Windeln mit Bandstreifen), Damenbinden (Pads und Pantyliner), Tampons, Wattestäbchen, Wattepads, Watte, Sauna Unterlagen, Lätzchen, Pflaster, Kompressen, Matratzenbezüge, Bettwäsche, Waschlappen (ausgenommen Papiertücher), chirurgische Kleider, Patientenkleider/Patientenabdeckungen, chirurgische Masken und Kappen.

Die Kriterien berücksichtigen gesundheitliche sowie Umweltaspekte. Soziale Aspekte sind nicht berücksichtigt. Auch werden beim Nordic Swan an bestimmte Materialien unterschiedliche

Anforderungen gestellt, je nachdem wieviel Gewichtsprozent sie vom Endprodukt ausmachen. Insgesamt gibt es viele Überschneidungen der beiden Kriteriensests und ihren Schwerpunkten.

Die Vergabekriterien des Nordic Swan sind derzeit (Stand Mai 2017) aktueller, die letzte Version wurde im Juni 2016 veröffentlicht. Diese Kriterien gelten bis zum 30. Juni 2021. Die Zeichennehmer des Nordic Swan für Einwegwindeln (Stand Mai 2017) finden sich in Tabelle 12. Auf Grund der großen Menge zertifizierter Windeln werden hier nur die Produktmarken aufgeführt. Insgesamt wurden 247 Produkte (Stand: Mai 2017) von 23 Windelmarken mit dem Nordic Swan ausgezeichnet.

Tabelle 12 Mit dem Nordic Swan ausgezeichnete Einwegwindeln

Windelmarke	Lizenznummer
Änglamark	5023 0016
Baby Charm Natural Diapers	3023 0041
Bambo	5023 0001
Nature (Dream)	
Nature (Asia)	
Export	
Carrefour Baby Ecoplanet	3023 0041
Coop	5023 0048 / 5023 0016
Favorit Bamse	5023 0001
Grøn Balance	5023 0001 / 5023 0055
ICA Blöjor	5023 0060
Lev vel	5023 0001
Levevis	5023 0048
Libero	3023 0053 / 3023 0023 / 3023 0032 / 3023
Comfort	0037 / 3023 0038
Newborn	
Touch	
Up&Go	
Lille go	5023 0056 / 5023 0055
Magics (Flexidry)	5023 0048
Mini Risk	5023 0016
Minstingen Blöjor	5023 0055 / 5023 0056
Naturae	5023 0063
Pants Love & Green	5023 0044
Parasol Diapers	5023 0048
Pommette Ecologic	5023 0044
REMA 1000	5023 0001
Tibelly	5023 0048 / 5023 0050
Tojours	5023 0048 / 5023 0060 / 5023 0056
Vores	5023 0050

Quelle: Umweltagentur Island (Stand Mai 2017)

6 Auswertung der Ökobilanz

6.1 Auswertung der Ökobilanzergebnisse konventioneller Einwegwindeln

6.1.1 Analyse der Umweltauswirkungen

Es liegen verschiedene Lebenszyklusanalysen bezüglich der Umweltauswirkungen von Windeln vor (Aumônier et al. 2008; Aumônier & Collins 2005; Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a; EPD Libero Comfort 2015; Mirabella et al. 2013; O'Brien et al. 2009; Weisbrod & van Hoof 2012a, 2012b). In der vorliegenden Studie wird keine eigene Ökobilanz für Einwegwindeln erstellt. Stattdessen werden die bereits veröffentlichten Ökobilanzen bzw. relevanten Veröffentlichungen ausgewertet und umweltrelevante Hotspots identifiziert. Tabelle 13 fasst die Eckdaten ausgewerteter Lebenszyklusanalysen für konventionelle Einwegwindeln zusammen.

Tabelle 13 Zusammenstellung der für die Lebenszyklusanalyse benötigten Parameter für konventionelle Einwegwindeln

Rahmenbedingungen	Aumônier et al. (2008)	O'Brien et al. (2009)	Weisbrod und van Hoof (2011)				Cor-della et al. (2015)
Geografischer Bezug	UK	Australien	USA	USA	Europa	Europa	Europa
Zeitbezug	2006	k.A.	2007	2010	2007	2010	2011
Nutzungsperiode pro Kind	2,5 Jahre	2,5 Jahre	2,5 Jahre				k.A.
Anzahl der Windeln pro Tag	4,16	4,2 (low)	5,5 (moderate)	7 (high)	k.A.		k.A.
Anzahl der Windeln pro Kind innerhalb von 2,5 Jahren	3796	3833*	4563*	6388*	4623	4623	3796
Gewicht pro Windel (ohne Verpackung) (g)	38,6	45	50	55	33*	28,7*	36,3*
Gewicht verbrauchter Windeln pro Kind (kg)	146,5	173	251	352	153	133	138
					115		k.A.

*Eigene Umrechnung

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Aumônier et al. (2008), O'Brien et al. (2009), Weisbrod und van Hoof (2011), Cordella et al. (2015)

Folgende Aussagen können aus den Ergebnissen der Studien im Wesentlichen abgeleitet werden:

- ▶ Die Herstellungsphase der Komponenten der Einwegwindeln dominiert die Umweltauswirkungen mit 62–98%, je nach betrachteter Umweltauswirkung (Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a; Weisbrod & van Hoof 2012a). Die vergleichenden Ökobilanzergebnisse der Pampers-Windeln in 2007 und 2010 von Weisbrod & van Hoof (2012b) zeigen, dass die Produktion der Komponenten einen relativen Beitrag zwischen 63% und 92% aufweisen hinsichtlich der drei betrachteten Wirkungskategorien: Feinstaub/anorganische Emissionen, Treibhauseffekt (GWP) und kumulierter Energieaufwand (KEA).
- ▶ Innerhalb der Komponenten verursacht die Produktion des Zellstoffs die größten Umweltauswirkungen, gefolgt von SAP und synthetischem Polypropylen-Vliesstoff (EN: PP non-woven) (Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a). Anzumerken ist, dass die Herstellung der elastischen Polymere mit ca. 30% einen hohen Anteil am abiotischen Ressourcenverbrauch (Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a) hat. Für die Modellierung wurde thermoplastisches Polyurethan (TPU) zugrunde gelegt. Laut Weisbrod & van Hoof (2012b) haben Polypropylen (PP) und SAP den Hauptbeitrag für die drei betrachteten Wirkungskategorien: Feinstaub/anorganische Emissionen, GWP und KEA. Die prozentualen Beiträge der Umweltauswirkungen sind in Weisbrod & van Hoof (2012b) nicht nach Komponenten differenziert angegeben.
- ▶ Die Ergebnisse einer Sensitivitätsanalyse einer Ökobilanz aus Großbritannien (Aumônier et al. 2008) zeigen, dass eine Gewichtsreduzierung der Einwegwindel um 10% zu einer Reduzierung von 5% bis 9% der Umweltauswirkungen führen kann (9% bei abiotischem Ressourcenverbrauch und Versauerung, 8% beim Treibhauseffekt, 7% bei der Eutrophierung, 5% bei der Humantoxizität und Bildung von Photooxidantien). Die Ökobilanz der Pampers-Windeln in 2007 und 2010 hat die Änderung der Umweltauswirkungen aufgrund einer Reduzierung von 10% des Produktgewichts (vor allem Reduzierung des Zellstoffs) und von 14% des Verpackungsgewichts in 2007 im Vergleich zu 2010 untersucht. Die Materialreduzierungen führen zu einer nachweisbaren Minderung der Umweltauswirkungen (Landnutzung: -59%, Eutrophierung: -43%, terrestrische Ökotoxizität: -18%, GWP: -4%) (Weisbrod & van Hoof 2012a, 2012b).
- ▶ Die Fertigung der Endprodukte hat einen Anteil zwischen 1% bis 6% am Gesamtergebnis, je nach betrachteter Umweltauswirkung (Cordella et al. 2015). Die Ökobilanz von Pampers-Windeln in 2007 und 2010 zeigt, dass die P&G Produktion 9% des gesamten KEA ausmacht.
- ▶ Die Distribution der Windeln spielt für das Gesamtergebnis der Ökobilanzen eine untergeordnete Rolle (Aumônier et al. 2008; Cordella et al. 2015; Weisbrod & van Hoof 2012a).
- ▶ Die Entsorgung spielt bei bestimmten Umweltaspekten eine bedeutende Rolle: Sie hat einen Anteil von 13–25% am Gesamtergebnis beim Eutrophierungspotential (EP) und GWP. Die Modellierung der Entsorgung der Einwegwindeln basiert auf Annahmen der typischen Entsorgung in Europa: 63–65% Deponie, 21–25% Verbrennung mit Energierückgewinnung und 12–13% Verbrennung ohne Energierückgewinnung (Cordella et al. 2015; DG JRC 2013a). Weisbrod & van Hoof (2012b) modellierten das End-of-life in Europa mit 32% Verbrennung und 68% Deponie. Daraus ergibt sich für die Entsorgung ein Anteil von 1% bis 12% an der

gesamten Lebenszyklusanalyse bei den drei betrachteten Wirkungskategorien Feinstaub/anorganische Emissionen, GWP und KEA. Eine andere Sensitivitätsanalyse mit Fokus auf die anaerobe Vergärung der Abfälle mit energetischer Verwertung von Biogas bei Aumônier et al. (2008) zeigt eine Reduzierung um 7% des Treibhauseffekts, um 1–2% beim abiotischen Ressourcenerbrauch, Versauerung, Eutrophierung und Bildung von Photooxidantien, gleichzeitig aber eine Erhöhung um 46% der Ökotoxizität in Süßwasser, und um 16% bei der Humantoxizität.

Tabelle 14, Tabelle 15 und Tabelle 16 fassen die Ergebnisse der Umweltauswirkungen aus Cordella et al. (2015), DG JRC (2013a) und EPD Libero Comfort (2015) jeweils nach den Produktlebensphasen und/oder nach den Komponenten zusammen. Der Hintergrundbericht für das EU Ecolabel kommt zu sehr ähnlichen Ergebnissen (DG JRC 2013a).

Tabelle 14 Verursachte Umweltauswirkungen unterschiedlicher Produktlebensphasen einer Einwegwindel

	Produktion der Komponenten und der Verpackungsmaterialien	Produktion der Endprodukte	Distribution	Entsorgung	Summe (absolute Werte bezogen auf eine Windel)
Abiotischer Ressourcenverbrauch (ADP)	98%	1%	0%	1%	0,00007 g Sb eq.
Versauerungspotenzial (AP)	91%	5%	2%	2%	0,55 g SO ₂ eq.
Eutrophierungspotential (EP)	70%	2%	3%	25%	0,13 g PO ₄ ³ eq.
Treibhauseffekt (GWP)	63%	6%	2%	29%	130 g CO ₂ eq.
Bildung von Photooxidantien (POCP: ReCiPe Methode ¹⁷)	92%	4%	0,46%	4%	0,64 g NMVOC eq.
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	96%	3%	1%	0%	4,3 MJ

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Cordella et al. (2015); DG JRC (2013a)

Tabelle 15 Relative und absolute Umweltauswirkungen versch. Libero Comfort Windelmodelle

	Anteil Vorkette	Anteil Fertigung	Anteil Entsorgung	Absolute Summe
Libero Comfort 4 (32 g/Windel)				
Treibhauspotenzial	73,35%	4,47%	22,04%	80,3 g CO ₂ -eq.

¹⁷ Die Ergebnisse der anderen betrachteten Umweltauswirkungen in dieser Tabelle basieren auf der CML 2001 Methode. POCP nach CML 2001 wurde auch von Cordella et al. (2015) untersucht. Allerdings ergab sich ein negativer Beitrag von POCP in der Distributionsphase (-9%) nach der CML-Methode. Die Begründung lautet, dass sich dies auf das Emissionsprofil der Datensätze und das Charakterisierungsmodell der CML-Methode für POCP zurückzuführen lässt. Cordella et al. (2015) haben deshalb zusätzlich noch POCP nach der ReCiPe Methode ausgewertet. Da der negative Beitrag von POCP in der Distributionsphase außergewöhnlich und aus Sicht der Autor(innen) dieser Studie kritisch zu betrachten ist, wurde die Aufteilung hinsichtlich POCP nach der ReCiPe-Methode in dieser Tabelle dargestellt.

	Anteil Vorkette	Anteil Fertigung	Anteil Entsorgung	Absolute Summe
Versauerungspotenzial	91,46%	7,14%	1,53%	0,574 g SO ₂ -eq.
Eutrophierungspotenzial	31,82%	2,79%	65,58%	0,154 g PO ₄ ³⁻ -eq.
Bildung von Photooxidantien	93,55%	0,00%	6,77%	0,031 g C ₂ H ₄ -eq.
Wasserverbrauch	97,18%	2,64%	0,23%	5,68 kg

Libero Comfort 5 (33 g/Windel)

Treibhauspotenzial	71,34%	4,38%	24,29%	84,8 g CO ₂ -eq.
Versauerungspotenzial	88,25%	6,95%	4,97%	0,604 g SO ₂ -eq.
Eutrophierungspotenzial	30,30%	2,67%	67,27%	0,165 g PO ₄ ³⁻ -eq.
Bildung von Photooxidantien	100,00%	0,00%	0,00%	0,030 g C ₂ H ₄ -eq.
Wasserverbrauch	94,53%	2,67%	2,79%	5,85 kg

Libero Comfort 6 (36 g/Windel)

Treibhauspotenzial	73,39%	4,50%	22,14%	91,7 g CO ₂ -eq.
Versauerungspotenzial	91,42%	7,08%	1,51%	0,664 g SO ₂ -eq.
Eutrophierungspotenzial	31,64%	2,77%	65,54%	0,177 g PO ₄ ³⁻ -eq.
Bildung von Photooxidantien	91,67%	0,00%	6,67%	0,04 g C ₂ H ₄ -eq.
Wasserverbrauch	96,94%	2,79%	0,24%	6,2 kg

Libero Comfort 7 (42 g/Windel)

Treibhauspotenzial	72,95%	4,60%	22,19%	105,0 g CO ₂ -eq.
Versauerungspotenzial	91,22%	7,18%	1,60%	0,752 g SO ₂ -eq.
Eutrophierungspotenzial	30,33%	2,70%	66,82%	0,21 g PO ₄ ³⁻ -eq.
Bildung von Photooxidantien	92,68%	0,00%	6,83%	0,0 g C ₂ H ₄ -eq.
Wasserverbrauch	96,72%	3,03%	0,25%	6,7 kg

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf EPD Libero Comfort (2015)

Tabelle 16 Prozentualer Anteil der Windelkomponenten an den verursachten Umweltauswirkungen

	Zellstoff	SAP	PP-non-woven	PP-Klebeband	LDPE Folie	Klebstoff	Elastische Polymere	Verpackung
Abiotischer Resourcenverbrauch (ADP)	42%	16%	9%	0%	1%	1%	29%	2%
Versauerungspotential (AP)	67%	15%	7%	1%	4%	2%	2%	3%
Eutrophierungspotential (EP)	80%	9%	4%	0%	2%	1%	2%	2%

	Zellstoff	SAP	PP-non-woven	PP-Klebeband	LDPE Folie	Klebstoff	Elastische Polymere	Verpackung
Treibhauseffekt (GWP)	29%	25%	22%	2%	7%	6%	8%	1%
Bildung von Photooxidantien (POCP)	51%	16%	11%	1%	10%	4%	5%	3%
Kumulierter Energieaufwand (KEA)	54%	14%	16%	1%	5%	3%	4%	4%
Gewicht/Stück: 40,2 g mit; 36 g ohne Verpackung	33%	28%	14%	6%	5%	0%	2%	10%

Quelle : Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Cordella et al. (2015)

Die Ergebnisse der Ökobilanzstudien zeigen, dass die Herstellung des Zellstoffs, des SAP und des synthetischen PP-Vliesstoffs (EN: PP non-woven) und die Entsorgung hauptsächlich für die Umweltauswirkungen verantwortlich sind. In Deutschland stellt die Entsorgung kein Problem dar, da die Windeln wegen des Deponierungsverbots überwiegend in der Müllverbrennung mit Energieübergewinnung landen. Somit lässt sich durch eine Verringerung der Umweltauswirkungen in der Produktion der Windeln eine möglichst große Gesamtverbesserung erzielen. Für die Ableitung der Vergabekriterien des Blauen Engels für Einwegwindeln stehen diese Komponenten daher im Vordergrund. Zusätzlich ist die Herstellung der elastischen Polymere für den abiotischen Ressourcenverbrauch und den Treibhauseffekt ebenfalls relevant.

6.1.2 Produktionsaufwand der Windeln-Fertigung und der Produktion der Bestandteile

In Tabelle 17 ist der Produktionsaufwand bzw. die Abfallmenge differenziert nach den jeweiligen Fertigungsschritten einer Windel auf Basis von O'Brien et al. (2009) dargestellt. Die Daten beziehen sich auf eine eigene Umrechnung. Die Lebenszyklusanalyse zeigt, dass der größte Energieaufwand sowie der größte Wasserverbrauch bei der Zellstoffherstellung liegt und die Abfälle im Wesentlichen nach dem Gebrauch entstehen. Bezuglich der betrachteten Komponenten der Einwegwindeln wurde nur die Produktion des Zellstoffes (40% Gewicht der Windeln) von O'Brien et al. (2009) untersucht. D.h. die Produktion z.B. des SAP und Polypropylen-Vliesstoffs wird in der Betrachtung nicht berücksichtigt.

Tabelle 17 Produktionsaufwand, Wasser- und Energieverbrauch und Abfallmenge differenziert nach Fertigungsschritten einer Windel

	Wasserverbrauch [L/kg Windel]	Energieverbrauch [kWh/kg Windel]	Abfälle [kg/kg Windel]
Holzchipherstellung	179	0,11	k.A.
Produktion des Fluff Pulps	26	Dampf aus erneuerb. Energie: 1,75 Strom: 0,47 Erdgas: 1,58	0,0012
Fertigung der Windeln	0,5	Strom: 0,67 Erdgas: 0,05	<0,0006
Transport der Windeln	k.A.	0,34	k.A.

	Wasserverbrauch [L/kg Windel]	Energieverbrauch [kWh/kg Windel]	Abfälle [kg/kg Windel]
Entsorgung der Abfälle	k.A.	0,07	4,17 ¹⁸
Summe	202	Gesamt: 4,98 Nicht-erneuerbare Energie: 3,21	4,17

Quelle: Berechnung auf Datenbasis des Szenarios „direkte Entsorgung, ohne Vorbehandlung der Fäkalien“ aus O’Brien et al. (2009)

Tabelle 18 Zusammenfassung der Produktionsdaten in der Windel-Herstellung (pro Windel)

	DG JRC (2013a)	Aumônier & Collins (2005)*	O’Brien et al. (2009)
Daten bezogen auf	Gewicht pro Windel (ohne Verpackung) = 36 Gramm	Gewicht pro Windel (ohne Verpackung) = 44,64 Gramm	Gewicht pro Windel (ohne Verpackung) =36 Gramm (eigene Annahme nach DG JRC (2013a))
Strom	0,053 kWh (=0,19 MJ)	0,030 kWh	0,024 kWh bei 36 Gramm / Windel nach DG JRC (2013a) 0,03 kWh bei 44,64 Gramm / Windel nach Aumônier & Collins (2005)
Thermische Energie	0,0056 kWh (=0,02 MJ)	0,002 kWh (Erdgas)	0,0017 kWh (Erdgas) bei 36 Gramm / Windel nach DG JRC (2013a) 0,0021 kWh (Erdgas) bei 44,64 Gramm / Windel nach Aumônier & Collins (2005)
Wasser	0,002 Liter	0,0196 Liter	0,003 Liter bei 36 Gramm / Windel nach DG JRC (2013a) 0,007 Liter bei 44,64 Gramm / Windel nach Aumônier & Collins (2005)
Schmiermittel	3,3E-03 Gramm	k.A.	k.A.
Lösungsmittel / Druckfarbe	5,1E-03 Gramm	k.A.	k.A.

*Die Daten beziehen sich in (Aumônier & Collins 2005) auf eine Tonne Windeln und wurden hier auf eine Windel (44,64 Gramm) umgerechnet.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf DG JRC (2013a), Aumônier & Collins (2005), O’Brien et al. (2009)

6.2 Vergleich von Einwegwindeln und Mehrwegwindeln

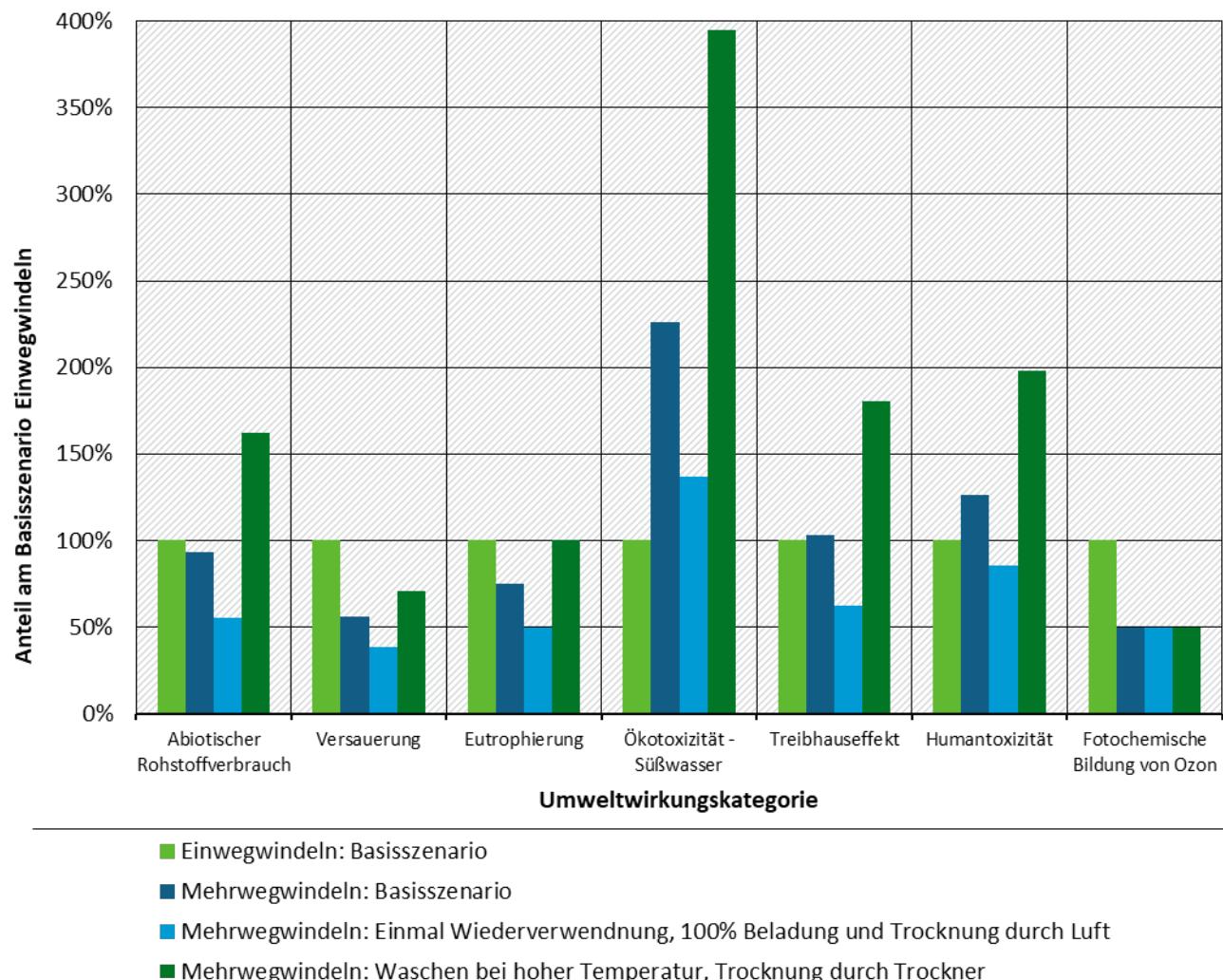
Ein Vergleich der Ökobilanzen von Einwegwindeln und Mehrwegwindeln wurde in verschiedenen Studien durchgeführt und diskutiert (Aumônier et al. 2008; Aumônier & Collins 2005; O’Brien et al. 2009). Die Studien zeigen, dass sich keine klare Aussage ableiten lässt. Die Ökobilanzergebnisse der Mehrwegwindeln bzw. Stoffwindeln sind von vielen Faktoren abhängig: der Anzahl der Stoffwindeln, das Waschverhalten (z.B. bei welcher Temperatur die Windeln gewaschen werden, Beladung), der Energieeffizienzklasse der Waschmaschine, ob die Windeln in einem Trockner oder an der Luft getrocknet werden, etc. Beim Waschen der Windeln zu Hause haben die Benutzer mehr Möglichkeiten, die Umweltauswirkung zu reduzieren, z.B. durch Nutzung einer energieeffizienten Waschmaschine, Vollbeladung, Waschen bei niedrigen Temperaturen, Trocken an der Luft, häufige Wiederverwendung der Mehrwegwindeln, Wiederverwendung bei anderen

¹⁸ Hierbei handelt es sich z.B. um Rückstände aus der Verbrennung.

