

Gemeinsamer Schlussbericht zum AiF-Forschungsvorhaben Nr. 15210 BG

***Schimmelvermeidung durch prozessspezifische Risiko-
analyse (HACCP) bei Herstellung, Lagerung und Transport
von Packgut aus Leder und Verpackungen aus Wellpappe***

Forschungsvereinigung

*Deutscher Forschungsverbund Verpackungs-, Entsorgungs-
und Umwelttechnik e.V., Hamburg,*

Forschungsstelle 1

Institut für BFSV an der HAW Hamburg,

Dipl.-Ing. Frank Volkmann, Dipl.-Ing. Johannes D. Petzoldt

Forschungsstelle 2

Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (FILK) Freiberg,

Dr. Kathrin Leppchen und Dr. Michael Meyer

Freiberg / Hamburg im Juli 2009



Zusammenfassung der erzielten Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen für die Herstellung von Produkten aus Leder und Verpackungen aus Wellpappe sowie deren Transport, Umschlag, Lagerung und Verpackung alle kritischen Gefahrenpotentiale auf, die zum Wachstum von Schimmelpilzen führen können. Insbesondere wurde bestimmt, mit welcher Sporenbelastung bei diesen Prozessen der Herstellung und Verarbeitung sowie den zugehörigen Logistikprozessen zu rechnen ist.

Zudem werden Möglichkeiten zur Überwachung dieser Gefahrenpotentiale mittels qualitativer bzw. quantitativer Größen und zugehörigen kritischen Grenzwerten aufgezeigt. Dazu wurden entsprechende „Kontrollpunkte Schimmel“ definiert.

Für den Fall des Überschreitens der kritischen Grenzwerte dieser Kontrollgrößen wurden entsprechende Maßnahmen zur Beherrschung der Prozesse und der Vermeidung entsprechender Auswirkungen erarbeitet.

Die Größe der einzelnen Gefahrenpotentiale wurde mit einem auf die Risikobewertung adaptierten Bewertungssystem quantifiziert, welches auf der Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (FMEA) basiert. Dies ermöglicht bei der Vermeidung des Schimmelpilzwachstums gemäß der Priorität, d. h. der Höhe eines Risikos vorgehen zu können, das von den Gefahren der einzelnen Prozesse (Herstellung, Verarbeitung, Logistik) ausgeht.

Die ganzheitliche Betrachtung aller relevanten Prozesse, über die Grenzen am Prozess beteiligter Unternehmen (z. B. Hersteller, Gerberei, Spediteur, Reederei etc.) hinaus, ist besonders hervorzuheben.

Der Kerngedanke des HACCP-Konzeptes, insbesondere die systematische Vorgehensweise zur Schadensverhütung, bildet die Grundlage für die durchgeführten Analysen und Bewertungen sowie die erarbeiteten Maßnahmen. Eine vollständige Umsetzung aller Grundsätze des HACCP-Konzeptes war damit nicht verbunden. Dies ist allein durch die zeitliche Begrenzung eines Forschungsvorhabens nicht möglich, da insbesondere die in den Grundsätzen 6 und 7 geforderte permanente Revision des Konzeptes bei späteren Änderungen von Randbedingungen z. B. in den Herstellungsprozessen in Unternehmen nicht berücksichtigt werden konnten.

Die entwickelte allgemein gültige Vermeidungsstrategie ist daher als eine „Gute Herstellungspraxis“ (engl. Good Manufacturing Practice – GMP) zu betrachten, die Unternehmen selbst in ihre Qualitätssicherungssysteme integrieren und bei Bedarf an veränderte Randbedingungen anpassen können.

Das Ziel des Vorhabens wurde erreicht.

Innovativer Beitrag, wissenschaftlich-technischer und wirtschaftlicher Nutzen und industrielle Anwendungsmöglichkeiten

Der zentrale Nutzen des Vorhabens besteht in branchenübergreifenden vorausschauenden Vermeidungsstrategien für Schimmelbefall und konkreten Maßnahmen zur Reduzierung der Schimmelbildung bei Lagerung und Transport empfindlicher Waren und Güter am Beispiel Leder und Lederartikel und Verpackungen aus Wellpappe. Während es sich bei Leder um ein Produkt mit speziellen Eigenschaften handelt, werden Verpackungen aus Wellpappe für eine Vielzahl anderer Produktarten aus unterschiedlichsten Materialien eingesetzt. Daher sind die Ergebnisse dieses Vorhabens auch für alle Unternehmen, die Verpackungen aus Wellpappe für ihre Produkte einsetzen, nutzbar. Die entwickelte Vorgehensweise zur Schadensverhütung kann von Herstellern anderer Produkte als aus Leder genutzt werden, um diese auf ihre Produkte zu übertragen.

Den wirtschaftlichen Nutzen verdeutlicht noch einmal das folgende Beispiel, das bereits aus dem Forschungsantrag bekannt ist. Geht man davon aus, dass in einem 40' Standardcontainer mit einem Rauminhalt von ca. 67 m³ 134 verpackte Autositze transportiert werden (2 Sitze/m³) und legt eine Schadenssumme von 2000,- EUR pro Sitz (Herstellungskosten) bei Totalschaden zugrunde, so ergibt sich eine Gesamtschadenssumme von 268.000,- EUR/Container (genannte Daten aus der Industrie). Diese Schadenssumme beziffert den reinen Sachschaden. Folgeschäden durch Produktionsstillstand an den Montagebändern aufgrund fehlender Sitzkomponenten sowie die Kosten durch die Nachlieferung sind hierbei noch nicht erfasst und können ein Vielfaches des Sachschadens betragen. Der wesentliche Effekt für KMU aus dem produzierenden Gewerbe und der Transportwirtschaft besteht hier in der Reduzierung wirtschaftlicher Verluste durch Transport- und Lagerschäden.

Die Art der Gefahrenpotentiale für Schäden durch Schimmelpilzwachstum, d. h. insbesondere die Sporenbelastung, und ihre Quantifizierung in den betrachteten Prozessen waren bis dato nicht bekannt bzw. vorhanden. Die ganzheitliche Betrachtung aller relevanten Prozesse, über die Grenzen am Prozess beteiligter Unternehmen (z. B. Hersteller, Gerberei, Spediteur, Reederei etc.) hinaus, ist hervorzuheben.

Mit dem Vorliegen des detaillierten Forschungsberichtes sind die Ergebnisse in Form von Maßnahmen und der erarbeiteten HACCP-Pläne in der Industrie sofort nutzbar. Teile des Forschungsberichtes können direkt als Leitfaden zur Verhütung von Schäden durch Schimmelpilzwachstum angewandt werden. Die Unterteilung in thematische Standardprozessabläufe ermöglicht dem Anwender die gezielte Auswahl, der ihn betreffenden Vermeidungsmaßnahmen.

Gleichzeitig wird ein Beitrag zum Schutz und Erhaltung der Gesundheit der Beschäftigten geleistet, indem die Schimmelbildung verhindert wird.

Förderhinweis

Das IGF-Vorhaben 15210BG der Forschungsvereinigung „Deutscher Forschungsverbund Verpackungs-, Entsorgungs- und Umwelttechnik e.V. (DVEU) Hamburg“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.

I Inhaltsübersicht

I	Inhaltsübersicht	II
II	Inhaltsverzeichnis	III
III	Abbildungsverzeichnis	VI
IV	Tabellenverzeichnis	IX
V	Abkürzungsverzeichnis	XI
1	Einleitung	1
2	Problemstellung	2
3	Zielstellung	8
4	Schimmelpilze	9
5	Methodischer Ansatz	15
6	Bestimmung der Sporenbelastung	25
7	Risikoanalyse und Priorisierung der Gefahren	53
8	Maßnahmen zur Schimmelvermeidung	83
VI	Quellenverzeichnis	XIII

II Inhaltsverzeichnis

I	Inhaltsübersicht	II
II	Inhaltsverzeichnis.....	III
III	Abbildungsverzeichnis	VI
IV	Tabellenverzeichnis	IX
V	Abkürzungsverzeichnis	XI
1	Einleitung	1
2	Problemstellung	2
2.1	Transportproblematik.....	2
2.2	Ansatz für die Schadensverhütung.....	4
2.3	Wellpappe als Packstoff für Verpackungen	5
2.4	Leder als Transportgut	6
2.5	Wellpappe beim Anwender und als Transportgut.....	7
3	Zielstellung	8
4	Schimmelpilze	9
4.1	Definition und Charakteristik.....	9
4.2	Fortpflanzung und Vermehrung	9
4.2.1	Wachstumsvoraussetzungen von Schimmelpilzen.....	10
4.2.1.1	Einfluss der Feuchtigkeit.....	10
4.2.1.2	Einfluss der Temperatur.....	10
4.2.1.3	Kombination von Temperatur und Feuchte.....	11
4.2.1.4	Substrat	12
4.2.1.5	pH-Wert.....	13
4.2.1.6	Licht	13
4.2.1.7	Sauerstoffgehalt.....	13
4.2.1.8	Oberflächenrauigkeit.....	13
4.3	Gesundheitliche Gefährdung der am Transport, Umschlag und Lagerprozess beteiligten Personen.....	14
5	Methodischer Ansatz.....	15
5.1	Wirkbereiche.....	15
5.2	Das HACCP Konzept	16

5.3	Risikoanalyse – Bewertung von Gefahren mit der Risikoprioritätszahl (RPZ) nach FMEA.....	18
5.3.1	FMEA und HACCP	18
5.3.2	FMEA für die Risikomessung im Bereich der Gefahren durch Schimmel.....	20
5.3.3	Beispiele der Anwendung von HACCP und FMEA.....	22
6	Bestimmung der Sporenbelastung.....	25
6.1	Sporenbelastung im Teilwirkbereich Lederherstellung und -verarbeitung.....	25
6.1.1	Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung in den einzelnen Fertigungsstufen der Lederherstellung	25
6.1.2	Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung bei den Zusätzen der Lederherstellung Wasser und Konservierungssalz.....	27
6.1.3	Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung und Anfälligkeit bei Ledern aus verschiedenen Regionen der Erde	28
6.2	Sporenbelastung im Teilwirkbereich Wellpappeherstellung und -verarbeitung	31
6.2.1	Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung.....	32
6.2.2	Raumluft im Wellpappewerk	32
6.2.3	Papiere für die Herstellung von Wellpappe	34
6.2.4	Stärkeleim zum Verkleben der Papierbahnen	35
6.2.5	Packstoff Wellpappe	35
6.2.6	Verpackungen aus Wellpappe	37
6.3	Sporenbelastung im Teilwirkbereich Logistik.....	38
6.3.1	Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung.....	38
6.3.2	Lagerung neuer Verpackungen im Rohstofflager und Verpackungsbereich	38
6.3.2.1	Verpackungen im Rohstofflager.....	39
6.3.2.2	Verpackungen im Verpackungsbereich	40
6.3.3	Lagerung verpackter Produkte (Packstücke) im Versandlager.....	41
6.3.3.1	Packstücke in einen Ersatzteillager	42
6.3.3.2	Packstücke in einen Absatzlager	44
6.3.4	Stretchfolie für die Sicherung von Ladeeinheiten	46
6.3.5	Holzpaletten.....	47
6.3.6	Seefrachtcontainer.....	48
6.3.6.1	Ungereinigte Seefrachtcontainer	48
6.3.6.2	Gereinigte Seefrachtcontainer	51
7	Risikoanalyse und Priorisierung der Gefahren.....	53

7.1	Teilwirkbereich Lederherstellung und -verarbeitung und Logistik.....	53
7.1.1	Standardprozessabläufe	53
7.1.2	Durchführung und Ergebnisse	54
7.1.2.1	Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)	54
7.1.2.2	Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)	58
7.1.2.3	Herstellung von Fertigleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF).....	63
7.2	Teilwirkbereich Wellpappeherstellung und -verarbeitung und Logistik.....	67
7.2.1	Standardprozessabläufe	67
7.2.2	Durchführung und Ergebnisse	68
7.2.2.1	Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)	68
7.2.2.2	Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW).....	73
7.2.2.3	Containerreinigung und Bereitstellung (CRB).....	78
7.3	Zusammenfassende Risikobewertung der Teilprozesse bei Herstellung, Lagerung und Transport von Packgut aus Leder und Verpackungen aus Wellpappe.....	80
8	Maßnahmen zur Schimmelvermeidung	83
8.1	Maßnahmen im Bereich Ledertechnologie	83
8.1.1	Allgemeine Regeln.....	83
8.1.2	Bestimmung der konzentrationsabhängigen Wirksamkeit des Konservierungsmittels Mortanol 30 und Aufnahme von Schadensbildern durch einen Schimmelpilzbefall auf Wet-Blue und Leder	84
8.2	Maßnahmen im Bereich Verpackungstechnik	86
8.2.1	Allgemeine Regeln.....	86
8.2.2	Untersuchung von Wellpappen mit Anti-Schimmelausrüstung	87
8.2.3	Technische Trocknung von Holzpaletten.....	90
8.3	Maßnahmen im Bereich Lager- und Transporttechnik	91
8.3.1	Allgemeine Regeln.....	91
8.3.2	Untersuchung zur Wirkung von Desinfektionsmitteln an Seefrachtcontainern	91
VI	Quellenverzeichnis.....	XIII

III Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Feuchte und Temperaturwerte in einem geschlossenen 40'Container während eines Transportes Deutschland – Indien (Quelle: BFSV).....	3
Abb. 2:	Durch Feuchtigkeit beschädigte Wellpappeverpackungen mit Schimmelpilzbefall an den durchfeuchteten Bereichen Quelle: BFSV.....	3
Abb. 3:	Beispiel einer Wertschöpfungskette „Autositze“.....	4
Abb. 4:	Isoplethensysteme für Sporenauskeimung der Schimmelpilze <i>Aspergillus restrictus</i> (links) und <i>Aspergillus versicolor</i> (rechts) nach Smith.....	12
Abb. 5:	Wirkbereiche der Schimmelbelastungen	15
Abb. 6:	Entscheidungsbaum zur Festlegung kritischer Kontrollpunkte CCP	18
Abb. 7:	FMEA und HACCP	19
Abb. 8:	Sporenbelastung in den einzelnen Fertigungsstufen beider Referenzgerbereien, KbE – Koloniebildende Einheiten	26
Abb. 9:	Wachstum verschiedener Schimmelpilzarten auf KDA- & DG-18-Medium (Proben aus beiden Gerbereien)	27
Abb. 10:	Kontamination von Brunnenwasser (links) und Konservierungssalz (rechts), oben: Kontrolle (ohne Wasser oder Salz), unten: Proben	28
Abb. 11:	Mikrobiologischer Zustand von Leder aus verschiedenen Regionen.....	29
Abb. 12:	Schimmelpilzanfälligkeit von Leder aus verschiedenen Regionen	30
Abb. 13:	Anteil an Konservierungsmitteln in den Lederproben	31
Abb. 14:	Schimmelwachstum nach 48 h Inkubation – Probe 2 (li.) und Probe 3 (re.).....	33
Abb. 15:	Sporenbelastung der Raumluft im Wellpappewerk	34
Abb. 16:	Schimmelpilzbelastung am Rohstoff Papier.....	34
Abb. 17:	I - Schimmelpilzkolonie aus dem Leim mit Sporenbildung, 30-fach; II - Schimmelpilzkolonie aus dem Leim vegetative Hyphen, 12-fach; III - reife Sporangien von Schimmelpilzen aus dem Leim, 22-fach;	35
Abb. 18:	Sporenbelastung bei der Herstellung des Packstoffes Wellpappe	36
Abb. 19:	Klassifikation der Sporenbelastung bei der Herstellung des Packstoffes Wellpappe gemäß DIN 10113-3	37
Abb. 20:	Sporenbelastung verarbeiteter Verpackungen aus Wellpappe.....	38
Abb. 21:	Sporenbelastung an neuen Verpackungen im Rohstofflager.....	40
Abb. 22:	Sporenbelastung an neuen Verpackungen im Verpackungsbereich	41
Abb. 23:	Sporenbelastung an den Außenseiten von Packstücken – Lager 1	43

Abb. 24:	Sporenbelastung auf den Deckflächen von Packstücken – Lager 1.....	43
Abb. 25:	Sporenbelastung an den Innenseiten von Packstücken – Lager 1.....	44
Abb. 26:	Sporenbelastung an den Außenseiten von Packstücken – Lager 2.....	45
Abb. 27:	Sporenbelastung auf den Deckflächen von Packstücken – Lager 2.....	45
Abb. 28:	Sporenbelastung verschiedener Folien für die Sicherung von palettierten Ladeeinheiten	46
Abb. 29:	Holzpaletten im Anwenderlager 2	47
Abb. 30:	Sporenbelastung von 10 Holzpaletten im Anwenderlager 2.....	48
Abb. 31:	Ungereinigte Böden von Containern unterschiedlichen Baujahrs.....	49
Abb. 32:	Ungereinigte Wände von Containern unterschiedlichen Baujahrs.....	49
Abb. 33:	Sporenbelastung von ungereinigten Seefrachtcontainern – Klassen gemäß DIN 10113-3	50
Abb. 34:	Sporenbelastung von ungereinigten Seefrachtcontainern – Kolonie bildende Einheiten	50
Abb. 35:	Container vor (li.) und nach der Reinigung (re.).....	51
Abb. 36:	Sporenbelastung von ungereinigten und gereinigten Seefrachtcontainern – aufgetragen in Klassen gemäß DIN 10113-3.....	51
Abb. 37:	Sporenbelastung von ungereinigten und gereinigten Seefrachtcontainern – aufgetragen als Kolonie bildende Einheiten.....	52
Abb. 38:	Übersicht der Prozesse im Teilwirkbereich Lederherstellung und -verarbeitung und Logistik.....	53
Abb. 39:	Prozessablauf Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)	54
Abb. 40:	Risikopriorität der Teilprozesse bei der Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW).....	56
Abb. 41:	Prozessablauf Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)	58
Abb. 42:	Risikopriorität der Teilprozesse bei der Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ).....	60
Abb. 43:	Prozessablauf Herstellung von Fertgleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)	63
Abb. 44:	Risikopriorität der Teilprozesse bei der Herstellung von Fertgleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)	65
Abb. 45:	Übersicht der Prozesse im Teilwirkbereich Wellpappeherstellung und -verarbeitung und Logistik.....	67
Abb. 46:	Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW).....	68

Abb. 47:	Risikopriorität der Teilprozesse bei der Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)	70
Abb. 48:	Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)	73
Abb. 49:	Risikopriorität der Teilprozesse bei der Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)	75
Abb. 50:	Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)	78
Abb. 51:	Risikopriorität der Teilprozesse bei der Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)	79
Abb. 52:	Risiko einer Sporen- und/oder Schimmelpilzkontamination bzw. eines Wachstums von Schimmelpilzen in den einzelnen Teilprozessen des Teilwirkbereichs Lederherstellung und -verarbeitung und Logistik	81
Abb. 53:	Risiko einer Sporen- und/oder Schimmelpilzkontamination bzw. eines Wachstums von Schimmelpilzen in den einzelnen Teilprozessen des Teilwirkbereichs Wellpappeherstellung und -verarbeitung und Logistik	82
Abb. 54:	Bewuchs von Wet-Blue (links) und Leder (rechts) mit <i>A. niger</i> nach Behandlung mit verschiedenen Konzentrationen Mortanol 30	86
Abb. 55:	Materialveränderung von Wet-Blue (2) und Leder (1) nach dem Wachstum von <i>A. niger</i>	86
Abb. 56:	Auslageorte der Wellpappeproben – Maschinenhalle (li.) und Lagerbereich im Keller (re.)	88
Abb. 57:	Ergebnisse des Vergleichs von Wellpappeausrüstungen – Versuch 1	89
Abb. 58:	Ergebnisse des Vergleichs von Wellpappeausrüstungen – Versuch 2	89
Abb. 59:	Wirkung der Desinfektionsmittel an der Containerwand	93
Abb. 60:	Wirkung der Desinfektionsmittel auf dem Containerboden	94

IV Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Bewertungsraster für das Gefährdungspotential durch Schimmel.....	21
Tabelle 2:	Zuordnung Bewertungsschema zur Klassifikation nach DIN 10113-3	21
Tabelle 3:	Beispiele für die Bewertung der Bedeutung für die Schadenentstehung.....	22
Tabelle 4:	Risikobeiteilung Versorgungslager Papier (Wellpappeherstellung)	23
Tabelle 5:	Risikobeiteilung Versorgungslager Papier (Wellpappeherstellung)	24
Tabelle 6:	Einteilung des mikrobiologischer Zustands der Lederprüflinge.....	29
Tabelle 7:	Einteilung des Schimmelpilzbewuchs (lt. TEGEWA)	30
Tabelle 8:	Oberflächenkeimgehalt – Auswerteschema gemäß DIN 10113-3	32
Tabelle 9:	Luftkeime an verschiedenen Stellen im Wellpappewerk.....	33
Tabelle 10:	Zusammensetzung untersuchter Wellpappearten	36
Tabelle 11:	Untersuchte Verpackungen aus Wellpappe.....	37
Tabelle 13:	Probenentnahme Verpackungen im Verpackungsbereich.....	40
Tabelle 14:	Lagerdauer der Proben im Ersatzteillager	42
Tabelle 15:	Ergebnisse der Kontaminationsuntersuchungen von Palettenoberflächen.....	47
Tabelle 16:	Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW).....	55
Tabelle 17:	Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW).....	55
Tabelle 18:	Risikobewertung – Prozessablauf Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW).....	56
Tabelle 19:	Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW).....	58
Tabelle 20:	Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ).....	59
Tabelle 21:	Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ).....	59
Tabelle 22:	Risikobewertung – Prozessablauf Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ).....	60
Tabelle 23:	Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ).....	62

Tabelle 24:	Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Herstellung von Fertiglleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)	64
Tabelle 25:	Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Herstellung von Fertiglleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)	64
Tabelle 26:	Risikobewertung – Prozessablauf Herstellung von Fertiglleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)	65
Tabelle 27:	Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Herstellung von Fertiglleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)	66
Tabelle 28:	Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)	69
Tabelle 29:	Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)	69
Tabelle 30:	Risikobewertung – Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)	70
Tabelle 31:	Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW).....	72
Tabelle 32:	Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW).....	74
Tabelle 33:	Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW).....	74
Tabelle 34:	Risikobewertung – Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)	75
Tabelle 35:	Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW).....	77
Tabelle 37:	Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)	79
Tabelle 38:	Risikobewertung – Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)	80
Tabelle 39:	Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)	80
Tabelle 40:	Farbcodierung der Risikoprädikate für Teilprozesse.....	82
Tabelle 41:	Einteilung des Schimmelpilzbewuchs (lt. TEGEWA)	85
Tabelle 42:	Eigenschaften und Bezeichnung der Wellpappeproben	87
Tabelle 43:	Eigenschaften der ausgewählten Desinfektionsmittel.....	92
Tabelle 44:	Versuchsmatrix – Konzentration und Einwirkdauer der Desinfektionsmittel (DM)	92

V Abkürzungsverzeichnis

ASTM	American Society for Testing and Materials
AVW	Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe
a_w	Wasseraktivität
CCP	Critical control point - kritischer Kontrollpunkt
CKD	Completely knocked down – vollständig zerlegt (Export von ganzen Fahrzeugen in Einzelteile zerlegt)
CMK	p-Chlor-m-Kresol
CRB	Containerreinigung und -bereitstellung
DG-18	Dichloran-Glycerin
DIN	Deutsches Institut für Normung
F	Fertigung von Autositzen
FMEA	Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points
HT	Heat treatment (Verfahren zu Schädlingsbekämpfung bei Verpackungsholz)
HVW	Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe
ISO	International Organization for Standardization
KbE	Koloniebildende Einheiten
KD	Kiln Drying (technische Trocknung von z.B. Holz)
KDA	Kartoffel-Dextrose
KS	Kontrollpunkt Schimmel
LE	Ladeeinheit
NZ	Nasszurichtung
OIT	2-n-Octyl-isothiazolin-3-on
OPP	o-Phenylphenol
Rel. LF	Relative Luftfeuchte
RPZ	Risikoprioritätszahl
TCMTB	2-Thiocyanomethylthiobenzothiazol
TEGEWA	Verband der Textilhilfsmittel-, Lederhilfsmittel-, Gerbstoff- & Waschröhstoff-Industrie
TrinkwV	Trinkwasserverordnung

TUL	Transport, Umschlag, Lagerung
TZ	Trockenzurichtung
TZF	Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen
WPA	Wellpappenanlage
WW	Wasserwerkstatt

1 Einleitung

Das IGF-Vorhaben 15210BG der Forschungsvereinigung „Deutscher Forschungsverbund Verpackungs-, Entsorgungs- und Umwelttechnik e.V. (DVEU) Hamburg“ wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der „Industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)“ vom Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert. Wir bedanken uns für die gewährte Unterstützung.

Dieses Forschungsvorhaben wurde gemeinsam von den Forschungsstellen Institut für BFSV an der HAW Hamburg (BFSV) und dem Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (FILK) Freiberg / Sachsen mit Unterstützung aus der Industrie bearbeitet. Entsprechend der Kompetenzen der beiden beteiligten Institute konzentrierte sich das FILK auf die Bearbeitung der Schimmelvermeidung des Packgutes Leder und das Institut für BFSV auf die Thematik rund um Verpackungen aus Wellpappe.

Der ausführliche Abschlussbericht liegt in beiden Forschungsstellen vor:

Institut für BFSV an der HAW Hamburg, Lohbrügger Kirchstraße 65, 21033 Hamburg

Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen, Meißner Ring 1 - 5, 09599 Freiberg

2 Problemstellung

2.1 Transportproblematik

Für die rohstoffarme exportierende Volkswirtschaft Deutschlands besitzt der Im- und Export von Roh- und Werkstoffen, Halbfabrikaten und Fertigprodukten einschließlich ihrer effizienten und qualitativ hochwertigen Verarbeitung essentielle Bedeutung. Wesentliche Qualitätseinbußen an den Waren können auf den Wegen von und nach Deutschland vor allem durch Korrosion, Schmutz, Wasser, mechanische Beschädigungen (Stöße und Schwingungen) sowie durch biotische Belastungen hervorgerufen werden. Bei der Herstellung von Produkten, Verpackungen, Ladeinheiten und bei Transport, Umschlag und Lagerung müssen daher alle diese Faktoren berücksichtigt und darauf abgestimmt geeignete Maßnahmen zum Schutz und zur Sicherung der Güter ergriffen werden. Bei bestimmten Produkten und Packstoffen muss insbesondere der Schutz vor Schimmelpilzwachstum erfolgen.

Der Transport von Produkten von und nach Übersee geschieht in Containern. Die ständig zunehmende Containerisierung hat in modernen Häfen bereits über 90 % erreicht. Das Passieren verschiedener Klimazonen sowie die Lagerung in diesen Zonen in Verbindung mit Tag-Nacht-Temperaturschwankungen führen zu Veränderungen des Kryptoklimas im Container und damit dessen Inhalt durch z. B. Kondensation an den Containerwänden oder in den Packstücken selbst. Die große Mehrzahl der dabei eingesetzten Container sind weltweit 20´ und 40´ Standardcontainer. Diese Container haben keine Belüftungssysteme und sind daher als nahezu geschlossene Systeme zu betrachten, da die Öffnungen für den Druckausgleich (z. T. auch fälschlich als Lüftungstaschen bezeichnet) für eine wirkliche Belüftung nicht ausreichen.^{1, 2}

Die Folge dieser klimatischen Einwirkungen auf Verpackungen aus Wellpappe und auf Packgüter auf der Basis pflanzlicher und tierischer Produkte wie z. B. Leder sind ein Schimmelpilzbefall einhergehend mit einer Festigkeitsminderung der Verpackung, die dann zu einer Wertminderung bzw. zum Totalverlust auch der Produkte führen. Voraussetzung für Schimmelpilze sind Schimmelpilzsporen, die sich u. a. während der vorgelagerten Prozesse wie Herstellung, Verarbeitung, Verpacken und Vorlagern kumulieren. Dies gilt sowohl für die Packgüter als auch für die Packstoffe. Eine weitere Quelle für Schimmelpilze kann der Container selbst sein, dessen Belastung aufgrund vorangegangener Transportprozesse mehr oder minder hoch ist. Eine regelmäßige Reinigung oder Überprüfung von Containern erfolgt in der Praxis nicht.

Das Wachstum von Schimmelpilzen wird durch das Feuchteangebot und die herrschenden Temperaturen bestimmt. Optimale Wachstumsbedingungen für Schimmelpilze finden bei Temperaturen zwischen 25 – 35 ° C und relativen Luftfeuchten von 92 - 99 % statt³. Diese Klimabedingungen sind bei Containertransporten im Exportversand mit Sicherheit über längere Zeiträume vorhanden (Abb. 1)

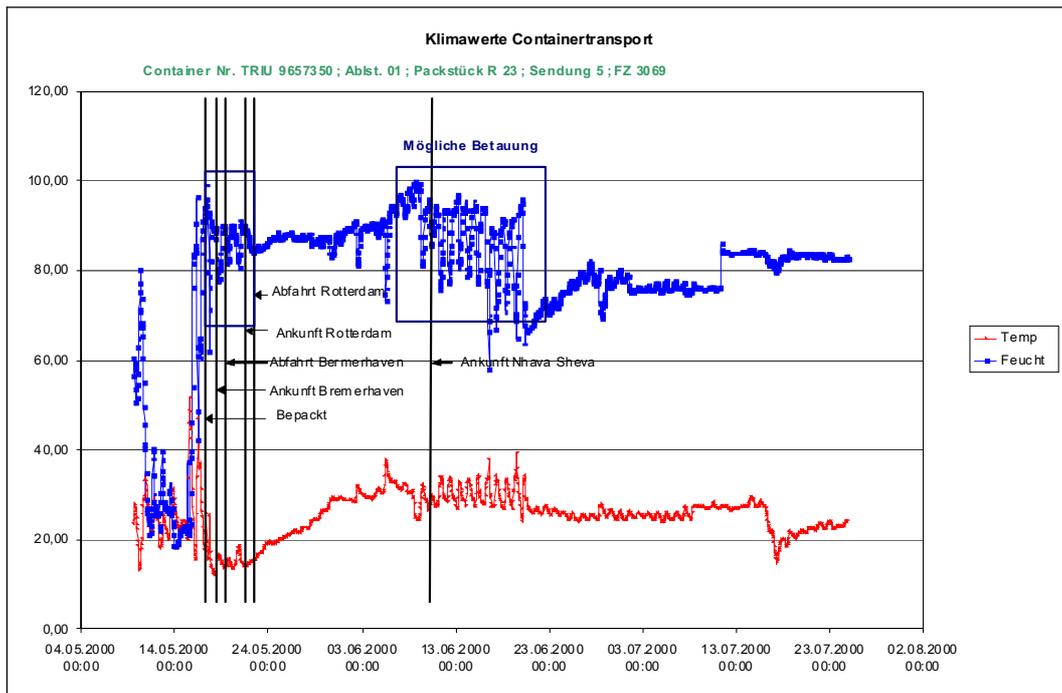


Abb. 1: Feuchte und Temperaturwerte in einem geschlossenen 40'Container während eines Transportes Deutschland – Indien (Quelle: BFSV)

Abb. 2 zeigt einen typischen Schimmelpilzbefall auf Verpackungen aus Wellpappe aufgrund der mikroklimatischen, Schimmelpilzwachstum fördernden Einwirkungen im Container (hohe Temperaturen und rel. Luftfeuchte während des Containerversands).



Abb. 2: Durch Feuchtigkeit beschädigte Wellpappeverpackungen mit Schimmelpilzbefall an den durchfeuchteten Bereichen Quelle: BFSV

Das Beispiel der Herstellung von Autositzen aus Leder verdeutlicht aufgrund veränderter Rahmenbedingungen (z. B. geringe Fertigungstiefe, Just-in-time-Belieferung sowie internationale Arbeitsteilung) die Zunahme der Schadensproblematik durch den steigenden Transportaufwand und die damit verbundenen Belastungen für Packgüter und Verpackungen. Bevor ein Produkt aus Leder in Deutschland verarbeitet oder hier verkauft werden kann, hat es bereits mehrfach größere Strecken durch An- und Zulieferung zurückgelegt. Es kann also nicht nur einmalig zu einem Schaden bzw. zu einer Qualitätsverminderung kommen, sondern mehrfach bei jeder Zwischenverarbeitung oder zwischen TUL-Prozessen.

Beispielhaft ist hier der Weg nachgezeichnet, den Lederprodukte nehmen, bis Sie als Autositz in Deutschland in ein Automobil montiert werden. In Brasilien wird Rohware (Haut) zu Leder verarbeitet, diese in Deutschland zugerichtet, in Polen gestanzt, in Indien und China zu Autositzen vernäht, diese dann vorzugsweise in der Slowakei zu Sitzen verarbeitet, die dann in Deutschland in Autos eingebaut werden. Der Sitz kann dann – im Falle eines Exports – entweder im zusammengesetzten oder zerlegten Fahrzeug (CKD-Versand, z. B. für den chinesischen Markt) noch einmal einen Transport durchlaufen (Abb. 3).

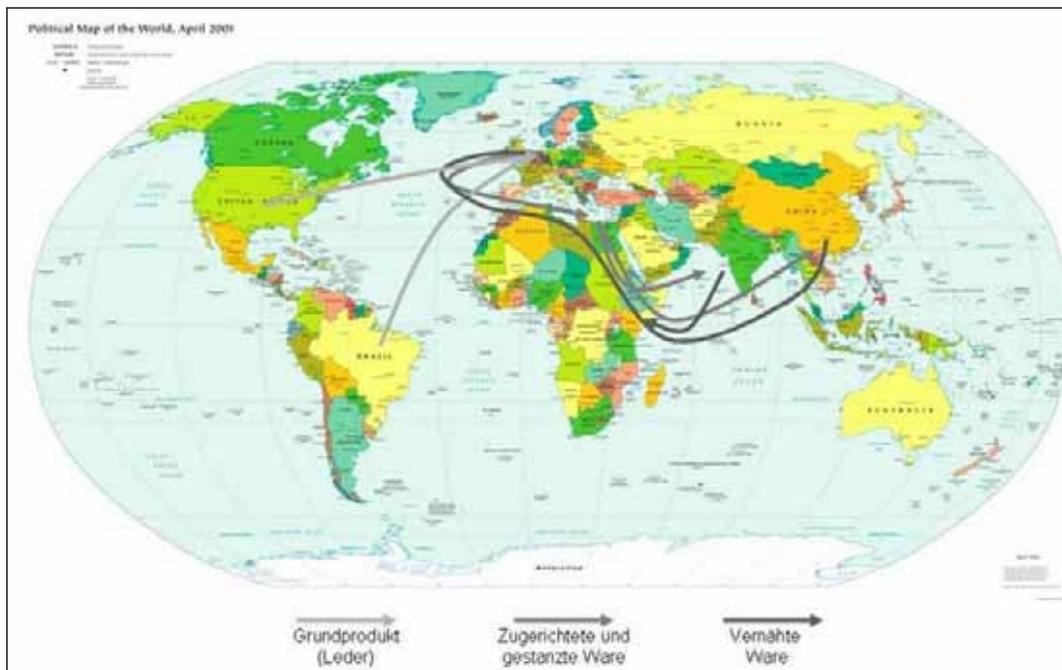


Abb. 3: Beispiel einer Wertschöpfungskette „Autositze“

An diesem Beispiel wird deutlich, dass die Schimmelpilzbelastung praktisch in jeder Wertschöpfungsstufe auftreten und damit zu einem erheblichen Umfang von Ausschuss führen kann. Träger und Nährböden für Schimmelpilzsporen sind sowohl das Leder selbst als auch das Verpackungsmaterial (insbesondere Wellpappe).

2.2 Ansatz für die Schadensverhütung

Der Praxis stehen heute viele Schutzmöglichkeiten zur Verfügung, die mehr oder weniger intensiv genutzt werden. Statistiken von Versicherungsgesellschaften als auch die über 50jährigen Erfahrungen des Instituts für BFSV bei der Analyse von Transportschäden zeigen allerdings, dass das Wissen über diese Möglichkeiten bzw. die beanspruchungsgerechte Auslegung dieser Maßnahmen noch verbesserungsfähig sind. Die jährlichen Transportschäden, die von Versicherern getragen werden, gehen in die Millionen. Nicht beanspruchungsgerechte Verpackungen verursachen jährlich Schäden von rund einer halben Milliarde Euro – das sind rund 10 % aller versicherten Warenschäden. Etwa 70 % dieser Transportschäden sind durch geeignete Maßnahmen zur Schadenverhütung vermeidbar.⁴

Um hier zu einer Schadensreduzierung zu gelangen, können zwei Wege eingeschlagen werden:

1. Zum Einen kann weiterhin über die bereits bestehenden Schadensverhütungsmöglichkeiten aufgeklärt und deren Umsetzung forciert werden.
2. Zum Anderen können noch nicht erforschte Zusammenhänge zwischen den während des Transportes auftretenden Belastungen und den damit verbundenen Qualitätsverminderungen an den Produkten und Verpackungen untersucht werden.

Ein solcher bisher noch unzureichend erforschter Bereich sind die biotischen Belastungen und hierbei insbesondere der Befall von Produkten und Verpackungen mit Schimmelpilzen. Die Analyse der Zusammenhänge bei der Entstehung biotischer Schäden sowie die Ermittlung und Bewertung möglicher Vermeidungsstrategien ist daher Gegenstand dieses Forschungsvorhabens.

2.3 Wellpappe als Packstoff für Verpackungen

Versandverpackungen aus Wellpappe sind vielseitig einsetzbare, leichtgewichtige und dennoch sehr belastbare Packmittel die nahezu in allen Bereichen der Warendistribution Verwendung finden.^{1,II} Die wichtigsten Abnehmerindustrien und Einsatzgebiete sind:

- Leder-, Gummi- und Kunststoffindustrie
- Chemische Industrie
- Elektroindustrie
- Papier- und Druckerzeugnisse
- Metallverarbeitung
- Landwirtschaft

Der Werkstoff Wellpappe wird für Transportverpackungen aller Art verwendet, er ist für Industrie, Handel und Gewerbe mit Abstand der Packstoff Nummer Eins. Nahezu 75 % aller Transportverpackungen bestehen aus Wellpappe – Tendenz steigend. Transportverpackungen aus Wellpappe müssen dabei folgende Funktionen erfüllen:

- Optimaler Schutz des Packgutes
- Verbesserung der Warendistribution

Wellpappe wird aus Papieren unterschiedlicher Qualitäten hergestellt, Kraftliner, Testliner und Schrenzpapier. Diese Papiere, insbesondere Testliner und Schrenzpapier, bestehen zu großen Teilen oder vollständig aus Recyclingmaterialien. Diese sind im Urzustand durch den vorangegangenen Gebrauch mit allen möglichen Substanzen und Organismen kontaminiert, so auch mit Schimmelpilzen und Schimmelpilzsporen.

In wie weit dieses Recyclingmaterial bzw. die Werkstoffzusammensetzung von Wellpappe eine Schimmelpilzbildung begünstigt, ist davon abhängig, ob oder in welchem Maße durch die Wiederaufbereitung der Altpapiere und die anschließende Fertigung der Wellpappe Schim-

^I Die deutsche Wellpappenindustrie verbuchte 2002 einen Umsatz von 3,3 Milliarden Euro bei einer Produktionsmenge von 4 Millionen Tonnen Wellpappe (7 Milliarden m²) vgl. VDW, www.vdw.de

^{II} In Europa betrug die Produktionsmenge in 2001 ca. 16 Millionen Tonnen (29 Milliarden m²) vgl. FEF-CO, www.fefco.org

melpilzsporen unschädlich gemacht oder gemindert werden können. Hierüber gibt es derzeit kaum Nachweise.⁵ Eine Behandlung mit Fungiziden erfolgt i.d.R. nicht.

Bei der teil- oder vollautomatischen Verarbeitung der Wellpappe zu Packmitteln in Fertigungsanlagen wird die Wellpappe teilweise manuell gehandhabt. Ein Eintrag von Schimmelpilzsporen ist auch hier wahrscheinlich. Quantifizierbare Größen sind nicht bekannt.

2.4 Leder als Transportgut

Leder ist ein aus tierischen Häuten und Fellen gewonnener Flächenwerkstoff. Die Haut wird dabei durch verschiedene Prozessstufen in einen Zustand versetzt, in welchem sie in Feuchte der Fäulnis und in Trockenheit der Versprödung weitgehend widersteht. Dies geschieht im Wesentlichen durch die Vernetzung und Stabilisierung der Kollagenfibrillen mit geeigneten chemischen Agenzien, den Gerbstoffen. Die Fäulnisbeständigkeit im Vergleich zur nativen unstabilierten Rohhaut drückt sich konkret in der Beständigkeit gegenüber den proteolytisch aktiven Enzymen u. a. auch Exoenzymen von Pilzen und Bakterien unter normalen Gebrauchsbedingungen aus. Das Erscheinungsbild von Leder ist vielgestaltig, wobei z. Z. weiche Flächenleder dominieren. Seine Vorzüge bestehen im speziellen Zusammenspiel plastischer und elastischer Eigenschaften, in seiner hohen Verschleißfestigkeit, seiner Alterungsbeständigkeit und seinen besonderen tragehygienischen Eigenschaften. Daneben besitzt Leder als Naturwerkstoff hohes ästhetisches Prestige.

Die Lederwirtschaft ist weltweit im Wachstum begriffen. Handel und Produktion bzw. Verarbeitung von Häuten, Fellen, Leder und Lederwaren nehmen stetig zu und übertreffen im Handelsvolumen andere wichtige Konsumgüter wie z. B. Kaffee, Baumwolle oder Tabak um ein Mehrfaches. Heute hat sich ein intensiver und weltumspannender Handel mit Rohhäuten, Halbfabrikaten, Fertigleder und Lederartikeln entwickelt. Rund zwei Drittel aller produzierten Leder werden zu Ober- und Unterleder verarbeitet. Einen schnell expandierenden Sektor bildet der Bereich Polsterleder für den Möbel- und Fahrzeugbau. Die deutsche Lederindustrie ist besonders eng mit der Automobilzulieferindustrie verknüpft. Der Anteil an Lederausstattungen hat bei vielen Automarken der Oberklasse 50 % erreicht oder bereits überschritten und selbst Kleinwagen werden bereits optional mit Lederausstattung angeboten.

In den letzten Jahrzehnten musste sich die Zulieferindustrie für Automobile den Forderungen nach einer geringen Fertigungstiefe, Just-in-time sowie einer internationalen Arbeitsteilung anpassen. Auf dem Ledersektor wurde deshalb dazu übergegangen, nicht nur Fertigleder zu versenden, sondern auch Halbfabrikate und fertige Stanzteile, gesteppte bzw. verklebte Sitzbezüge sowie ganze Fahrzeugbaugruppen mit Lederausstattung montagegerecht über weite Entfernungen zu transportieren. Während die Lagerhaltung von Roh- und Werkstoffen gestrafft wurde, entwickelte sich der Warenumsatz von Halbfabrikaten und ganzen Baugruppen, der über große Entfernungen und verschiedene Klimazonen abgewickelt wird. Bekannte Schimmelpilzprobleme an Leder treten in veränderter Form neu und verstärkt auf. Wegen des hohen Vorfertigungsgrades und fehlendem Puffer bei der Just-in-time-Strategie fallen die Verluste besonders hoch aus und können den Produktionsablauf empfindlich stören.