Kindern (Aumônier et al. 2008; O'Brien et al. 2009). Bei Einwegwindeln hingegen besteht die Möglichkeit der Reduzierung der Umweltauswirkungen vor und nach der Nutzung, z.B. durch die Reduzierung des Wasser- und Energieverbrauchs während der Zellstoffherstellung, Reduzierung des Gewichts der Einwegwindeln, Entsorgung durch anaerobe Vergärung der Abfälle mit Erzeugung und energetischer Verwertung von Biogas. O'Brien et al. (2009) weisen darauf hin, dass die Möglichkeit der Verwendung alternativer Materialien, z.B. Hanf oder Bambus, untersucht werden sollte. Die Nutzung von ungebleichtem Zellstoff bzw. Recyclingzellstoff kann zu einer Reduzierung der Umweltauswirkungen beitragen.

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. stellt die Ergebnisse der vergleichenden Ökobilanz für Einweg- und Mehrwegwindeln anschaulich dar.

Abbildung 3 Ergebnisse der vergleichenden Ökobilanz für Einweg- und Mehrwegwindeln



Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Aumônier et al. (2008)

6.3 Vergleich konventioneller Einwegwindeln und biobasierter Einwegwindeln

Mirabella et al. (2013) analysierten in Italien hergestellte biobasierte Einwegwindeln (WIP-Windeln) und verglichen sie mit konventionellen Einwegwindeln. Tabelle 19 zeigt den Unterschied der beiden Windeltypen hinsichtlich des Materialieneinsatzes. Die biobasierten Einwegwindeln verwenden biobasiertes PLA statt PP für die innerste Schicht. Die Zwischenschicht, die sogenannte Aufnahme- und Verteilungsschicht, ist eine Mischung aus PLA (Polylactide) und PP. Die äußerste Schicht, für die bei konventionellen Einwegwindeln normalweise PE (Polyethylen)-Folie verwendet wird, enthält in biobasierten Einwegwindeln Mater-bi®, ein Markenname für einen maistärkebasierten Biokunststoff des italienischen Unternehmens Novamont S.p.A. Die betrachteten biobasierten Einwegwindeln verwenden weniger SAP und stattdessen mehr Zellstoff (s. Tabelle 19) als konventionelle Einwegwindeln. Die in Mirabella et al. (2013) als Vergleich betrachteten konventionellen Referenz-Einwegwindeln stammen aus einer Ökobilanz aus Großbritannien (Aumônier et al. 2008).

Tabelle 19 Vergleich des unterschiedlichen Materialieneinsatzes konventioneller und biobasierter Einwegwindeln

	Konventionelle Einwegwindeln	Biobasierte Einwegwindeln (Mirabella et al. 2013)
Innerste Schicht (Kontakt mit Kindenhaut)	PP-nonwoven	Polylactide PLA
Zwischenschicht (ADL: acquisition and distribution layer)	PP	50% PLA und 50% PP
Zellstoff	34% am Gesamtgewicht (Aumônier et al. 2008; EDANA 2015a)	55% am Gesamtgewicht
SAP	32% am Gesamtgewicht (Aumônier et al. 2008; EDANA 2015a)	15% am Gesamtgewicht; keine Änderung der Materialien vgl. mit konvent. Einwegwindeln
Äußerste Schicht	In der Regel PE-Folie	Mater-bi®

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Aumônier et al. (2008); Mirabella et al. (2013)

Insgesamt werden in der Studie Mirabella et al. (2013) 18 Wirkungskategorien der Lebenszyklusanalyse betrachtet. Der Vergleich der **Herstellungsphase** zeigt, dass biobasierte WIP-Windeln in den folgenden sieben Umweltauswirkungen vorteilhafter sind als konventionelle Windeln: Treibhauseffekt, Humantoxizität, ionisierende Strahlung, Eutrophierung – Süßwasser, Ökotoxizität – Süßwasser, Ökotoxizität – Meerwasser und Verbrauch fossiler Brennstoffe. Bei den anderen Wirkungskategorien, Landnutzung bzw. Landnutzungsänderung, Wasserverbrauch, Ozonzerstörung, Bildung von Photooxidantien, Feinstaub-Emissionen, Versauerung, Eutrophierung – Meerwasser, terrestrische Ökotoxizität und Verbrauch der Rohstoffe, schneiden konventionelle Windeln besser ab.

Berücksichtigt man die Entsorgungsphase der Windeln in der Bilanzierung, verändern sich die Ergebnisse zum Teil. Die WIP-Windeln schneiden in dem Szenario mit 100% Kompostierung bei den meisten der 18 betrachteten Wirkungskategorien besser ab, mit Ausnahme von Landnutzung bzw. Landnutzungsänderung, Wasserverbrauch, Verbrauch der Rohstoffe und terrestrische

Ökotoxizität. In dem Szenario mit 43% Kompostierung schneiden die WIP-Windeln noch bei zwei zusätzlichen Wirkungskategorien (Ozonzerstörung und Feinstaubemissionen) schlechter ab.

Die Ergebnisse der Ökobilanzstudie von Mirabella et al. (2013) zeigen, dass die biobasierten Einwegwindeln bei der Entsorgung eine bessere Umweltperformance als konventionelle Einwegwindeln haben. Die kritischen Punkte hinsichtlich der Umweltaspekte bei den biobasierten Einwegwindeln liegen bei Landnutzung bzw. Landnutzungsänderung, Wasserverbrauch, Verbrauch der Rohstoffe und terrestrische Ökotoxizität. Dies lässt sich auf den landwirtschaftlichen Anbau von Mais einschließlich der Produktion der Düngemittel und Pestizide, der Produktion der Maisstärke und der Produktion der Polylactide (PLA) zurückführen.

7 Ableitung für die Anforderungen an das Umweltzeichen

Zur Entwicklung der Vergabekriterien des Blauen Engels für Einwegwindeln wurden in einem ersten Schritt die Kriterien der Umweltzeichen EU Ecolabel und Nordic Swan (siehe Kapitel 5) analysiert und verglichen. Da die Kriterien des Nordic Swan zu diesem Zeitpunkt die aktuelleren Anforderungen darstellten, und um den Harmonisierungsprozess verschiedener Umweltkennzeichen voranzutreiben, wurden der Nordic Swan als Entwicklungsgrundlage für die Vergabekriterien des Blauen Engels Einwegwindeln genutzt. Hat der Vergleich mit dem EU Ecolabel abweichende Anforderungen ergeben, wurden diese evaluiert und auf eine Eignung für den Blauen Engel hin überprüft. Zusätzlich wurden im Rahmen der Arbeiten insgesamt vier verschiedene Fragebögen an beteiligte Unternehmen verschickt: 1) ein SAP-Fragebogen an die Hersteller der in Einwegwindeln verwendeten Superabsorber; 2) ein Fragebogen an diverse Windelanbieter mit Fragen zu Herstellung und Zusammensetzung von Einwegwindeln; 3) ein Zellstoff-Fragebogen, der von den beteiligten Herstellern an die jeweiligen Zellstofflieferanten weitergeleitet wurde und 4) ein Fragebogen an Testlabore und Hersteller, für die in der Praxis häufig geprüften Stoffe in der Windelbranche. Darüber hinaus fand auch ein Austausch mit verschiedenen Experten statt. Die Fragebögen haben unter anderem Aufschluss über die verwendeten Materialien, übliche Herstellungsprozesse und bei der Produktion anfallende Emissionen geliefert. Ergänzt wurden diese Erkenntnisse durch das Fachwissen beteiligter Mitarbeiter/-innen u.a. zu Chemikalien, Zellstoff und Kunststoff sowie existierenden (gesetzlichen) Anforderungen in Deutschland und der EU. Um die Konsistenz mit anderen Vergabekriterien des Blauen Engels zu gewährleisten, wurden bei relevanten Überschneidungen (z.B. der Einsatz von Biokunststoff) die finalen Anforderungen mit bestehenden Vergabekriterien abgeglichen.

Der erste Entwurf der Vergabekriterien wurde am 23. Juni 2017 mit interessierten Akteuren¹⁹ diskutiert. Im Anschluss an das Fachgespräch wurden u.a. die Anforderungen an die Qualität und Gebrauchstauglichkeit sowie an die Bedruckung noch einmal überarbeitet. Der zweite Entwurf wurde am 17. Oktober 2017 im Rahmen der Expertenanhörung vorgestellt und diskutiert. Die Teilnehmerliste umfasste Windelhersteller, Experten aus Verbraucherzentralen, Behörden, und Testlaboren/Prüfinstitutionen, Zellstoffhersteller und SAP-Hersteller. Im Nachgang wurden schwerpunktmäßig die Anforderungen an verwendete Chemikalien angepasst sowie zahlreiche Anforderungen präzisiert und sprachlich überarbeitet.

7.1 Chemikalienbezogene Anforderungen für Einwegwindeln: Nordic Swan und EU Ecolabel im Vergleich

Der **Nordic Swan** (Nordic Swan 2016) für „Sanitary Products Version 6.0“ definiert die allgemeinen chemikalienbezogenen Anforderungen in den verbindlichen Anforderungen 0 (für obligatory) Nummer **03 bis 05** (03 Chemical products, classification; 04 Chemical substances, CMR; 05 Other excluded substances).

Im **EU Ecolabel** für absorbierende Hygieneprodukte (Europäische Kommission 2014) werden in **Kriterium 7** verbotene oder Beschränkungen unterliegende Stoffe oder Gemische definiert. Das Kriterium enthält zwei Unterkriterien, nämlich Kriterium 7.1. „*Gefährliche Stoffe und Gemische*“ und Kriterium 7.2. „*In der Liste nach Artikel 59 Absatz 1 der REACH²⁰-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 aufgeführte Stoffe*“

¹⁹ Zu dem Fachgespräch eingeladen wurden alle für den deutschen Markt relevanten Windelanbieter, SAP-Hersteller sowie weitere für den Prozess relevante Akteure wie Verbände und Prüfinstitutionen. Außerdem haben Experten des Umweltbundesamtes und des Öko-Instituts teilgenommen.

²⁰ REACH: Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe

Zusätzlich wurden weitere Vergabekriterien des Blauen Engels vergleichend herangezogen (z.B. RAL-UZ 5 Hygienepapier oder RAL-UZ 119 Matratzen, RAL-UZ 207 Spielzeug), um eine Vollständigkeit der H-Sätze zu prüfen sowie bei der Anforderung zu CMR-Stoffen neben der Einstufung durch die CLP-Verordnung auf das Verzeichnis krebserzeugender, keimzellmutagener oder reproduktionstoxischer Stoffe nach den Technischen Regeln für Gefahrstoffe, TRGS 905 sowie die Maximale Arbeitsplatz-Konzentration, MAK-Liste, Bezug zu nehmen.

7.1.1 Vergleich der H-Sätze

Kriterium O3 des Nordic Swan und Kriterium 7.1 des EU Ecolabels behandeln beide den generellen Ausschluss von Stoffen mit bestimmten Eigenschaften und listen dafür die entsprechenden H-Sätze („hazard phrases“).²¹

Beide Umweltzeichen beziehen sich auf die Chemikalien, die für die Produktion der Materialien und Komponenten verwendet werden. Im EU Ecolabel werden die Begrifflichkeiten „Stoffe oder Gemische“ der europäischen Chemikalienverordnung REACH verwendet. Im Nordic Swan werden eigene Begrifflichkeiten verwendet und definiert: In O3 sind dies „chemical products“. Damit sind nach den Erläuterungen in Abschnitt 2.1 „all ingoing substances“²² gemeint, wobei Verunreinigungen ausgenommen sind.

7.1.1.1 Gemeinsamkeit

Die Gemeinsamkeit über das geforderte Verbot von Chemikalien mit bestimmten Eigenschaften von den beiden Umweltzeichen ist in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 20 Gemeinsamkeit in der Nennung der H-Sätze von Nordic Swan „Sanitary Products Version 6.0“ und EU Ecolabel für absorbierende Hygieneprodukte (2014/763/EU)

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (GHS-Verordnung)	Wortlaut
H300	Lebensgefahr bei Verschlucken
H301	Giftig bei Verschlucken
H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein
H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt
H311	Giftig bei Hautkontakt
H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen
H330	Lebensgefahr bei Einatmen
H331	Giftig bei Einatmen

²¹ Die Eigenschaften gefährlicher Stoffe werden weltweit einheitlich nach dem GHS (Globally Harmonized System of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals) der Vereinten Nationen durch so genannte H-Sätze („hazard phrases“) gekennzeichnet. In Europa ist diese sog. „Einstufung“ von Stoffen in der CLP-Verordnung geregelt (Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006).

²² “Ingoing substances: All substances in the chemical product, including additives (e.g. preservatives and stabilisers) in the raw materials. Substances known to be released from ingoing substances (e.g. formaldehyde and arylamine) are also regarded as ingoing substances.” (Nordic Swan 2016)

Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (GHS-Verordnung)	Wortlaut
H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen
H340	Kann genetische Defekte verursachen
H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen
H350	Kann Krebs erzeugen
H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen
H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen
H370	Schädigt die Organe
H371	Kann die Organe schädigen
H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition
H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition
H400	Sehr giftig für Wasserorganismen
H410	Sehr giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung
H411	Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung
H412	Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung
H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf dem Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

7.1.1.1.1 Unterschiede

Die wenigen Unterschiede bei der Listung der H-Sätze (s. Tabelle 44 im Anhang) werden im Folgenden dargestellt und eine Empfehlung im Hinblick auf Vergabekriterien des Blauen Engels gegeben.

Im Nordic Swan sind folgende Gesundheitsgefahren gelistet, die nicht durch das EU Ecolabel abgedeckt sind: Die Gesundheitsgefahren „Acute Tox 4: H332, H312, H302“ gelten für gesundheitsschädliche Stoffe (H302 - Gesundheitsschädlich bei Verschlucken; H312 - Gesundheitsschädlich bei Hautkontakt und H332 - Gesundheitsschädlich bei Einatmen). Aufgrund der Gefahr des nicht-sachgemäßen Gebrauches durch Babys und Kleinkinder sollten diese H-Sätze für Einwegwindeln mitaufgenommen werden.

Im Nordic Swan sind folgende Gesundheitsgefahren gelistet, die nicht durch das EU Ecolabel abgedeckt sind: Die Gesundheitsgefahren „Skin Corr 1A/B/C: H314“ und „Eye Dam. 1: H318“ gelten für Stoffe, die schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden (H314) oder schwere Augenschäden (H318) verursachen. Es wird empfohlen, diese H-Sätze zusätzlich in die Vergabekriterien des Blauen Engels für Einwegwindeln aufzunehmen, da insbesondere Stoffe mit Hautwirkung besondere Aufmerksamkeit in den Vergabekriterien für Einwegwindeln bekommen sollten.

Während der Nordic Swan für erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe die H-Sätze H350 bzw. H360 angibt, listet das EU Ecolabel zu diesen Gefahrenhinweisen die vollständigen Codes für erbgutverändernde und fortpflanzungsgefährdende Stoffe, die zusätzlich mit

einem Buchstaben zur weiteren Differenzierung versehen sind. Die Buchstaben geben entweder den Expositionsweg oder eine konkrete Wirkung an. Der Blaue Engel nimmt in anderen Vergabekriterien, wie auch das EU Ecolabel, eine ausführliche Listung der H-Sätze H350 und H360 vor.

Die EU verwendet zusätzliche, das GHS²³ ergänzende H-Sätze, die sogenannten EUH-Sätze²⁴. Das EU Ecolabel listet folgende EUH-Sätze, die nicht durch den Nordic Swan abgedeckt sind:

- ▶ EUH059 - Die Ozonschicht schädigend;
- ▶ EUH029 - Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase;
- ▶ EUH031 - Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase;
- ▶ EUH032 - Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase;
- ▶ EUH070 - Giftig bei Berührung mit den Augen.

Diese EUH-Sätze sind in anderen Vergabekriterien des Blauen Engels enthalten (siehe z.B. RAL-UZ 194 Handgeschrirrspülmittel, Allzweck-, Sanitär- und Glasreiniger). Dennoch wurden diese EUH-Sätze nicht in die Vergabekriterien des Blauen Engels für Einwegwindeln übernommen, da ein geringer Bezug zur Produktgruppe gesehen wurde. Stattdessen wurde empfohlen, die umfangreiche Liste des Nordic Swan zu Gesundheitsgefahren zu übernehmen.

Zusätzlich zu den in Tabelle 20 genannten H-Sätzen wird empfohlen, folgende H-Sätze aufzunehmen:

- ▶ H314 Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden
- ▶ H318 Verursacht schwere Augenschäden
- ▶ H350i Kann bei Einatmen Krebs erzeugen
- ▶ H351 Kann vermutlich Krebs erzeugen
- ▶ H360F Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
- ▶ H360D Kann das Kind im Mutterleib schädigen
- ▶ H360FD Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen,
Kann das Kind im Mutterleib schädigen
- ▶ H360Fd Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen,
Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
- ▶ H360Df Kann das Kind im Mutterleib schädigen,
Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
- ▶ H361f Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen

²³ GHS steht für Global harmonisiertes System zur Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien.

²⁴ EUH steht für EU-H-Sätze. EUH-Sätze sind Sicherheitskennzeichnungen für Gefahrstoffe, die im GHS nicht berücksichtigt worden sind.

- ▶ H361d Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
- ▶ H361fd Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen,
Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen

Außer den oben beschriebenen Empfehlungen gibt es aus Sicht der Autor(innen) keine weiteren H-Sätze, die aufgenommen werden sollten. Die Liste der H-Sätze für Einwegwindeln geht, was die Gesundheitsgefahren betrifft, über die Liste von H-Sätzen von anderen Blauer Engel-Vergabekriterien hinaus. Dies wird damit begründet, dass es sich bei Windeln um ein Produkt handelt, das für längere Zeit mit der Babyhaut in Kontakt ist.

Für den Blauen Engel wird davon abgeraten, die deutsch-spezifische MAK-Liste mitaufzunehmen, da diese im internationalen Kontext schwierig zu verstehen ist und die in der MAK-Liste geregelten Stoffe von den H-Sätzen bereits erfasst werden.

7.1.2 Verbot weiterer Stoffe

7.1.2.1 Gemeinsamkeit

Stoffe der REACH-Kandidatenliste: Die Benennung der Kandidatenliste („Substances on the Candidate List“) im Nordic Swan ist deckungsgleich mit der Formulierung des Kriteriums 7.2 des EU Ecolabels: „*In der Liste nach Artikel 59 Absatz 1 der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 aufgeführte Stoffe.*“ In anderen Vergabekriterien des Blauen Engels (siehe z.B. RAL 202 für Waschmittel) gibt es eine weitere Formulierung, die den Bezug gut erläutert: „*Besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC): Stoffe, die gemäß Artikel 57 der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 identifiziert wurden und gemäß Artikel 59 derselben Verordnung auf der Kandidatenliste (<http://echa.europa.eu/web/guest/candidate-list-table>) zur Aufnahme in den Anhang mit zulassungspflichtigen Stoffen verzeichnet wurden, sind von ihrer Verwendung in Endprodukten des Blauen Engels ausgeschlossen. Verunreinigungen der eingesetzten Stoffe mit Stoffen, die den oben genannten Kriterien entsprechen, sind nicht zulässig.*“ Es wird empfohlen, diese in anderen Vergabekriterien des Blauen Engel verwendete Formulierung auch in die Vergabekriterien für Einwegwindeln zu übernehmen.

Ein Hersteller gibt an, dass ihre Produkte frei von Substanzen sind, welche sich auf der SVHC-Liste befinden. Zum Schutz von Umwelt und Gesundheit wird die Anwendung von SVHC-Stoffen für Blauer Engel gekennzeichnete Einwegwindeln nicht erlaubt. Das Verbot von SVHC-Stoffen im Rahmen des Blauen Engel kann als Standard beschrieben werden.

7.1.2.2 Unterschiede

7.1.2.2.1 Abbauprodukte mit CMR²⁵-Eigenschaften

In der Anforderung O4 des Nordic Swan „O4 Chemical substances, CMR“ bezieht sich das Verbot von kanzerogenen, mutagenen und reprotoxischen Stoffen neben allen „*ingoing substances*“ auch auf Stoffe, deren Abbauprodukte CMR-Eigenschaften haben: „*The chemical products must not contain substances that are or may degrade into substances that are classified as [CMR]*“. Dieser Geltungsbereich, der Abbauprodukte umfasst, ist nicht im EU Ecolabel enthalten.

Ein Beispiel möglicher Abbauprodukte stellen bestimmte Azofarbstoffe dar, die krebserzeugende Amine freisetzen können. Diese sind in der EU für Gebrauchsgegenstände aus Textilien und

²⁵ CMR steht für carcinogenic (Carc), mutagenic (Mut) and/or toxic for reproduction (Rep)

Leder verboten.²⁶ Es wird empfohlen, den Passus in die Vergabekriterien des Blauen Engels für Einwegwindeln aufzunehmen, das die Verwendung von Azofarbstoffen ausschließt.

7.1.2.2.2 Listen und Stoffgruppen

Die Anforderung 05 des Nordic Swan „05 Other excluded substances“ listet unerwünschte Stoffe und Stoffgruppen („List of forbidden substances“), bzw. Stoffe mit unerwünschten Eigenschaften („List of substances with specific characteristics not allowed“). Die Stoffgruppen werden im Folgenden besprochen, und die Deckung mit dem EU Ecolabel wird jeweils im Anschluss erläutert:

Der Nordic Swan verbietet eine Reihe von Stoffgruppen, nämlich **Organozinnverbindungen, Phthalate, Alkylphenolethoxylate, halogenierte organische Verbindungen und Flamm-schutzmittel**. Diesen Stoffgruppen ist gemein, dass einige Einzelstoffe wegen Umweltgefährdung aufgefallen sind und reguliert wurden und dass weitere Einzelstoffe wegen ähnlicher Bedenken im Rahmen des fortlaufenden Aktionsplans der Gemeinschaft (Community Rolling Action Plan, CoRAP)²⁷ in der Bewertung stecken oder für eine Bewertung vorgesehen sind. Ein Verbot einer gesamten Stoffgruppe, wie z.B. Organozinnverbindungen oder Phthalate, hat den Vorteil, dass eine so genannte „regrettable Substitution“²⁸ eines Stoffes durch einen sehr ähnlichen Stoff derselben Gruppe verhindert ist.

In anderen Vergabekriterien des Blauen Engels werden auch zusätzlich Verbote von Stoffen oder Stoffgruppen ausgesprochen. Dabei ist in der Regel bei einer Listung der Stoffgruppen in den Vergabekriterien des Blauen Engels ein Bezug zum Produkt gegeben. Dies wird im Folgenden beim Abwägen einer Übernahme der im Nordic Swan gelisteten Verbote diskutiert. Grundsätzlich wurde entschieden, das Verbot der Stoffgruppen über einen Nachweis im Endprodukt zu regeln (Prüfung bestimmter chemischer Stoffe am Endprodukt).

7.1.2.2.3 Organozinnverbindungen: Diese Stoffgruppe ist nicht im EU Ecolabel aufgeführt.

Im Hintergrundbericht zu den Vergabekriterien des Nordic Swan wird argumentiert, dass in einem Bericht der Risk and Policy Analysts (RPA) aus dem Jahr 2005 Windeln als eine Expositionsquelle für Organozinnverbindungen beschrieben werden²⁹. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) nimmt in einer Stellungnahme von 2008³⁰ Bezug auf eine Studie der RPA aus 2007, die darauf hinweist, dass Organozinnverbindungen in Windeln nur noch im Spurenbereich zu finden sind. Sie werden nicht gezielt eingesetzt, sondern treten nur als Verunreinigung auf. Zudem berichtet das BfR, dass sich die europäischen Hersteller von absorbierenden Hygieneprodukten in einer freiwilligen Vereinbarung verpflichtet haben, nur noch Rohmaterialen zu verwenden, in denen der Gehalt an Tributylzinn (TBT) unter 2 ppb (EN: parts per billion, DE: Teile pro Milliarde) und für andere zinnorganische Verbindungen unterhalb 10 ppb liegt. Dies gilt allerdings nicht für außereuropäische Hersteller. Eine Relevanz der Stoffe zeigt sich auch dadurch,

²⁶ Siehe REACH Annex XVII, Eintrag 43.

²⁷ <https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/evaluation/community-rolling-action-plan>

²⁸ Ersatz eines Stoffs durch einen anderen, von dem bereits absehbar ist, dass dieser Stoff früher oder später ebenfalls geregelt werden wird.

²⁹ Risk and Policy Analysts (RPA): Risk assessment studies on targeted consumer applications of certain organotin compounds, Final report, September 2005. http://ec.europa.eu/enterprise/chemicals/docs/studies/organotins_3rd_report_16_sept_2005.pdf

³⁰ Bundesamt für Risikobewertung (BfR) (2008): BfR und UBA empfehlen, den Einsatz von Organozinnverbindungen in Verbraucherprodukten weiter zu begrenzen; Aktualisierte gemeinsame Stellungnahme* Nr. 032/2008 des UBA und des BfR vom 05. Februar 2008; http://www.bfr.bund.de/cm/343/bfr_und_uba_empfehlen_den_einsatz_von_organozinnverbindungen_in_verbraucherprodukten_weiter_zu_begrenzen.pdf

dass durch REACH Annex XVII, Eintrag 20³¹ zwar die Verwendung von trisubstituierten zinnorganischen Verbindungen generell verboten wird, aber von den disubstituierten zinnorganischen Verbindungen nur Einzelstoffe verboten sind: Das Verwendungsverbot ab dem 1. Januar 2012 von Dioctylzinnverbindungen gilt auch für Windeln und Damenhygieneartikel. Der Einsatz von Organozinnverbindungen ist in den Vergabekriterien des Blauen Engels für Einwegwindeln ausgeschlossen. Die zinnorganischen Verbindungen TBT, TPT, DBT, DOT, MBT müssen am Endprodukt getestet werden (siehe Abschnitt 7.2).

Phthalate, Alkylphenolethoxylate (APEO) und halogenierte organische Verbindungen: Zur Begründung des Verbotes dieser Stoffgruppen wird im Hintergrundbericht des Nordic Swan auf einen Bericht zu Bauchemikalien Bezug genommen, der nicht auf Deutsch oder Englisch zur Verfügung steht. Welcher Produktbezug zu Hygieneprodukten und im speziellen zu Windeln gezogen wird, ist deshalb nicht ohne weiteres ersichtlich. Hier stellt sich die Frage, ob für die Vergabekriterien des Blauen Engel ein Produktbezug zwingend notwendig ist oder ob eine grundsätzliche Entscheidung zu diesen Stoffgruppen angestrebt wird.

Phthalate werden als Weichmacher vor allem in Weich-PVC eingesetzt. Von den Materialien, die für Einwegwindeln genutzt werden, können Phthalate in den Klebstoffen enthalten sein.

Alkylphenolethoxylate sind waschaktive Substanzen und wurden vor allem in Reinigungsmittel als nichtionische Tenside eingesetzt, fand aber auch in der Herstellung von Zellstoff und Papier Einsatz. In den Vergabekriterien des Blauen Engels zu Waschmittel (RAL-UZ 202) sind trotz der freiwilligen Verzichtserklärung auf Alkylphenolethoxylate (APEO) der Wasch- und Reinigungsmittelindustrie³² Alkylphenolethoxylate (APEO) und Alkylphenolethoxylat-Derivate nicht zugelassen.

Halogenierte organische Verbindungen sind eine sehr große Stoffgruppe, deren Verwendungen unter anderem als Lösemittel, Kältemittel oder Flammschutzmittel etc. variieren kann. Für Einzelstoffe aus dieser Stoffgruppe kann sicherlich ein Bezug zur Herstellung von Einwegwindeln hergestellt werden.

Für die Vergabekriterien für Einwegwindeln wurde die Prüfung auf Phthalate, das Alkylphenol Nonylphenol, und für die Gruppe der halogenorganischen Verbindungen die Prüfung auf Chlorphenole und polychlorierte Biphenyle am Endprodukt eingeführt (siehe Abschnitt 7.2). Darüber hinaus darf das Produkt keine halogenhaltigen Polymere (z.B. Polyvinylchlorid) enthalten.

Flammschutzmittel werden nicht in Windeln eingesetzt. Auch im Nordic Swan Hintergrundbericht (2016) ist erwähnt, dass kein Einsatz von Flammschutzmitteln in Hygieneprodukten bekannt ist.³³ Trotzdem verbietet der Nordic Swan Flammschutzmittel mit dem Hinweis, dass nicht näher beschriebenen Produkten Flammschutzmittel zugefügt wurden, um sie in der Lagerung zu schützen.³⁴

Unter dem Titel "List of substances with specific characteristics not allowed" werden in den Vergabekriterien des Nordic Swan zudem folgende unerwünschte Eigenschaften verboten:

³¹ Konsolidierte Fassung der REACH Verordnung in deutscher Sprache:
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20161011&from=EN>, S. 209 und 210

³² <http://www.oho.de/themen/selbstverpflichtungen/214-freiwillige-verzichtserklärung-auf-alkylphenolethoxylate-apeo>

³³ „Nordic Ecolabelling is not aware of any use of flame retardants in sanitary products“

³⁴ „It has, however, been noted that products have added flame retardants where the products are flammable and they will be stored in a place where the consequences of a fire would be enormous.“ (Nordic Swan Hintergrundbericht 2016)

“Substances that have been evaluated in the EU to be **PBT (Persistent, Bioaccumulative and Toxic) or vPvB (very Persistent and very Bioaccumulative)**”: Sobald ein Stoff in der EU als PBT bzw. vPvB bewertet ist, wird er in die Kandidatenliste aufgenommen. Sie sind also bei der Nennung der Kandidatenliste respektive der SVHC enthalten. Daher müssen PBT- und vPvB-Substanzen nicht zusätzlich in den Blauer Engel Vergabekriterien für Einwegwindeln ausgeschlossen werden.

“Substances considered to be potential **endocrine disruptors** in category 1 or 2 on the EU’s priority list of substances that are to be investigated further for endocrine disruptive effects”: Endokrine Disruptoren sind Chemikalien oder Mischungen von Chemikalien, die die natürliche biochemische Wirkweise von Hormonen stören und dadurch schädliche Effekte (z.B. Störung von Wachstum und Entwicklung, negative Beeinflussung der Fortpflanzung oder erhöhte Anfälligkeit für spezielle Erkrankungen) hervorrufen.³⁵ Unter REACH wurden einzelne Stoffe als endokrine Disruptoren in Einzelfallentscheidungen und individuell begründet als SVHC bewertet und in die Kandidatenliste aufgenommen. Generell liegen verbindliche Kriterien der EU-Kommission nur für Biozide und Pestizide, aber nicht für Chemikalien unter REACH vor. Es wird nicht empfohlen, im Rahmen der Vergabekriterien für Einwegwindeln auf die oben genannte Liste für endokrine Disruptoren Bezug zu nehmen.

“*Preservatives that are bioaccumulative in accordance with Appendix 2 (BCF < 500 / logKow < 4)*”: **Konservierungsstoffe** werden z.B. in Lotionen eingesetzt; dementsprechend ist diese Stoffbeschränkung nur sinnvoll, wenn Lotionen für Einwegwindeln erlaubt würden. Die Entscheidung, ob eine Stoffbeschränkung aufgrund des Potentials zur Bioakkumulation abgeleitet wird, sollte ebenfalls übergeordnet getroffen werden. Für die Einwegwindeln raten die Autor(innen) davon ab.

Antibakterielle Wirkstoffe (e.g. Nanosilberpartikel, Triclosan): Nanosilber ist unter dem EU Ecolabel ebenfalls verboten (Kriterium 6.6.Nanosilberpartikel); bei Triclosan ist dessen Verwendung in Lotionen verboten. Wenn in den Vergabekriterien des Blauen Engels für Einwegwindeln generell die Verwendung von Lotion ausgeschlossen ist, ist eine zusätzliche Nennung des Stoffes nicht notwendig (s. Abschnitt 7.12).

7.2 Prüfung bestimmter chemischer Stoffe am Endprodukt

Windelhersteller testen die Konzentration bestimmter Stoffe am Endprodukt. Da es für die Windelbranche keine allgemein anerkannte Richtlinie zur Durchführung dieser Tests gibt, gehen die Hersteller dabei unterschiedlich vor. Windeln sind per Definition Bedarfsgegenstände; manche Hersteller orientieren sich daher an dem LFBG (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch) und beziehen sich auf Grenzwerte für den Kontakt mit Lebensmitteln. Es wird angenommen, dass eine orale Aufnahme den „Worst Case“ darstellt. Andere Hersteller orientieren sich an dem Textilstandard OEKO-TEX 100 für Produktklasse I, die Grenzwerte für Textilien für Babys und Kleinkinder festlegt. In einer Befragung der Hersteller und verschiedener Testlabore wurde ermittelt, welche Parameter häufig in Windeln getestet werden und auf welchen Grundlagen die Grenzwerte festgelegt sind. Eine Zusammenfassung der Ergebnisse ist in Tabelle 21 dargestellt. Die Testberichte der verschiedenen Hersteller sind vertraulich und werden daher nicht in Tabelle 21 dargestellt. Im Prinzip wurden die vorhandenen Methoden angewendet, um den Aufwand der Hersteller soweit wie möglich zu minimieren. OEKO-TEX ist ein Standard für Textilien, der im Bereich der Windeln von dem einen oder anderen Hersteller abweichend von der ursprünglichen Bestimmung, verwendet wurde. OEKO-TEX verweist seinerseits auf verschiedene standardisierte Testmethoden. Für den Blauen Engel wurden darüber hinaus noch für weitere Stoffe

³⁵ <https://www.umweltbundesamt.de/endokrine-disruptoren>

Grenzwerte festgelegt, die im OEKO-TEX 100-Standard nicht enthalten sind. Verschiedene Testmethoden haben ebenfalls einen Einfluss auf die Nachweisgrenzen. Die verschiedenen Testmethoden und Grenzwerte wurden daher in der Expertenanhörung mit Experten aus Testlaboren und Herstellern diskutiert.

Der in der folgenden Tabelle aufgeführte Stoff Dimethylacetamid (DMAc) ist ein Spinnmittel zur Herstellung von Elastanfäden, das in elastischen Bündchen verwendet wird, die den Beinausschnitt einer Windel bilden. DMAc zählt zu den SVHCs der Kandidatenliste von REACH. Liegt der Gehalt von DMAc über 1000 mg/kg (0,1% w/w), unterliegt der Hersteller gemäß REACH somit einer Informationspflicht. DMAc ist eine Substanz mit hohem Dampfdruck, weswegen es sehr schnell verdampfen kann. Für die Messung bedeutet das, dass die Konzentration je nach Messpunkt (direkt nach der Produktion der elastischen Bündchen oder nach der Verarbeitung der Windeln) stark variieren kann. Die Kritikalität dieser Substanz ist den Windelherstellern bekannt; sie wird daher z.T. bereits sehr genau untersucht. Der Gehalt von DMAc im Endprodukt (Windeln) liegt laut eigener Untersuchungen der Hersteller unterhalb des REACH-Grenzwerts. Da DMAc nur als Prozesschemikalie für die Herstellung von Elastikfasern eingesetzt wird, wird es in den Vergabekriterien aktuell nicht von den Anforderungen für Chemikalien erfasst. Daher wird hier DMAc als eine der durch ein Labor zu prüfenden chemischen Stoffen aufgenommen. Für die zukünftige Weiterentwicklung der Vergabekriterien wird vorgeschlagen, dass der Einsatz im Herstellungsprozess bereits jetzt streng kontrolliert und dokumentiert wird.

Tabelle 21 Grenzwerte bestimmter chemischer Stoffe nach unterschiedlichen Quellen (jeweils angegeben)

Stoffe	Blauer Engel		Grenzwerte nach unterschiedlichen Quellen
Stoffe / Substanzen	Testobjekt	Anforderung	Quelle der Anforderung
Formaldehyd	Produkt ohne Saugkörper	1) <1 mg/dm ² (im Wasserextrakt) 2) <16 mg/kg	1) Empfehlung der BfR, „Kunststoffe im Lebensmittelverkehr“, Teil XXXVI Papier 2) OEKO-TEX, gemessen nach Japanese Law 112
Glyoxal im Was- serextrakt	Produkt ohne Saugkörper	<1,5 mg/dm ²	Empfehlung der BfR, „Kunststoffe im Lebensmittelverkehr“, Teil XXXVI Papier
Schwermetalle (Antimon)	Produkt ohne Saugkörper	<5 mg/kg	1) UZ159: <30 mg/kg 2) OEKO-TEX: <30 mg/kg 3) Ökotest: Migrationsgrenzwert von 1 mg/kg. (Nach Ökotest Kriterien führte ein Antimon Gehalt > 1mg/kg bei Wickelauflagen und Matratzen zu einer Abwertung von einer Stufe.) 3) UZ207: 11,3 mg/kg in flüssigen oder haftenden Spielzeugmaterialien
Schwermetalle (Blei)	Produkt ohne Saugkörper	<3 mg/kg	1) Empfehlung der BfR, „Kunststoffe im Lebensmittelverkehr“, Teil XXXVI Papier: < 3 mg/kg 2) OEKO-Tex/UZ159: 0,2 mg/kg (Schweißsimulanz), 3) UZ207: 0,5 mg/kg in flüssigen oder haftenden Spielzeugmaterialien
Schwermetalle (Cadmium)	Produkt ohne Saugkörper	<0,5 mg/ kg	1) Empfehlung der BfR, „Kunststoffe im Lebensmittelverkehr“, Teil XXXVI Papier

Stoffe	Blauer Engel		Grenzwerte nach unterschiedlichen Quellen
			2) OEKO-Tex/UZ159: 0,1 mg/kg (Schweißsimulanz), 3) UZ207: 0,3 mg/kg in flüssigen oder haftenden Spielzeugmaterialien
Schwermetalle (Chrom)	Produkt ohne Saugkörper	<0,004 mg/dm ²	1) Empfehlung der BfR, „Kunststoffe im Lebensmittelverkehr“, Teil XXXVI Papier: <0,004 mg/dm ² 2) BE Spielzeug UZ207: Chrom (III): 9,4 mg/kg, Chrom (VI): 0,005 mg/kg 3) BE Spielzeug UZ159: Chrom(III): 1mg/kg (Schweißsimulanz), Chrom(VI): 0,5mg/kg 4) OEKO-Tex: Cr(VI): 0,5mg/kg, Cr(III): 1mg/kg
Schwermetalle (Quecksilber)	Produkt ohne Saugkörper	<0,3 mg/kg	1) Empfehlung der BfR, „Kunststoffe im Lebensmittelverkehr“, Teil XXXVI Papier: <0,3 mg/kg 2) BE Spielzeug UZ207: 1,9 mg/kg in flüssigen oder haftenden Spielzeugmaterialien 3) OEKO-Tex: 0,02mg/kg
1,3 DCP (1,3-Dichlor-2-propanol) und 3 MCPD (3-Monochlor-1,2-propandiol)	Produkt ohne Saugkörper	DCP: 2 µg/l; MCPD: 12 µg/l	1) Empfehlung der BfR, „Kunststoffe im Lebensmittelverkehr“, Teil XXXVI Papier 2) BE Spielzeug UZ207/UZ159/OEKO-TEX: kein Vorkommen
Nonylphenol	Produkt ohne Saugkörper	<5mg/kg	1) Öko-TEX: <5mg/kg 2) BE UZ207: AP: 0,0050% (50mg/kg) und APEOs: 0,05% (=500mg/kg)
Phthalate (DEHP, DBP, DINP, DIDP, DNOP, DIBP, DIHP, DHNU, BMEP, PiPP, DnPP, DnHP, DCP, Dipen-tylphthalate (verzweigt und linear), Diisohexylphthalat	Produkt ohne Saugkörper	Summe:500 mg/kg	1) REACH: Grenzwerte für Spielzeug und Babyartikel: Summe (DEHP, BBP, DBP) = 0,1%; Summe (DNOP, DIDP, DINP) = 0,1% (1000mg/kg) 2) OEKO-TEX: Summe <0,025% (=250mg/kg) 3) BE T-Spielzeug UZ159: Summe (1000mg/kg) 4) BE Spielzeug ZU 207: 0,05% (=500mg/kg)
Zinnorganische Verbindungen: MBT, DBT, TBT, TeBT, MOT, DOT, TPhT	Produkt ohne Saugkörper	Tributylzinnverbindungen (TBT) 0,025 mg/kg Triphenylzinn (TPT) 0,05 mg/kg Dibutylzinnverbindungen (DBT) 0,1 mg/kg Dioktylzinnverbindungen (DOT) 0,1 mg/kg Monobutylzinnverbindungen (MBT) 1 mg/kg 2) BE UZ207: 0,2 mg/kg in flüssigen oder haftenden Spielzeugmaterialien 3) OEKO-Tex: TBT, TPhT: 0,5mg/kg Rest: 0,5 mg/kg	BE Spielzeug UZ159: Tributylzinnverbindungen (TBT) 0,025 mg/kg Triphenylzinn (TPT) 0,05 mg/kg Dibutylzinnverbindungen (DBT) 0,1 mg/kg Dioktylzinnverbindungen (DOT) 0,1 mg/kg Monobutylzinnverbindungen (MBT) 1 mg/kg 2) BE UZ207: 0,2 mg/kg in flüssigen oder haftenden Spielzeugmaterialien 3) OEKO-Tex: TBT, TPhT: 0,5mg/kg Rest: 0,5 mg/kg

Stoffe	Blauer Engel		Grenzwerte nach unterschiedlichen Quellen
		Monobutylzinnverbindungen (MBT) 0,1 mg/kg	
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (18 PAK)	Produkt ohne Saugkörper	Summe <1 mg/kg	1) AfPS GS 2014:01 PAK (Ausschuss für Produktsicherheit (AfPS) Prüfung und Bewertung von Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) bei der Zuerkennung des GS-Zeichens): Kategorie 1 ³⁶ 2) BE UZ207: festgelegten Schwellen für die jeweilige anzuwendende Kategorie gemäß AfPS38 GS 2014:01 PAK39 (GS-Zeichen).
Chlorphenole: Trichlorphenole TCP; Tetrachlorphenole TeCP; Pentachlorphenol PCP	Zellstoff/ Saugkörper	TCP: 0,1 mg/kg TeCP: 0,1 mg/kg PCP: 0,1 mg/kg	1) BE Spielzeug UZ159: Der Gehalt an Chlorphenolen darf 0,05 mg/kg jeweils für PCP, Tri-CP sowie TeCP nicht überschreiten. 2) BE Spielzeug UZ207: Tri-, Tetra-, Pentachlorphenole <1mg/kg 3) OEKO-TEX: -MCP: 0,50 mg/kg -DCP: 0,50 mg/kg -TCP: 0,2 mg/kg -TeCP: 0,05 mg/kg -PCP: 0,05 mg/kg
Polychlorierte Biphenyle (PCB 28, PCB 52, PCB 101, PCB 138, PCB 153, PCB 180)	Zellstoff / Saugkörper	Summe < 2 mg/Kg	1) BfR Empfehlung: max <2mg/kg 2) OEKO-Tex/BE UZ159/BE UZ207: kein Vorkommen
Dimethylacetamid (DMAc)	Elastikfäden	<200 mg /kg	basiert auf Herstellerinformation
Krebserzeugende aromatische Amine	Farbige Teile des Produkts	Summe: <20 mg/kg	1) Grenzwert nach REACH gültig für Textilien und Leder mit Hautkontakt: 30 mg/kg 2) BE Spielzeug UZ207: Primäre aromatische Amine gemäß Anhang E: 0,0005% (w/w) (=5mg/kg) (als Nachweis für die Freiheit von den o.g. Azofarbstoffen) 3) OEKO-TEX: 20mg/kg
Speichel- und Schweißechtheit	Farbige Teile des Produkts	Mindestens Stufe 4 des Graunmaßstabes; Stufe 5 erstrebenswert	1) min. Stufe 5 (Vergleichslösung): Empfehlung XXXVI, Punkt III. Nr. 2 2) OEKO-TEX: Stufe 4 oder besser 5 des Graunmaßstabes

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), Datenquelle in der jeweiligen Zeile angegeben

³⁶ https://www.baua.de/DE/Aufgaben/Geschaeftsfuehrung-von-Ausschuessen/AfPS/pdf/AfPS-GS-2014-01-PAK.pdf?__blob=publicationFile.