Der maßgebliche Bestandteil der tierischen Haut, welcher zu Leder verarbeitet wird, ist die Lederhaut, auch Corium genannt. Kollagen bildet den Grundbaustein des Leders. Es zählt zu den gerüstbildenden Eiweißen und besitzt bis in den molekularen Bereich reichende sehr

komplexe Substrukturen. Trotz der Stabilisierung durch Gerbstoffe besitzt Kollagen als Ledermatrix nur eine begrenzte Stabilität gegenüber mikrobiologischen und anderen Abbauprozessen.

2.5 Wellpappe beim Anwender und als Transportgut

Verpackungsprozesse werden heute in vielen Bereichen noch manuell durchgeführt. Eine weitere Kontamination von Packmittel und Packgut mit Schimmelpilzsporen ist damit insbesondere durch die Sporen in der Umgebungsluft sehr wahrscheinlich.

Packgüter, Verpackungen und daraus gebildete Packstücke (= Packgut + Verpackung) werden zwischen den Prozessen der Herstellung, dem Verpacken sowie dem Transport zwischengelagert. Dieses geschieht in werkseigenen und in Sammellagern der Spediteure oder Hafenterminals, oft auch zusammen mit fremder Ladung.

Lager können unterschiedlich ausgelegt sein, unbeheizt, unklimatisiert; beheizt unklimatisiert; klimatisierte. Beheizte und klimatisierte Lager sind i.d.R. zusätzlich mit Luftumwälzung ausgestattet. Es ergeben sich also vielfältige Möglichkeiten eines Schimmelpilzsporeneintrags auf die Verpackungen der Produkte und beim Transport von in Wellpappe verpackten Produkten

3 Zielstellung

Verpackungen und Packgüter als wichtigste Bestandteile der Transportlogistik sind ohne betriebswirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen und ggf. ökologischen Schaden weltweit im Rahmen des globalen Handels vom Hersteller zum Empfänger zu transportieren.

Das Forschungsziel ist ein Kontrollsystem, das durch eine vorausschauende Vorgehensweise zur Vermeidung bzw. Minimierung von Schimmelwachstum an Lederprodukten und deren Verpackungen aus Wellpappe bei den logistischen Prozessen der Warenverteilung beiträgt.

Negative Effekte sollen durch aktive und passive Maßnahmen in den Bereichen Ledertechnologie, Verpackungs- sowie Lager- und Transporttechnik verhindert werden.

Das Ergebnis des Projekts soll darüber Auskunft geben, mit welcher Gefährdung, d.h. Sporenbelastung bzw. Schimmelpilzwachstum bei den logistischen Teilprozessen Lagerung und Transport sowie bei der Herstellung und Verarbeitung von Leder und Verpackungen aus Wellpappe zu rechnen ist.

Kritische Teilprozesse sollen dabei identifiziert und Maßnahmen zu ihrer Beherrschung erarbeitet werden. Anhand des Gefährdungspotentials (Kontamination bzw. Wachstumsbedingungen) der einzelnen Teilprozesse soll eine Priorisierung erfolgen.

Allen an den inner- und außerbetrieblichen Logistikprozessen sowie den Herstellungsprozessen von Leder und Verpackungen aus Wellpappe Beteiligten soll damit ein Überblick über die Gesamtheit der Gefahrenpotentiale und Maßnahmen zur ihrer Vermeidung bzw. Verringerung geben werden.

4 Schimmelpilze

4.1 Definition und Charakteristik

Mikroorganismen, wie Pilze und Bakterien waren vor etwa 3,8 Milliarden Jahren die ersten Organismen auf der Erde und nehmen eine wichtige Position in der Nahrungspyramide einer Biozönose^{III} ein. Ohne diese Destruenten^{IV} wäre ein Leben auf der Erde nicht vorstellbar, da sie durch den Abbau von organischen Ausscheidungsprodukten anderer Organismen und den Abbau weiterer toter Biomasse in einfache organische Verbindungen diese höheren Trophiestufen im Ökosystem als wichtige Nährstoffe wieder zugänglich machen. Neben dem Nährstofffluss zu höheren Organismen treiben die Mikroorganismen die für das Leben auf unserem Planeten wichtigen geochemischen Stoffkreisläufe an und beeinflussen das globale Klima. Die mikrobielle Umsetzung kritischer chemischer Elemente wie Kohlenstoff oder Stickstoff trägt dazu bei, die Erde für alle anderen Lebewesen bewohnbar zu halten. Neben ihren geringen Nährstoffansprüchen zeichnen sich die Mikroorganismen durch eine hohe Anpassungsfähigkeit an sehr unterschiedliche Habitate aus, da sie sowohl in extremer Hitze, Kälte, Strahlung, Druck, Dunkelheit, als auch in salziger, saurer und alkalischer Umgebung heranwachsen können. In einigen verfahrenstechnischen Anwendungen werden ihre ungewöhnlichen Fähigkeiten gezielt genutzt, so z. B. in einigen Bereichen der Biotechnologie, wie der Herstellung wichtiger Medikamente und Diagnostika, dem biologischen Abbau von Abfall und Schadstoffen und der Energiegewinnung.^{6,7} Ihr Vorkommen ist lediglich begrenzt durch einen Nährstoffmangel, die Anwesenheit von Hemmstoffen oder konkurrierende Arten sowie durch ungeeignete physikalische Bedingungen.⁸

4.2 Fortpflanzung und Vermehrung

Schimmelpilze beginnen ihr Wachstum durch das Auskeimen der Sporen unter den für ein Pilzwachstum geeigneten Bedingungen. Dabei bilden sie mikroskopisch kleine, dünne und verzweigte Fäden, die auch als Hyphen bezeichnet werden. Sie breiten sich von einzelnen Punkten aus allseitig kreisförmig aus. Aus den Hyphen entwickelt sich über die Zeit ein mit dem bloßem Auge erkennbares faseriges flockiges oder eher staubiges Geflecht von beträchtlichem Ausmaß, auch Myzel genannt. Zu ihrer Vermehrung und Verbreitung bilden die Schimmelpilze Sporen. Diese sind oft auffällig gefärbt (z. B. gelb, orange, grün, grau bis schwarz), so dass ein Schimmelpilzbefall in diesem Stadium gut erkennbar ist.⁹ Da die Sporen klein und leicht sind, werden sie normalerweise durch Luftströmungen verbreitet, können aber auch durch Regen und Tiere weit gestreut werden. Pro Pilz oder Hyphe können Tausende Sporen gebildet werden.

Pilze, bzw. Pilzsporen, sind allgegenwärtig und ubiquitär verbreitet. Damit ist die Kontamination von Materialien bei deren Herstellung, Lagerung oder Transport unausweichlich. Kommen dann noch günstige Lebensbedingungen hinzu, ist ihr Wachstum sicher.

^{III} Lebensgemeinschaft von Pflanzen u. Tieren in einem Biotop.

^{IV} Lebende Organismen wie z. B. Würmer, Asseln, Bakterien oder Pilze, die Pflanzenreste, Kot und Leichenteile (oder generell tote organische Materie) zu Mineralstoffen zersetzen.

4.2.1 Wachstumsvoraussetzungen von Schimmelpilzen

4.2.1.1 Einfluss der Feuchtigkeit

Neben der Feuchte der Luft ist auch die Feuchte des besiedelten Substrates von großer Bedeutung für ein Wachstum von Schimmelpilzen. Pilze können Wasser bzw. Wasserdampf sowohl vom Substrat, als auch aus der Luft entnehmen. Dabei wird allgemein davon ausgegangen, dass Sporen, bevor sie vollständig ausgekeimt sind und mit ihrem Myzelwachstum beginnen, die Feuchte nahezu ausschließlich aus der Luft entnehmen, da sie zunächst keinen Kontakt zum Untergrund haben. Erst nach Beginn der biologischen Aktivität, d.h. nach vollendeter Auskeimung kann das Pilzmyzel auch Feuchte aus dem Substrat entnehmen. Es muss jedoch zwischen dem Wassergehalt und der Wasseraktivität (a_w) unterschieden werden. Verschiedene Materialien bieten für Mikroorganismen die gleiche Verfügbarkeit von Feuchte bei unterschiedlichen Wassergehalten. Für das Wachstum von Schimmelpilzen ist der Wassergehalt nicht relevant, da die Mikroorganismen nie den gesamten Wasseranteil des Mediums nutzen können, sondern nur den Teil, der nicht von löslichen Substanzen (Salze, Kohlehydrate, Eiweißstoffe) gebunden ist. Dieser Anteil an frei verfügbarem Wasser wird als Wasseraktivität bezeichnet. Reiß (1988) definiert die Wasseraktivität als Verhältnis des im Porenraum vorherrschenden Wasserdampfpartialdrucks zum der Temperatur entsprechenden Sättigungsdampfdruck.¹⁰ Dies stellt damit aber nichts anderes als die relative Luftfeuchte dar. Nach Scott (1957) wird der Zusammenhang zwischen Wasseraktivität (a_w) und der die an deren Oberfläche vorliegenden relativen Luftfeuchte (φ) mit folgender Gleichung ausgedrückt: $a_w = \varphi/100$.¹¹ Die Wasseraktivität ist von der chemischen Zusammensetzung, der Temperatur und dem pH-Wert des Substrates abhängig. Der Zusammenhang zwischen der Menge des eingelagerten Wassers und der relativen Luftfeuchte wird bei isothermen Verhältnissen durch die Sorptionsisotherme charakterisiert. In den Ansprüchen an die Wasseraktivität unterscheiden sich die Mikroorganismen. Während die meisten Bakterien einen a_w -Wert von 0,95 benötigen, haben die Schimmelpilze ihr a_w -Minimum zwischen 0,62 bis 0,85 und ihr Optimum bei 0,92 bis 0,99. Dabei besitzt jede einzelne Pilzart ihren eigenen, charakteristischen Feuchtebereich, der ihr Überleben und Wachstums reguliert. Die von Wiesner und Casolaril (1983) durchgeführten mathematischen Berechnungen zeigen, dass ein Pilzwachstum bei einer Wasseraktivität von 0,61 bzw. einer relativen Luftfeuchtigkeit von 61 % und darunter sehr unwahrscheinlich ist.¹² Bei der Optimaltemperatur, die ein Auskeimen der Sporen erlaubt, sind niedrigere a_w -Werte ausreichend. Bei einer Abnahme oder Zunahme der Temperatur sind aber höhere a_w -Werte notwendig. Es kann jedoch festgehalten werden, dass bei Abnahme der Wasseraktivität die Keimungsrate der Schimmelpilzsporen bei jeder Temperatur geringer wird. Allgemein führen Bedingungen, die für eine Verzögerung der Sporenkeimung verantwortlich sind, auch nur zu einem mäßigen Myzelwachstum. Befindet sich die Wasseraktivität des Substrates in unmittelbarer Nähe des minimalen a_w -Wertes für das Schimmelpilzwachstum, kommt es zwar zur Auskeimung der Sporen, doch die gebildeten Hyphen sind nur extrem kurz, oftmals deformiert und damit nicht lebensfähig.

4.2.1.2 Einfluss der Temperatur

Die Wachstums- und Entwicklungsprozesse eines Organismus bestehen aus einer Vielzahl biochemischer Reaktionen. Der Ablauf dieser enzymatischen Reaktionen ist abhängig von der

Temperatur und wird durch drei Kardinaltemperaturen charakterisiert: Minimum, Optimum und Maximum.¹³ Das Pilzwachstum erfolgt vor allem im Temperaturbereich von 0 °C bis 50 °C, wobei die optimale Wachstumstemperatur bei 25 °C bis 35 °C liegt. Je nach Temperatur ändert sich die Biomassenproduktion.¹⁴ Die logarithmische Funktion stellt dabei ein einfaches und bedeutendes Grundmodell zur Beschreibung der Wachstumskinetik von Populationen dar. Zum Auslösen der Sporenkeimung bzw. des Wachstums von Schimmelpilzen muss zur Aktivierung der Enzyme eine bestimmte Minimaltemperatur überschritten werden. Bei einem weiteren Temperaturanstieg ist eine Zunahme der Wachstumsgeschwindigkeit zu beobachten, die sich kurz vor Erreichen des Idealbereichs verzögert. Nach Überschreitung des Optimums machen sich hemmende Einflüsse (Inaktivierung von Enzymen durch Denaturierung) bemerkbar, die schließlich zur Einstellung der Biosynthese und des Wachstums führen.¹⁵ Zur Bekämpfung von Schimmelbefall ist die Tatsache bedeutsam, dass Schimmelpilze zwar ihr Wachstum bei Unterschreiten der Minimaltemperatur bzw. Überschreiten der Maximaltemperatur einstellen, ihre Dauerorgane (geschlechtliche oder ungeschlechtliche Sporen und Sklerotien) jedoch in aktivem Zustand die Extremtemperaturen überdauern können.

4.2.1.3 Kombination von Temperatur und Feuchte

Eine Betrachtung der beiden Wachstumsparameter Temperatur und Feuchte unabhängig von einander ist nicht möglich, da sich die minimale bzw. optimale Feuchte bei unterschiedlichen Temperaturen verschieben kann. Die minimalen Werte der relativen Luftfeuchte sind nur bei optimalen Temperaturen zu erreichen bzw. umgekehrt.¹⁶ Eine Darstellung der beiden Parameter in Abhängigkeit voneinander ergibt in einem Diagramm Linien gleichen Wachstums, die sogenannten Isoplethen (Abb. 4). Der unterste Verlauf kennzeichnet die Bedingungen, unter denen keine Sporenkeimung bzw. Wachstum mehr feststellbar ist. Ein Ansteigen des Feuchtebedarfs bei Temperaturen über etwa 30 °C begründet sich in der Temperaturabhängigkeit der Aktivität von am Stoffwechsel beteiligten Enzymen. Werden Auskeimungszeiten bzw. Wachstumsraten in Abhängigkeit von Feuchte und Temperatur angegeben, so spricht man von Isoplethensystemen.

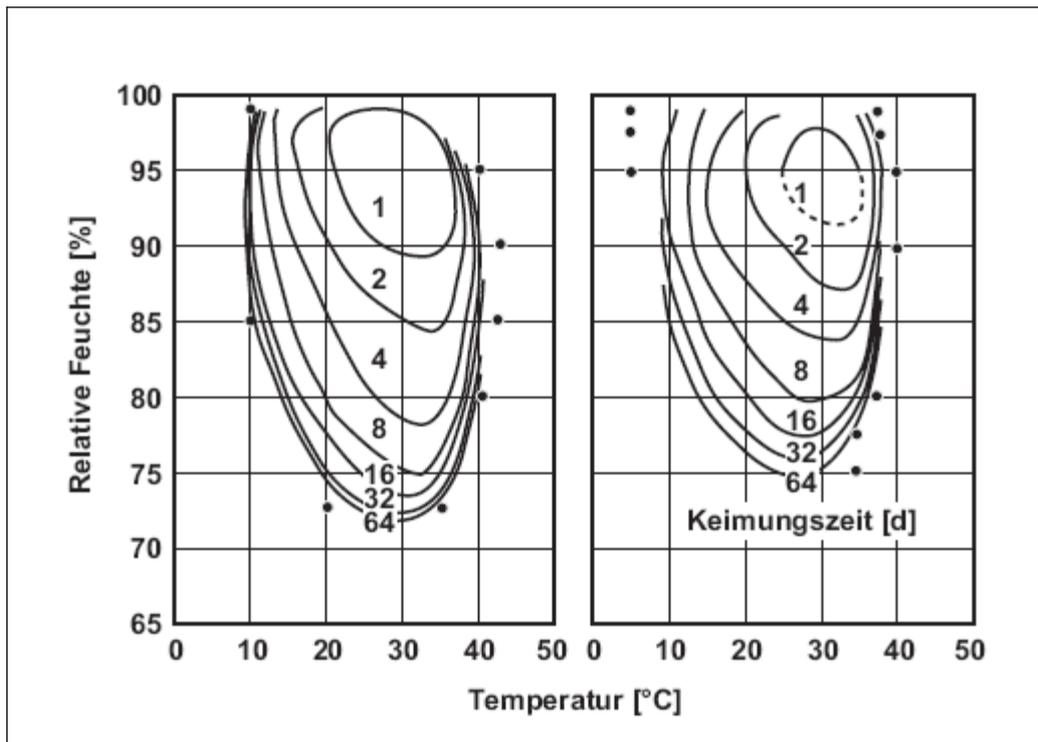


Abb. 4: Isoplethensysteme für Sporenauskeimung der Schimmelpilze *Aspergillus restrictus* (links) und *Aspergillus versicolor* (rechts) nach Smith¹⁷

4.2.1.4 Substrat

Der Anteil an Nährstoffen ist neben der Temperatur und Feuchte der wichtigste Parameter des Substrats, um ein Wachstum von Schimmelpilzen zu ermöglichen. Im Vergleich zum Vollmedium stehen dem Schimmelpilz i.d.R. jedoch nur geringere Mengen und z. T. schwer abbaubare Nährstoffe zur Verfügung. Andererseits reichen oft geringe Mengen an organischen Bestandteilen für das Wachstum aus. Neben einigen mineralischen Substanzen bzw. Spurenelementen sind kohlenstoff- und stickstoffhaltige Nährstoffe essentiell. Bei einem Mangel an Nährstoffen erfolgt die Entwicklung der Schimmelpilze verzögert. Verschmutzungen als dünne Schicht auf dem Substrat, wie Staub und Fette (Fingerabdrücke, Luftverschmutzung, Ausdünstungen des Menschen) fördern hingegen das Wachstum.¹⁸ Für das Myzelwachstum sind in erster Linie die Oberflächeneigenschaften entscheidend, bevor das Wachstum durch den Nährstoffanteil des Substrates, nach dem Eindringen der Hyphen in das Substrat, gesteuert wird.¹⁹ Je nach Substrateigenschaften stellt sich die minimale relative Feuchte des Substrates ein und beeinflusst damit die Aktivität und das Wachstum der Schimmelpilze. Damit wachsen Schimmelpilze bei einer Temperatur von 30 °C z. B. auf Leder ab 76 %, auf Holz ab 80 %, auf Wolle generell ab 85 % sowie auf Baum- und Glaswolle ab 92 % relative Luftfeuchte. Das zeigt, dass sich die entsprechenden temperaturabhängigen minimalen relativen Feuchten je nach Substrat hin zu höheren Feuchten verschieben (ausgehend von den Isoplethen, die für Vollmedien gelten).

4.2.1.5 pH-Wert

Der optimale pH-Wert für Schimmelpilze liegt im leicht sauren Bereich von 4,5 bis 6,5, während einige Arten pH-Werte zwischen 2 und 11 tolerieren können.²⁰ Die meisten Schimmelpilzarten wachsen in einem pH-Bereich zwischen 3 und 9. Dennoch kann ein Wachstum von Schimmelpilzen bei einem pH-Wert von 12 auf Substraten nicht ausgeschlossen werden, da es nur auf den pH-Wert des zur Verfügung stehenden Nährbodens ankommt, der aus einer Schicht Staub bestehen kann. Ferner können viele Schimmelpilze durch die Ausscheidung von Stoffwechselprodukten den pH-Wert verändern. Stoffwechselfunktionen sind abhängig vom pH-Wert. Während das Wachstum vieler Schimmelpilze in einem weiten pH-Bereich möglich ist, ist die Produktion von Mykotoxinen stark an einen pH-Wert gekoppelt. Damit haben die Produktion von Mykotoxinen und das Wachstum der Hyphen ein anderes pH-Optimum (z. B. *Aspergillus versicolor*: Wachstum pH = 5; Sterigmatocystinsynthese pH = 8).

4.2.1.6 Licht

Das Licht hat kaum eine Bedeutung für das Wachstum der Schimmelpilze. Bei einigen Vertretern der *Aspergillus*- und *Alternaria*-Arten, die sehr häufig auf Ledern und Papieren vorkommen, ist jedoch zu beobachten, dass die Bildung von Sporen durch Licht angeregt wird. Wechselnde Hell- und Dunkelphasen führen bei manchen Schimmelpilzen zur Ausbildung charakteristischer Zonierungen („Wachstumsringe“), die darauf beruhen, dass in periodisch wiederkehrenden Abständen Sporen produziert werden. Ferner ist zu beobachten, dass im Gegensatz zum Schimmelpilzwachstum das Licht die Bildung von Farbstoffen und Pigmenten beeinflusst. Das bedeutet, dass Mikroorganismen nur dann Farbstoffe und Pigmente ausbilden, wenn sie ausreichend Licht ausgesetzt sind. Diese Pigmente werden in erster Linie gebildet, um den Pilzen einen Schutz gegenüber den Strahlen des sichtbaren und des unsichtbaren ultravioletten Lichtes zu bieten (Schutz vor Photooxidation).

4.2.1.7 Sauerstoffgehalt

An den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre stellen die Schimmelpilze in der Regel nur geringe Ansprüche. So können die Sporen einiger *Mucor*-Arten und von *Rhizopus stolonifer* in reinem Stickstoff bei völliger Abwesenheit von Sauerstoff auskeimen, während etwa die Sporen von *Alternaria* und *Cladosporien*-Arten zur Bildung von Hyphen einen Sauerstoffgehalt von mindestens 0,25 % benötigen.²¹

4.2.1.8 Oberflächenrauigkeit

Das Wachstum von Schimmelpilzen tritt vor allem in Bereichen auf, in denen Staubablagerungen verstärkt vorhanden sind. Dies geschieht häufiger auf Materialien mit großer Oberflächenrauigkeit. Unabhängig davon tritt das Wachstum auch auf glatten Oberflächen auf, so dass damit kein direkter Zusammenhang zwischen der Oberflächenrauigkeit und dem Wachstum von Schimmelpilzen existiert. Des Weiteren wird der Bezug zwischen Oberflächenrauigkeit und Porosität eines Materials aufgestellt, deren wachstumsfördernde Eigenschaften jedoch auf die Fähigkeiten der Feuchtespeicherung im Material zurückzuführen ist.

4.3 Gesundheitliche Gefährdung der am Transport, Umschlag und Lagerprozess beteiligten Personen

Da Schimmelpilze fast überall vorkommen, sind ihre Sporen in der Regel immer in der Luft vorhanden. Diese sind für die Mehrzahl der Menschen ungefährlich, wenn sie nicht in Massen auftreten. Übersteigt eine Schimmelpilzkonzentration allerdings ein bestimmtes Maß, so kann es zu schwerwiegenden gesundheitlichen Problemen für den Menschen kommen, indem sie in bestimmten Fällen Allergien auslösen können oder bei Menschen mit geschwächtem Immunsystem zu gelegentlich schweren Erkrankungen führen.²² Zahlreiche Studien zu den gesundheitlichen Auswirkungen von Schimmelpilzen sehen einen Zusammenhang zwischen der Belastung mit Schimmelpilzen und Atemwegserkrankungen bzw. Allergien.^{23,24,25} Sporen und giftige oder allergene Stoffwechselprodukte von Schimmelpilzen werden mit der Atemluft aufgenommen. Sie können beim Menschen zu folgenden Symptomen führen: Husten, Schnupfen, Niesen, Kopfschmerzen, Halsentzündungen, Atemnot, allergisches Asthma (*Asthma bronchiale*), gerötete und tränende Augen durch Bindehautentzündungen, Hautausschlag, Schwindel, Gedächtnisstörungen, Erschöpfungszustände. Infektionen durch Schimmelpilze kommen seltener und i.d.R nur bei immungeschwächten Personen vor, z. B. Haut- und Nagelmykosen, Candidiasis, Aspergillose.^{9,26,27}

Die Gefahr einer gesundheitlichen Beeinträchtigung durch Schimmelpilze bei Containertransporten ist real. Eine von der Behörde für Wissenschaft und Gesundheit – Arbeitsschutz der Freien und Hansestadt Hamburg veröffentlichte 2005 eine Information mit dem Thema: „Vorsicht beim Öffnen von Containern. Gefahr durch Schimmelpilzsporen?“ belegt dieses.

5 Methodischer Ansatz

5.1 Wirkbereiche

Die Klimabedingungen in geschlossenen unbelüfteten Systemen wie den ISO-Standard-Containern begünstigen während des Transportes eine Schimmelpilzbildung, die sich aus einer Kumulation von Sporenbelastungen der Teilprozesse Herstellung, Verarbeitung, Verpacken und Lagerung ergibt. Die Lösung des Problems beginnt daher bereits im Stadium der Herstellung von Transportgut und Packmittel. Die gewonnenen Erkenntnisse führen somit zu Vermeidungs- und Reduzierungsmaßnahmen der Schimmelpilzsporenbelastung und der Wachstumsbedingungen bei Herstellung und Verarbeitung sowie Verpackung, Lagerung und Transport (s. Abb. 5).

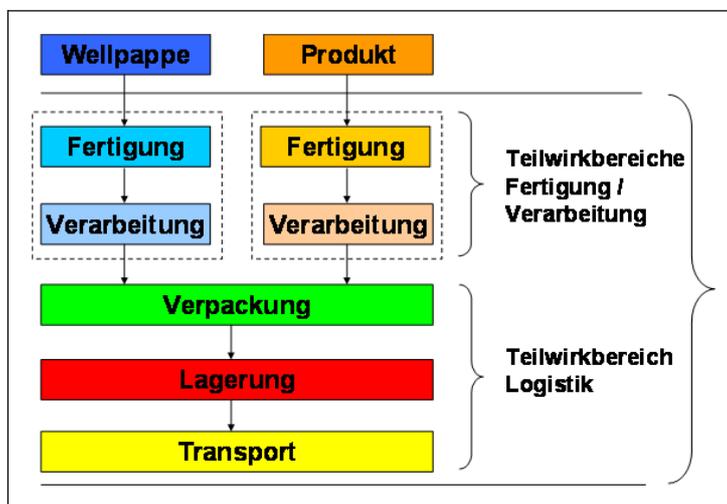


Abb. 5: Wirkbereiche der Schimmelbelastungen

Um das Schimmelpilzwachstum zu vermeiden bzw. den Wachstumsprozess von Schimmelpilzen in seiner Dynamik soweit zu reduzieren, dass er für den temporären Transportprozess im Container unkritisch ist, sind zwei Strategien zu untersuchen:

1. Steuerung der klimatischen Einflussgrößen (Feuchte / Temperatur).

Die Einflussgröße Temperatur kann durch gesteuerte Lagerbedingungen und den Einsatz von Spezialcontainern (Kühlcontainern) gemindert werden. Letzteres ist aber im normalen logistischen Prozess aufgrund der damit verbundenen höheren Kosten eher die Ausnahme. Die Materialfeuchten der Packmittel und damit auch in der Folge die Umgebungsfeuchten im geschlossenen System Container und Verpackung können über Trocknung geregelt werden. Dieser Umstand ist allgemein bekannt. Die Erfahrung zeigt allerdings, insbesondere bei Containertransporten, dass trotzdem die Schadensquote aufgrund von Feuchteinfluss noch erheblich ist. Der Grund hierfür dürfte ebenfalls der erhöhte Kostenaufwand für die Trocknung sein.

2. Reduzierung der biotischen Einflussgrößen (Schimmelpilzsporenbelastung)

Die Einflussgröße Schimmelpilzsporen ist die für das Vorhaben relevante Größe, weil sie für diese biotische Belastung ausschlaggebend ist. Eine Wachstumshemmung von Schimmelpilzsporen lässt sich z. B. durch eine Veränderung der Atmosphäre realisieren nach dem sog. MAP-Prinzip (Modified Atmosphere Packaging).²⁸ Dieses System wird in der Lebensmittelindustrie eingesetzt und hat durch eine Reduzierung des Sauerstoffanteils und Erhöhung der CO₂-Konzentration in der Luft eine wachstumshemmende Wirkung. Dieses System bedingt aber ein dicht abgeschlossenes Umfeld zur Konstanthaltung der Schutzatmosphäre und ist damit für die betrachteten Herstellungs- und Logistikprozesse nicht einsetzbar. Außerdem umfasst dieses Prinzip nicht den gesamten Bereich, der für die Betrachtung im Sinne der vorliegenden Aufgabenstellung relevant ist. Dieser Bereich, der als *Wirkbereich der Schimmelpilzsporenbelastung* bezeichnet werden soll, beginnt für den vorliegenden Fall bereits bei der Fertigung und Verarbeitung des Packgutes und der Packstoffe bis hin zum Containertransport von entsprechenden Packstücken (s. Abb. 5).

5.2 Das HACCP Konzept

In der Lebensmittelindustrie, d. h. bei der Herstellung, Verarbeitung und der Distribution von Lebensmitteln dürfen diese in keiner Form verunreinigt werden, so dass die Gesundheit des Menschen beim Verzehr nicht gefährdet wird. Gefährdungen können physikalischer, chemischer oder biologischer (z. B. Schimmel) Natur sein. Für die Beherrschung dieser Gefahren hat sich in der Lebensmittelindustrie seit vielen Jahrzehnten das „Hazard Analysis and Critical Control Point“ - Konzept (HACCP) etabliert.²⁹

HACCP ist ein vorbeugendes, prozessbegleitendes Sicherheitssystem und ein systematisches Hilfsmittel für eine gute Herstellungspraxis (engl. good manufacturing practice GMP). Es ist zudem auch ein umfassendes und allgemein anwendbares Qualitätssicherungssystem.⁷ Es wurde 1959 im Auftrag der US-NASA zur Herstellung von Astronautennahrung entwickelt.

HACCP ist im Wesentlichen als Weggang von Qualitätskontrollen ausschließlich am Ende von Prozessen (z. B. Fertigung) zu verstehen. Fehlerhafte Produkte müssen in der Regel entsorgt oder können möglicherweise nachgearbeitet bzw. repariert werden. Durch HACCP soll erreicht werden, dass am Ende der Prozesskette Ausschuss gar nicht erst entsteht.

Dies soll im Kern durch eine permanente Überwachung aller Teilprozesse, die zur Fertigung eines Produktes notwendig sind, mittels definierter Kontrollgrößen erzielt werden. Im Falle des Über- bzw. Unterschreitens festgelegter Grenzwerte der Kontrollgröße(n) eines Teilprozesses kann sofort entschieden werden, welche Konsequenz dies für das Endprodukt hat. Es lässt erkennen, dass das Endprodukt fehlerhaft ist und z. B. nachfolgende Teilprozesse so eingespart werden können.

Für die Vermeidung von Transportschäden jeglicher Art stellt die Idee von HACCP eine hervorragende Basis dar, Transportschäden werden meist erst am Ende der Distribution beim Empfänger bemerkt, wenn es bereits zu spät ist. Abgesehen von den Schadensaufwendungen ist eine Reparatur bei globalen Lieferketten, sofern überhaupt, am Bestimmungsort oftmals nicht möglich. Ersatzlieferungen benötigen zusätzliche Zeit und Folgeschäden von Produktionsausfällen können erheblich sein. Umso wichtiger ist die Vermeidung des Eintretens des Schadensfalls.

Folgende Grundsätze sind bei der Anwendung des HACCP-Konzepts zu befolgen:³⁰

1. Gefahrenanalyse für den Produktions- und Arbeitsablauf
2. Festlegung der „kritischen Kontrollpunkte“ (CCP) / (Kontrollgrößen) im Prozess
3. Festlegen kritischer Grenzwerte der Kontrollgröße
4. Festlegen eines Verfahrens zur Überwachung (z. B. Messverfahren) kritischer Grenzwerte (Monitoring-System)
5. Festlegen von Korrekturmaßnahmen bei Grenzwertabweichungen
6. Verfahrensablauf zur Überprüfung der Effizienz und zur Revision bei veränderten Prozessen
7. Lenkung und Dokumentation aller festgelegten Anweisungen und Aufzeichnungen

Der Kerngedanke des HACCP-Konzepts dient diesem Forschungsvorhaben als Grundlage für das Erreichen der in Kapitel 3 formulierten Ziele, insbesondere das Identifizieren von kritischen Teilprozessen und darin vorkommenden potentiellen Gefährdungen sowie der Erarbeitung von Maßnahmen zu deren Beherrschung. Eine vollständige Umsetzung aller Grundsätze des HACCP-Konzeptes ist für das Erreichen dieser Ziele nicht erforderlich. Zudem ist HACCP ein „lebendes“ System, das in einem Unternehmen kontinuierlich gepflegt werden muss, um es stets aktuell zu halten, d. h. auf mögliche Veränderungen der Prozesse anzupassen. Dies kann ein einmaliges Projekt, wie dieses Forschungsvorhaben, nicht leisten. Aus diesem Grund werden in diesem Forschungsvorhaben im Wesentlichen die Grundsätze 1 bis 5 umgesetzt.

Als Grundlage für die Anwendung dieser Grundsätze dienen standardisierte Prozessabläufe für die Herstellung und Verarbeitung von Produkten aus Leder (vgl. 7.1.1) und Verpackungen aus Wellpappe (vgl. 7.2.1) sowie die zugehörigen inner- und außerbetrieblichen Logistikprozesse. Der überwiegende Teil Ergebnisse kann auf jedes Unternehmen übertragen werden, einzelne Prozesse sind an die speziellen Abläufe der Unternehmen anzupassen.

Abweichend vom HACCP-Konzept werden die zu überwachenden Prozesskenngrößen in diesem Projekt nicht als kritische Kontrollpunkte (CCP) bezeichnet, da diese Bezeichnung die Gesundheitsgefährdung beim Menschen in den Vordergrund rückt. Alternativ wurde die Bezeichnung „Kontrollpunkt Schimmel (KS)“ gewählt. Das Entscheidungsverfahren für die Festlegung eines kritischen Kontrollpunktes CCP bzw. des Kontrollpunktes Schimmel KS in einem Teilprozess zeigt Abb. 6

Darüber hinaus konzentrieren sich die festgelegten Korrekturmaßnahmen bei Grenzwertabweichungen (5. HACCP-Grundsatz) auf die Lösung des Problems, d. h. die Beseitigung der Gefahr. Dokumentarische Maßnahmen, als Teil eines aktiven Qualitätssicherungssystems, sind bei der Anwendung im Unternehmen zusätzlich zu ergreifen, aber nicht Aufgabe dieses Forschungsvorhabens.

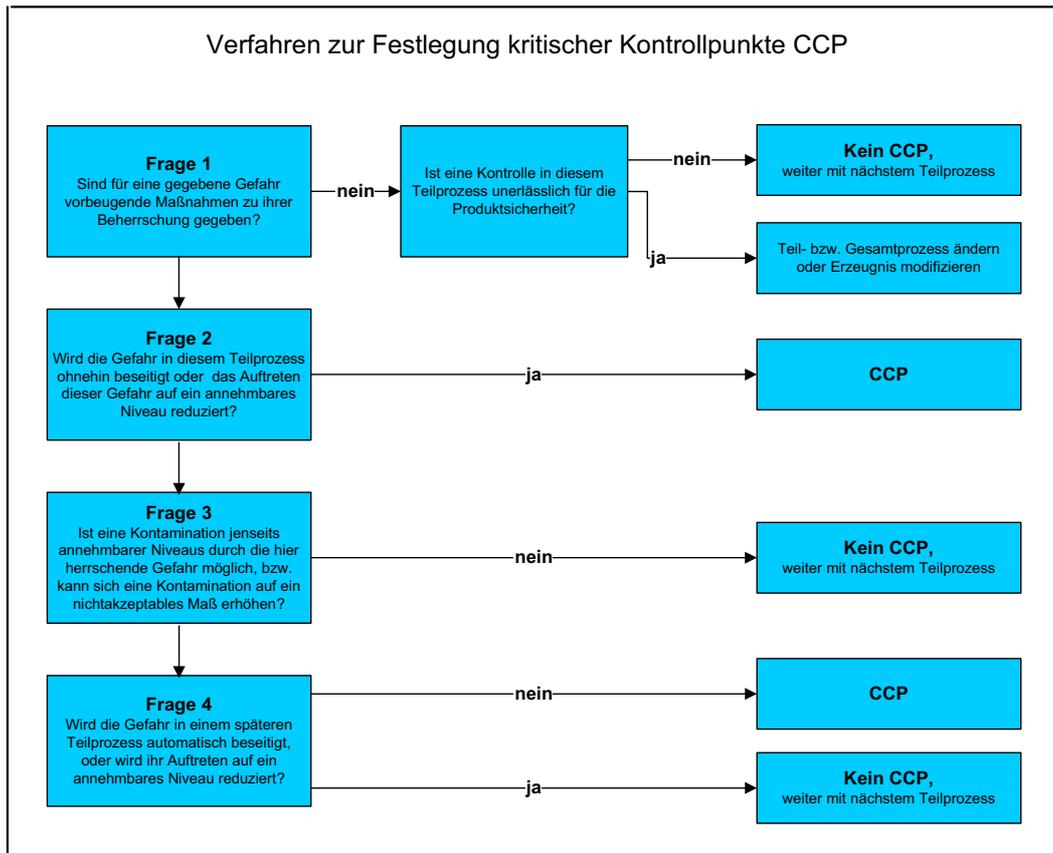


Abb. 6: Entscheidungsbaum zur Festlegung kritischer Kontrollpunkte CCP³¹

5.3 Risikoanalyse – Bewertung von Gefahren mit der Risikoprioritätszahl (RPZ) nach FMEA

5.3.1 FMEA und HACCP

Die Quantifizierung des von den einzelnen Gefährdungsfaktoren jedes Teilprozesses ausgehenden Risikos (Risikomessung) ist notwendig, um diese Gefährdungsfaktoren entsprechend ihrer Priorität, d. h. nach der Höhe ihres Risikos, auszuschalten. Die Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA) ermöglicht diese Quantifizierung und kann daher bei der Gefahrenanalyse für den Produktions- und Arbeitsablauf, dem 1. Grundsatz des HACCP-Konzepts, eingesetzt werden (Abb. 7).

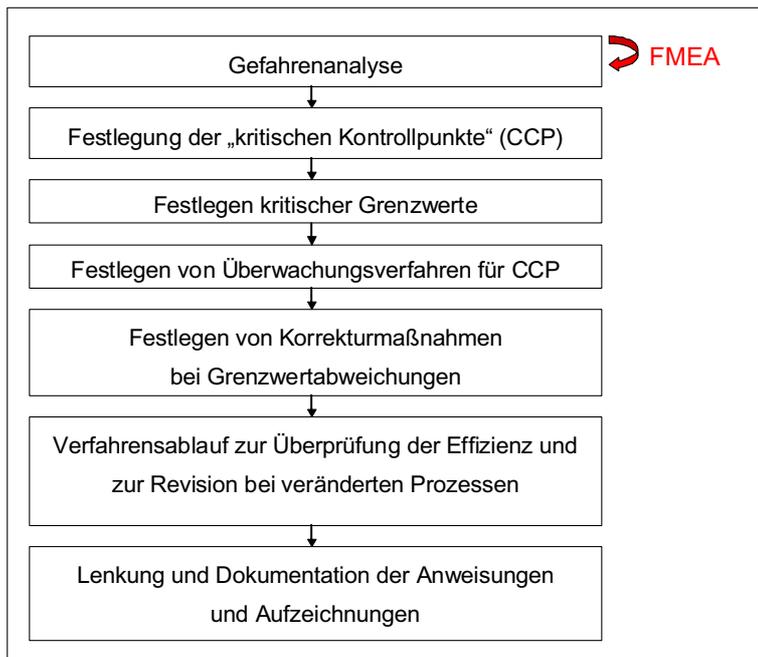


Abb. 7: FMEA und HACCP

Bei der Fehlermöglichkeits- und -influssanalyse (FMEA) wird die sog. Risikoprioritätszahl (RPZ) zur Risikomessung herangezogen. Sie eignet sich auch zur Bewertung des Risikos von zu schädigendem Schimmelpilzwachstum führenden Gefährdungsfaktoren.

Die analytische Vorgehensweise der FMEA stammt aus den USA und wurde dort in den 60er Jahren ursprünglich für die Anwendung im Bereich der Raumfahrt im Rahmen des Apollo-Programms entwickelt. Seither hat sie sich in vielen Branchen als ein wirkungsvolles Werkzeug zur Erkennung von Fehlern und Fehlerauswirkungen in der Phase der Produktentwicklung durchgesetzt (vorausschauende Fehlervermeidung). Über die Automobilindustrie gelangte die FMEA etwa Ende der 70er Jahre nach Deutschland und wird seitdem auch erfolgreich angewendet.

Die Risikoprioritätszahl (RPZ) setzt sich aus drei Faktoren zusammen:

1. Die Wahrscheinlichkeit, mit welcher der potentielle Fehler auftritt (**Wahrscheinlichkeit des Auftretens**). Dieser Wert muss geschätzt werden, sofern keine statistisch gesicherten Daten über die Fehlerhäufigkeit bei dem untersuchten Gegenstand vorliegen.
2. Die **Bedeutung des potentiellen Fehlers** für den Kunden. Bei der Einschätzung der Bedeutung steht die Frage im Hintergrund, welche Auswirkungen der Fehler für den betroffenen Kunden hat. Es kommen hier unterschiedliche Kriterien in Frage, wie z. B. Aufwand bzw. Kosten für den Kunden durch den Fehler, entstehender Terminverzug, verursachte Personenschäden oder Übertretung gesetzlicher Bestimmungen.
3. Die Wahrscheinlichkeit, dass der betreffende Fehler entdeckt wird (**Entdeckungswahrscheinlichkeit**), bevor das Produkt an den Kunden ausgeliefert wird. Bei der Abschätzung der Entdeckungswahrscheinlichkeit muss berücksichtigt werden, welche Prüf- und Verhütungsmaßnahmen für diesen Fehler vorgesehen sind.