Kategorie 1: Materialien, die dazu bestimmt sind, in den Mund genommen zu werden, oder Materialien in Spielzeug mit bestimmgemäßem und längerfristigem Hautkontakt (länger als 30 s)

7.3 Zellstoff

7.3.1 Herkunft und Produktionsinformationen

Alle Holzfasern müssen in einem legalen und kontrollierten System erfasst werden. Ein Rückverfolgungssystem kann durch ein unabhängiges externes Zertifizierungssystem durchgeführt werden. Anerkannte Zertifikate für nachhaltige Forstwirtschaft sind z.B. FSC und PEFC. Das EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014) und der Nordic-Swan (Nordic Swan 2016) für Hygieneprodukte fordern, dass gültige Zertifikate für Rückverfolgungssysteme für alle Zellstofffasern vorliegen müssen. Zusätzlich müssen für mindestens 25% (beim EU Ecolabel) und 30% (beim Nordic-Swan) der Zellstofffasern gültige Zertifikate für nachhaltige Forstwirtschaft (z.B. FSC, PEFC) vorliegen. Die Ableitung der Grenzwerte ist auf die Begrenzung des verfügbaren zertifizierten Zellstoffs zurückzuführen. Der technische Bericht des EU Ecolabels (DG JRC 2013b) erwähnt, dass die geschätzte zertifizierte Waldfläche weltweit von 2011–2012 bei 26% lag, für die Jahre 2012–2013 wurden 28,3% projiziert. Zellstoff (Fluff Pulp) in Windeln wird aus Weichholz hergestellt. 90% des Fluff Pulps wird in den USA produziert (DG JRC 2013b). Allerdings sind nur ca. 24–26% der in den USA hergestellten Zellstofffasern zertifiziert und aus nachhaltiger Forstwirtschaft (DG JRC 2013b; Weyerhaeuser 2014). In Europa wurde stattdessen 62,6% der frischen Holzfaser mit dem PEFC oder FSC Label zertifiziert. Deswegen wurde der Grenzwert von 25% im EU Ecolabel festgelegt. Laut aktueller Daten der American Forest & Paper Association (2016) waren 2014 98% des Zellstoffs in den USA durch Rückverfolgungssysteme zertifiziert. Allerdings lag der durchschnittliche Anteil von zertifiziertem Zellstoff aus nachhaltiger Forstwirtschaft bei 29%. Die Information der Hersteller zeigt, dass sie 100% rückverfolgbaren Zellstoff kaufen. Ein Hersteller verwendet 100% „FSC 100% Label“; das bedeutet alle verwendeten Zellstofffasern stammen aus nachhaltiger Forstwirtschaft. Allerdings wurde auch darauf hingewiesen, dass dieser Fall aus produktionstechnischem Grund selten ist.

In den Vergabekriterien des Blauen Engels für Schreibgeräte und Stempel (RAL-UZ 200, Ausgabe Jan. 2016) liegt der Grenzwerte für Holz, das aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern stammt, bei mindestens 70%. Ein Anteil von 70% entspricht dem geforderten Anteil zertifizierten / recycelten Zellstoffs des „FSC Mix-label“ und des „PEFC-certified Label“. Im Rahmen des Fachgesprächs und der Expertenanhörung wurde vorgeschlagen, den Einsatz von 100% zertifiziertem Zellstoff zu fordern. Seitens der beteiligten Hersteller wurde signalisiert, dass der Bezug von 100% zertifizierten Fluff Pulp umsetzbar ist und diese Abgrenzung gegenüber konventionellen Windeln erwünscht ist. Es wird daher vorgeschlagen, 100% Zellstoffanteil aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern für den Blauen Engel für Einwegwindeln festzulegen. Sowohl beim FSC Mix als auch PEFC Certified ist es möglich, durch eine Zusatzangabe 100% Zellstoff aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern nachzuweisen.

Tabelle 22 Zusammenstellung der Anforderungen an die Herkunft der Zellstofffasern

Anforderungen	EU Ecolabel	Nordic Swan	Vorschlag für BE
Produktketten-nachweis (EN: chain of custody)	Alle Zellstofffasern müssen rückverfolgbar sein und 100% aus kontrollierten und legalen Quellen stammen.	Alle Zellstofffasern müssen rückverfolgbar sein und 100% aus kontrollierten und legalen Quellen stammen.	Für alle Zellstofffasern müssen gültige Zertifikate für Rückverfolgungssysteme vorliegen, die von einem unabhängigen externen Zertifizierungssystem wie FSC, PEFC oder einem gleich-

Anforderungen	EU Ecolabel	Nordic Swan	Vorschlag für BE
Mindestens x% der Zellstofffasern müssen aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammen	Für mindestens 25% der Zellstofffasern müssen gültige Zertifikate für nachhaltige Forstwirtschaft vorliegen.	Für mindestens 30% der Zellstofffasern müssen gültige Zertifikate für nachhaltige Forstwirtschaft vorliegen. Der verbleibende Anteil muss ENTWEDER über gültige Zertifikate für Rückverfolgungssysteme (ebenfalls FSC oder PEFC) verfügen ODER 75% aller Zellstofffasern müssen aus Neben- bzw. Abfallprodukt (z.B. Hobelspane oder Sägemehl) bei der Holzverarbeitung stammen ODER Eine Kombination aus zertifiziertem Holz sowie Abfallprodukt. In diesem Fall wird eine Formel für die Berechnung des notwendigen Anteils von zertifiziertem Holz in Abhängigkeit von der eingesetzten Menge von Abfallprodukt angegeben.	wertigen System ausgestellt wurden. Für 100% der Zellstofffasern müssen gültige Zertifikate für nachhaltige Forstwirtschaft vorliegen.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

7.3.2 Emissionen bei der Zellstoffherstellung

7.3.2.1 Abwassermenge und Emissionen ins Abwasser bei der Zellstoffherstellung

Zur Herstellung von Zellstoff werden neben Energieträgern zusätzlich Rohstoffe wie Holz, Wasser und Chemikalien zum Kochen und Bleichen eingesetzt. Dabei entstehen Beeinträchtigungen der Luftqualität durch Emissionen und Belastung der Gewässer durch organische Substanzen. Die Zellstoffherstellung zählt sowohl zu den energieintensiven als auch zu den wasserintensiven Industriebetrieben.

Die Europäische Kommission veröffentlichte im Sep. 2014 ein Amtsblatt über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU³⁷ des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton (EU COM 2014).

Tabelle 23 und Tabelle 24 zeigen beispielhaft die von Zellstoffherstellern veröffentlichten Abwassermengen und Emissionen ins Abwasser im Vergleich zu den BVT-Schlussfolgerung, dem EU Ecolabel und dem Nordic Swan. Die Industriedaten sind zum größten Teil aus von Zellstoffherstellern veröffentlichten Environmental Product Declarations (EPD) oder ähnlichen Dokumenten wie dem Environmental Profile für verschiedene Zellstofftypen (in diesem Fall Zellstoff, der für Hygieneprodukte geeignet ist). Diese wurden im Internet recherchiert. Die Werkdaten, die verschiedene Zellstoffhersteller in den Fragebögen angegeben haben, können hier aus

³⁷ Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung)

vertrauchlichen Gründen nicht dargestellt werden. Die BVT-assozierte Abwassermenge und die Emissionswerte entsprechen denen des Verfahrens zur Herstellung von gebleichtem Sulfatzellstoff. Laut Auskunft der Hersteller wird für die Windelzellstoffproduktion das Sulfatverfahren verwendet. Der Frischwasserverbrauch und der Abwasseranfall können durch Wasserkreislaufschließung verringert werden.

Die Werte des EU Ecolabels und des Nordic Swans in Tabelle 23 und Tabelle 24 stellen lediglich Referenzwerte dar. Zur Berechnung der Belastungspunkte werden die tatsächlichen Emissionen durch die aufgeführten Referenzwerte dividiert. Bei P_{CSB} und P_P handelt es sich um Emissionen ins Abwasser, bei P_S und P_{NOx} um Emissionen in die Luft.

Die Belastungspunkte P_{CSB} , P_P , P_S , P_{NOx} dürfen jeweils einen Wert von 1,5 nicht überschreiten.

Die Gesamtzahl der Belastungspunkte ($P_{Gesamt} = P_{CSB} + P_P + P_S + P_{NOx}$) darf höchstens 4,0 betragen.

Die in Tabelle 23 und Tabelle 24 dargestellten Werte beziehen sich auf Zellstoff speziell für Hygieneprodukte.

Tabelle 23 Beispielhafte Abwassermenge in der Zellstoffherstellung i.V.z. den Werten der BVT-Schlussfolgerung und Umweltzeichen (luto: luftgetrockneter Zellstoff)

Quelle	Abwassermenge (Einheit: m ³ / Tonne luto)	Anmerkung: Daten bezogen auf
BVT-Schlussfolgerung (EU COM 2014)	25-50	gebleichter Sulfatzellstoff
EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	keine Anforderung	-
Nordic Swan (Nordic Swan 2016)	keine Anforderung	-
(Weyerhaeuser 2014)	59	Absorbent Pulp
(UPM EPD PIETARSAARI 2017)	36,6	Bleached chemical pulp (ECF or TCF) aus Laubholz und Weichholz
(UPM EPD KYMI 2017)	39,2	Bleached chemical pulp (ECF) aus Laubholz und Weichholz
(UPM EPD KAUkas 2017)	47,8	Bleached chemical pulp (ECF) aus Laubholz und Weichholz

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), Datenquelle in der jeweiligen Zeile angegeben

Tabelle 24 Beispielhafte Abwasserzusammensetzung in der Zellstoffherstellung i.V.z. den Werten der BVT-Schlussfolgerung und Umweltzeichen (Einheit: Jahresmittelwert kg/Tonne Iutro)

Quelle	CSB	Ab-filtrierbare Stoffe	Ge-samt-N	Ge-samt-P	AOX	BSB	Anmerkung
BVT-Schlussfolgerung (EU COM 2014)	7-20	0,3-1,5	0,05-0,25	0,01-0,03	0-0,2	0,625-1,25	gebleichter Sulfatzellstoff
EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	18	k.A	k.A	0,045	0,17	k.A.	Referenzwerte: Gebleichter chemischer Zellstoff (kein Sulfatzellstoff)
Nordic Swan – Basis Module (2015) Nordic Swan (2016)	18	k.A	k.A	0,03	0,17	k.A.	Absorbent Pulp
Weyerhaeuser (2016)	k.A.	1,19	0,24	0,07	0,1	1,06	Absorbent Pulp
UPM EPD PIETARSAARI (2017)	17,1	0,41	0,09	0,011	0,11	k.A.	Bleached chemical pulp (ECF or TCF) aus Laubholz und Weichholz
UPM EPD KYMI (2017)	11,64	0,17	0,096	0,002	0,15	k.A.	Bleached chemical pulp (ECF) aus Laubholz und Weichholz
UPM EPD KAUkas (2017)	14,8	0,64	0,152	0,005	0,16	k.A.	Bleached chemical pulp (ECF) aus Laubholz und Weichholz

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), Datenquelle in der jeweiligen Zeile angegeben

7.3.2.2 Emissionen in die Luft bei der Zellstoffherstellung

Tabelle 25 zeigt Emissionswerte (Abgas) in der Zellstoffherstellung im Vergleich zu den Werten von BVT-Schlussfolgerung und EU Ecolabel und Nordic Swan. Die Emissionswerte des Sulfatzellstoffs aus der BVT-Schlussfolgerung sind auf dem gebleichten Sulfatzellstoff bezogen. Die Emissionswerte sind differenziert nach Ablaugekessel, Kalkofen, Geruchsgaskessel und lassen sich mit den von Zellstoffhersteller veröffentlichten Daten schwer miteinander zu vergleichen, da

Zellstoffhersteller nicht so detailliert ihre Werte angeben werden. Trotzdem wurden die Werte der BVT-Schlussfolgerung aufsummiert, um diese mit den Industriewerten zu vergleichen. Die Werkdaten, die verschiedene Zellstoffhersteller in den Fragebögen angegeben haben, können hier aus vertraulichen Gründen nicht dargestellt werden.

Bei den Werten von EU Ecolabel und Nordic Swan in Tabelle 25 handelt es sich nur um Referenzwerte. Zur Berechnung der Belastungspunkte werden die tatsächlichen Emissionen durch die aufgeführten Referenzwerte dividiert.

Tabelle 25 Beispielhafte Emissionswerte (Abgas) in der Zellstoffherstellung i.V.z. den Werten von BVT-Schlussfolgerung und EU Ecolabel und Nordic Swan

Quelle	Gasförmige Schwebefelverbindungen (TRS-S + SO2-S): kg S/Tonne lutro		kg NOx/Tonne lutro (Weichholz)		Staubemissionen: kg Staub/Tonne lutro		Anmerkung
BVT-Schlussfolgerung (gebleichter Sulfatzellstoff)	DS* < 75%	DS 75 – 83%	DS < 75%	DS 75 – 83%	Neu oder umfangreich modernisiert	Bestehend (Bei einem bestehenden Ablaugekessel mit Elektrofilter)	Ablaugekessel (BVT 21, BVT 22, BVT 23)
	0,03-0,17	0,03-0,13	0,8-1,4	1,0-1,6	0,02-0,20	0,02-0,3 (0,4)	
	Werden im Kalkofen keine Starkgase verbrannt: Jahresmittelwert	Werden im Kalkofen Starkgase verbrannt: Jahresmittelwert kg S/Tonne lutro	Flüssige Brennstoffe (pflanzlichen Ursprungs + Nebenprodukte beim Zellstoffaufschluss)	Gasförmige Brennstoffe (pflanzlichen Ursprungs + Nebenprodukte beim Zellstoffaufschluss)	Neu oder umfangreich modernisiert	Bestehend (Bei einem bestehenden Ablaugekessel mit Elektrofilter)	Kalkofen (BVT 24, BVT 26, BVT 27)
	0,005-0,07	0,055-0,12	0,1-0,2 (0,35)	0,1-0,3 (0,45)	0,005-0,02	0,005-0,03 (0,05)	
	0,002-0,05		0,01-0,1 (0,2)		k.A.		Geruchsgaskessel (BVT 28, BVT 29)
Summe	DS <75%; keine Starkgase verbrannt	DS 75-83%; Starkgase verbrannt	DS < 75%; Flüssige Brennstoffe	DS 75-83%; gasförmige Brennstoffe	Neu oder umfangreich modernisiert	Bestehend (Bei einem bestehenden Ablaugekessel mit Elektrofilter)	Eigene Berechnung

Quelle	Gasförmige Schwer- felverbindungen (TRS-S + SO ₂ -S): kg S/Tonne Iutro		kg NO _x /Tonne Iutro (Weichholz)		Staubemissionen: kg Staub/Tonne Iutro		Anmerkung
	0,037- 0,29	0,087- 0,3	0,91- 1,7 (1,95)	1,11-2 (2,25)	0,025- 0,22	0,025-0,33 (0,45)	
EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	0,6		1,6		k.A.		Referenzwerte: Gebleichter chemischer Zellstoff (kein Sulfitzellstoff).
Nordic Swan – Basis Module (2015)	0,6		1,5		k.A.		Referenzwerte: Gebleichter chemischer Zellstoff (kein Sulfitzellstoff).
Weyerhaeuser (2014)	0,61		2,26		0,61		Absorbent Pulp
UPM EPD PIETAR-SAARI (2017)	0,12		1,64		k.A.		Bleached chemical pulp (ECF or TCF) von Laubholz und Weichholz
UPM EPD KYMI (2017)	0,021		1,54		k.A.		Bleached chemical pulp (ECF) von Laubholz und Weichholz
UPM EPD KAUkas (2017)	0,33		1,5		k.A.		Bleached chemical pulp (ECF) von Laubholz und Weichholz

*DS: dry substance

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf BVT-Schlussfolgerung, Nordic Swan für „Sanitary Products Version 6.0“ und EU Ecolabel für absorbierende Hygiene-produkte (2014/763/EU)

7.3.2.3 Anforderungen für Blauer Engel

Nach dem Fachgespräch am 23. Juni 2017 wurde ein Fragebogen gezielt für Zellstoffhersteller (Fluff Pulp) entwickelt, da die Emissionen in europäischen und amerikanischen Zellstoffwerken scheinbar sehr unterschiedlich sind. Da 82% des Fluff Pulps für Einwegwindeln aus den USA stammen, ist es notwendig, einen Überblick der üblichen Emissionswerte amerikanischer Zellstoffwerke zu bekommen. Insgesamt wurde der Fragebogen für zehn Zellstoffwerke von drei Herstellern ausgefüllt. Zwei der Werke befinden sich in Europa, acht in den USA. Die Daten sind vertraulich, sodass keine Übersicht der Emissionen zur Verfügung gestellt werden kann.

Unter Berücksichtigung der amerikanischen Zellstoffwerke werden folgende Anforderungen für den Blauen Engel vorgeschlagen:

- ▶ Flexible Anforderungen mit Belastungspunkt wie beim EU Ecolabel und Nordic Swan. Allerdings wurde im Fachgespräch eine Separation von Abwasseremissionen und Abluft gefordert.
- ▶ Berücksichtigung von drei Abwasserparametern: Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB), Gesamtstickstoffgehalt, Gesamtphosphorgehalt.
- ▶ Berücksichtigung von zwei Abluftparametern: Gasförmige Schwefelverbindungen und Stickoxide (NOx)
- ▶ In Zukunft sollen Beschränkungen für die Abwassermenge und Staubemissionen sowie eine Verschärfung der Emissionsgrenzwerte in Anlehnung an die Werte europäischer Zellstoffwerke geprüft werden.

7.3.3 Bleiche

Laut Hersteller und zusätzlichen Internetrecherchen sind die meisten Einwegwindeln heutzutage gebleicht. Bis 2008 waren lediglich Moltex-Windeln noch ungebleicht³⁸. Der Zellstoff in Moltex-Windeln wird seit 2008 jedoch mittels TCF-Bleiche (totally chlorine-free: „total chlorfrei“) gebleicht. Auf dem europäischen Markt gibt es laut Einschätzung der Hersteller keine Windeln, die noch mit Chlorgas gebleicht werden. Das chlorfreie Bleichen wird dennoch in den Vergabekriterien des Blauen Engels vorgeschlagen, um auch importieren Zellstoff aus anderen Ländern abzudecken. Chlorfrei gebleichter Zellstoff wird entweder mit ECF (elemental chlorine-free: „elementar chlorfrei“) oder TCF gebleicht. Das ECF-Verfahren wird ohne elementaren Chlor (Cl₂), aber mit Chlordioxid (ClO₂) durchgeführt. Das Bleichmittel für TCF-Verfahren ist typischerweise Sauerstoff sowie seine Verbindungen wie Peroxid und Ozon. Der weltweite Marktanteil von TCF-Papier liegt bei ca. 5%³⁹.

Somit lauten die vorgeschlagenen Anforderungen für Bleichprozesse:

- ▶ Der im Produkt verwendete Zellstoff darf nicht unter Verwendung von Chlorgas gebleicht werden.
- ▶ Die spezifische Verbrauchsmenge an biologisch schwer abbaubaren Komplexbildnern (Ethylenediamintetraacetate (EDTA) und Diethylentriaminpentacetate (DTPA)) sowie an Bleichmittel muss berichtet werden.
- ▶ Die spezifische Verbrauchsmenge an Chlordioxid (ClO₂) muss angegeben werden.

Die Anforderung an die AOX-Werte (s. Tabelle 24) ist schon durch die Emissionswerte im Abwasser berücksichtigt und muss daher nicht erneut formuliert werden.

7.3.4 Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Ein Überblick der Anforderungen an den Energieverbrauch und die CO₂-Emissionen des EU Ecolabels und des Nordic Swan ist in Tabelle 26 gegeben.

³⁸ <http://www.moltex.de/faq/>, aufgerufen am 19.05.2017

³⁹ http://www.papierunion.de/starterkit/servlet/segment/papierunion_index/Umwelt/376/Papierherstellung_Verfahren_Rohstoffe.html, aufgerufen 19.05.2017

Tabelle 26 Vergleich der Anforderungen zwischen EU Ecolabel und Nordic Swan hinsichtlich Energieverbrauch und CO₂-Emissionen

Anforderung an	EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	Nordic-Swan (Nordic Swan 2016)
Energieverbrauch	Keine Anforderung	$P_{electricity(total)} \leq 1.25$ $P_{fuel(total)} \leq 1.25$ Die Referenzwerte für Fluff Pulp liegen bei Strom: $E_{reference} = 900 \text{ kWh/Tonne luto}$ und $Fuel_{reference} = 6000 \text{ kWh/Tonne luto}$
CO ₂ -Emissionen	Die CO ₂ -Emissionen aus nicht erneuerbaren Energiequellen dürfen einschließlich der bei der Stromerzeugung freigesetzten Emissionen maximal 450 kg pro Tonne hergestellten Zellstoff betragen.	Grenzwert und Geltungsbereich ist gleich wie beim EU Ecolabel. Allerdings sind die für die Berechnung zugrunde gelegten Emissionsfaktoren der fossilen Energieträger unterschiedlich.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

Im Nordic Swan werden für Strom und Wärmeenergie (Brennstoffe) Grenzwerte mittels Energieverbrauchspunkten („Energie scores“) vorgeschrieben.

Die Verbrauchsmenge des Stroms und der Wärme umfasst: gekaufter Strom/Wärme + selbsterzeugter Strom/Wärme – verkaufter Strom/Wärme. Obwohl das EU Ecolabel keine entsprechende Anforderung an Energie festlegt, wurde dieser Aspekt im Technischen Bericht (DG JRC 2013b) diskutiert. Der Trockengrad eines Fluff Pulps muss bei mindestens 95% liegen, was bei der Herstellung mehr Energie verbraucht. DG JRC (2013b) beschrieb, dass der Faktor überarbeitet werden sollte, da die Wirkungsgrade in verschiedenen Kesseln und von verschiedenen Energieträgern mitberücksichtigt werden sollten.

In beiden Umweltzeichen dürfen die CO₂-Emissionen aus nicht erneuerbaren Energiequellen, einschließlich der bei der Stromerzeugung freigesetzten Emissionen, maximal 450 kg pro Tonne hergestelltem Zellstoff betragen. Zu betonen ist, dass in beiden Umweltzeichen der CO₂-Grenzwert, nicht aber die CO₂-Äquivalente (CO₂ zuzüglich weiterer Treibhausgase wie CH₄, NO_x, SF₆ etc.) geregelt wird. Darüber hinaus ist unklar, warum der CO₂-Emissionsfaktor für Netzstrom als ein konstanter Faktor festgelegt ist:

- ▶ EU Ecolabel: 400 g CO₂/kWh liegen für die Berechnung zugrunde.
- ▶ Nordic Swan: 385 g CO₂/kWh liegen für die Berechnung zugrunde.

Das bedeutet, dass alle Zellstoffhersteller ihren eingekauften Strom mit gleichen Emissionsfaktoren rechnen, egal in welchen Ländern sich die Zellstofffabriken befinden. Der landspezifische Strommix hat je nach Energieträger unterschiedliche Emissionsfaktoren. Der Grenzwert von 450 kg CO₂/Tonne Zellstoff wurde vermutlich von Informationen von verschiedenen Stakeholdern abgeleitet. Deren Einschätzungen der CO₂-Emissionen sollten sicherstellen, dass Erfahrungen aus der Praxis bezüglich der länderspezifischen Werte miteinfließen. Dies steht im Widerspruch zu der vereinheitlichten Annahme bezüglich der Emissionen aus dem Strommix. Tabelle 27 stellt die CO₂- bzw. CO_{2e}-Emissionen aus der eigenen Recherche bzw. die Umrechnung beispielhaft dar. Anzumerken ist, dass die Werte nicht miteinander vergleichbar sind, da sie unterschiedliche Prozesse erfassen.