Durch die Multiplikation dieser drei Komponenten ergibt sich die Risikoprioritätszahl. Die Bewertung der drei Komponenten erfolgt anhand einer grundsätzlich frei wählbaren Skala, wobei

sich die Abstufung von 1 bis 10 durchgesetzt hat. Für diese Zehnerskala existiert ein Bewertungsraster, das eine Zuordnung von verbalen Zustandsbeschreibungen zu den einzelnen Ausprägungen auf der Bewertungsskala vorgibt. Dies bringt eine bessere Vergleichbarkeit von in unterschiedlichen Unternehmen bestimmten Risikoprioritätswerten mit sich.³²

5.3.2 FMEA für die Risikomessung im Bereich der Gefahren durch Schimmel

Analog der Vermeidung von Fehlern und Funktionsstörungen von Produkten können diese drei Faktoren auf die Thematik der Vermeidung von Schäden durch Schimmelpilzwachstum übertragen werden:

1. Die Wahrscheinlichkeit A, mit welcher ein Gefährdungsfaktor (z. B. Schimmelpilzsporen, Klimabedingungen im Lager, Materialeigenschaften von Verpackungen) auftritt, der die Entstehung von Schäden infolge von Schimmelpilzwachstum auslöst oder begünstigt.
2. Die Bedeutung B dafür, dass ein auftretender Gefährdungsfaktor tatsächlich schädigendes Schimmelpilzwachstum auslöst oder begünstigt.
3. Die Wahrscheinlichkeit E, dass eine Gefährdung im Prozess entdeckt wird, bevor sie schädigendes Schimmelpilzwachstum auslöst oder begünstigt.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde für alle drei Faktoren eine einheitliche Bewertungsskala von 1 bis 5 gewählt (Tabelle 1). Diese Skaleneinteilung hat den Vorteil, dass die Werte für die Auftretenswahrscheinlichkeit direkt den Klassen bei der Bewertung des Schimmelpilzwachstums nach DIN 10113-3 zugeordnet werden können (Tabelle 8, S. 32). Voraussetzung ist, dass die sieben Klassen gemäß DIN 10113-3 zu fünf Klassen zusammengefasst werden, was durch die Zusammenlegung der Klassen 0 und 1 sowie 5 und 6 erfolgt, die jeweils eine ähnlich große Anzahl Schimmelpilzkolonien repräsentieren (Tabelle 2).

Tabelle 1: Bewertungsraster für das Gefährdungspotential durch Schimmel

Wahrscheinlichkeit des Auftretens (A)	Bedeutung (B) für die Schadenentstehung	Wahrscheinlichkeit der Entdeckung (E)	Risikopriorität R aus Risikoprioritätszahl (RPZ)
Unwahrscheinlich = 1	Unbedeutend = 1	Hoch = 1	Keine $\triangleq 1 \leq RPZ \leq 4$
Gering = 2	Gering bedeutend = 2	Wahrscheinlich = 2	Gering $\triangleq 5 \leq RPZ \leq 17$
Gelegentlich = 3	Bedeutend = 3	Gelegentlich = 3	Mittel $\triangleq 18 \leq RPZ \leq 45$
Wahrscheinlich = 4	Kritisch = 4	Gering = 4	Hoch $\triangleq 46 \leq RPZ \leq 94$
Häufig = 5	Sehr kritisch = 5	Unwahrscheinlich = 5	Sehr hoch $\triangleq 95 \leq RPZ \leq 125$

Tabelle 2: Zuordnung Bewertungsschema zur Klassifikation nach DIN 10113-3

Wahrscheinlichkeit des Auftretens				Klassifikation nach DIN 10113-3	
				Klasse	Anzahl KbE
Unwahrscheinlich	=	1	\triangleq	0	0
				1	1-3
Gering	=	2	\triangleq	2	4-10
Gelegentlich	=	3	\triangleq	3	11-30
Wahrscheinlich	=	4	\triangleq	4	31-60
Häufig	=	5	\triangleq	5	≥ 61 , nicht konfluierend ^V
				6	≥ 61 , konfluierend

Die Bewertung der drei Faktoren für eine Gefährdung kann z. B. auf Untersuchungsergebnissen wie der Bestimmung der Belastung mit Schimmelpilzsporen nach DIN 10113-3 (vgl. Kapitel 6) basieren, Literaturquellen entnommen oder geschätzt werden. Tabelle 3 zeigt Beispiele für Bewertung des Faktors B (Bedeutung einer Gefährdung für das mögliche Schimmelpilzwachstum).

^V konfluierend lat. confluens, zusammenfließend

Tabelle 3: Beispiele für die Bewertung der Bedeutung für die Schadenentstehung

Bedeutung (B) für die Schadenentstehung	Beispiel für die Zuordnung
Unbedeutend	Keine Kontamination mit Sporen oder Schimmelpilzen
Gering bedeutend	Kontamination mit geringer Sporenanzahl
Bedeutend	Kontamination mit großer Sporenanzahl ^{VI}
Kritisch	Sehr gute Wachstumsbedingungen für Schimmelpilze
Sehr kritisch	Kontamination mit bereits wachsenden Schimmelpilzen

5.3.3 Beispiele der Anwendung von HACCP und FMEA

In Kapitel 7 sind die Ergebnisse der Anwendung der hier im Kapitel beschriebenen Methodik für alle relevanten Prozessabläufe dargestellt und das Bezeichnungssystem erläutert (Abschnitte 7.1.1 und 7.2.1). Die Durchführung ist in den Anhängen 1 bis 6 dokumentiert.

An zwei Beispielen soll die Umsetzung der angewandten Methodik verdeutlicht werden.

Bei dem ersten Beispiel (Tabelle 4) handelt es sich um einen Teilprozess aus dem Standardprozessablauf „Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)“ (vgl. Abb. 46, S. 68). In diesem Teilprozess „HVW-1 Vorsorgungslager Papier“ werden die Papiere für die Wellpappenherstellung als Rollen aufbewahrt und stehen auf einer ihrer kreisförmigen Grundflächen und sind z. T. mehrfach übereinander gestapelt (vgl. Anhang 4, A 4.1).

Für diesen Teilprozess wurden die drei Gefahren R-HVW 1-1, R-HVW 1-2 und R-HVW 1-3 identifiziert und einem der drei Gefahrentypen Verunreinigung, Vorkommen oder Wachstum / Überleben zugeordnet. In der Zeile *Risikobeurteilung* wurden die Auftretenswahrscheinlichkeit A, die Bedeutung B sowie die Entdeckungswahrscheinlichkeit E bewertet und die Risikoprioritätszahl RPZ berechnet.

Im Anschluss erfolgte auf Basis des Entscheidungsbaumes (Abb. 6, S. 18) die Festlegung, ob diese Gefahren mittels eines Kontrollpunktes Schimmel (KS) zu überwachen sind oder nicht. Für alle drei Gefahren wurden kein Kontrollpunkt Schimmel festgelegt, da diese Gefährdungen bzw. ihre Auswirkungen in einem späteren Teilprozess (HVW 2 bzw. HVW 3) eliminiert werden.

^{VI} Kontamination wird weniger bedeutend gesehen als Wachstumsbedingungen, da das Vorhandensein von Sporen nicht zwangsläufig zum Wachstum von Schimmelpilzen führt. Sind die Wachstumsbedingungen jedoch optimal, wird es mit hoher Wahrscheinlichkeit Schimmelpilze geben, da Sporen stets präsent sind.

Tabelle 4: Risikobeurteilung Versorgungslager Papier (Wellpappeherstellung)

Gefahr (Risiko)	R-HVW 1-1				R-HVW 1-2				R-HVW 1-3			
	Sporen und Staubablagerungen auf Papierrollen aus der Umgebungsluft				Sporenablagerungen im Inneren der Papierrollen bei der Papierherstellung				Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilzwachstum auf Oberflächen			
Gefahrenart	Verunreinigung				Vorkommen				Wachstum / Überleben			
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	4	1	1	4	1	1	4	4	3	5	1	15
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	Kein KS , da Eliminierung durch Abwickeln der Außenbahnen in Prozessstufe HVW 2				Kein KS , da Eliminierung durch hohe Temperatur in Prozessstufe HVW 3				Kein KS , da Eliminierung durch Abwickeln der Außenbahnen in Prozessstufe HVW 2			

Bei dem zweiten Beispiel (Tabelle 5) handelt es sich ebenfalls um einen Teilprozess aus dem Standardprozessablauf „Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)“ (vgl. Abb. 46, S. 68). In diesem Teilprozess „HVW-6 Palettieren“ werden aus den gefertigten Packmitteln im Anschluss an den Verarbeitungsprozess Ladeeinheiten gebildet, um die Schachteln vor äußeren Einflüssen zu schützen sowie die weitere Distribution rationalisiert durchzuführen. Dazu werden die Packmittel flach liegend auf Paletten gestapelt und am Ende mit Stretchfolie (auch Staubschutz) umwickelt sowie mit Kunststoffbändern umreift. Um einen Feuchtigkeitsübergang aus der Palette (Holz) in die unten liegenden Packmittel zu unterbinden bzw. zu minimieren, eignet sich z.B. das Auflegen einer Folie direkt zwischen Palette und der untersten Schachtel. Die Materialfeuchte (Formelzeichen u) des Palettenholzes darf 20% nicht überschreiten, damit Schimmelpilze nicht auf den Paletten wachsen können (vgl. Anhang 4, A 4.6).

Für diesen Teilprozess sind die drei Gefahren R-HVW 6-1, R-HVW 6-2 und R-HVW 6-3 der insgesamt sieben identifizierten Gefahren hier dargestellt. Analog zu Beispiel 1 sind die Zeilen bis zur Entscheidung über den Kontrollpunkt Schimmel zu lesen. Für alle drei Gefahren dieses Beispiels wurde ein Kontrollpunkt Schimmel festgelegt, da die jeweilige Gefahr durch entsprechende Maßnahmen in diesen Teilprozess beseitigt bzw. auf ein annehmbares Niveau reduziert wird.

Die festgelegten kritischen Grenzwerte für die Kontrollgrößen unterscheiden sich in ihrer Art. Während der kritische Grenzwert für die Kontrollgröße der Gefahr R-HVW 6-1 quantifiziert werden kann, sind die anderen beiden Grenzwerte qualitativen Charakters. Die letzten beiden Zeilen der Tabelle zeigen für jede Gefährdung, wie die Einhaltung der kritischen Grenzwerte überwacht werden kann und welche Maßnahmen bei Grenzwertüber- bzw. -unterschreitungen zu ergreifen sind.

Tabelle 5: Risikobeitragung Versorgungslager Papier (Wellpappeherstellung)

Gefahr (Risiko)	R-HVW 6-1				R-HVW 6-2				R-HVW 6-3			
	Erhöhte Materialfeuchte der Holzpaletten				Schimmel- / Stockflecken an Holzpaletten				Sporen im Staub auf Holzpaletten			
<i>Gefahrentyp</i>	Wachstum				Verunreinigung				Verunreinigung			
<i>Risikobeurteilung</i>	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	4	4	2	32	4	5	2	40	5	3	2	30
<i>Kontrollpunkte Schimmel (KS)</i>	KS „Materialfeuchte Palettenholz“				KS „Schimmelflecken“				KS „Palette Staub“			
<i>Kritische Grenzwerte</i>	Holzfeuchte [u] ≤ 20 %				Sind optisch erkennbare Schimmelflecken vorhanden?				Palette ist mit Staub und Sporen sichtbar bedeckt.			
<i>Überwachungsverfahren</i>	Elektrisches Holzfeuchte-Messverfahren				Makroskopische Sichtprüfung				Makroskopische Sichtprüfung			
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	Einsatz einer anderen Palette und Trocknung der geprüften Palette.				Einsatz einer anderen Palette und Beseitigung von Schimmel einschl. technischer Trocknung.				Entfernen der Staubschicht von der Palette durch z.B. Abwischen oder Abblasen.			

6 Bestimmung der Sporenbelastung

6.1 Sporenbelastung im Teilwirkbereich Lederherstellung und -verarbeitung

Für die Festlegung der kritischen Punkte während der Lederherstellung erfolgte die Untersuchung der Schimmelpilz- bzw. Sporenkontamination in den einzelnen Fertigungsstufen der Lederherstellung (Anhang A 1 bis A 3), bei den Zusätzen und Hilfsstoffen und am Leder direkt.

6.1.1 Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung in den einzelnen Fertigungsstufen der Lederherstellung

Für die Bestimmung der Schimmelpilzsporenbelastung wurden Sedimentationsversuche mit vier verschiedenen Nährmedien (Kartoffel-Dextrose-Agar, Sabouraud-Glucose-Agar, DG-18-Agar und Bengalrot-Agar) durchgeführt. Zur näheren Charakteristik der Schimmelpilze ist es hilfreich, die Versuche mit diesen z. T. spezifischen Nährmedien durchzuführen. Malzextrakt-Agar, Sabouraud-Glucose-Agar und Kartoffel-Dextrose-Agar sind Vollmedien, die das Wachstum aller Schimmelpilze gewährleisten. DG-18-Agar und Bengalrot-Agar sind hingegen Selektionsmedien, die im Fall von DG-18 das Wachstum von xerophilen Schimmelpilzen und im Fall von Bengalrot das der auf basischem Medium wachsenden Schimmelpilze fördern. Schimmelpilze wachsen bevorzugt bei einem leicht sauren pH-Wert (4,5-6,5), bis auf einige Arten, die unter basischen Bedingungen wachsen. Alle Medien enthielten Chloramphenicol, um das Wachstum von Bakterien zu unterdrücken.

Zur Probennahme wurden die Sedimentationsplatten für eine Stunde neben bzw. auf das Gerät der jeweiligen Arbeitsstufe zur Lederherstellung offen hingestellt. Die Inkubation der beimpften Platten erfolgte für 7 Tage bei 28°C.

Es wurden Proben aus zwei verschiedenen Gerbereien entnommen, da die Belastung und damit auch die Maßnahmen zur Vermeidung des Schimmelpilzwachstums unternehmensspezifisch sind. Bei der Gerberei G 1 handelt es sich um eine Versuchsgerberei, die nur wenige Mitarbeiter beschäftigt, während die Gerberei G 2 eine Produktionsgerberei mit über 60 Mitarbeitern ist.

Die beiden Grafiken in der Abb. 8 zeigen deutlich wie unterschiedlich die Sporenbelastung in beiden Gerbereien ist. Während die Belastung in Gerberei G 2 v. a. in der Wasserwerkstatt und Nasszurichtung ausgeprägt ist und weniger in der Trockenzurichtung und bei Lagerung der Leder, trifft diese Beobachtung nicht für die Gerberei G 1 zu. Hier konnte hauptsächlich eine erhöhte Belastung während der Endzurichtung und der Lagerung der Leder festgestellt werden.

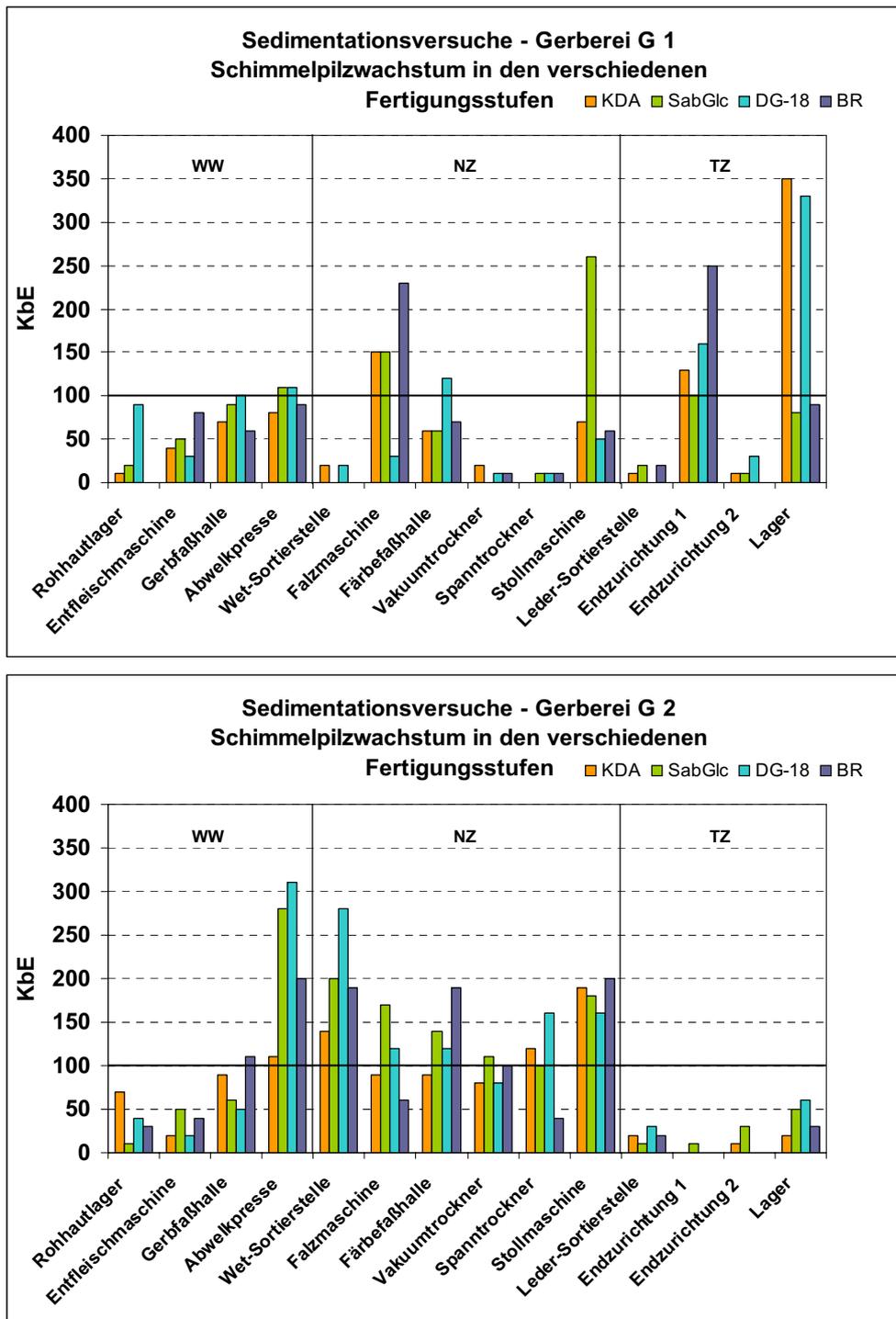


Abb. 8: Sporenbelastung in den einzelnen Fertigungsstufen beider Referenzgerbereien, KbE – Koloniebildende Einheiten, WW – Wasserwerkstatt, NZ – Nasszurichtung, TZ – Trockenzurichtung, KDA – Kartoffel-Dextrose-Agar, SabGlc – Sabouraud-Glucose-Agar, DG-18 – Dichloran-Glycerin-Agar, BR – Bengalrot-Agar)

Für die Gerberei G 2 konnte der stärkste Befall an der Abwelkpresse (Abb. 9), den Wet-Sortierstellen, an der Stollmaschine, bei den Färbefässern, dem Spanntrockner und der Falzmaschine erfasst werden. Ein erhöhter Sporenbefall konnte in der Gerberei G 1 im Lederlager, den Räumen der Endzurichtung und an der Falzmaschine bestimmt werden.

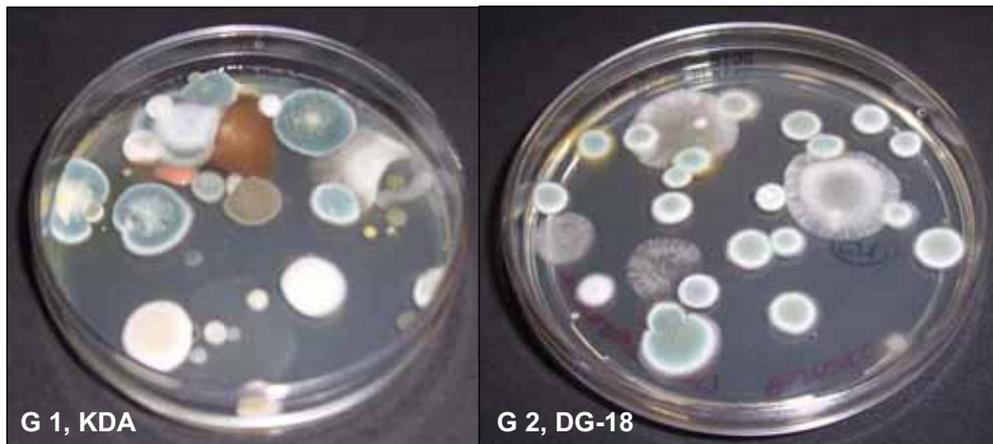


Abb. 9: Wachstum verschiedener Schimmelpilzarten auf KDA- & DG-18-Medium (Proben aus beiden Gerbereien)

In beiden Gerbereien wurde überraschenderweise eine geringe Belastung im Rohhautlager und an der Entfleischmaschine beobachtet, obwohl die Häute noch oft mit Dung und Exkrementen verschmutzt sind, im Rohhautlager eine Weile eng gepackt aufbewahrt werden und die Rohhäute manchmal beim Transport zum Waschen, Entfleischen und Spalten in Berührung mit dem Fußboden kommen.

Zudem sind im Vergleich der beiden Gerbereien zueinander durchschnittlich ca. 25 % mehr Schimmelpilze auf den verschiedenen Agarmedien aus der Gerberei G 2 gewachsen, wobei der Anteil xerophiler Arten (DG-18-Agar) überwiegt.

6.1.2 Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung bei den Zusätzen der Lederherstellung Wasser und Konservierungssalz

In der Literatur werden Wasser und Konservierungssalz als Kontaminationsquelle für Schimmelpilzsporen beschrieben, die, wie alle Hilfsstoffe und Zusätze, einen großen Einfluss auf das Produkt haben und sich qualitativ zwischen den Gerbereien unterscheiden. Während manche Gerbereien bereits in der Wasserwerkstatt und Nasszurichtung Leitungswasser verwenden, gibt es noch einige Gerbereien, die dafür Brunnen- und Oberflächenwasser einsetzen. Bei dem hier untersuchten Wasser handelt es sich um Brunnenwasser, welches abhängig von den Jahreszeiten unterschiedlich kontaminiert sein kann. Daher erfolgten die Untersuchungen im Sommer und Winter. Ferner gibt es Länder, wie z. B. die Türkei, die zur Konservierung unaufgearbeitetes Meersalz verwenden.

Für die Untersuchung des Wassers wurden 100 µl der Wasserproben aus der Gerberei auf Malzextrakt-Agar, einem Universalmedium für Schimmelpilze, ausplattiert und 7 Tage bei 28 °C inkubiert. Zur Untersuchung der Kontamination der Konservierungssalze wurden 0,01 %, 0,1 % und 1 % der Salzlösung auf Malzextrakt-Agar ausplattiert und unter den für die Wasseruntersuchung beschriebenen Bedingungen inkubiert.

Ein Befall des Wassers und des Konservierungssalzes konnte ausgeschlossen werden (Abb. 10). Im Brunnenwasser konnten nach einer Kultivierung bei 28 °C 20 KbE/ml ermittelt werden. Laut Trinkwasserverordnung dürfen in 1 ml Wasserprobe bei 22 °C 100 KbE und bei 36 °C 20 KbE enthalten sein. Damit liegt die im Brunnenwasser bestimmte Anzahl an Keimen sogar

unterhalb der Grenzwerte für die Trinkwasserqualität. Im Konservierungssalz konnte kein Auskeimen von Sporen unter optimalen Wachstumsbedingungen für Pilzen beobachtet werden.

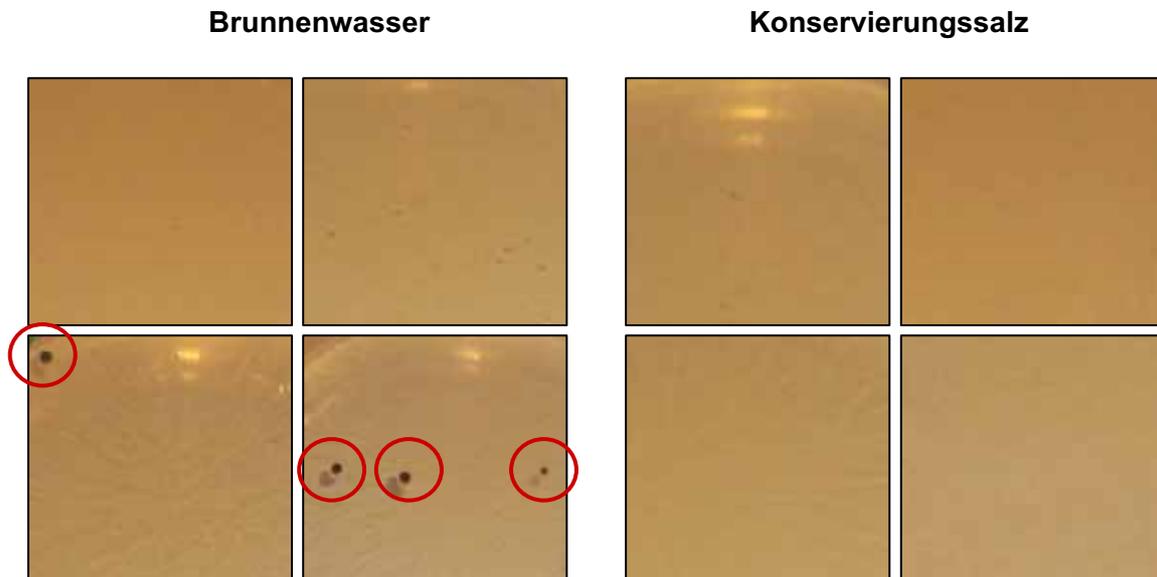


Abb. 10: Kontamination von Brunnenwasser (links) und Konservierungssalz (rechts), oben: Kontrolle (ohne Wasser oder Salz), unten: Proben

6.1.3 Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung und Anfälligkeit bei Ledern aus verschiedenen Regionen der Erde

Für eine prozessspezifische Risikoanalyse ist es wichtig neben der Untersuchung der Gefahren in den einzelnen Fertigungsstufen der Lederherstellung und in der Durchführung der Verpackung und dem Transport von Leder und seinen Halbfabrikaten, das Leder im Focus der Schimmelpilzkontamination direkt zu untersuchen.

Aus diesem Grund erfolgte die Untersuchung von Lederproben aus verschiedenen Regionen der Erde und damit von unterschiedlichen Herstellungsorten. Die Leder wurden auf ihre Vorbelastung mit Schimmelpilzsporen und auf ihre Anfälligkeit gegenüber Schimmelpilzen am Beispiel von *A. niger* untersucht. Für die Untersuchung der Vorbelastung mit Schimmelpilzsporen wurden 8 cm große Lederstücke gestanzt und mit der Narbenseite jeweils nach oben und nach unten in Petrischalen überführt, die mehrere Lagen steriles, befeuchtetes Filterpapier enthielten. Die befüllten Petrischalen wurden in einen Exsikkator gestellt, in dem sich eine Wasserschale befand. Der Exsikkator diente als feuchte Kammer. Die Inkubation der Lederproben erfolgte für 14 Tage bei 28 °C. Zur Auswertung der Versuche wurde die Tabelle 6 herangezogen.

Tabelle 6: Einteilung des mikrobiologischer Zustands der Lederprüflinge

Anzahl der Pilzkolonien pro Prüfkörper (KbE)	Bedeutung
0	in Ordnung, ohne Beanstandung
1 bis 10	bedingt in Ordnung
> 10	nicht in Ordnung, zu beanstanden

Die Versuche zeigten, dass die Leder unterschiedlich mit Sporen vorbelastet waren (Abb. 11).

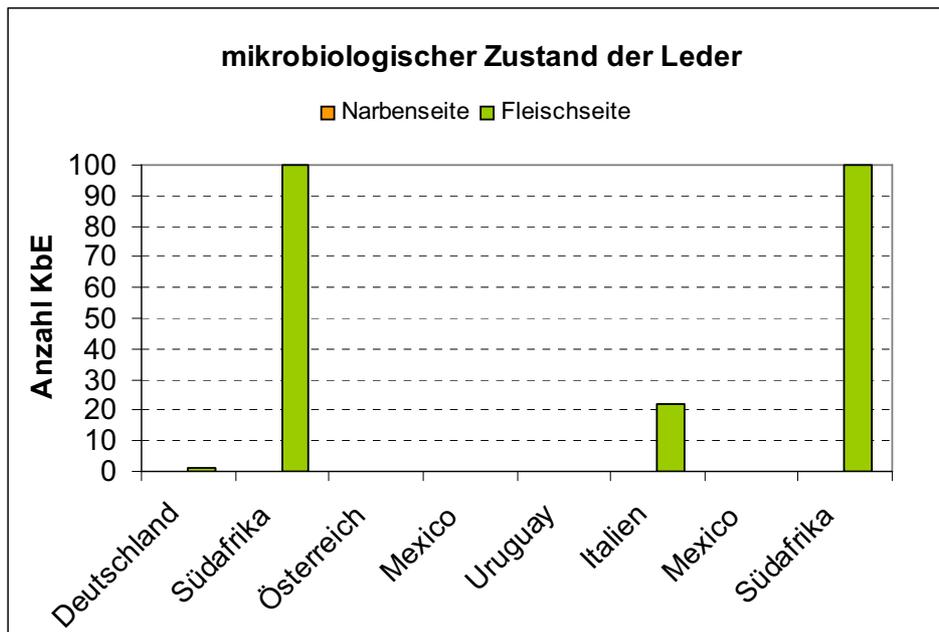


Abb. 11: Mikrobiologischer Zustand von Leder aus verschiedenen Regionen

Während die Lederproben aus Österreich, Mexiko, Uruguay und Deutschland keine Kontamination mit Schimmelpilzsporen zeigten, kam es zum starken Schimmelpilzwachstum auf den Lederprüflingen aus Südafrika (Schimmelpilzrasen), gefolgt von einem Wachstum von Schimmelpilzen auf der Probe aus Italien, wobei das Auskeimen der Sporen nur auf der Fleischseite zu beobachten war. Mit diesen Ergebnissen kann gezeigt werden, dass in den einzelnen Prozessen der Lederherstellung und während des Transportes der Leder, die Kontamination mit Schimmelpilzsporen unterschiedlich ist.

Parallel zu den Versuchen zur Schimmelpilzvorbelastung der Lederproben wurde die Anfälligkeit der Proben gegenüber *A. niger* untersucht. Dafür wurden 3,5 cm große Lederproben ausgestanzt und jeweils mit der Narbenseite nach oben und unten auf Malzextrakt-Agar, der Sporen von *A. niger* enthielt, aufgebracht und für 14 Tage bei 28 °C inkubiert. Die Auswertung der Versuche erfolgte in Anlehnung an Tabelle 7.

Tabelle 7: Einteilung des Schimmelpilzbewuchs (lt. TEGEWA^{VII})

Schimmelpilzbewuchs pro Prüfkörper in %	Bedeutung
< 5 %	in Ordnung, ohne Beanstandung (schimmelpilzresistent)
< 25 %	bedingt in Ordnung
≥ 25 %	nicht in Ordnung, zu beanstanden

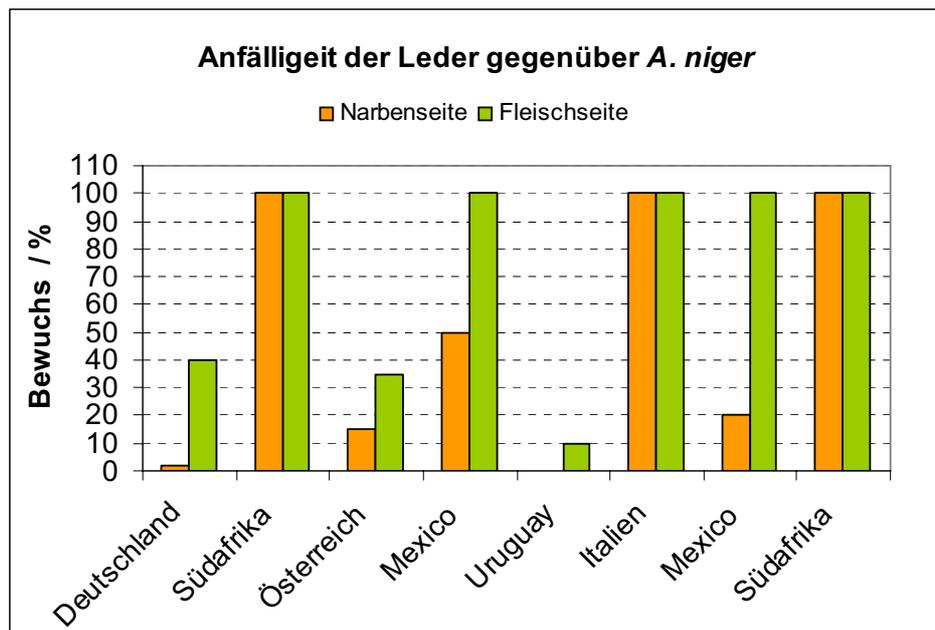


Abb. 12: Schimmelpilzanfälligkeit von Leder aus verschiedenen Regionen

Wie in den Versuchen zur Schimmelpilzvorbereitung zeigten die Prüflinge aus Südafrika und Italien die größte Anfälligkeit gegenüber einem Schimmelpilzwachstum, gefolgt von Mexiko. Uruguay, Österreich und Deutschland waren hingegen hinsichtlich der Anfälligkeit der Narbenseite bedingt in Ordnung bzw. resistent gegenüber Schimmelpilzen (Abb. 12).

Um herauszufinden, ob die Ergebnisse hinsichtlich der Anfälligkeit der Lederproben gegenüber *A. niger* auf die antimykotische Ausrüstung zurückzuführen ist, wurden alle Leder auf die in der Lederindustrie eingesetzten Konservierungsmittel untersucht. Bestimmt wurden die Konzentration an TCMTB (2-Thiocyanomethylthiobenzothiazol), CMK (*p*-Chlor-*m*-Kresol), OPP (*o*-Phenylphenol) und OIT (2-*n*-Octyl-isothiazolin-3-on).

In erster Linie ist bei der Konservierungsmittelbestimmung in den Lederproben zu erkennen, dass diese in den verschiedenen Produktionsstätten unterschiedlich antimykotisch ausgerüstet wurden, so dass die Ausgangsbedingungen für die Herstellung, Lagerung, Weiterverarbei-

^{VII 1} TEGEWA, ASTM D 4576 (1996), Das Leder, 7/8, 144-151.

tung und den Transport unterschiedlich sind (Abb. 13). Das bestätigt vorherige Versuche, in denen die Schimmelpilzkontamination in den einzelnen Herstellungsprozessen zwei verschiedener Gerbereien gegenübergestellt wurden und zeigt, wie inhomogen die Schimmelpilzproblematik ist. Wie die Ergebnisse weiterhin zeigen, enthält das Leder aus Mexico die höchste Konzentration an Konservierungsmittel, wobei die Leder aus Uruguay und Österreich mit einer geringen Konzentration an Konservierungsmittel ausgerüstet sind. Die Resultate widersprechen den Ergebnissen zur Schimmelpilzkontamination und Anfälligkeit dieser konservierten Leder und zeigen, dass nicht alleine die Wahl und die Konzentration an Konservierungsmitteln ausschlaggebend für die Schimmelpilzproblematik sind. Weitere Faktoren, wie der Zustand der Gerberei, der Ausgangsmaterialien, sowie der Zusätze und Hilfsmittel, als auch die Transportbedingungen bestimmen die Qualität der Ware hinsichtlich einer Schimmelpilzbelastung.

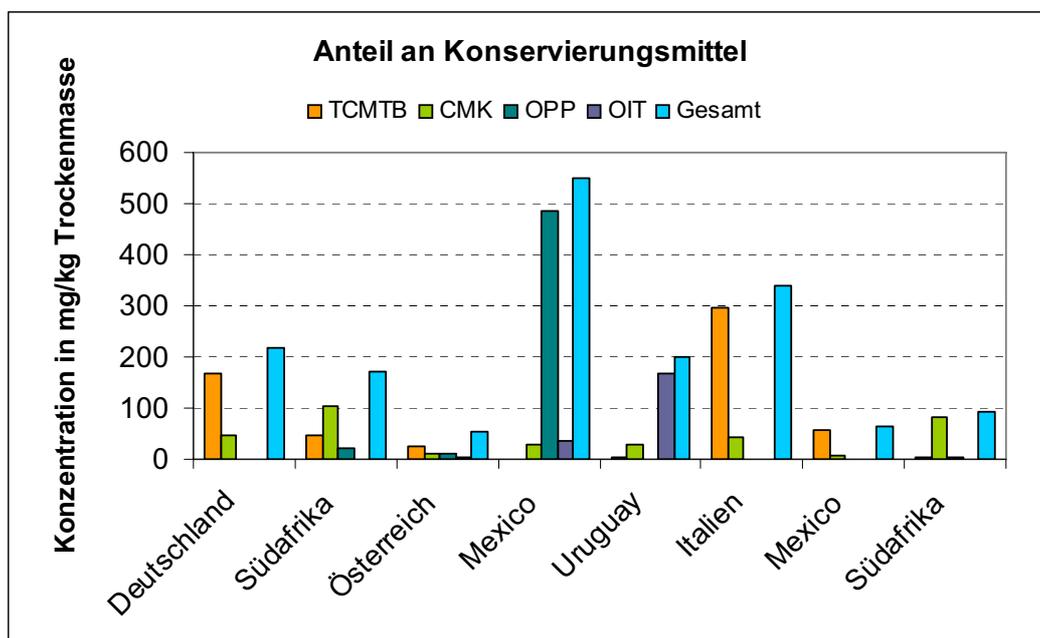


Abb. 13: Anteil an Konservierungsmitteln in den Lederproben

6.2 Sporenbelastung im Teilwirkbereich Wellpappeherstellung und -verarbeitung

Im Rahmen von Voruntersuchungen wurden zunächst signifikante Herstellungsschritte bestimmt und anschließend genauer untersucht. Wie auch bei der Lederherstellung ist die Belastung mit Schimmelpilzen und Sporen unternehmensspezifisch. Neben gebäudetechnischen Aspekten unterscheiden sich in einzelnen Unternehmen die technischen Ausführungen der Anlagen zur Wellpappenherstellung (WPA). Ein wesentlicher Aspekt in Bezug auf die Sporenbelastung aus der Umgebungsluft ist in der Kapselung der WPA zu sehen. Während ältere Fabrikate in der Regel offen sind, werden WPA heute beim Neubau durch Verkleidungen von der Umgebung abgeschirmt. Dadurch wird zum einen die Lärmbelastung im Fertigungsbereich reduziert, andererseits verhindert eine solche Abschirmung auch den Kontakt der WPA und der darin befindlichen Rohmaterialien mit der von außen eindringenden Luft. In der Folge ist eine Kontamination mit Sporen bei dieser Bauart auf ein Minimum reduziert.

Um zunächst den kritischen Fall zu berücksichtigen, wurde für die Untersuchungen ein Wellpappenwerk (W1) gewählt, dessen WPA offener Bauart in einer ca. 100 Jahre alten Fertigungshalle untergebracht ist. In Abhängigkeit der dabei ermittelten Ergebnisse stand die Entscheidung, zusätzlich ein modernes Werk mit gekapselter WPA zu untersuchen oder nicht. Aufgrund der durchgängig positiven Ergebnisse der Untersuchungen im Wellpappenwerk W1 (vgl. 6.2.5 und 6.2.6) wurde auf Untersuchungen in weiteren Werken verzichtet.

6.2.1 Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung

Für die Bestimmung der Schimmelsporenbelastung wurden sowohl Abklatschtests nach DIN 10113-3, als auch Sedimentationsversuche mit dem Nährmedium Sabouraud-Glucose-Agar, welches das Wachstum aller Schimmelpilze gewährleistet, durchgeführt. Das Medium enthält das Antibiotikum Chloramphenicol, um das Wachstum von Bakterien, die nicht Gegenstand der Untersuchungen sind, zu unterdrücken. Das Wachstum von Schimmelpilzen wird dadurch nicht unterdrückt.

Zur Probennahme wurden die Sedimentationsplatten für 30 min. neben bzw. auf das Gerät der jeweiligen Arbeitsstufe zur Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe und in verschiedenen Lagerbereichen offen hingestellt. Für die Untersuchungen mittels Abklatschen wurden Materialproben (Papier, Wellpappe, bedruckte Verpackungen, Packstücke) in das Labor überführt und dort mit dem Nährmedium in Kontakt gebracht oder vor Ort abgeklatscht. Die Inkubation der beimpften Platten erfolgte bei 25°C für max. 7 Tage. Die Zahl der Kolonie bildenden Einheiten (KbE) wurde bis zum 7. Tag bzw. bis einzelne Kolonien nicht mehr abgrenzbar waren (Rasenwachstum) im 24 h-Rhythmus bestimmt. Die Klassifizierung der Ergebnisse der Untersuchungen mittels Abklatschtechnik erfolgt gemäß DIN 10113-3 (Tabelle 8). Für Sedimentationsversuche ist die Klassifikation nach DIN 10113-3 nicht anwendbar. Deshalb wird die Zahl Kolonie bildender Einheiten angegeben.

Tabelle 8: Oberflächenkeimgehalt – Auswerteschema gemäß DIN 10113-3

Klasse	KbE von	KbE bis
0	0	0
1	1	3
2	4	10
3	11	30
4	31	60
5	> 60 , aber nicht konfluierend	
6	Rasenwachstum, konfluierend	

6.2.2 Raumluft im Wellpappwerk

Parallel zur Bestimmung der Sporenbelastung direkt an den Verpackungsmaterialien und Packstücken sowie Paletten mittels Abklatschtechnik (vgl. 6.2.3ff) wurde mit Hilfe des Sedimentationsverfahrens (vgl. 6.2.1) die Raumluft an verschiedenen Stellen im Wellpappwerk untersucht (Proben 1-3, Tabelle 9). Zusätzlich wurde eine Abklatschprobe (Probe 4, Tabelle 9) von einer Staubschicht auf dem Schaltschrank genommen. Das Schimmelwachstum auf den Nährböden ist beispielhaft in Abb. 14 dargestellt.

Tabelle 9: Luftkeime an verschiedenen Stellen im Wellpappewerk

Probe Nummer	Ort der Probenahme
1	Versandlagerhalle
2	Produktionshalle direkt neben der Wellpappemaschine (WPA)
3	Schaltschrank in der Mitte der Produktionshalle
4	Staub auf Oberfläche Schaltschrank (Abklatschprobe)

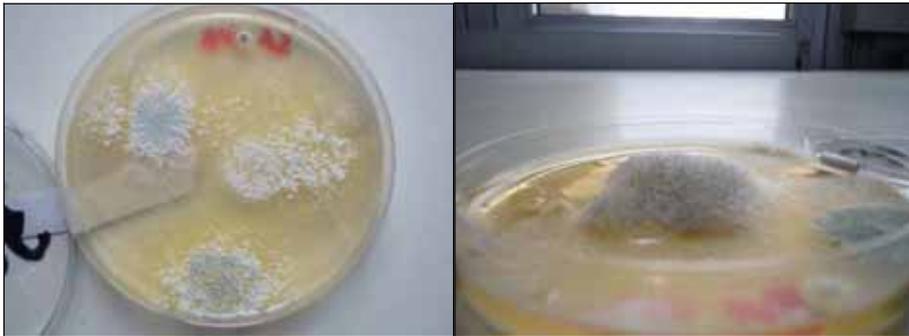


Abb. 14: Schimmelpilzwachstum nach 48 h Inkubation – Probe 2 (li.) und Probe 3 (re.)