Tabelle 27 Beispielhafte CO₂- bzw. CO₂e-Emissionen in der Zellstoffherstellung

Quelle	CO ₂	CO ₂ e (Treibhausgase)	Erfassende Prozesse
Weyerhaeuser (2014)	-	336 kg CO ₂ e/Tonne lutro	Gesamte GHG-Emissionen (560 kgCO ₂ e/Tonne lutro) abziehen CO ₂ e aus Vorkette für die Produktion der Chemikalien (224 kg Co ₂ e/Tonne lutro)
UPM EPD PIETAR-SAARI (2017)	150 kg CO ₂ / Tonne lutro	-	Gesamte fossile CO ₂ -Emissionen in der Zellstoffherstellung (inkl. Rohmaterialien)
UPM EPD KYMI (2017)	200 kg CO ₂ / Tonne lutro	-	Gesamte fossile CO ₂ -Emissionen in der Zellstoffherstellung (inkl. Rohmaterialien)
UPM EPD KAUKAS (2017)	270 kg CO ₂ / Tonne lutro	-	Gesamte fossile CO ₂ -Emissionen in der Zellstoffherstellung (inkl. Rohmaterialien)
Cordella et al. (2015)	-	1799 kg CO ₂ e / Tonne lutro	Eigene Umrechnung. Die Daten umfassen Zellstoffherstellung inkl. Vorkette („Cradle-to-Gate“)

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), Datenquelle in der jeweiligen Zeile angegeben

Die CO₂-Emissionen in beiden Umweltzeichen werden aus Strom und Energieträgern berechnet. Diese stellen einen indirekten Indikator für den Energieverbrauch dar. Wir raten daher von einer zusätzlichen Anforderung an CO₂-Emissionen ab. Stattdessen empfehlen sich Anforderungen an den Energieverbrauch. Die Werkdaten, die verschiedene Zellstoffhersteller in den Fragebögen angegeben haben, können hier aus vertraulichen Gründen nicht dargestellt werden. Gründen nicht dargestellt werden.

Auf Basis der Diskussion im Fachgespräch und bereitgestellten Informationen der Zellstoffhersteller wird vorgeschlagen, die Anforderungen für den Energieverbrauch in der Zellstoffherstellung an die des Nordic Swan anzulehnen.

7.4 Superabsorber/Superabsorbierende Polymeren (SAP)

Die Anforderungen an superabsorbierende Polymere (SAP), die im Nordic Swan und im EU Ecolabel formuliert sind, sind deckungsgleich. Folgende Anforderungen sind formuliert:

- ▶ Acrylamid darf nicht verwendet werden.
- ▶ Im Produkt verwendete superabsorbierende Polymere dürfen höchstens 1000 ppm Restmonomere enthalten, wenn diese Stoffeigenschaften aufweisen, die nach den Kriterien von beiden Umweltzeichen ausgeschlossen sind.

- Im Produkt verwendete superabsorbierende Polymere dürfen höchstens 10% Massenanteil wasserlösliche Extrakte enthalten, wenn diese Eigenschaften haben, die nach den Kriterien von beiden Umweltzeichen nicht angewendet werden dürfen.

Nach den Hintergrundberichten des Nordic Swan und des EU Ecolabels werden für die Herstellung der in Hygieneartikeln verwendeten SAP Acrylsäure und ihre Salze, meistens Natriumacrylat, eingesetzt.

Für SAP in anderen Bereichen wird auch Acrylamid eingesetzt (Ahmed 2015), für Einweg-Hygieneartikel wird Acrylamid nach Aussagen des Industrieverbands EDANA, der internationale Verband der Vliesstoffindustrie und der dazugehörigen Branchen, nicht eingesetzt (Nordic Swan Hintergrundbericht 2016). Dennoch schließen beide Umweltzeichen diesen Stoff aus: Acrylamid ist ein besonders Besorgnis erregender Stoff und wurde aufgrund seiner kanzerogenen und mutagenen Eigenschaften in die REACH-Kandidatenliste aufgenommen.⁴⁰ Acrylamid kann in der Herstellung von SAP (bei Copolymeren aus Natriumacrylat und Acrylamid) eingesetzt werden. Es wird empfohlen, auch im Blauen Engel die Anwendung von Acrylamid für die Herstellung der SAP auszuschließen.

Die Anforderungen an Restmonomere und wasserlösliche Extrakte stellen Anforderungen an die Güte der Polymerisation und deren weitere Bearbeitung bzw. Aufreinigung dar:

Restmonomere sind die Summe von nicht reagierter Acrylsäure bzw. ihren Salzen und Vernetzungsmittel (Nordic Swan Hintergrundbericht 2016). Sie können eine Gefahr für die Arbeitnehmer bei langfristiger Exposition während der Polymerverarbeitung darstellen (Araújo et al. 2002).

Weitere Restgehalte, sogenannte wasserlösliche Extrakte, sind z.B. niedermolekulare Polymerketten, die nicht in das Polymernetzwerk eingebunden sind. Der Nordic Swan und das EU Ecolabel stellen den gleichen Schwellenwert für wasserlösliche Extrakte auf.

Es wird empfohlen, diese drei Anforderungen auch in die Vergabekriterien des Blauen Engels für Einwegwindeln zu übernehmen. Anzumerken ist, dass für das EU Ecolabel anfangs Grenzwerte von 5% für wasserlösliche Extrakte und 400 ppm für Restmonomere vorgeschlagen wurden (DG JRC 2013b). Die Werte wurden nach Diskussionen mit der Industrie erhöht. Der Grund war, dass viele Hersteller diese Anforderungen nicht erfüllen konnten (DG JRC 2013b). In der früheren Version 5 des Nordic Swan für Einwegwindeln lagen die Grenzwerte bei 400 ppm für Restmonomere und 5% für wasserlösliche Extrakte. Im Rahmen der Überarbeitung der Vergabekriterien des Nordic Swan für die aktuelle Version 6 wurden beide Grenzwerte erhöht, mit der Begründung, dass nach einer Risikobewertung durch EDANA die erhöhten Werte der Restmonomere und der wasserlöslichen Extrakte kein Risiko für die Verbraucher darstellen. Nach Dey et al. (2016) kann es bei Rücknässung („Rewetting“) grundsätzlich zu einem Transfer aus dem Material des Saugkerns und dann zu einem indirekten Hautkontakt kommen. In dieser Risikobewertung wurde die vom Hersteller angegebene Obergrenze für ungebundene Acrylsäure mit 500 ppm angegeben. Dey et al. (2016) kommen zu dem Schluss, dass keine systematischen Bedenken für einen Gesundheitsschutz bestehen.

Ein EPD (environmental product declaration) von Moltex Öko-Windeln wies darauf hin, dass in dem Saugkern weniger als 400 ppm für Restmonomere und 5% für wasserlösliche Extrakte enthalten sind (Moltex Eco Nappies 2007). Es wurde daher vorgeschlagen, diese verschärften Grenzwerte für die Vergabekriterien im Fachgespräch zu diskutieren. Im Fachgespräch am 23.

⁴⁰ <https://echa.europa.eu/de/brief-profile/-/briefprofile/100.001.067> aufgerufen am 17.05.2017

Juni 2017 wurde eine Verschärfung der Grenzwerte diskutiert. Aus den Stellungnahmen der SAP-Hersteller wurden wesentliche Aussage folgend zusammengefasst:

- ▶ Wasserlösliche, extrahierbare Polymere in superabsorbierenden Polymeren stehen in direktem Zusammenhang mit dem Vernetzungsgrad. Je höher der Vernetzungsgrad, desto geringer die Menge an ungebundenen, wasserlöslichen Polymerketten. Um die Menge an extrahierbaren Stoffen von 10% auf 5% zu reduzieren, würde eine signifikante Erhöhung der Vernetzermenge erforderlich sein und zu einer geringen Absorptionskapazität führen. Die Vernetzermenge und der Absorptionsabfall hängen von der individuellen SAP-Formulierung ab.
- ▶ Die Menge an Restmonomeren hängt in erster Linie von den Polymerisationsbedingungen ab. Dazu zählen das genaue Verfahren, die Polymerisationszeit, die Monomerkonzentration, die Polymerisationstemperatur, die Trocknungsbedingungen, die Monomerqualität, die genaue Produktformulierung usw. Die Hersteller streben nach einer effizienten Polymerisationsproduktion. Die gängigsten Maßnahmen zur Reduktion der Restmonomere sind eine Hochtemperaturbehandlung und/oder eine zusätzliche chemische Behandlung.
- ▶ Eine Verschärfung der Grenzwerte wasserlöslicher Extrakte und Restmonomere bedeutet nicht, dass weniger negative Umweltauswirkungen entstehen. Die Reduzierung wasserlöslicher Extrakte würde einen höheren Vernetzungsgrad erfordern, was zu einer geringeren Absorption und einem erhöhten Materialverbrauch führen würde. Die Reduzierung von Restmonomeren würde eine weniger effiziente Polymerisation mit erhöhtem Energieeintrag und/oder einer zusätzlichen chemischen Behandlung erfordern. Eine ganzheitliche Betrachtung ist daher unbedingt erforderlich.

Die Herstellung von SAP spielt für die Umweltauswirkung in der Lebenszyklusbetrachtung eine relevante Rolle. Der Energieaufwand der Produktion bei den Verarbeitungsschritten z.B. Polymerisation und Trocknung hat einen signifikanten Anteil an den durch Einwegwindeln verursachten Umweltauswirkungen. Die Daten zum Energieverbrauch sind nicht zu ermitteln, sodass ein Überblick der Differenzierung der SAP-Hersteller fehlt. Damit ist eine Ableitung einer Energieeffizienz in der SAP-Produktion zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich. Allerdings liegt eine Reduzierung des Energieaufwands aus Kostengründen im eigenen Interesse der Hersteller.

7.5 Kunststoff

Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der Anforderungen an Kunststoff des EU Ecolabels und des Nordic Swan.

Tabelle 28 Zusammenstellung der Anforderungen an Kunststoff des EU Ecolabels und des Nordic Swan

EU Ecolabel (Kriterium 5)		Nordic-Swan	
Kriterium 5.1. Herstellung von synthetischen Polymeren und Kunststoffen	Alle Anlagen, in denen im Produkt verwendete synthetische Polymere und Kunststoffe hergestellt werden, müssen über Systeme verfügen für -Wassereinsparungen -integrierte Abfallbewirtschaftung (Plan) für eine optimale Vermeidung,	-	Keine Anforderung an die technische Ausstattung der Systeme

EU Ecolabel (Kriterium 5)		Nordic-Swan	
	<p>Wiederverwendung, Verwertung, Rückgewinnung und Entsorgung von Abfällen</p> <p>-Optimierung von Energieeffizienz und Energiemanagement</p>		
Kriterium 5.2.Zusatzstoffe in Kunststoffen	<p>a) Die Gehalte an Blei, Cadmium, sechswertigem Chrom und deren Verbindungen müssen weniger als 0,01% (100 ppm) der Masse jedes im Produkt verwendeten Kunststoffs und synthetischen Polymers betragen.</p> <p>b) In Kunststoffen verwendete Zusatzstoffe in Konzentrationen von über 0,10% Massenanteil dürfen keine der nachstehenden Gefahrenhinweise gemäß den Einstufungsregeln der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates zugeordnet sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> -karzinogen, erbgutschädigend oder reproduktionstoxisch, Kategorien 1a, 1b und 2 (H340, H350, H350i, H360F, H360D, H360FD, H360Fd, H360Df); -akut toxisch, Kategorien 1 und 2 (H300, H310, H330, H304); -toxisch für spezifische Zielorgane (STOT), Kategorie 1 (H370, H372); -gewässergefährdend, Kategorien 1 und 2 (H400, H410, H411). 	<p>O27: Allgemein für Kunststoff</p>	<p>a) Für Kunststoff (<u>≥1.0 Gew.-%</u>): halogenierte organische Verbindungen, Phthalate, Organozinn Verbindungen, Blei, Cadmium, sechswertigem Chrom, Quecksilber und deren Verbindungen sind verboten. Die Menge von Antimon in den Polyesterfasern darf 260 ppm nicht übersteigen.</p> <p>b) Zusätzlich für Kunststoff (<u>≥20.0 Gew.-%</u>): die allgemeinen chemikalienbezogenen Anforderungen Nummer O3 bis O5 müssen erfüllt werden.</p>
		<p>O26: Halogenhaltige Polymere</p> <p>O28: Polyurethan/Elastan $\geq 5,0$ Gew-%</p>	<p>Halogenhaltige Polymere in Produkt und Verpackung sind nicht zulässig.</p> <p>-Sollte Isocyanat für die Herstellung des Polyurethan verwendet werden, soll die Produktion in einem geschlossenen Prozess durchgeführt werden.</p> <p>-Organo-Zinnverbindungen dürfen nicht verwendet werden.</p> <p>-Die bei der Polymerisierung und dem Spinnprozess in die Luft abgegebenen Emissionen an aromatischen Diisocyanaten müssen, ausgedrückt als Jahresmittelwert, weniger als 5 mg/kg hergestellte Fasern betragen.</p> <p>Polyurethanschaum (PUR) und and thermoplastic PUR müssen Appendix 6* einhalten.</p>

EU Ecolabel (Kriterium 5)	Nordic-Swan
	O29: Polyamid $\geq 5,0$ Gew-% Die N ₂ O-Emissionen während der Monomer-Produktion in die Luft dürfen, ausgedrückt als Jahresmittelwert, 9 g/kg Caprolactam ⁴¹ (für Polyamid-6-Faser) oder kg Adipinsäure (für Polyamid-6.6-Faser) nicht übersteigen.

*Appendix 6 ist eine zusätzliche Liste von begrenzten Substanzen im Polyurethanschaum, für die der Hersteller:
A: eine Erklärung der Nichtverwendung abgibt oder die Konzentration bestimmter Grenzwerte nicht überschreitet
B: Für Schwermetalle einen Prüfbericht einreicht
C, D, E: Für bestimmte Chemikalien (Weichmacher, TDA und MDA, zinnorganische Verbindungen) ebenfalls einen Prüfbericht abgibt. Zusätzlich werden noch folgende Kriterien in Appendix 6 gefordert:

- Grenzwerte für spezifizierte flüchtige organische Verbindungen dürfen nicht überschritten werden, zusätzlich muss ein Prüfbericht einreicht werden.
- Der Schaumhersteller erklärt entweder, dass die Farbstoffe nicht verwendet wurden, oder muss im Falle der Verwendung Nachweise vorlegen, dass sie Kriterium 5.5 des EU Ecolabels für Bettmatratzen (2014/391/EU) einhalten
- Sollte ein Isomerengemisch von Toluoldiisocyanat (TDI) für die Herstellung des Polyurethanschaums verwendet werden, darf der Gesamtgehalt dieser Isocyanate 0,07% Massenanteil nicht überschreiten.
- Halogenierte organische Verbindungen dürfen nicht als Treibmittel oder Hilfstriebmittel eingesetzt werden.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

Es wird vorgeschlagen, dass zertifizierte Produkte keine halogenhaltigen Polymere (z.B. Polyvinylchlorid) enthalten dürfen. Zusätzlich sollten Blei, Cadmium, sechswertiges Chrom, Quecksilber und deren Verbindungen in der Produktion verboten werden.

7.6 Biobasierte Kunststoffe

Als Biokunststoffe werden Kunststoffe bezeichnet, die ganz oder teilweise auf Basis von Biomasse (nachwachsenden Rohstoffen) hergestellt werden. Bei Biokunststoffen kann es sich um biologisch abbaubare oder um dauerhafte Kunststoffe handeln⁴². Beispiele für Biokunststoffe sind BioPE, Celluloseacetat oder PLA (engl. polylactic acid, Polymilchsäuren).

Die Ableitung der Anforderung an Biokunststoff basiert auf den entsprechenden Anforderungen aus den Vergabekriterien RAL-UZ 200 für Schreibgeräte und Stempel (Ausgabe Jan. 2016), den Anforderungen aus dem Nordic Swan und den Ergebnissen eines UBA-Projekts⁴³, in dem eine Machbarkeitsstudie zu übergreifenden Aspekten der stofflichen Nutzung von Biomasse durchgeführt wurde. Tabelle 29 stellt einen Überblick der Anforderungen dar.

Tabelle 29 Zusammenstellung der biokunststoff-relevanten Anforderungen

RAL-UZ 200 für Schreibgeräte und Stempel	EU Ecolabel	Nordic Swan (Kriterium O30)	Zwischenergebnisse aus einem UBA-Forschungsprojekt ⁴³
Die Herkunft der (Kunststoff)-Granulate wird anhand eines Zertifikats eines der	Keine Anforderungen	Für Biokunststoff ≥ 20 Gew.-%, wird die Herkunft der	Eingesetzte Biomasse muss den Anforderungen für eine nachhaltige Biomasseproduktion des

⁴¹ Die Monomere leiten sich von aliphatischen Grundkörpern ab, z. B. PA aus Caprolactam (PA 6) oder aus Hexamethylendiamin und Adipinsäure (PA 6.6). www.chemie.de/lexikon/Polyamide.html

⁴² In Anlehnung an die Definition biobasierter Produkte aus DIN EN16575:2014.

⁴³ Machbarkeitsstudie zu übergreifenden Aspekten: Stoffliche Nutzung von Biomasse. Forschungskennzahl (FKZ): 3714 95 308 0

RAL-UZ 200 für Schreibgeräte und Stempel	EU Ecolabel	Nordic Swan (Kriterium O30)	Zwischenergebnisse aus einem UBA-Forschungsprojekt ⁴³
nachfolgenden Zertifizierungssystemen nachgewiesen. ISCC+ ⁴⁴ RSB ⁴⁵ Rainforest Alliance (SAN) ⁴⁶ Bonsucro ⁴⁷ RedCert (nur in Europa) ⁴⁸ Roundtable on Sustainable Palm Oil RSPO ⁴⁹ FSC PEFC		(Kunststoff)-Granulat anhand eines Zertifikats eines der nachfolgenden Zertifizierungssysteme nachgewiesen. Palmöl: RSPO zertifiziert Soja RTRS ⁵⁰ Zuckerrohr: <i>Bonsucro</i>	Roundtable on Sustainable Biomaterials (RSB), Roundtable on Sustainable Palm Oil (RSPO), International Sustainability and Carbon Certification (ISCC +), Forest Stewardship Council (FSC), Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC), einem vergleichbaren Zertifizierungssystem, oder einem gleichwertigen Einzelnachweis für die Erfüllung der Prüfkriterien genügen.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf RAL-UZ 200 (2016), Nordic Swan (2016) und einem UBA-Projekt zur stofflichen Nutzung von Biomasse

Für den Fall, dass biobasierter Kunststoff in Blauer-Engel-Einwegwindeln zum Einsatz kommt, müssen die verwendeten nachwachsenden Rohstoffe zertifiziert werden. Um einen nachhaltigen Anbau nachzuweisen, sollen die oben genannten Zertifizierungssysteme genutzt werden. Die Zusammenstellung der Zertifizierungsansätze orientiert sich an den Anforderungen an biobasierten Kunststoff, die in anderen Vergabekriterien verwendet werden. Die Möglichkeit, zertifiziertes Palmöl für Einwegwindeln zu Nutzen wurde auf Grund der damit verbundenen Umwelt- und Sozialauswirkungen im Rahmen der Expertenanhörung kritisch diskutiert. Die Liste möglicher Zertifizierungssysteme sollte daher im Rahmen zukünftiger Überarbeitung noch einmal überprüft, und ggf. für weitere Vergabekriterien gestrichen werden.

7.7 Klebstoffe

Die Befragung von Herstellern hat ergeben, dass Schmelzklebstoffe („Hotmelts“) in Windeln verwendet werden. Auf der TECHNOMELT⁵¹-Webseite wird folgende Bandbreite an Hotmelt-Technologien beschrieben:

- ▶ Ethylenvinylacetat (EVA)
- ▶ Metallocen-Polyalphaolefine

⁴⁴ www.iscc-system.org

⁴⁵ <http://rsb.org/>

⁴⁶ www.rainforest-alliance.org/business/de/agriculture/standards

⁴⁷ www.bonsucro.com

⁴⁸ www.redcert.org/index.php?lang=de

⁴⁹ www.rspo.org

⁵⁰ www.responsiblesoy.org/?lang=en

⁵¹ www.henkel-adhesives.de/industrielle-anwendungen/marken-12258.htm?countryCode=de&BU=industrial&parentedDotUID=0000000GFR&redDotUID=0000000GFR&brand=000000038L#applicationTabs, aufgerufen am 23.05.2017

- ▶ Polyolefine einschl. ataktische Polyalphaolefine
- ▶ Block-Copolymere
- ▶ Polyurethan-Hotmelts
- ▶ Polyamide

Die Vergabekriterien für Druckerzeugnisse RAL-UZ 195 (Ausgabe Januar 2015) haben folgende Anforderungen für Klebstoffe festgelegt:

- a) Diisobutylphthalat (DIBP)-haltiger Klebstoff ist verboten.
- b) Beim Einsatz von **Polyurethan-Klebstoffen (PUR-Klebstoffen)** müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:
 - Es dürfen nur emissionsgeprüfte Klebstoffe mit dem Prüfzeichen „DGUV-Test, Emission geprüft“ eingesetzt werden, d.h. nur Niedrigtemperatur-PUR-Klebstoffe (Verarbeitungstemperatur 90-100°C) mit einem Gehalt von monomerem MDI⁵² < 4% oder kennzeichnungsfreie PUR-Klebstoffe (Verarbeitungstemperatur 100-130°C) mit einem Gehalt von monomerem MDI < 0,1%.
 - Am Auftragssystem und bei ausgefahrenem Klebstoffbecken muss eine Absaugung vorhanden sein; die Räume müssen ausreichend belüftet sein.
- c) Beim Einsatz von **Schmelzklebstoffen („Hotmelts“)** auf Basis von Ethylenvinylacetat (EVA) müssen folgende Anforderungen erfüllt sein:
 - Einhaltung der Verarbeitungstemperatur des Klebstoffes laut technischem Datenblatt
 - Klebemaschine mit integriertem Überhitzungsschutz
 - Luftabsaugung am Arbeitsplatz

Die allgemeinen Kriterien für Klebstoffe im Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (EU COM 2014) sind in Tabelle 30 dargestellt.

Tabelle 30 Zusammenstellung der Anforderungen an Klebstoffe des EU Ecolabels und des Nordic Swan

EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	Nordic Swan (2016)
<p>Klebstoffe dürfen keinen der folgenden Stoffe enthalten:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Kolophoniumharze▶ Diisobutylphthalat▶ Diisobutylphthalat▶ Formaldehyd <p>Diese Anforderung entfällt, wenn diese Stoffe dem Material oder dem Endprodukt nicht absichtlich zugefügt werden und in den Klebstoffen in Konzentrationen von weniger als 100 ppm (0,010% Massenanteil) vorkommen.</p>	<ul style="list-style-type: none">▶ Phthalate▶ Kolophoniumharze (modifizierte Kolophoniumderivate, die nicht als sensibilisierende Stoffe eingestuft sind, sind erlaubt.)

⁵² Diphenylmethan-4,4'-diisocyanat

EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	Nordic Swan (2016)
<p>Die Obergrenze für den Gehalt an während der Klebstoffherstellung erzeugtem Formaldehyd beträgt 250 ppm, gemessen in der frisch hergestellten Polymerdispersion. Der Gehalt an freiem Formaldehyd in ausgehärtetem Klebstoff darf 10 ppm nicht übersteigen. Schmelzklebstoffe sind von dieser Anforderung ausgenommen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ► Die Obergrenze für den Gehalt an während der Klebstoffherstellung erzeugtem Formaldehyd beträgt 250 ppm, gemessen in der frisch hergestellten Polymerdispersion. Der Gehalt an freiem Formaldehyd in ausgehärtetem Klebstoff darf 10 ppm nicht übersteigen. Schmelzklebstoffe sind von dieser Anforderung ausgenommen. ► Klebstoffe müssen dem Chemikalien-Kriterien O3-O5 (siehe Kapitel 7.1) entsprechen.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

Basierend auf den Diskussionsrunde im Rahmen des Fachgesprächs sowie der Expertenanhörung wird empfohlen, für Blauer-Engel-Einwegwindeln folgende Klebstoffinhalte zu verbieten:

Kolophoniumharze

Formaldehyd. Es wird vorgeschlagen, eine Obergrenze für den Gehalt an während der Klebstoffherstellung erzeugtem Formaldehyd 250 ppm, gemessen in der frisch hergestellten Polymerdispersion, festzulegen. Der Gehalt an freiem Formaldehyd in ausgehärtetem Klebstoff sollte 10 ppm nicht übersteigen. Schmelzklebstoffe sollten von dieser Anforderung ausgenommen werden.