Die Ergebnisse sind in Abb. 15 dargestellt. Die Menge der Pilzkolonien auf den Luftkeimplatten ist unterschiedlich: Die Probe 1 (im Versandlager) war am geringsten belastet, dort sind nur 2 Pilzkolonien nach 72 h Bebrütungszeit gewachsen. Die Luftkeimplatten an den Probenstellen 2 und 3 zeigen im Vergleich zu Probe 1 ein starkes Pilzwachstum.

Offensichtlich spielt das Mikroklima mit örtlich unterschiedlichen Luftströmungen in einer Produktions- bzw. Lagerhalle eine Rolle in der Dichte bzw. Verteilung von Pilzsporen und Bakterienzellen. Es gibt Bereiche mit deutlich höherer und solche mit geringerer Belastung. Es sollte bei der Interpretation dieser Messwerte aber auch berücksichtigt werden, dass die durchgeführten Probenentnahmen nur eine Momentaufnahme darstellen.

Erwartungsgemäß war die Staubschicht auf dem Schaltschrank (Probe 4) am stärksten mit Pilzsporen belastet. Die Sporen binden sich an Staubpartikel, sedimentieren mit diesen und reichern sich somit in einer mit dem bloßen Auge erkennbaren Staubschicht stark an. So lange diese trocken bleibt, können die Sporen nicht keimen, wohl aber bei Aufwirbelung der Staubpartikel durch Luftzug aufgewirbelt werden und an anderer Stelle erneut sedimentieren.

Unter Berücksichtigung der Sedimentationsdauer von 30 min. bei den Proben 1-3 und dem vergleichsweise langen Zeitraum^{VIII}, in dem sich die Staubschicht auf dem Schaltschrank gebildet hat (Probe 4), wird deutlich, dass längere Sedimentationsdauern zu einer größeren Sporenbelastung auf Oberflächen führen. Dies ist für die Lagerung von Packstücken und Verpackungsmaterial, welche z.T. über mehrere Wochen gelagert werden von signifikanter Bedeutung. Es davon auszugehen, dass die Sporenbelastung infolge der Sedimentation nach hinreichend langer Lagerdauer signifikant groß wird.

^{VIII} Der genaue Zeitraum ist nicht bekannt. Er wird auf mehrere Wochen geschätzt.

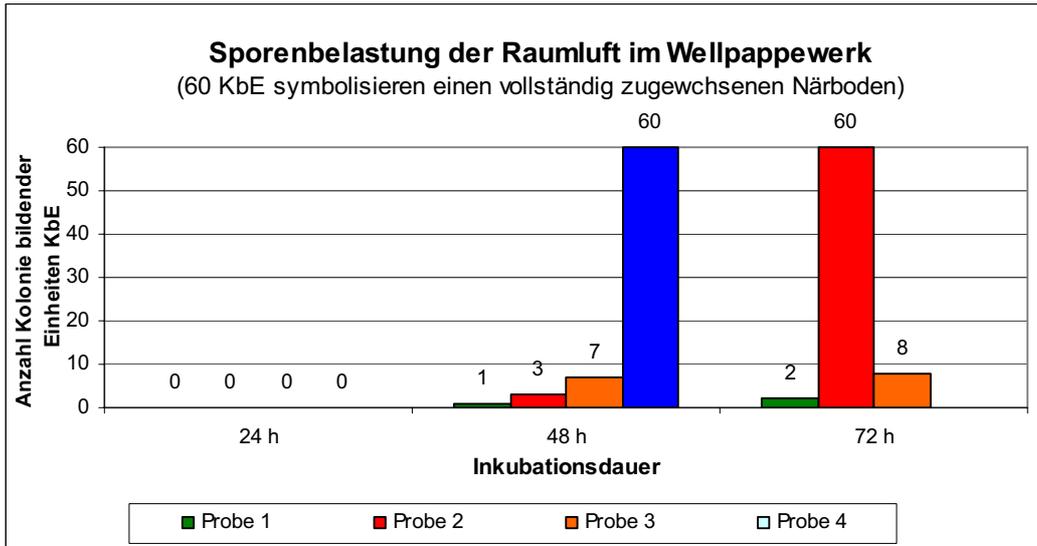


Abb. 15: Sporenbelastung der Raumluf im Wellpappewerk

6.2.3 Papiere für die Herstellung von Wellpappe

Die Papiere für die Herstellung von Wellpappe werden als Rollen im Rohstofflager aufbewahrt. Es wurden insgesamt 4 Papierrollen (2 x Testliner 100 braun, Kraftliner 200 weiß, Kraftliner 186 braun) untersucht, dabei jeweils die mit der Raumluf in Berührung kommende äußere Oberfläche (= Außenlage) der Papierrolle und die jeweils 7. Innenlage (von außen gezählt). Von beiden Papierlagen wurden jeweils die beiden Seitenflächen (Außenseite / Innenseite) abgeklatscht.

Die Ergebnisse zeigen eindeutig, dass die Papiere zur Herstellung von Wellpappe als sporenfrei einzuordnen sind. Offensichtlich sind die Temperaturen bei der Papierherstellung hoch genug, um evtl. Pilzkontaminationen des Rohmaterials (z. B. Altpapier) abzutöten.

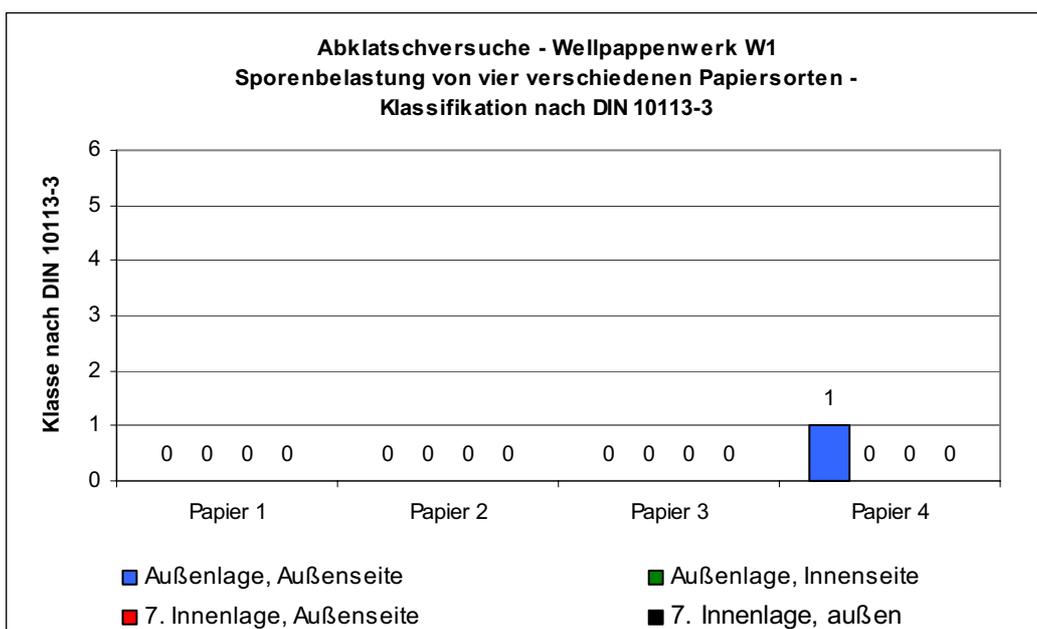


Abb. 16: Schimmelpilzbelastung am Rohstoff Papier

Sollten durch längere Lagerung die Außenseiten der Papierrollen durch sedimentierende Luftkeime (insbes. Pilzsporen) belastet werden, spielt dies für die Herstellung von Wellpappe offensichtlich keine Rolle, denn die ersten 3 - 4 Lagen einer jeden Papierrolle werden vor der Produktion abgerollt und verworfen. Des Weiteren werden die Randbereiche der Papierbahnen bei der Fertigung von Wellpappe abgeschnitten. Einer der beiden Randbereiche entspricht im noch gewickelten Zustand der Auflagefläche auf dem Fußboden in den Lagerräumen, die gegenüberliegende Seite steht mit der Raumluft in Kontakt oder wird durch eine überstapelte Papierrolle abgedeckt.

6.2.4 Stärkeleim zum Verkleben der Papierbahnen

Der Nährboden wurde für die Probennahme direkt mit dem Stärkeleim im Vorratsbehälter der WPA in Kontakt gebracht. Die anschließende Inkubation zeigte eine deutliche Kontamination des eingesetzten Stärkeleims. Die Bestimmung der KbE wurde bereits nach 48 h abgebrochen, da der Nährboden zu diesem Zeitpunkt bereits vollständig zugewachsen war.

Zunächst bleibt festzustellen, dass Stärke (die Hauptkomponente des Leims) durch alle Mikroorganismen abgebaut werden kann, ja sogar ein bevorzugtes Substrat darstellt. Von daher ist nicht verwunderlich, dass Mikroorganismen hier vorhanden sind (Abb. 17). Andererseits zeigt dieser Befund aber auch, dass die Temperaturen bei der Herstellung des Leims aus Stärke wie auch in dem Vorratsbehälter an der Maschine nicht hoch genug sind, um die Mikroorganismen abzutöten. Die Bildung zahlreicher Sporangien (Abb. 17-III) mit reifen und damit neuen infektiösen Sporen trat relativ schnell nach nur 48 h ein.



Abb. 17: I - Schimmelpilzkolonie aus dem Leim mit Sporenbildung, 30-fach;
 II - Schimmelpilzkolonie aus dem Leim vegetative Hyphen, 12-fach;
 III - reife Sporangien von Schimmelpilzen aus dem Leim, 22-fach;

Nach dem Auftragen des Leims auf die Decken- und Wellenbahnen zum Verkleben der beiden Komponenten sind die Temperaturen für die Trocknung offensichtlich hoch genug, um die Sporen abzutöten. Anders ist der negative Befund der o. g. fertigen Wellpappebögen und verarbeiteten Verpackungen nicht zu erklären (vgl. 6.2.5 und 6.2.6).

6.2.5 Packstoff Wellpappe

Es wurden insgesamt 4 verschiedene Wellpappen untersucht (Tabelle 10), dabei jeweils die mit der Raumluft und den Anlagenteilen in Berührung kommenden Außen- und Innendecken der Wellpappe sowie die dazwischen liegende Wellenbahn. Für die Probennahme an der Wellenbahn wurden die einzelnen Papierbahnen voneinander getrennt (Auseinanderziehen). Beim

Abklatschen der Wellbahnen wurden auch Teile des Klebstoffes mit erfasst. Jeweils fünf Proben pro Wellpappeart wurden direkt aus der WPA entnommen.

Tabelle 10: Zusammensetzung untersuchter Wellpappearten

Bezeichnung	Wellpappe 1	Wellpappe 2	Wellpappe 3	Wellpappe 4
Wellpappeart	Einwellig	Einwellig	Einwellig	Zweiwellig
Wellenart	B-Welle	B-Welle	B-Welle	B/C-Welle
Außendecke	Testliner 125 weiß	Testliner 120 braun	Testliner 125 weiß	Kraftliner braun 186
Wellenbahn 1	Wellenstoff 105	Wellenstoff 90	Wellenstoff 2 125	Wellenstoff 2 105
Mittelbahn	-	-	-	Schrenz 2 90
Wellenbahn 2	-	-	-	Wellenstoff 2 105
Innendecke	Testliner 125 weiß	Testliner braun 135	Kraftliner braun 125	Testliner braun 3 190

Abb. 18 zeigt die Anzahl Kolonie bildender Einheiten nach 7 Tagen Inkubation. Für jede Wellpappe und Papierbahn ist die Summe aller 5 Proben dargestellt. Auch diese Ergebnisse zeigen eindeutig, dass die eingesetzten Papiere und der daraus hergestellte Packstoff Wellpappe praktisch sporenfrei sind. Demnach sind die Temperaturen in der WPA hoch genug, um ggf. vorhandene Schimmelpilzsporen abzutöten.

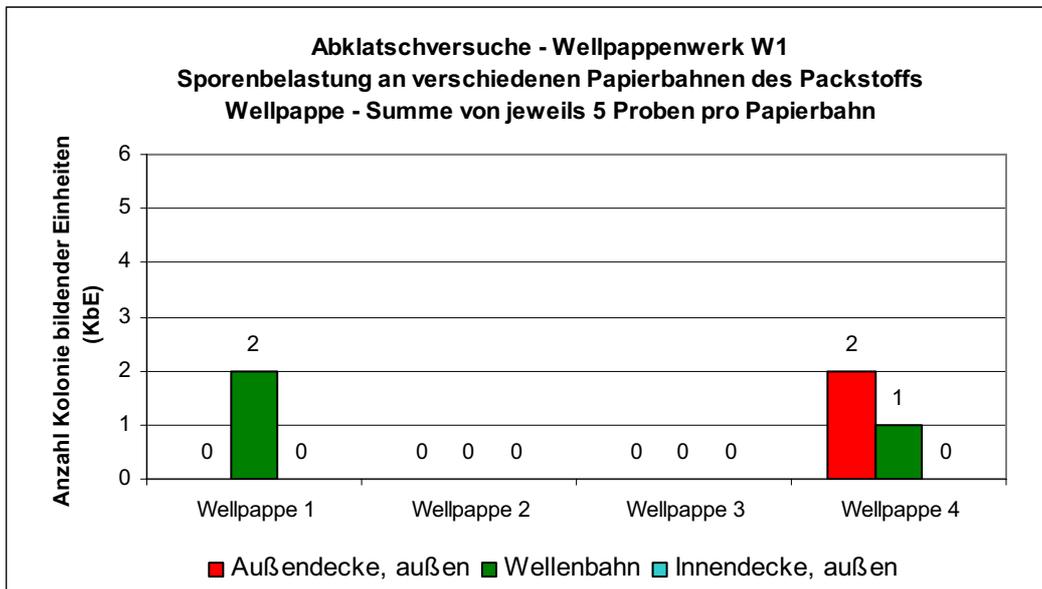


Abb. 18: Sporenbelastung bei der Herstellung des Packstoffes Wellpappe

Anhand der Anzahl Kolonie bildender Einheiten lässt sich die Zuordnung in Klassen gemäß DIN 10113-3 vornehmen (Abb. 19).

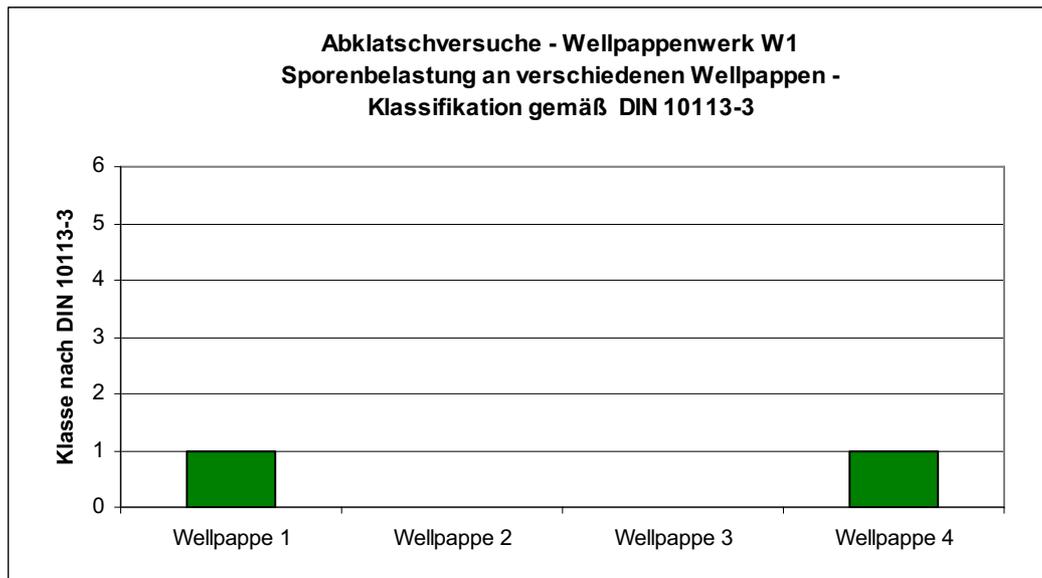


Abb. 19: Klassifikation der Sporenbelastung bei der Herstellung des Packstoffes Wellpappe gemäß DIN 10113-3

6.2.6 Verpackungen aus Wellpappe

Neben dem noch nicht weiterverarbeiteten Packstoff Wellpappe wurden drei fertige Verpackungen aus Wellpappe, d.h. durch Stanzen, Bedrucken und Falten weiter verarbeitete Wellpappen als Proben entnommen und untersucht. Bei diesen Verpackungen wurden jeweils nur die Außendecken betrachtet, da nur diese in direkten Kontakt mit der Verarbeitungsmaschine kommen. Die fünf Proben je Verpackungsart wurden direkt aus der Verarbeitungsmaschine entnommen.

Tabelle 11: Untersuchte Verpackungen aus Wellpappe

Bezeichnung	Verpackung 1	Verpackung 2	Verpackung 3
Außendecke	Kraftliner weiß	Testliner braun	Testliner weiß
Bedruckung	Ja	Ja	ja

Abb. 20 zeigt die Anzahl Kolonie bildender Einheiten nach 7 Tagen Inkubation. Für jede Verpackung ist die Summe aller 5 Proben dargestellt. Diese Ergebnisse zeigen eindeutig, dass auch die hergestellten Fertigprodukte praktisch sporenfrei sind. Die Klassifikation gemäß DIN 10113-3 ergibt somit für alle Verpackungen die Klasse 0.

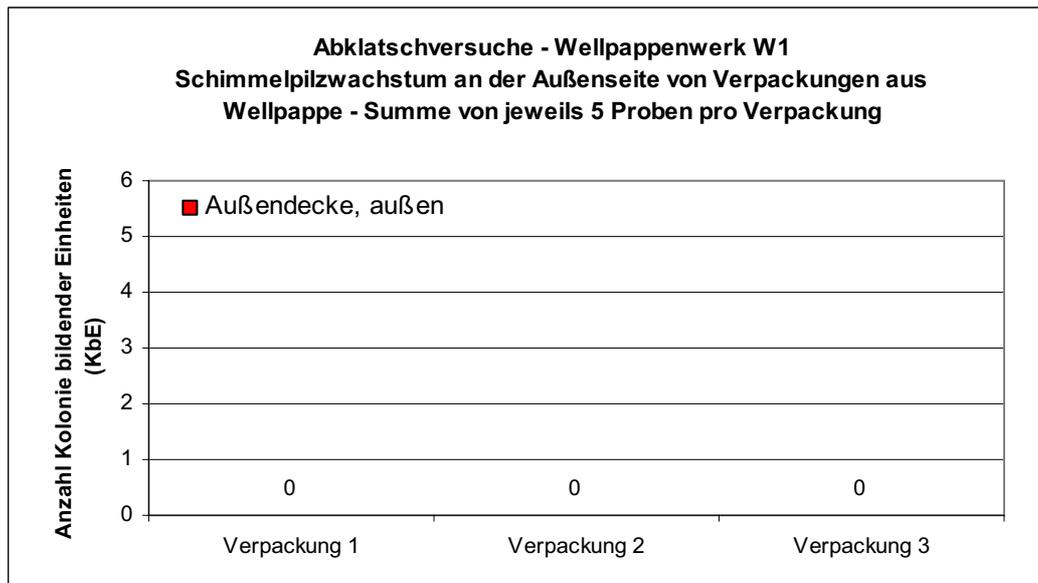


Abb. 20: Sporenbelastung verarbeiteter Verpackungen aus Wellpappe

6.3 Sporenbelastung im Teilwirkbereich Logistik

6.3.1 Verfahren zur Bestimmung der Sporenbelastung

Die Sporenbestimmung im Teilwirkbereich Logistik erfolgte unter Verwendung des in Abschnitt 6.2.1 beschriebenen Abklatschverfahrens, wobei die Proben direkt vor Ort abgeklatscht wurden, d.h. im Container bzw. an den Packstücken im Lager.

6.3.2 Lagerung neuer Verpackungen im Rohstofflager und Verpackungsbereich

Die Bestimmung der Sporenbelastung an Verpackungen aus Wellpappe, die direkt der Produktion bzw. aus der Verarbeitungsmaschine entnommen wurden, hat ergeben, dass diese Verpackungen nahezu sporenfrei sind (6.2.6). Um Kenntnis darüber zu erhalten, ob diese fabrikneuen Verpackungen bei den sich unmittelbar anschließenden Verpackungs- (z. B. Stapel der Verpackungen auf Palette), Handlings- und Transportprozessen mit Schimmelsporen kontaminiert werden, sind weitere Versuche notwendig.

Zu diesem Zweck wurden Ladeeinheiten untersucht, die bei einem verpackenden Unternehmen vom Wellpappehersteller angeliefert wurden und sich noch in Ihrem Anlieferungszustand im Rohstofflager befanden. Eine potentielle Sporenbelastung wäre damit den Verpackungs-, Handlings- und Transportprozessen zwischen der Produktion und der Anlieferung beim verpackenden Unternehmen (Anwender von Verpackungen aus Wellpappe) zuzuordnen.

Des Weiteren war die Sporenbelastung von Verpackungen zu erfassen, die bereits aus dem Rohstofflager zum Verpackungsprozess im Verpackungsbereich des Anwenders bereitgestellt waren. Bei diesen Paletten ist die vor Staub schützende Folie bereits entfernt und Teilmengen von Verpackungen können bereits entnommen sein.

6.3.2.1 Verpackungen im Rohstofflager

Die Ladeeinheiten mit fabrikneuen Verpackungen werden aus dem Wellpappwerk angeliefert und kommen beim Anwender i.d.R. zur Zwischenlagerung in das Rohstofflager. Um Kenntnis über den Zustand dieser Verpackungen zu erlangen wurden im Rohstofflager des Anwenders 1 die Verpackungen von fünf Ladeeinheiten untersucht. Es wurden pro Palette vier Schachteln aus vier verschiedenen Lagen der Palette untersucht und drei Abklatschproben je Schachtel genommen (Tabelle 12).