7.8 Optische Aufheller

Optische Aufheller (fluoreszierende Weißmacher) sind Zusatzstoffe, die ausschließlich zum Aufhellen oder Weißmachen des Materials verwendet werden (Europäische Kommission 2014). Optische Aufheller verursachen einen fluoreszierenden Effekt, der sich bei ultraviolettem Licht (UV-A mit einem Wellenlängenbereich von 380-315 nm und UV-B von 315-280 nm) nachweisen lässt.

Die befragten Windelhersteller geben an, dass sie optische Aufheller und fluoreszierende Weißmacher nicht absichtlich in der Windelproduktion verwenden. In einzelnen Fällen sind aber optische Aufheller (z.B. Titandioxid) in Kleinstmengen im Rohmaterial technisch unvermeidbar, da diese zur Prozesskontrolle notwendig sind, z.B. zur Kontrolle der Position des Verschlussbündchens auf der Windel und für eine optische Kamerakontrolle an den Produktionslinien. In solchen Fällen haben die Materialien keinen direkten Hautkontakt.

Basierend auf diesen Informationen wird vorgeschlagen, optische Aufheller in Blauer-Engel-Einwegwindeln zu verbieten. Ausgenommen werden sollten fluoreszierende Markierungen, die für den Produktionsprozess notwendig sind.

Tabelle 31 Zusammenstellung der Anforderungen an optische Aufheller und fluoreszierende Weißmacher des EU Ecolabels und des Nordic Swan

EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	Nordic Swan (2016)
<p>Optische Aufheller und Farbstoffe, einschließlich fluoreszierender Weißmacher, dürfen dem Zellstoff, den Zellulose-Kunstfasern, der Baumwolle nicht absichtlich zugefügt werden.</p>	<p>Optische Aufheller und fluoreszierender Weißmacher dürfen dem Zellstoff nicht absichtlich zugefügt werden.</p>

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

7.9 Druckfarben und Farbstoffe

Generell enthalten die meisten Windeln an der Außenseite Druckfarben („Printing inks“). Die Druckfarbe auf Wasserbasis wird auf die körperabgewandte Seite der Windel aufgedruckt und anschließend mit Vliesstoff abgedeckt. Die Druckfarbe hat keinen direkten Hautkontakt. Meistens werden der Name der Marke und des Produktes sowie bunte Kinderbilder (z.B. Tiere oder Bäume) aufgedruckt. Es gibt auch Windeln, die vollständig auf Druckfarben verzichten, z.B. Fairwindel⁵³. Farbstoffe, die für den Druck bunter Bilder verwendet werden, üben keine Funktion in den Windeln aus.

Anzumerken ist, dass es sich beim Drucken („Printing“) und bei der Einfärbung („Dyeing“) um zwei unterschiedliche Prozesse handelt. Einfärbungen werden heutzutage durchgeführt, indem das Farbgranulat mit Farbmitteln („Masterbatch“) als Kunststoffadditive im Polymer eingeschmolzen wird. Dadurch kann es anschließend nach Angaben der Industrie nicht aus der Faser entweichen. Bei manchen Windeln sind Teile des Vliesstoffes eingefärbt.

Es gibt Farbstoffe in Windeln, die eine bestimmten Funktion erfüllen, z.B. einen Farbstreifen, der sich blau verfärbt, sobald die Windeln voll sind. Offen ist, ob diese Funktion wirklich in Windeln für Säuglinge und Kleinkinder notwendig ist oder eher im Bereich der Inkontinenzprodukte, die in Pflegeheimen und Krankenhäusern eingesetzt werden. Viele Windeln auf dem Markt haben keinen Nässeindikator. Die Anforderungen aus dem EU Ecolabel und dem Nordic Swan werden in Tabelle 32 dargestellt.

Tabelle 32 Zusammenstellung der Anforderungen an Druckfarben und Farbstoffe des EU Ecolabel und des Nordic Swan

EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	Nordic Swan (2016)
<p>Das Produkt und homogene Bestandteile davon dürfen nicht gefärbt sein. Windeln-relevante Ausnahmen sind:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Verpackungsmaterialien und Klebebänder,▶ Titandioxid in Polymeren und Viskose,▶ Materialien, die nicht direkt mit der Haut in Berührung kommen, dürfen gefärbt sein, wenn der Farbstoff bestimmte Funktionen erfüllt. <p>Druckfarben und Farbstoffe müssen auch dem Kriterium 7 (Verbotene oder Beschränkungen unterliegende Stoffe oder Gemische) (siehe Kapitel 7.1) entsprechen.</p>	<p>Das Produkt und homogene Bestandteile davon dürfen nicht gefärbt sein. Windelrelevante Ausnahmen sind:</p> <ul style="list-style-type: none">▶ Materialien, die nicht direkt mit der Haut in Berührung kommen, dürfen gefärbt sein, wenn der Farbstoff bestimmte Funktionen erfüllt,▶ Titandioxid in Polymeren und Viskose. <p>Druckfarben und Farbstoffe müssen dem Chemikalien-Kriterien O3-O5 (siehe Kapitel 7.1) und R9-R12 (Appendix 5 des Nordic Swan) entsprechen.</p>

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

Im Fachgespräch wurde das Bedrucken von Windeln aus zwei unterschiedlichen Blickwinkeln beleuchtet. Zum einen bedeutet das Bedrucken von Windeln einen zusätzlichen Ressourceneinsatz und Produktionsaufwand. Zum anderen dienen die Aufdrucke laut der Hersteller als wichtiges Erkennungsmerkmal (unterschiedlicher Größen, Marken etc.). Das Verbot von Aufdrucken für Blauer-Engel-Windeln würde aus ihrer Sicht einen Wettbewerbsnachteil bedeuten.

Es wird daher als Kompromiss empfohlen, für Blauer-Engel-Einwegwindeln eine dezente Bedruckung zu fordern.

⁵³ <https://fairwindel.de/erste-erfahrungsberichte-zur-fairwindel/> aufgerufen am 15.03.2015

7.10 Lotion

Tabelle 33 gibt einen Überblick der Anforderungen an Lotionen in EU Ecolabel und Nordic Swan.

Tabelle 33 Zusammenstellung der Anforderungen an Lotionen des EU Ecolabels und des Nordic Swan

EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	(Nordic Swan 2016)
Lotionen sind in Windeln erlaubt. Aber Duftstoffe in Lotionen sind verboten.	Lotionen sind in Hygieneprodukten verboten.
Lotionen müssen Kriterium 7 „Verbogene oder Beschränkungen unterliegende Stoffe oder Gemische“ einhalten.	
Die folgenden Stoffe dürfen nicht verwendet werden: Triclosan, Parabene, Formaldehyd und Formaldehydabspalter.	

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

Es gibt Einwegwindeln, die mit einer Lotion versehen sind, um einen zusätzlichen Schutz gegen Hautrötungen oder Windelausschlag zu geben. Im Nordic Swan Hintergrundbericht (2016) wird das Verbot von Lotionen damit begründet, dass Lotionen Stoffe enthalten können, die z.B. allergieauslösend sein können, und dass Lotionen nicht zur Funktion der Windeln beitragen. Es wird empfohlen, auch in den Vergabekriterien des Blauen Engel den Einsatz von Lotion nicht zuzulassen.

7.11 Duftstoffe

Sowohl EU Ecolabel als auch Nordic Swan verbieten Duftstoffe für Babywindeln. Einzelne Duftstoffe können allergieauslösend sein.

Es wird vorgeschlagen, auch in den Vergabekriterien des Blauen Engels Duftstoffe nicht zuzulassen: Duftstoffe dürfen bei der Herstellung von Einwegwindeln und der Komponenten nicht eingesetzt werden.

7.12 Antibakterielle Wirkstoffe (Biozide)

Der Nordic Swan Hintergrundbericht (2016) weist darauf hin, dass antibakterielle Wirkstoffe (Biozide) wie z.B. Silbernanopartikel und Triclosan in Babywindeln nicht enthalten sein dürfen. Biozide dienen dazu, Keime abzutöten oder abzuwehren. Gleichzeitig sind Biozide aber auch potenziell für Mensch und Umwelt⁵⁴ gefährlich. Mit dem Blauen Engel gekennzeichnete Produkte, vor allem Babywindeln, die körpernah eingesetzt werden, sollen keine antibakteriellen Wirkstoffe enthalten.

7.13 Geruchsbindner

Geruchsbindende Stoffe werden allgemein nicht für einen Einsatz in Babywindeln diskutiert, sondern lediglich für Inkontinenzprodukte. Der Nordic Swan beschränkt den Einsatz von Stoffen zur Geruchbindung auf Inkontinenzprodukte, während dieser Aspekt im EU Ecolabel als nicht relevant für Babywindeln angesehen wurde und deshalb nicht adressiert wird.

⁵⁴ <http://www.bmub.bund.de/themen/gesundheit-chemikalien/chemikaliensicherheit/biozide/>

Für die Vergabekriterien für Einwegwindeln des Blauen Engel wird empfohlen, den Einsatz von geruchsbindenden Stoffen nicht zuzulassen.

7.14 Silikon

Silikon kann in kleinen Mengen in Windeln enthalten sein. Es wird zum Beispiel genutzt, um selbstklebende Streifen zum Verschließen der Windel abzudecken. In diesem Fall wird das Silikon beim Anziehen der Windel entfernt. Auch zum Schutz von Klettverschlüssen kann Silikon verwendet werden, wobei hier ebenfalls kein direkter Hautkontakt entsteht. Silikon wird nur in kleinen Mengen verwendet.

Einige Silikonkomponenten sind gesundheitsgefährdend. Deswegen fordert das EU Ecolabel beim Verbrauch von Silikon in Hygieneprodukten das genaue Verfahren der Silikonbehandlung anzugeben, sowie dass die Sicherheit der Arbeiter durch den Anbieter garantiert ist (Europäische Kommission 2014). Sowohl das EU Ecolabel als auch der Nordic Swan fordern, dass weder Octamethyl Cyclotetrasiloxane D4 (CAS 556-67-2) noch Decamethylcyclopentasiloxane D5 (CAS 541-02-6) in den chemischen Produkten zur Silikonbehandlung einzelner Komponenten enthalten sein dürfen. Je nach Label dürfen sie nur maximal 0,01% (beim EU Ecolabel) und 0,08% (beim Nordic Swan) der Silikonmasse bezüglich möglicher Verunreinigungen ausmachen und nicht absichtlich hinzugefügt werden (DG JRC 2013b).

Zusätzlich wird im Nordic Swan gefordert, dass lösemittelhaltige Silikonbeschichtungen nicht genutzt werden dürfen.

Tabelle 34 Zusammenstellung der Anforderungen an Silikon des EU Ecolabels und des Nordic Swan

EU Ecolabel (Europäische Kommission 2014)	Nordic Swan (2016)
Werden Bestandteile des Produkts mit Silikon behandelt, muss d) eine Angabe zu dem verwendeten Verfahren der Silikonbehandlung gemacht werden, e) der Hersteller sicherstellen, dass die Beschäftigten vor den Lösemitteln geschützt sind.	a) keine Anforderung, b) lösemittelhaltige Silikonbeschichtungen dürfen nicht genutzt werden.
Verboten sind Octamethyl-Cyclotetrasiloxane D4 (CAS 556-67-2) und Decamethyl-Cyclopentasiloxane D5 (CAS 541-02-6) Ausgenommen sind Fälle, in denen D4 und D5 ► dem Material oder dem Endprodukt nicht absichtlich hinzugefügt werden, und ► in Konzentrationen kleiner als 100 ppm (0,01 Gew.-%) enthalten sind.	Siehe EU Ecolabel. Nur der Grenzwert der Verunreinigung liegt bei 0,08 Gew.-% (800mg/kg) der Silikonmasse.
Keine Anforderung	Verwendung zinnorganischer Verbindungen als Katalysator ist in der Produktion des Silikon-Polymers nicht erlaubt.

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)

Es wird vorgeschlagen, auch in den Vergabekriterien des Blauen Engels Silikon bei der Herstellung von Einwegwindeln und der Komponenten zu verbieten. Eine Ausnahme gilt für Klebestreifen. Die Silikonbeschichtung dient zum Schutz der Kleberfläche.

7.15 Entsorgung

EDANA (2015a) beschreibt, dass absorbierende Hygieneprodukte nach dem Gebrauch fünfmal schwerer sein können als ihr Trockengewicht. Die Hochrechnung auf Basis von Daten über Fäkalien (Urin und Kot) pro Kind in der Windelzeit von 2,5 Jahren von O'Brien et al. (2009) ergibt, dass gebrauchte Einwegwindeln das Drei- bis Vierfache ihres ursprünglichen Gewichts erreichen können.

Einwegwindeln zählen zum Hausmüll und werden zusammen mit ‚nicht gefährlichen haushaltstypischen Siedlungsabfällen‘ entsorgt. Die Abfallbilanz des Jahres 2014 von DESTATIS (2016) zeigt, dass Hausmüll und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle, die in Deutschland gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt wurden, im Jahr 2014 14.179 Millionen Tonnen betragen. Dies macht einen Anteil von 31% der gesamten nicht gefährlichen haushaltstypischen Siedlungsabfälle⁵⁵ (45.045 Millionen Tonnen) aus.

Es gibt keine explizierte Angabe über den Anteil gebrauchter Einwegwindeln im deutschen Hausmüll. Eine grobe Hochrechnung ist auf Basis der Geburtenanzahl und dem Gewicht der gebrauchten Einwegwindeln sowie Anzahl der Windel pro Tag möglich. Nach Angaben des Statistischen Bundesamtes⁵⁶ wurden in Deutschland im Jahr 2015 insgesamt 737.575 Babys geboren. Unter der Annahme, dass

- ▶ eine unbenutzte Windel durchschnittlich 36 Gramm (ohne Verpackung) wiegt (Cordella et al. 2015),
- ▶ die Windel nach der Nutzung um Faktor 4 schwerer ist,
- ▶ 4,2 Windeln pro Tag genutzt werden (Aumônier et al. 2008),
- ▶ 95% der Kinder Einwegwindeln tragen (s. Kapitel 4.1.1),

ergeben sich daraus 154.680⁵⁷ Tonnen Abfall pro Jahr aus Einwegwindeln. Dies würde einen Anteil von 1,1% des Hausmülls in Deutschland bedeuten.

Gebrauchte Einwegwindeln sollen in der Restmülltonne entsorgt werden. Die Modellierung des End-of-life der Einwegwindeln in der Ökobilanz von Cordella et al. (2015) basiert auf der Annahme einer Entsorgungsstruktur wie sie in Europa existiert: 63% Deponierung, 25% Verbrennung mit Energiezurückgewinnung und 12% Verbrennung ohne Energiezurückgewinnung. Die Studie von Cordella et al. (2015) weist auch darauf hin, dass Recycling und Kompostierung bei Einwegwindeln nicht der übliche Entsorgungsweg ist. Allerdings ist in Deutschland die Deponierung ohne Vorbehandlung (z.B. Verbrennung) seit 2005 verboten. Es wird davon ausgegangen, dass Einwegwindeln in Deutschland in Müllverbrennungsanlagen entsorgt werden und dabei Strom und Wärme erzeugt werden.

Es wird empfohlen vorzuschreiben, dass Hersteller durch visuelle Symbole auf der Verpackung darauf hinweisen, dass Windeln nach dem Gebrauch nicht in die Toilette geworfen werden sollen und umweltschonend in der Hausmülltonne zu entsorgen sind.

⁵⁵ Nicht gefährliche haushaltstypische Siedlungsabfälle umfassen neben Hausmüll, und hausmüllähnliche Gewerbeabfälle gemeinsam über die öffentliche Müllabfuhr eingesammelt, noch Sperrmüll, Garten- und Parkabfälle, andere getrennt gesammelte Fraktionen wie Glas, Papier etc. (DESTATIS 2016).

⁵⁶ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/235/umfrage/anzahl-der-geburten-seit-1993/> aufgerufen am 17.05.2017

⁵⁷ =36*4/1000000*365*4,2*737.575 Tonne/Jahr*95%

7.16 Qualitätsaspekte

Es gibt keine Industrienormen die speziell vorschreiben, welche Qualität eine Windel haben muss⁵⁸. Stattdessen kann aus einzelnen Normen abgeleitet werden, dass die Produkte, in diesem Fall Windeln, den Bestimmungszweck erfüllen müssen. Die Basisanforderung an ein Qualitäts- system von Produktionswerken ist die internationale Norm ISO 9001 Qualitätsmanagementsysteme, zusätzlich gibt es die Good Manufacturing Practices (GMP) der World Health Organization (WHO). Außer nach den gesetzlich vorgeschriebenen Normen richten sich die Anbieter von Windeln nach eigenen Angaben ebenfalls nach den Qualitätsanforderungen im Rahmen von IFS HPC⁵⁹ oder BRC⁶⁰ sowie Empfehlungen von z.B. Stiftung Warentest⁶¹, der Kosmetikindustrie und Empfehlungen von Bundesbehörden.

Die Gebrauchstauglichkeit von Windeln wird in verschiedenen Anwendungs- und Labortests sowie durch Maschinenkontrollen überprüft. An die Produktion, die Prüfinstitutionen sowie die für die Tests durchgeführten Probenahmen und Analysen werden in den vorhandenen Umweltkennzeichen Anforderungen formuliert (siehe Tabelle 35).

Tabelle 35 Qualitätsanforderungen an die Produktion, Prüfinstitutionen und durchgeführte Tests

Qualitätskriterium	Vorgeschriebene Messmethode / Norm	
	Nordic Swan	EU Ecolabel
Anforderungen an die Produktion		Good Manufacturing Practices (GMP) der WHO
Anforderungen an die Prüfinstitution	EN ISO/IEC 17025:2005 oder ISO-IEC Guide 25 oder Good Laboratory Practice (GLP) nach OECD	Zulässig sind Prüfinstitutionen, die zertifiziert sind Qualitätsmanagementsysteme zu implementieren
Probennahme & Analyse	ISO 9001 und 13485	ASTM E1958-07e1

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut), basierend auf Nordic Swan (2016), DG JRC (2013b)

7.16.1 Anwendungstests und Gebrauchstauglichkeit

Im Rahmen der Anwendungstests werden u.a. Hautfreundlichkeit, Passform, Verschlussystem, Aussehen, Komfort (Weichheit), Qualität sowie der Auslaufschutz durch ein Verbraucherpanel bewertet. Die befragten Windelanbieter gaben an, weitere Anwendungstests, vor allem hinsichtlich der Verträglichkeit, in klinischen Tests in Zusammenarbeit mit (Kinder-)ärzten durchzuführen. Diese klinischen Tests zur Verträglichkeitsprüfung werden nach Angabe der Anbieter mit 20 Probanden durchgeführt. Genauere Angaben zu den Bewertungskriterien bzw. den zu erfüllenden Anforderungen wurden nicht genannt. Durchgeführte Verbraucherpanel bestand nach eigenen Angaben aus 50-60 Babys der Größe Maxi bis Junior.

⁵⁸ Telefonat mit Herrn Herrmann von EDANA am 19.5.2017

⁵⁹ Der International Featured Standard dient der Beurteilung von Sicherheit und Qualität der Produkte / Prozesse der Lieferanten und Hersteller von Haushalts- und Körperpflegeprodukten. Der IFS HPC deckt vier spezifische Produktkategorien ab, u.a. Hygieneprodukte mit Hautkontakt zu denen auch Windeln zählen. <https://www.ifs-certification.com/index.php/de/standards/2654-ifs-hpc-de>, zuletzt aufgerufen am 10.05.2017

⁶⁰ Der globale Standard des British Retail Consortium umfasst ebenfalls Verbrauchsgüter und bietet einen eigenen Standard für Körperpflegeprodukte. <https://www.brcglobalstandards.com/brc-global-standards/consumer-products/>, zuletzt aufgerufen am 10.05.2017

⁶¹ Der letzte von Stiftung Warentest veröffentlichte Windel-Test stammt aus dem Jahr 2005.

In existierenden Labels werden z.T. konkrete Anforderungen an die Durchführung der Anwendungstests gestellt. Die Anforderungen des EU Ecolabels sind in Tabelle 36 dargestellt.

Tabelle 36 Anforderungen an durchgeführte Anwendungstests im EU Ecolabel

Anwendungstests	Anforderungen
Absorption und Auslaufschutz	Verbrauchertest (Auslaufen bei weniger als 5% der Produktanwendungen)
Hauttrockenheit	Verbrauchertest (80% der das Produkt testenden Verbraucher müssen die Leistung als zufriedenstellend einstufen)*
Passform und Tragkomfort	
Gesamtleistung	

*Die Erläuterung, wie die Zufriedenheit bewertet wird, findet sich in den Leitlinien für Anwendertests des EU Ecolabels (siehe nächsten Absatz).

Quelle: EU Ecolabel (2014)

Zusätzlich gibt das EU Ecolabel eine Leitlinie für Anwendertest an:

- ▶ Probenahme, Testdesign, Panelrekrutierung und die Analyse der Testergebnisse müssen statistischen Standardverfahren entsprechen (AFNOR Q 34-019, ASTM E1958-07e1 oder gleichwertige Verfahren).
- ▶ Jedes Produkt ist auf der Grundlage eines Fragebogens zu bewerten. Die Prüfung muss mindestens 72 Stunden, möglichst aber eine volle Woche dauern und unter normalen Anwendungsbedingungen für das Produkt erfolgen.
- ▶ Empfohlen wird eine Anzahl von mindestens 30 Prüfern. Alle an der Untersuchung teilnehmenden Personen müssen das geprüfte Produkt der betreffenden Art/Größe derzeit in Gebrauch haben.
- ▶ Sofern das Produkt nicht eigens für nur ein Geschlecht konzipiert ist, sollte das Verhältnis zwischen männlichen und weiblichen Personen 1:1 betragen.
- ▶ An der Untersuchung sollten Personen teilnehmen, die unterschiedliche Gruppen von Verbrauchern auf dem Markt repräsentieren. Alter, Land und Geschlecht sind anzugeben.
- ▶ Kranke Personen und Personen mit einer chronischen Hauterkrankung sollten an der Prüfung nicht teilnehmen. Erkrankten Personen während des Anwendertests, so ist dies auf dem Fragebogen zu vermerken, und die Antworten dürfen bei der Bewertung nicht berücksichtigt werden.
- ▶ Bei Hauttrockenheit, Passform und Tragekomfort sowie der Gesamtleistung müssen 80% der das Produkt testenden Verbraucher die Leistung als „befriedigend“ bewerten, was beispielsweise bedeuten kann, dass der Verbraucher mehr als 60 Punkte (auf einer Skala von 1 bis 100) vergibt oder dass das Produkt mit „gut“ oder „sehr gut“ (aus den fünf Möglichkeiten „sehr schlecht“, „schlecht“, „befriedigend“, „gut“ und „sehr gut“) bewertet wird. Bei Absorption und Auslaufschutz darf nur bei weniger als 5% der getesteten Produkte ein Auslaufen auftreten.

- ▶ Die Ergebnisse sind nach Abschluss des Verbrauchertests statistisch auszuwerten.
- ▶ Externe Faktoren wie die Verwendung von Markenzeichen, Marktanteile und Werbung, die sich auf die wahrgenommene Leistung der Produkte auswirken können, müssen mitgeteilt werden.

Im Nordic Swan werden ebenfalls Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit und daran, wie diese zu testen ist, gestellt. Die Anforderungen sind weniger detailliert als im EU Ecolabel und für die Anwendertests werden keine spezifischen Testparameter vorgegeben. Grundsätzlich wird gefordert, dass die Performance und die Qualität der Produkte zufriedenstellend sind und mit der Qualität von äquivalenten auf dem Markt verfügbaren Produkten vergleichbar sind. Die Entscheidung, welche Parameter speziell überprüft werden, wird den Herstellern überlassen, solange die Testergebnisse für die Produkte relevante Aussagen hervorbringen.

Dementsprechend definiert der Nordic Swan für durchgeführte Anwendertests nur grobe Rahmenbedingungen, die erfüllt werden sollten.

Tabelle 37 Anforderungen an die Durchführung von Anwendertests aus dem Nordic Swan

Mindestens 10 Teilnehmer je Test

Die Bewertung des Produkts erfolgt im Vergleich zu dem Produkt, das die Testperson normalerweise nutzt; folgende Fragen könnten gestellt werden:

- ▶ Wie bewerten Sie die Produkt-Performance im Vergleich zu der Performance des Produkts, das Sie normalerweise nutzen?
- ▶ Wie bewerten Sie die Aufnahmefähigkeit dieses Produkts im Vergleich zu der des Produkts, das Sie normalerweise nutzen?
- ▶ Wie bewerten Sie die Oberflächentrockenheit dieses Produkts im Vergleich zu der des Produkts, das Sie normalerweise nutzen?

Quelle: Nordic Swan (2016)

EDANA, der internationale Verband der Vliesstoff- und verwandten Industriezweigen, hat ebenfalls Empfehlungen für die Durchführung von Windel-Anwendungstests formuliert (EDANA 2016). Sie empfehlen u.a., dass

- ▶ ein Panel, das Produkte zu Hause testet, normalerweise aus ca. 100 Personen bestehen sollte,
- ▶ das Geschlechterverhältnis 1:1 sein sollte,
- ▶ alle Testpersonen dem Gewicht und der Größe nach zu dem Testprodukt passen sollten,
- ▶ ein Anwendungstest, wenn möglich eine Woche andauern sollte, mindestens aber fünf Tage,
- ▶ ein Anwendungstest folgende Parameter abfragen sollte:
 - Abschließende Präferenz
 - Auslaufschutz
 - Trockenheit der Haut

- Hautverträglichkeit
- Handhabung
- Verschlussystem
- Passform
- Weichheit
- Optionale Kommentare.

Die Stiftung Warentest hat 2005 die Windeln verschiedener Anbieter in der direkten Anwendung getestet und die Gebrauchstauglichkeit bewertet (Stiftung Warentest 2005). Die abgeprüften Parameter waren zum größten Teil identisch mit den von den Herstellern selbst durchgeführten Tests. So wurden der Tragekomfort, der Auslaufschutz sowie die Handhabung (z.T. zusammen gesetzt aus weiteren Kriterien) geprüft. Außerdem wurden die Preise sowie Verpackungsgrößen verschiedener Anbieter nebeneinandergestellt. Die Ergebnisse sind auf Grund der fortschreitenden Entwicklung der letzten Jahre zum heutigen Zeitpunkt allerdings nur sehr eingeschränkt aussagekräftig. Die Ergebnisse werden daher nicht ausführlicher dargestellt.

7.16.2 Technische Prüfungen

Die technische Prüfung umfasst verschiedene Laboranalysen und wird bei den befragten Herstellern nach der Hytec Richtlinie⁶² durchgeführt. Getestet wird zum einen die Retention, welche die Menge der aufgenommenen (Absorption) und nach Zentrifugation zurückgehaltenen Flüssigkeit (Auslaufschutz) angibt. Die Acquisiton-Zeit beschreibt die Schnelligkeit der Flüssigkeitsaufnahme (Absorption) in der Windel. Zusätzlich wird die Rücknässe (Rewet) der Windel gemessen. Dazu wird die Feuchtigkeit gemessen, welche nach Aufnahme von Urinersatzflüssigkeit wieder an die Oberfläche der Windel tritt. Welche Werte konkret erfüllt werden müssen, damit die Qualität einer Windel als angemessen bewertet wird, wurde von den befragten Herstellern nicht angegeben. Die von Hytec durchgeführten Tests sowie das entsprechende Hausverfahren sind in Tabelle 38 dargestellt.

Tabelle 38 Übersicht der technischen Prüfungen durch Hytec

Test	Angewandtes Hausverfahren zur Prüfung
Retentionstest*	PA 04/01 2005-01
Rücknässe-Test (Rewet Test)	PA 04/02 2005-01
Vertikale Absorption*	PA 04/03 2005-01
Zentrifugentest	PA 04/04 2005-01
Bestimmung des SAP-Gehalts*	PA 04/05 2005-01
Bestimmung der Maße, Gewichte und des inneren Aufbaus	PA 04/06 2005-01
Kontur – Acquisition*	PA 04/07 2005-01
Kontur – Rewet*	PA 04/08 2005-01

⁶² <http://www.hytec-group.de>

Test	Angewandtes Hausverfahren zur Prüfung
Acquisition- und Rücknässe-Test (Kombiniertes Testverfahren)	PA 04/09 2009-10

* Diese Tests wurden entweder durch neue ersetzt oder werden aus Kostengründen nur selten beauftragt.

Quelle: Hytec (2015)

Die Tests, die von Hytec als Standardtests angeboten und am häufigsten beauftragt werden, sind im Folgenden dargestellt:

Probenziehung Produktgewicht und Produktabmessungen

5 Produkte pro vorgesehene Leistungsprüfung werden, wenn möglich, aus verschiedenen Packungen entnommen, einzeln gewogen und vermessen.

Rewetverhalten (Rücknässeigenschaften)

Auf die Windel wird über einen Trichter mit definierter Öffnung Harnersatzlösung aufgegeben. Die Oberflächenfeuchte wird quantitativ ermittelt. Angegeben wird der Mittelwert mit Standardabweichung. Mit Abnahme des Rücknässwertes nimmt die Oberflächentrockenheit / Hautfreundlichkeit und der Tragekomfort des Produktes zu.

Zentrifugentest (Gesamtspeicherkapazität)

Das Produkt wird eine bestimmte Zeit in Harnersatzlösung eingetaucht und die vom Produkt aufgenommene Flüssigkeitsmenge durch Differenzwägung bestimmt. Anschließend wird das Produkt in der Zentrifuge unter definierten Bedingungen zentrifugiert. Die Absorptionswerte quantifizieren das theoretische Gesamtflüssigkeitsspeichervermögen des Produktes.

Kombinierte Messung von Acquisition-Zeit und Rücknässung

Messung der Flüssigkeitsaufnahmegeschwindigkeit unter Belastung, Funktionsweise der Windel, Erfassung der nicht gespeicherten Urinmenge (Hauttrockenheit). Die verwendete Gesamtflüssigkeitsmenge simuliert Praxisbedingungen unter Belastung durch das Baby sowie die Maximalbeladung (worst case Szenario).“ (Hytec 2016)

Die Anforderungen des EU Ecolabels an die Durchführung technischer Prüfungen sind in Tabelle 39 dargestellt. Das EU Ecolabel schreibt vor, die Hauttrockenheit nicht nur über Anwendungs- tests, sondern ebenfalls im Labor abzuprüfen.

Tabelle 39 Anforderungen an die technische Prüfung von Windeln im EU Ecolabel

Technische Prüfung	Anforderungen
Absorption und Auslaufschutz	Absorptionsrate und Absorption vor dem Auslaufen
Hauttrockenheit	TEWL (Transepidermaler Wasserverlust), Wiederbefeuchtungsverfahren oder korneometrische Tests

Quelle: EU Ecolabel (2014)

An die technische Prüfung werden im EU Ecolabel noch weitere Anforderungen formuliert:

- Die Prüfungen sollten so weit wie möglich auf produktrelevanten, wiederholbaren und strengen Methoden basieren.
- Es sind mindestens fünf Proben zu prüfen. Die Durchschnittsergebnisse sind zusammen mit der Standardabweichung anzugeben.

- Gewicht, Abmessungen und Gestaltungsmerkmale des Produkts sind zu beschreiben.

Wie bereits im vorherigen Kapitel beschrieben schreibt der Nordic Swan keine genaue Liste der durchzuführenden Tests vor. Generell sollte eine vergleichbar gute Performance wie auf dem Markt verfügbar erreicht werden. Für Windeln werden aber zwei Tests aufgeführt, die auf jeden Fall durchgeführt werden sollen (siehe Tabelle 40). Die Tests müssen beschrieben und zugehörige Daten angehängt werden.

Tabelle 40 Anforderungen an die technische Prüfung von Windeln im Nordic Swan

• Absorptionskapazität
• Rewet (unter Druck)

Quelle: Nordic Swan Hintergrundbericht (2016)

Eine Übersicht aller von den Anbietern angegebenen Prüfungen findet sich in Tabelle 41. Wie bereits zu Beginn des Kapitels beschrieben gibt es für Qualitätstests von Windeln keine Industriestandards. Stattdessen existieren Empfehlungen und Vorschläge verschiedener Institutionen, die an entsprechender Stelle vorgestellt wurden.

Tabelle 41 Qualitätsprüfung von Windeln

Anwendertests	Klinische Tests	Technische Prüfung Laboranalyse	Maschinenkontrolle
Verbraucher-Panel			
<ul style="list-style-type: none">► Hautfreundlichkeit► Passform► Verschlussystem► Aussehen► Komfort (Weichheit)► Wahrgenommene Qualität► Auslaufschutz	<ul style="list-style-type: none">► Rötungen► Schuppen► Trockenheit	<ul style="list-style-type: none">► Retention► Acquisition-Zeit► Rücknässung	<ul style="list-style-type: none">► Qualitätsanalyse der Produktion

Quelle: Zusammengestellt nach Angaben verschiedener Windelanbieter/-hersteller

7.16.3 Ableitungen von Kriterien für den Blauen Engel

Basierend auf der durchgeführten Analyse wurde in der ersten Entwurfsversion der Vergabekriterien zunächst eine Kombination der Anforderungen des Nordic Swan, des EU Ecolabel und der EDANA-Richtlinie vorgeschlagen. Im Rahmen der Fachgesprächsdiskussion wurde deutlich, dass für den Nachweis der Qualität und der Gebrauchstauglichkeit keine so ausführlichen Vorgaben notwendig sind. Im Gegensatz zu vielen anderen Anforderungen, die in den Vergabekriterien gestellt werden (z.B. die Herkunft des Zellstoffs oder des Biokunststoffs), ist die Qualität und Gebrauchstauglichkeit einer Windel für die Kunden selbst wahrnehmbar und hat einen direkten Einfluss auf die Kundenzufriedenheit und somit auf den Absatz des Produkts. Dadurch ergibt sich für die Anbieter von Windeln eine intrinsische Motivation, ihre Produkte qualitativ hochwertig und gebrauchstauglich zu gestalten und macht eine detaillierte Vorschrift überflüssig.

Stattdessen wird vorgeschlagen, lediglich die grundlegenden Funktionstests einer Windel, Absorptionstest und Rücknässtest, verpflichtend vorzuschreiben und sicherstellen zu lassen, dass die Windel hautverträglich und anwendungstauglich ist. Das Durchführen von Anwendungstests ist laut der Hersteller unbedingt notwendig, da sich zwischen realer Gebrauchstauglichkeit und den im Labor ermittelten Werten häufig Abweichungen ergeben. Außerdem sind Gewicht,

Abmessungen und Gestaltungsmerkmale des Produkts zu beschreiben. Um die Vergleichbarkeit und Wiederholbarkeit der durchgeführten Tests sicherzustellen, ist auf die Qualifizierung der durchführenden Prüflabore zu achten.

8 Umweltentlastungspotenziale Blauer Engel-Einwegwindeln gegenüber normalen Einwegwindeln

Die Vorteile bezüglich der Umweltentlastungspotenziale der Blauer-Engel-Einwegwindeln gegenüber normalen Einwegwindeln lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- ▶ 100% des Fluff Pulps ausgezeichneter Windeln stammen aus nachhaltiger Forstwirtschaft. Fluff Pulp hat derzeit noch einen prozentualen Gewichtsanteil von ca. 25–35% an einer Windel. Täglich werden in Deutschland ca. zehn Mio., jährlich ca. 3,65 Mrd. Einwegwindeln verbraucht (Schmitt 2015). Ausgehend von einem durchschnittlichen Anteil von 36 Gramm pro Windel (30%) ergeben sich daraus 39.420⁶³ Tonnen Fluff Pulp, die jährlich für den deutschen Einwegwindel-Markt produziert werden. Diese Anforderung ist strenger als in anderen Umweltzeichen, wurde aber von verschiedenen Stakeholdern als machbar und realistisch eingeschätzt.
- ▶ Um ausgezeichnet zu werden, muss für Blauer-Engel-Einwegwindeln ein Laborbericht über 17 zu prüfende chemische Stoffe bzw. Stoffgruppen (Tabelle 21) von akkreditierten Testlaboren vorliegen.
- ▶ Blauer-Engel-Einwegwindeln beinhalten keine Lotionen. Lotionen können z.B. Paraffine, antibakterielle Wirkstoffe oder Farbstoffe enthalten, die häufig schwer biologisch abbaubar sind und sich in der Umwelt und in Organismen anreichern können. Außerdem werden dadurch unnötig fossile Rohstoffe für ein Wegwerfprodukt genutzt.
- ▶ Blauer-Engel-Einwegwindeln beinhalten keine Duftstoffe und Geruchbinder. In den Windeln, die mit Duftstoffen versetzt werden, werden natürliche Parfümöle wegen hoher Kosten häufig durch synthetische Duftstoffe ersetzt. Selbst Duftstoffe, die bereits als Allergene bekannt sind, dürfen, bei vollständiger Auflistung in der Inhaltsstoffliste, dennoch in Babyprodukten enthalten sein. Der Marktanteil von Einwegwindeln mit **Duftstoffen** in Deutschland wurde von einem Hersteller auf unter 3% geschätzt.
- ▶ Die Herkunft biobasierter Kunststoffe muss für ausgezeichnete Windeln ebenfalls zertifiziert sein. Je nach Rohstoff kann diese mit unterschiedlichen Zertifizierungssystemen nachgewiesen werden, um einen nachhaltigen Anbau nachzuweisen.
- ▶ Qualität und Gebrauchstauglichkeit der ausgezeichneten Windeln muss über verschiedene Tests nachgewiesen werden. Da es erfahrungsgemäß große Unterschiede zwischen der Performance im Labor und in der tatsächlichen Anwendung gibt, ist ein Anwendungstest zwingend vorgeschrieben. Dadurch wird sichergestellt, dass nicht nur die technischen Parameter überzeugen, sondern die Windeln in der praktischen Nutzung die Bedürfnisse der Kunden erfüllen.

⁶³ =3,65 Mrd. *36/1000000*30%

9 Quellenverzeichnis

Ahmed, E. M. (2015): Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *Journal of Advanced Research* (2), 2015, S. 105–121. Online verfügbar: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4348459/>.

Alnatura (o. J.): Was ist Lyocell? Online verfügbar: https://www.allnatura.de/ratgeber/unserer_rohstoffe/steppwaren/lyocell-tencel.html; letzter Abruf am 18.05.2017.

American Forest & Paper Association (2016): AF&PA Sustainability Report. Advancing U.S. Paper and Wood Products Industry Sustainability Performance.

Araújo, P. H. H.; Sayer, C.; Giudici, R.; Poço, J. G. R. (2002): Techniques for reducing residual monomer content in polymers: A review. *Polymer Engineering & Science* (7), 2002, S. 1442–1468. Online verfügbar: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/pen.11043/pdf>.

Aumônier, S. & Collins, M. (2005): Life Cycle Assessment of Disposable and Reusable Nappies in the UK (Environment Agency, U. K., Hrsg.) (SCHO0505BJCW-E-P). Online verfügbar: <http://www.ahpma.co.uk/docs/LCA.pdf>; letzter Abruf am 23.03.2017.

Aumônier, S.; Collins, M.; Garrett, P. (2008): An updated lifecycle assessment study for disposable and reusable nappies (Environment Agency, U. K., Hrsg.) (SC010018/SR2). Online verfügbar: http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=WR0705_7589_FRP.pdf.

Cordella, M.; Bauer, I.; Lehmann, A.; Schulz, M.; Wolf, O. (2015): Evolution of disposable baby diapers in Europe: life cycle assessment of environmental impacts and identification of key areas of improvement. *Journal of Cleaner Production* 2015 (95), 2015, S. 322–331.

DESTATIS (2016): Umwelt. Abfallbilanz – 2014 (Statistisches Bundesamt, W., Hrsg.).

Deutsche Wirtschafts Nachrichten (2014, 7. November): Vergreisung in Deutschland: Mehr Windeln für Senioren, weniger für Babys. Deutsche Wirtschafts Nachrichten Online verfügbar: <https://deutsche-wirtschafts-nachrichten.de/2014/11/07/vergreisung-in-deutschland-mehr-windeln-fuer-senioren-weniger-fuer-babys/>; letzter Abruf am 11.05.2017.

Dey, S.; Purdon, M.; Kirsch, T.; Helbich, H. M.; Kerr, K.; Li, L. et al. (2016): Exposure Factor considerations for safety evaluation of modern disposable diapers. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* (81), 2016, S. 183–193.

DG JRC (2013a): Development of EU Ecolabel Criteria for Absorbent Hygiene Products. Preliminary Report – Draft v.5.

DG JRC (2013b): Development of EU Ecolabel Criteria for Absorbent Hygiene Products (formerly referred to as “Sanitary Products”). Technical Report – Draft v.4. 17.05.2017.

Dierig (2013): Das lukrative Geschäft mit Babys Po (WeltN24, Hrsg.). 21.03.2017.

EDANA (2015a): 2014-2015 Sustainability Report. 4th Edition (EDANA, Hrsg.). Online verfügbar: <http://www.edana.org/newsroom/news-announcements/2015/02/26/edana-launches-2014-2015-sustainability-report>.

EDANA (2015b): Sustainability Report. Online verfügbar: http://www.edana.org/docs/default-source/default-document-library/edana-sustainability-report_2014-2015.pdf?sfvrsn=0; letzter Abruf am 16.05.2017.

EDANA (2016): EDANA Guidelines for the Testing of Baby Diapers. Version 2.0. Online verfügbar: <http://www.edana.org/docs/default-source/default-document-library/edana-diaper-test-protocol-2-0-final.pdf?sfvrsn=4>; letzter Abruf am 19.05.2017.

EDANA (o. J.): Superabsorbents. Online verfügbar: <http://www.edana.org/discover-nonwovens/how-they're-made/superabsorbents>; letzter Abruf am 17.05.2017.

enius (o. J.): Kunstfasern (Chemiefasern). Online verfügbar: <http://www.enius.de/leben/kunstfasern-chemiefasern.html>; letzter Abruf am 18.05.2017.

EPD Libero Comfort (2015): EPD Libero Comfort. Online verfügbar: <http://gryphon.environdec.com/data/files/6/10845/epd646%20Libero%20Comfort.pdf>.

EU COM (2014): 2014/687/EU – DURCHFÜHRUNGSBESCHLUSS DER KOMMISSION über Schlussfolgerungen zu den besten verfügbaren Techniken (BVT) gemäß der Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates in Bezug auf die Herstellung von Zellstoff, Papier und Karton vom 26.09.2014.

Europäische Kommission (2014): BESCHLUSS DER KOMMISSION – vom 24. Oktober 2014 – zur Festlegung der Umweltkriterien für die Vergabe des EU-Umweltzeichens für absorbierende Hygieneprodukte – (Bekanntgegeben unter Aktenzeichen C(2014) 7735) – (2014/763/EU) (Europäische Kommission, Hrsg.). 18.05.2017.

European Commission (2017): EU Ecolabel Personal care products / Absorbent hygiene products. Online verfügbar: <http://ec.europa.eu/ecat/category/en/45/absorbent-hygiene-products>; letzter Abruf am 19.05.2017.

Evonik (2016): Geschäftsbericht 2015 (Evonik Industrie AG, Hrsg.). Online verfügbar: <http://corporate.evonik.de/layouts/Websites/Internet/DownloadCenterFileHandler.ashx?fileid=2684>; letzter Abruf am 17.05.2017.

fairwindel (2016): Fairwindel: das kosten faire Öko-Windeln wirklich. Online verfügbar: <https://fairwindel.de/fairwindel-das-kosten-faire-oeko-windeln-wirklich/>; letzter Abruf am 15.05.2017.

fairwindel (2017): Das macht die Fairwindel aus. Online verfügbar: <https://fairwindel.de/inside/>; letzter Abruf am 29.03.2017.

Fleur (2015): Windeln – Das ist drin! Online verfügbar: <http://frauenheute.com/2015/07/28/windeln-das-ist-wirklich-drin/>.

FMI (2015): Super Absorbent Polymer (SAP) Market: Global Industry Analysis and Opportunity Assessment 2015 – 2020. Online verfügbar: <http://www.futuremarketinsights.com/reports/super-absorbent-polymer-market>.

FSC (2016): Waldzertifizierung differenzieren – 10 gute Gründe für FSC (FSC – Verein für verantwortungsvolle Waldwirtschaft e.V., Hrsg.).

FSC (2017): Die FSC-Labels. Online verfügbar: <http://www.fsc-deutschland.de/de-de/warenzeichen/labelarten>; letzter Abruf am 07.04.2017.

GFK (2008): Marktanteile am Windelmarkt 2008 nach Umsatz in Prozent. Online verfügbar: https://www.google.de/search?q=marktanteil+windeln&source=lnms&tbo=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjSnJzs6vHTAh-WRL1AKHWxDQgQQ_AUICigB&biw=1444&bih=829; letzter Abruf am 17.05.2017.

Gropp, M. (2015, 22. Januar): Einer der größten Online-Händler für die Kleinsten. Frankfurter Allgemeine Zeitung Online verfügbar: <http://blogs.faz.net/netzwirtschaft-blog/2015/01/22/einer-der-groessten-online-haendler-fuer-die-kleinsten-3755/>; letzter Abruf am 21.03.2017.

Hytec (2015): Anlage zur Akkreditierungsurkunde (Deutsche Akkreditierungsstelle, Hrsg.).

Hytec (2016): Kriterien zur Überprüfung der Leistungsparameter von Babywindeln. Kurzbeschreibung von Testmethoden der Hy-Tec GmbH.

Industrieverband Klebstoffe e.V. (2015): Schmelzklebstoffe. TKH-Merkblatt 4 (Industrieverband Klebstoffe e.V., Hrsg.). 19.05.2017.

McIntyre, K. (2015, 7. April): SAP Market Report. Nonwovens Industry Online verfügbar: http://www.nonwovens-industry.com/issues/2015-04-01/view_features/sap-market-report/; letzter Abruf am 17.05.2017.

McIntyre, K. (2017, 9. Februar): Corn Starch Based SAP Could Find Home in Diapers. Nonwovens Industry Online verfügbar: http://www.nonwovens-industry.com/contents/view_online-exclusives/2017-02-09/corn-starch-based-sap-could-find-home-in-diapers/; letzter Abruf am 29.03.2017.

metoda (2017): Windeln im E-Commerce: Ein Markt für Pampers. Online verfügbar: https://www.metoda.com/fileadmin/user_upload/metoda/news/PM_Windelbusiness_Pampers.pdf; letzter Abruf am 17.05.2017.

Mirabella, N.; Castellani, V.; Sala, S. (2013): Life cycle assessment of bio-based products: a disposable diaper case study. *Int J Life Cycle Assess* 2013 (18), 2013, S. 1036–1047.

Moltex Eco Nappies (2007): Environmental product declaration. LN: ECD-2007. Online verfügbar: <https://www.ecodirect.com.au/documents/EcoDirectEPD2009.pdf>.

Nordic Swan (2016): Nordic Ecolabelling of Sanitary Products. Version 6.0 (14 June 2016 – 30 June 2021).

Nordic Swan – Basis Module (2015): Nordic Ecolabelling of Paper Products – Basic Module. version 2.2, 05 November 2015. Online verfügbar: http://www.nordic-ecolabel.org/CmsGlobal/Criteria/Basic_module.pdf; letzter Abruf am 21.05.2017.

Nordic Swan Hintergrundbericht (2016): About Nordic Ecolabelled Sanitary products, Version 6.0. Background to ecolabelling 14 June 2016. Online verfügbar: http://www.svanemarket.no/PageFiles/5957/023e_6_0_Background.pdf.

O'Brien, K.; Olive, R.; Hsu, Y.-C.; Morris, L.; Bell, R.; Kendall, N. (2009): Life cycle assessment: reusable and disposable nappies in Australia (Environmental Engineering, School of Engineering, The University of Queensland, Brisbane, Hrsg.). Online verfügbar: http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.crdc.com.au/ContentPages/44777470.pdf.

Olivo, T. (2016, 17. März): E-Commerce and the Baby Diaper Market. Nonwovens Industry Online verfügbar: http://www.nonwovens-industry.com/contents/view_online-exclusives/2016-03-17/e-commerce-and-the-baby-diaper-market/; letzter Abruf am 20.03.2017.

Olivo, T. (2017a, 10. Januar): New Turkish Diaper Manufacturer Has Roots. Nonwovens Industry Online verfügbar: http://www.nonwovens-industry.com/contents/view_online-exclusives/2017-01-10/new-turkish-diaper-manufacturer-has-roots/; letzter Abruf am 11.05.2017.

Olivo, T. (2017b, 2. Januar): The Baby Diaper Market. Nonwovens Industry Online verfügbar: http://www.nonwovens-industry.com/issues/2017-01-01/view_features/the-baby-diaper-market-395612/; letzter Abruf am 31.03.2017.

PEFC (2017): Alles, was Sie über PEFC wissen sollten (PEFC Deutschland e.V. & PEFC Council, Hrsg.). Online verfügbar: https://pefc.de/media/filer_public/6a/44/6a447abe-285d-4632-8d93-1eed089c4295/pefc_in_kuerze.pdf; letzter Abruf am 15.11.2017.

Pierobon, M. (2017): Biomass Balance: Driving the Use of Renewable Feedstocks in Interlinked Chemical production. BHC Newslin 11 (1), 2017.

Procter & Gamble (2017): Annual Report 2016. Online verfügbar: <http://www.pginvestor.com/Cache/1500090608.PDF?O=PDF&T=&Y=&D=&FID=1500090608&iid=4004124>; letzter Abruf am 15.05.2017.

PULPAPERnews (2016, 27. Januar): Five key trends driving evolution of world fluff pulp market. PULPAPERnews.com Online verfügbar: <http://www.pulpapernews.com/2016/01/five-key-trends-driving-evolution-of-world-fluff-pulp-market>; letzter Abruf am 22.05.2017.

ReportBuyer (2015): Global and China Superabsorbent Polymers (SAP) Industry Report, 2014-2018. Online verfügbar: <http://www.prnewswire.com/news-releases/global-and-china-superabsorbent-polymers-sap-industry-report-2014-2018-300178205.html>; letzter Abruf am 24.05.2017.

Schmitt, S. (2015, 8. Januar): In Windeln gewickelt... Zeit Online Online verfügbar: <http://www.zeit.de/2014/53/windeln-einwegwindel-pampers-baby>; letzter Abruf am 31.03.2017.

Stiftung Warentest (2005): Babywindeln: Pampers machen das Rennen [Themenheft]. test 1/2005.

UPM EPD KAUKAS (2017): ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION UPM KAUKAS pulp mill. PRODUCTS: UPM Betula, UPM Conifer Reinforcement. Online verfügbar: http://www.upm.com/Responsibility/fundamentals/CertificateFinder/Documents/UPM_Environmental%20Information_with%20CF_Kaukas_2016.pdf; letzter Abruf am 20.05.2017.

UPM EPD KYMI (2017): ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION UPM KYMI pulp mill. PRODUCTS: UPM Betula, UPM Conifer. Online verfügbar: http://www.upm.com/Responsibility/fundamentals/CertificateFinder/Documents/UPM_Environmental%20Information_with%20CF_Kymi_2016.pdf; letzter Abruf am 20.05.2017.

UPM EPD PIETARSAARI (2017): ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION, UPM PIETARSAARI pulp mill. PRODUCTS: UPM Betula, UPM Betula TCF, UPM Conifer, UPM Conifer TCF, UPM Conifer Thin. Online verfügbar: http://www.upm.com/Responsibility/fundamentals/CertificateFinder/Documents/UPM_Environmental%20Information%20with%20CF_Pietarsaari_2016.pdf; letzter Abruf am 20.05.2017.

Vertical Research Partners (2016): Paper & Forest Products – Fluff Pulp: 2017-19 Outlook Impacted by the Softwood Pulp Balance. Online verfügbar: <http://www.verticalresearchpartners.com/research-note.cfm/paper-forest-products-fluff-pulp-2017-18-outlook-impacted-by-the-softwood-pulp-balance>; letzter Abruf am 19.05.2017.

Weisbrod, A. V. & van Hoof, G. (2012a): LCA-measured environmental improvements in Pampers® diapers. Int J Life Cycle Assess (17), 2012a, S. 145–153.

Weisbrod, A. V. & van Hoof, G. (2012b): LCA-measured environmental improvements in Pampers® diapers, electronic supplementary material. Int J Life Cycle Assess (17), 2012b, S. 145–153.

Weyerhaeuser (2014): Absorbent Pulp. Product Environmental Profile. Online verfügbar: http://www.weyerhaeuser.com/files/6414/3389/2642/PEP_Absorbent_Pulp.pdf.

Weyerhaeuser (2016): Weyerhaeuser completes sale of cellulose fibres pulp mills to International Paper. Online verfügbar: <http://investor.weyerhaeuser.com/2016-12-01-Weyerhaeuser-completes-sale-of-Cellulose-Fibers-pulp-mills-to-International-Paper>; letzter Abruf am 19.05.2017.

windeln.de (2017): Pampers New Baby Sensitive Windeln. Online verfügbar: <https://www.windeln.de/pampers-new-baby-sensitive-windeln.html>; letzter Abruf am 15.05.2017.

Windeln-tests.de: Was ist in Windeln enthalten? Online verfügbar: <https://windeln-tests.de/ratgeber/was-ist-in-windeln-enthalten/>; letzter Abruf am 13.11.2017.

WS Windel-Shop (2017): Mobiler Windelshop. Online verfügbar: http://www.mobilerwindelshop.de/index.php/mobiler_windelshop_termine.html; letzter Abruf am 15.05.2017.

Xiao, C. (2015): SAP Market Report.

A Anhang

A.1 Preisübersicht der Einwegwindeln – beispielhafte Daten für P&G und dm

Tabelle 42 Preisübersicht der von Procter & Gamble und dm angebotenen Windeln (Stand: 1. Quartal 2017)

Hersteller / Marke der Einwegwindeln	Name der Windeln	Kategorie	Angabe über Größe der Windeln	Anzahl der Windeln pro Packung	Preis pro Packung	Umrechnung der Kosten auf eine Windel
Pampers	Pampers Premium Protection Windeln	new born	Größe 1	22	6,49 €	0,30 €
Pampers	Pampers Premium Protection Windeln	new born mini	Größe 2	68	12,45 €	0,18 €
Pampers	Pampers Premium Protection Windeln	babys midi	Größe 3	29	6,98 €	0,25 €
Pampers	Pampers Premium Protection Windeln	babys maxi	Größe 4	24	7,28 €	0,30 €
Pampers	Pampers Premium Protection Windeln	babys maxi+	Größe 4+	21	6,98 €	0,33 €
Pampers	Pampers Premium Protection Windeln	babys Junior	Größe 5	20	7,28 €	0,36 €
Pampers	Pampers Premium Protection Windeln	Baby Junior+	Größe 5+	20	6,98 €	0,35 €
Pampers	Pampers Premium Protection Windeln	X Large	Größe 6	20	6,98 €	0,35 €
Pampers	Pampers Baby Dry	mini	Größe 2	68	15,08 €	0,22 €
Pampers	Pampers Baby Dry	midi	Größe 3	60	13,98 €	0,23 €
Pampers	Pampers Baby Dry	maxi	Größe 4	52	13,48 €	0,26 €
Pampers	Pampers Baby Dry	maxi+	Größe 4+	48	13,98 €	0,29 €
Pampers	Pampers Baby Dry	Junior	Größe 5	46	15,28 €	0,33 €

Hersteller / Marke der Einwegwindeln	Name der Windeln	Kategorie	Angabe über Größe der Windeln	Anzahl der Windeln pro Packung	Preis pro Packung	Umrechnung der Kosten auf eine Windel
Pampers	Pampers Baby Dry	Junior+	Größe 5+	43	13,98 €	0,33 €
Pampers	Pampers Baby Dry	Extra large	Größe 6	40	12,98 €	0,32 €
Pampers	Pampers New Baby Sensitive Windeln		Größe 1	21	6,48 €	0,31 €
Pampers	Pampers Micro		micro	24	4,98 €	0,21 €
Pampers	Pampers Active Fit	midi	Größe 3	90	8,98 €	0,30 €
Pampers	Pampers Active Fit	maxi	Größe 4	25	7,98 €	0,32 €
Pampers	Pampers Active Fit	Maxi+	Größe 4+	24	8,98 €	0,37 €
Pampers	Pampers Active Fit	Junior	Größe 5	23	8,98 €	0,39 €
Pampers	Pampers Active Fit	Junior+	Größe 5+	32	12,78 €	0,40 €
Pampers	Pampers Active Fit	Extra large	Größe 6	21	8,98 €	0,43 €
Pampers	Pampers Baby Dry Pants		Größe 4	27	7,98 €	0,30 €
Pampers	Pampers Baby Dry Pants	Babys	Größe 5	24	7,98 €	0,33 €
Pampers	Pampers Baby Dry Pants		Größe 6	21	7,98 €	0,30 €
Pampers	Pampers Sleep & Play	midi	Größe 3	41	6,98 €	0,17 €
Pampers	Pampers Sleep & Play	maxi	Größe 4	36	6,98 €	0,19 €
Pampers	Pampers Sleep & Play	Junior	Größe 5	31	6,98 €	0,23 €
Pampers	Pampers Sleep & Play	extra large	Größe 6	30	6,98 €	0,23 €
Pampers	Pampers Simply Dry Windeln	midi	Größe 3	90	12,48 €	0,14 €

Hersteller / Marke der Einwegwindeln	Name der Windeln	Kategorie	Angabe über Größe der Windeln	Anzahl der Windeln pro Packung	Preis pro Packung	Umrechnung der Kosten auf eine Windel
Pampers	Pampers Simply Dry Windeln	maxi	Größe 4	74	12,48 €	0,17 €
babylove	Pyjamahöschen Größe	M		10	5,75 €	0,58 €
babylove	Schwimm-Windeln	M		11	3,95 €	0,36 €
babylove	Windeln Premium extra weich	XS newborn		24	3,45 €	0,14 €
babylove	Windeln Premium extra weich	newborn	Größe 1	28	3,65 €	0,13 €
babylove	Windeln Premium extra weich	mini	Größe 2	42	4,65 €	0,11 €
babylove	Pants Windelslips	maxi	Größe 4	22	4,75 €	0,22 €
babylove	Pants Windelslips	Junior	Größe 5	20	4,75 €	0,24 €
babylove	Pants Windelslips	XXL	Größe 6	18	4,75 €	0,26 €
babylove	Windeln Premium aktiv plus	midi	Größe 3	50	5,65 €	0,11 €
babylove	Windeln Premium aktiv plus	maxi	Größe 4	84	10,95 €	0,13 €
babylove	Windeln Premium aktiv plus	maxi+	Größe 4+	38	5,65 €	0,15 €
babylove	Windeln Premium aktiv plus	Junior	Größe 5	36	5,75 €	0,16 €
babylove	Windeln Premium aktiv plus	Junior+	Größe 5+	34	5,65 €	0,17 €
babylove	Windeln Premium aktiv plus	XXL	Größe 6	32	5,45 €	0,17 €
babylove	Windeln Premium aktiv plus	XXL+	Größe 6+	30	5,45 €	0,18 €

Hersteller / Marke der Einwegwindeln	Name der Windeln	Kategorie	Angabe über Größe der Windeln	Anzahl der Windeln pro Packung	Preis pro Packung	Umrechnung der Kosten auf eine Windel
babylove	Schwimm-Windeln	S		12	3,95 €	0,33 €
babylove	Schwimm-Windeln	L		10	3,95 €	0,40 €
babylove	Pyjamahöschen	L		9	5,75 €	0,64 €
babylove	Öko-Windeln nature	midi	Größe 3	46	7,45 €	0,16 €
babylove	Öko-Windeln nature	maxi	Größe 4	42	7,35 €	0,18 €
babylove	Öko-Windeln nature	Junior	Größe 5	36	7,35 €	0,20 €
Mittelwert						0,27 Euro

Quelle: Zusammengestellt durch das Öko-Institut nach Angaben auf Website der Anbieter

A.2 Vergleich des PEFC und FSC Labels

Tabelle 43 Vergleich des PEFC und FSC Labels

	PEFC	FSC
Strukturen	PEFC wurde von europäischen Waldbesitzern und Förstern gegründet, so dass die Eigentümerinteressen in besonderem Maße gewahrt bleiben. Zusätzlich arbeiten bei PEFC auch eine Vielzahl von Umwelt- und Sozialverbänden auf internationaler, nationaler und regionaler Ebene konstruktiv mit.	Die großen Umweltverbände, WWF, Greenpeace, Robin Wood, NABU und BUND haben FSC aus der Taufe gehoben und haben durch das Dreikammersystem in den FSC-Gremien – gemeinsam mit den Gewerkschaften in der Sozialkammer – das Sagen. Waldbesitzer als Teil in der Wirtschaftskammer sind in einer Minderheitenrolle.
Standard-setzung	PEFC ist das einzige global tätige Zertifizierungssystem, das eine Beteiligung aller Interessengruppen bei der Entwicklung von allen Waldzertifizierungsstandards vorschreibt. Dies wird während des Anerkennungsverfahrens auf internationaler Ebene durch einen unabhängigen Gutachter und zusätzlich von einem Gremium anerkannter Wissenschaftler überprüft.	Zertifizierungen sind auch in Ländern ohne nationale Gremien und Standards möglich. Nur in 33 von insgesamt 80 Ländern, in denen es FSC-zertifizierte Wälder gibt, existiert auch ein nationaler Standard.
Verfahren	Das internationale Reglement bietet drei Alternativen: eine einzelbetriebliche, eine Gruppen- oder eine regionale Zertifizierung.	FSC lässt nur eine einzelbetriebliche und eine Gruppenzertifizierung zu.

	PEFC	FSC
	In Ländern, in denen eine kleinstrukturierte Familienforstwirtschaft vorherrscht, wie in Deutschland, wird das regionale Modell angewandt, das auf jährlichen repräsentativen Stichproben basiert.	Im Vergleich zu PEFC ist letztere aber z.B. für forstliche Zusammenschlüsse zu kompliziert und unpraktikabel. Aufgrund der hohen Kosten bleibt dem Kleinprivatwald eine Zertifizierung quasi verwehrt.
Kosten für Wald-zertifizierung	Festgelegt auf 0,18 €/ Hektar*Jahr	Größenabhängig und Verhandlungssache mit Zertifizierer (bei Betrieben unter 1.000 Hektar zwischen 1,00 – 2,00 €/ Hektar*Jahr)
Akkreditierung	Die unabhängige Zulassung und Überwachung der Zertifizierungsstellen („Akkreditierung“) ist elementarer Bestandteil einer glaubwürdigen Zertifizierung. Die ISO-Normen verlangen deshalb eine strikte Trennung zwischen Standardsetzung, Zertifizierung und Akkreditierung. Dies ist bei PEFC gegeben, da PEFC eine Akkreditierung bei den offiziellen nationalen Akkreditierungsstellen vorschreibt (in Deutschland ist dies die DAkkS ⁶⁴).	Die „Gewaltenteilung“ ist bei FSC nicht gegeben, da Standardsetzung und Akkreditierung in einer Hand liegen.
Zertifizierte Fläche weltweit	267 Mio. Hektar (ca. 11% der globalen Waldfläche)	186 Mio. Hektar
Zertifizierte Fläche Deutschland	7,3 Mio. Hektar (67% der Gesamtwaldfläche) Sämtliche Staatswälder in Deutschland sind neben mehr als 2.500 Kommunalwäldern und den Wäldern von über 200.000 Waldbesitzern PEFC-zertifiziert.	1,1 Mio. Hektar
Standards	Die PEFC-Standards erfüllen hohe Ansprüche und müssen den Anforderungen der europäischen Forstminister zum Schutz der Wälder gerecht werden. Die deutschen PEFC-Standards verlangen beispielsweise den Verzicht auf Kahlschläge und auf den Einsatz von Pestiziden, die Begründung von standortgerechten Mischbeständen und den Erhalt von Biotopholz.	Die Grundlage der FSC-Standards sind 10 Prinzipien, mit Kriterien und Indikatoren unterlegt, die von FSC selbst, ohne Bezug zu den Rio-Nachfolgeprozessen, entwickelt wurden. Die wichtigsten Unterschiede zwischen den FSC- und PEFC-Standards sind unten dargestellt.
Stilllegungsflächen	(Keine Regelung)	Im öffentlichen Wald größer 1000 Hektar sind 5% der Fläche als Referenzflächen aus der Nutzung zu nehmen.
Baumartenwahl	Ziel sind Mischbestände mit standortgerechten Baumarten. Fremdländische Baumarten können beteiligt werden, solange dadurch nicht die Regenerationsfähigkeit anderer Baumarten beeinträchtigt wird.	Ziel ist die Baumartenzusammensetzung natürlicher Waldgesellschaften. Gastbaumarten dürfen nur einzeln- bzw. gruppenweise bis zu einem Anteil von 20% eingebracht werden.
Vollbaumnutzung	Auf nährstoffarmen Böden wird auf eine Vollbaumnutzung (= Nutzung oberirdischer Baumteile auch unter der Derbholzgrenze) verzichtet.	Keine Anwendung von Vollbaummethoden. Holz unter 7 cm Durchmesser muss in Wald verbleiben.

⁶⁴ Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

	PEFC	FSC
Rückgassenabstände	Der RG-Abstand beträgt grundsätzlich mindestens 20 Meter.	Es ist ein RG-Abstand von 40 Metern anzustreben.
Polterspritzung	Der Einsatz zugelassener Pflanzenschutzmittel zur Verhinderung der Holzentwertung durch den Nutzholzborkenkäfer ist zulässig.	Chemische Biozide dürfen grundsätzlich nicht eingesetzt werden.
Biotopbäume	Totholz, Horst- und Höhlenbäume werden in angemessenem Umfang erhalten und sind Teil der Betriebsplanung.	Langfristig werden 10 Biotopbäume je Hektar angestrebt.
Zertifizierung von Forstunternehmern	Dienstleistungs-, Lohnunternehmer und gewerbliche Selbstwerber müssen ein anerkanntes Zertifikat besitzen (DFSZ, KFP, KUQS oder RAL).	Die Qualitätskontrolle kann über den Einsatz zertifizierter Lohunternehmer erfolgen.
Motorsägenkurse	Private Selbstwerber müssen die Teilnahme an einem MS-Kurs nachweisen.	(Keine Regelung)

A.3 Vergleich H-Sätze zwischen Nordic Swan und EU Ecolabel

Tabelle 44 Auflistung der H-Sätze von Nordic Swan und EU Ecolabel

Nordic Swan	EU Ecolabel
O3 Chemical products, classification	7.1.Gefährliche Stoffe und Gemische
Toxic to aquatic organisms	
Aquatic Acute 1: H400	H400 Sehr giftig für Wasserorganismen
Aquatic chronic 1-4: H410, H411, H412, H413	H411 Giftig für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung H412 Schädlich für Wasserorganismen, mit langfristiger Wirkung H413 Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung
Acute toxicity	
Acute Tox 1, 2: H330, H310, H300	H300 Lebensgefahr bei Verschlucken H310 Lebensgefahr bei Hautkontakt
	H330 Lebensgefahr bei Einatmen
Acute Tox 3: H331, H301, H311	H301 Giftig bei Verschlucken H311 Giftig bei Hautkontakt H331 Giftig bei Einatmen
Acute Tox 4: H332, H312, H302	
Specific target organ toxicity	
STOT SE 1: H370	H370 Schädigt die Organe
STOT SE 2: H371	H371 Kann die Organe schädigen

Nordic Swan	EU Ecolabel
STOT RE 1: H372	H372 Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition
STOT RE 2: H373	H373 Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition
Aspiration hazard	
Asp. Tox 1: H304	H304 Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein
Skin corrosion/irritation	
Skin Corr 1A/B/C: H314	
Causes serious eye damage or eye irritation	
Eye Dam. 1: H318	
Allergenic	
Resp. sens 1: H334	H334: Kann bei Einatmen Allergie, asthmar-tige Symptome oder Atembeschwerden verur-sachen
Skin sens 1: H317	H317 (Gefahrenkategorie 1A und B): Kann allergische Hautreaktionen verursachen (auslösende Konzentration $\geq 0,1\%$ Massenanteil)
Carcinogenic	
Carc 1A/1B: H350	H350 Kann Krebs erzeugen
	H350i Kann beim Einatmen Krebs erzeugen
Carc. 2: H351	H351 Kann vermutlich Krebs erzeugen
Mutagenic	
Muta. 1A/B: H340	H340 Kann genetische Defekte verursachen
Muta. 2: H341	H341 Kann vermutlich genetische Defekte verursachen
Toxic for reproduction	
Repr 1A/1B: H360, H361	H360F Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
	H360D Kann das Kind im Mutterleib schädigen
	H360FD Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen
	H360Fd Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
	H360Df Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
	H361f Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen
	H361d Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen

Nordic Swan	EU Ecolabel
	H361fd Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen
Repr 2: H362	H362 Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen
	EUH059 Die Ozonschicht schädigend
	EUH029 Entwickelt bei Berührung mit Wasser giftige Gase
	EUH031 Entwickelt bei Berührung mit Säure giftige Gase
	EUH032 Entwickelt bei Berührung mit Säure sehr giftige Gase
	EUH070 Giftig bei Berührung mit den Augen

Quelle: Eigene Darstellung (Öko-Institut) basierend auf Nordic Swan (2016) und EU Ecolabel (2014)