Tabelle 12: Probenentnahmen von Verpackungen im Rohstofflager

Probe Nr.	Beschreibung
1	Verpackung aus der obersten Lage, nach oben gerichtete Außenseite ^{IX}
2	Verpackung aus der obersten Lage, nach unten gerichtete Außenseite
3	Verpackung aus einer mittleren Lage, nach oben gerichtete Außenseite
4	Verpackung aus einer untersten Lage, nach unten gerichtete Außenseite (Kontakt mit der Palette)

Die Ergebnisse schwanken bei den einzelnen Proben relativ stark von Klasse 0 bis 6 gemäß DIN 10113-3 (Abb. 21). Die Probe 1 (oberste Lage, mit nach oben gerichteter Außenseite) war bei allen Verpackungen stets stark kontaminiert. Alle anderen Lagen waren bei den verschiedenen Verpackungen unterschiedlich stark belastet, wobei die Klasse 6 deutlich häufiger auftrat als die niedrigeren Klassen.

Die relativ starke Kontamination der obersten Lage (Probe 1) könnte auf die Sedimentation während der Wartezeit auf das Anbringen der Folienumhüllung zurückzuführen sein. Unterbrechungen beim Stapeln der Verpackungen auf die Palette könnten die Ursache für die Kontamination von Verpackungen aus der Zwischen- bzw. untersten Lage sein, da Verpackungen aus diesen Lagen beim Stapeln durch Unterbrechungen zeitweise ganz oben im Stapel gelegen haben könnten.

^{IX} Außenseite bezieht sich auf die Bezeichnung der Seiten des aufgestellten Packmittels (Schachtel). Bei zusammengelegten Schachteln, wie diese nach der Produktion auf Palette gelegt werden, und aufgestellten Schachteln ist immer dieselbe Fläche außen.

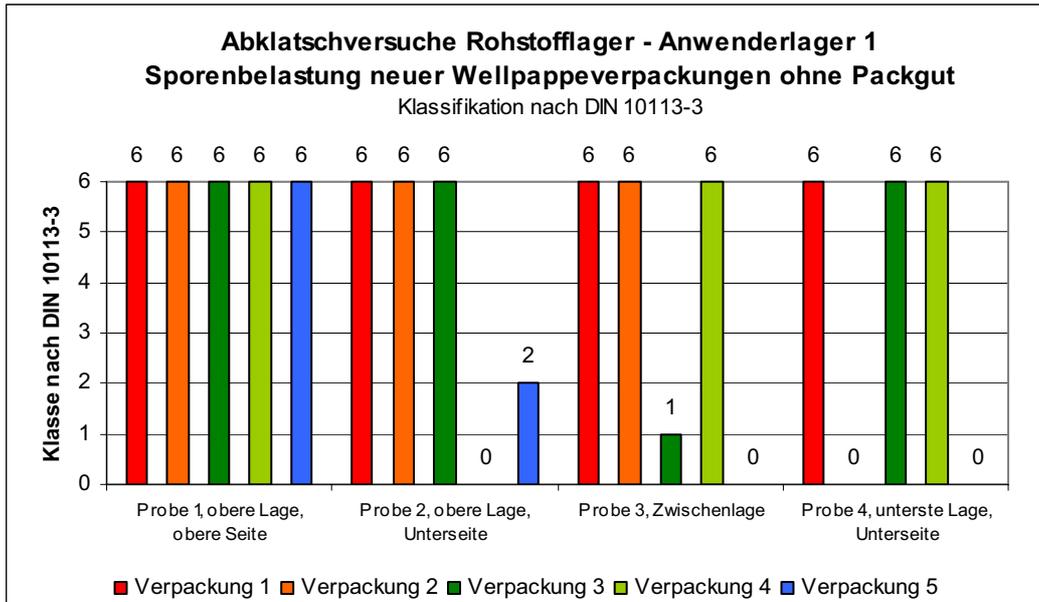


Abb. 21: Sporenbelastung an neuen Verpackungen im Rohstofflager

Zusammenfassend ist mit diesen Ergebnissen davon auszugehen, dass die Außenseiten von Verpackungen zum Zeitpunkt der Anwendung, d.h. beim Verpacken, meist relativ viele Sporen aufweisen.

6.3.2.2 Verpackungen im Verpackungsbereich

Für den Verpackungsprozess werden die Ladeeinheiten mit fabrikneuen Verpackungen aus dem Rohstofflager im Verpackungsbereich bereitgestellt und dort stückweise von der Palette entnommen. Zu diesem Zweck wird auch die Folienumhüllung, die u.a. dem Staubschutz dient, entfernt und die Packmittel sind direkt den Umgebungsbedingungen ausgesetzt. Es können sich dabei Schimmelsporen auf den Verpackungen ablagern.

Für die Untersuchungen wurden von vier Verpackungsarten jeweils fünf Proben abgeklatscht. Die vier Verpackungsarten entstammten jeweils vier verschiedenen Ladeeinheiten, die an unterschiedlichen Stellen im Verpackungsbereich standen. Jeder der fünf Nährböden wurde zudem an jeweils einer separaten Verpackung einer Verpackungsart abgeklatscht. Die im Stapel ganz oben liegende Verpackung wurde jeweils mit erfasst (Tabelle 13). Die Paletten standen bis auf eine Palette (Verpackung 1) bereits mehrere Tage mit entnommenen Teilmengen im Verpackungsbereich.

Tabelle 13: Probenentnahme Verpackungen im Verpackungsbereich

Probe Nr.	Beschreibung
1-3	Oberseite der Verpackung aus einer Zwischenlage der Paletteneinheit
4 und 5	Oberseite einer Verpackung in der obersten Lage der Paletteneinheit

Die Ergebnisse (Abb. 22) zeigen erwartungsgemäß, dass die Verpackungen aus der obersten Lage (Proben 4 und 5) jeweils am stärksten mit Schimmelsporen belastet sind. Dies ist auf die direkte Exposition dieser Proben zur Umgebungsluft zurückzuführen. Deutlich geringer belastet sind aber die Proben 4 und 5 der Verpackung 1. Der Grund dafür könnte die kürzere Aufenthaltsdauer der Ladeinheit mit diesen Verpackungen im Verpackungsbereich sein, da das Entfernen die Folienhülle noch nicht so lange her ist.

Die Proben aus den Zwischenlagen sind sehr unterschiedlich stark kontaminiert. Es ist daher zu vermuten, dass die Kontamination bereits beim Bilden der Paletteneinheit erfolgte und nicht im Verpackungsbereich durch die Sedimentation aus der Umgebungsluft.

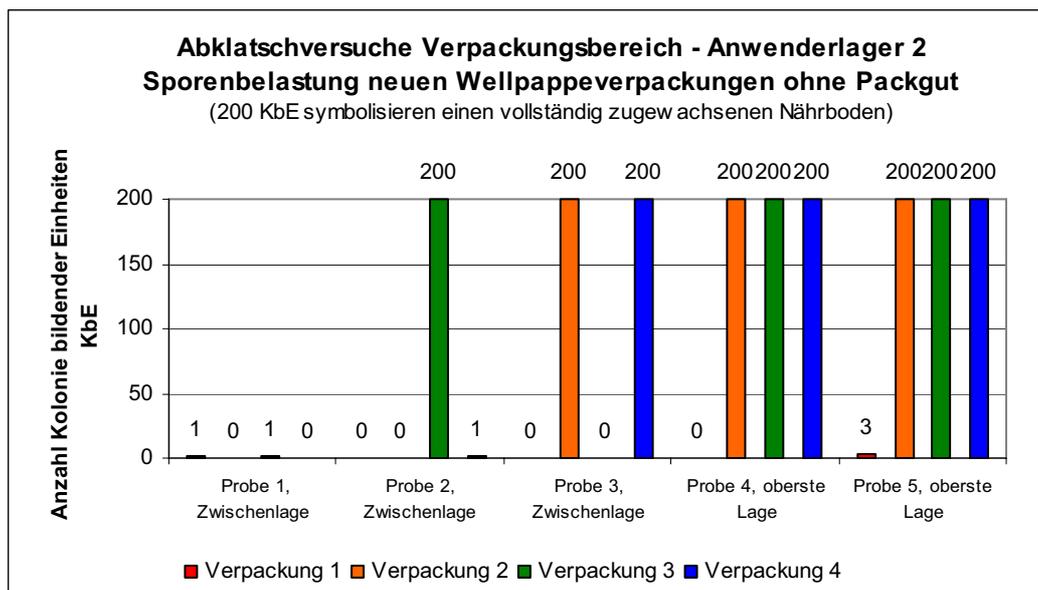


Abb. 22: Sporenbelastung an neuen Verpackungen im Verpackungsbereich

Zusammenfassend bleibt folgendes festzuhalten. Verpackungen, die in der obersten Lage von angebrochenen Paletten über mehrere Tage unabgedeckt liegen, sind mit einer großen Anzahl Schimmelsporen belastet. Darüber hinaus kann im Vorfeld beim Bilden der Paletteneinheiten mit den fabrikneuen Verpackungen (im Wellpappwerk) bereits eine Kontamination stattfinden. Dies kann z. B. durch Hautkontakt des Personals oder durch die Umgebungsluft geschehen, insbesondere wenn die Paletten mit Unterbrechung zusammengestellt werden und sich dadurch vor dem Anbringen der Folienhülle auf einzelnen Verpackungen Sporen ablagern.

6.3.3 Lagerung verpackter Produkte (Packstücke) im Versandlager

Wie die Untersuchungen der Raumluft im Wellpappwerk (vgl. 6.2.2) sowie die Lagerung fabrikneuer Verpackungen im Verpackungsbereich verdeutlicht haben (vgl. 6.3.2.2), sedimentieren in Staubschichten gebundene Schimmelpilzsporen aus der Raumluft auf Oberflächen von z. B. Verpackungen und Einrichtungen.

Um Kenntnis über den Einfluss der Lagerung von Packstücken bezüglich der Kontamination mit Schimmelsporen zu erlangen, sind weitere Versuche notwendig. Zu diesem Zweck wurde in zwei Unternehmen, die Verpackungen aus Wellpappe für ihre Produkte verwenden, unter-

sucht wie groß die Sporenbelastung an den Packstücken im Lager ist. Entsprechend wurden Abklatschproben (vgl. 6.3.1) von den Deck- und Seitenflächen sowie teilweise von den Innenseiten der Packstücke genommen und ausgewertet. Um den Einfluss der Lagerdauer auf die Größe der Sporenbelastung zu untersuchen, wurden Proben mit unterschiedlichem Einlagerungsdatum ausgewählt.

6.3.3.1 Packstücke in einen Ersatzteillager

Eine Versuchreihe wurde in einem Lager für Flugzeugersatzteile durchgeführt. Die Ersatzteile sind überwiegend in Wellpappeschachteln verpackt und liegen auf Paletten gestapelt in Hochregalen. Es sind aber i.d.R. keine kompletten Paletteneinheiten mit Folienumwicklung, sondern kleinere Anzahlen von Packtücken, die ohne Folienumhüllung auf den Paletten stehen. Die Ein- und Auslagerung erfolgt manuell durch das Lagerpersonal mit Hilfe von Kommissionierfahrzeugen mit Elektroantrieb. Der Lagerbereich mit den Hochregalen verfügte über keine Ladetore nach draußen. Diese sind über eine weitere Halle erreichbar, wodurch keine direkte Luftzirkulation über offen stehende Ladetore erfolgte.

Da in der Flugzeugindustrie jedes Ersatzteil vorgehalten werden muss, solange noch mindestens zwei Flugzeuge desselben Typs am Flugbetrieb teilnehmen, sind Lagerzeiten von bis zu 20 Jahren keine Seltenheit. Die gewählten Lagerzeiten sind in Tabelle 14 dargestellt.

Tabelle 14: Lagerdauer der Proben im Ersatzteillager

Probe Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Lagerdauer in Monaten	1	3	6	12	36	60	120	240

Von je fünf Packstücken aus jeder der acht Lagerdauern wurden jeweils eine Abklatschprobe von der Außenseite des Deckels und einer Seitenwand sowie der Innenseite einer Seitenwand genommen.

Die Untersuchungen ergaben die größte Sporenbelastung auf den Deckflächen von Packstücken, während die Seitenflächen außen deutlich geringer belastet sind (Abb. 23 und Abb. 24). Die geringste Sporenanzahl wurde im Inneren der Packstücke festgestellt (Abb. 25). Ein klarer Zusammenhang zwischen der Lagerdauer und der Größe der Sporenbelastung ist nicht erkennbar. Auch nach relativ kurzen Lagerdauern können bereits sehr viele Sporen sedimentiert sein. Sehr geringe Sporenablagerungen auf den Deckflächen und an den Außenseiten sind beispielsweise dadurch bedingt, dass einige Packstücke auch überstapelt oder von anderen Packstücken umgeben sind. Somit besteht bei diesen Packstücken kein direkter Kontakt mit der Umgebungsluft.

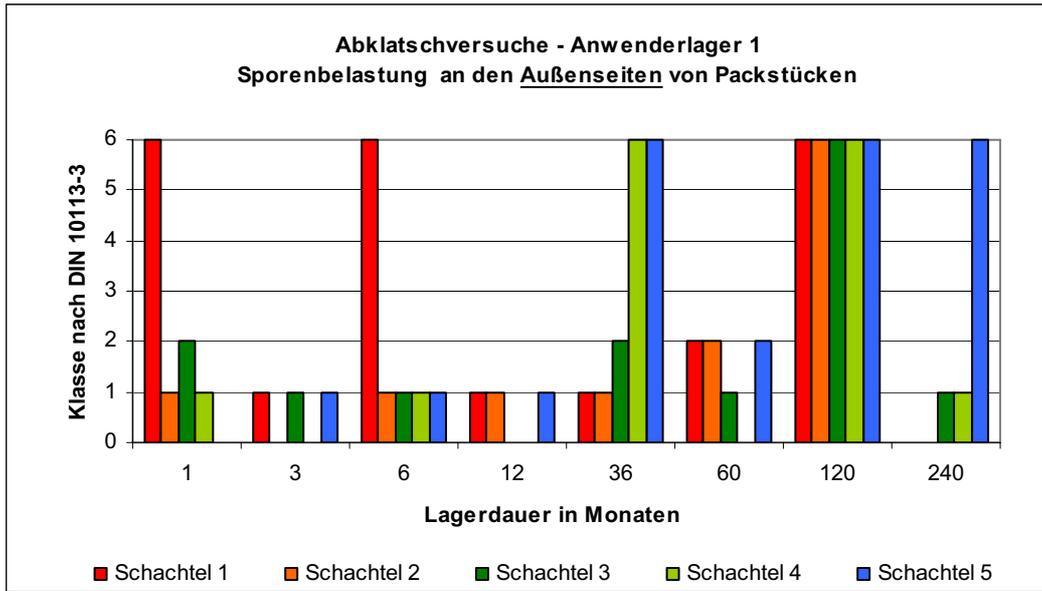


Abb. 23: Sporenbelastung an den Außenseiten von Packstücken – Lager 1

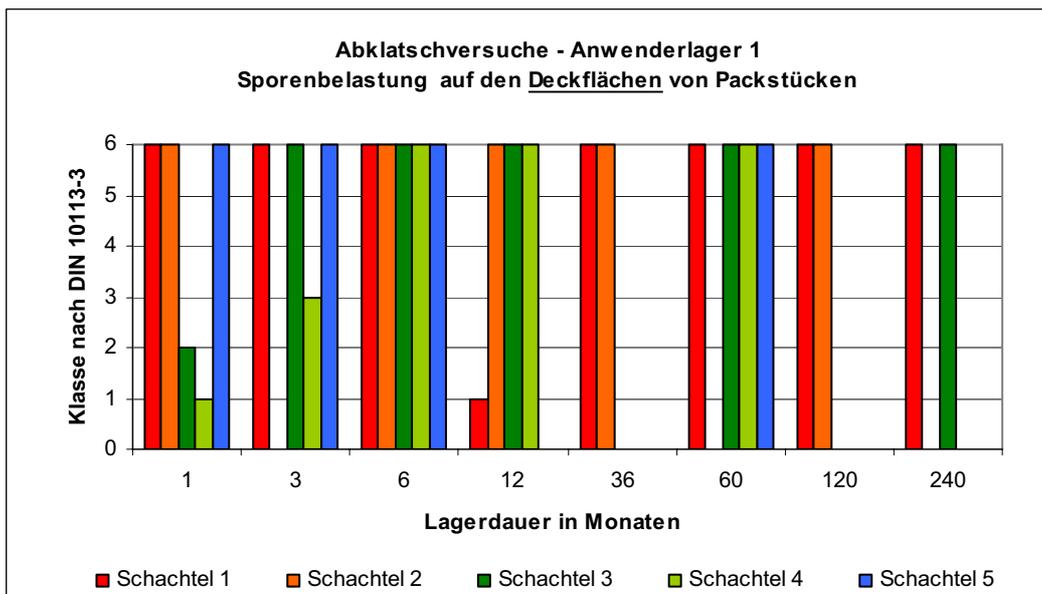


Abb. 24: Sporenbelastung auf den Deckflächen von Packstücken – Lager 1

Die Belastung im Inneren der Packstücke ist bis auf 3 Ausreißerwerte überwiegend sehr gering. Demzufolge besteht kein signifikantes Risiko der Kontamination des Packgutes durch die Verpackung.

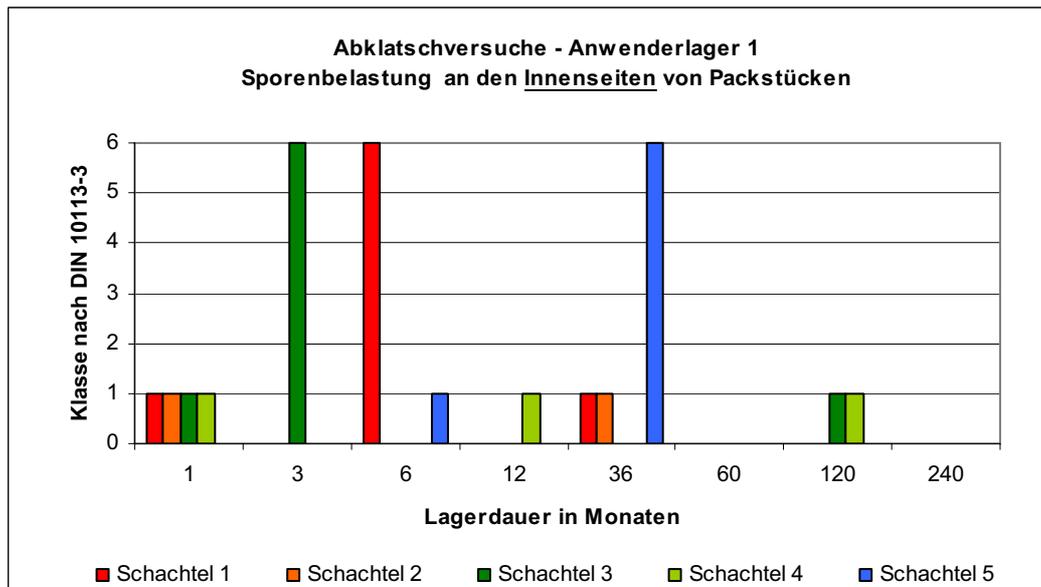


Abb. 25: Sporenbelastung an den Innenseiten von Packstücken – Lager 1

6.3.3.2 Packstücke in einen Absatzlager

Eine weitere Versuchsreihe wurde in einem Lager eines Automobilherstellers durchgeführt. In diesem Absatzlager werden die im Werk produzierten Fahrzeugteile bis zum Überseeversand zwischengelagert. Auf den Paletteneinheiten stehen i.d.R. eine oder mehrere Schachteln mit Fahrzeugteilen – je nach Größe des Fahrzeugteils. Die Paletteneinheiten werden in diesem Lager ohne Regale in Blöcken übereinander gestapelt. Im Vergleich zu dem Ersatzteillager (vgl. 6.3.3.1) ist die Lagerdauer mit wenigen Monaten relativ kurz. Das Lagergebäude verfügt über mehrere große Ladetore an zwei gegenüber liegenden Seiten, die aufgrund der häufigen Ein- und Auslagervorgänge während des gesamten Betriebes offen stehen. Die Paletteneinheiten werden von Gabelstaplern mit Verbrennungsmotoren bewegt.

In diesem Lager waren zum Zeitpunkt der Untersuchungen nur Packstücke mit einer Lagerdauer von ca. einem bzw. zwei Monaten verfügbar. Für beide Lagerdauern wurden von jeweils 15 Packstücken je eine Probe von der Deckfläche und eine von einer Seitenfläche genommen. Aus dem Inneren der Packstücke war eine Probennahme nicht möglich.

Die Ergebnisse bestätigen erwartungsgemäß, dass sich auf den Deckflächen in einem kürzeren Zeitraum deutlich mehr Schimmelpilzsporen ablagern, als an den äußeren Seitenflächen von Packstücken (Abb. 26 und Abb. 27). Schlussendlich sind beide Flächenarten nach maximal zwei Monaten aber in einem ähnlichen Ausmaß mit Sporen belastet. Bei den Seitenflächen war ungefähr die Hälfte der Schachteln nach einem Monat noch deutlich geringer belastet, als nach 2 Monaten (Abb. 26).

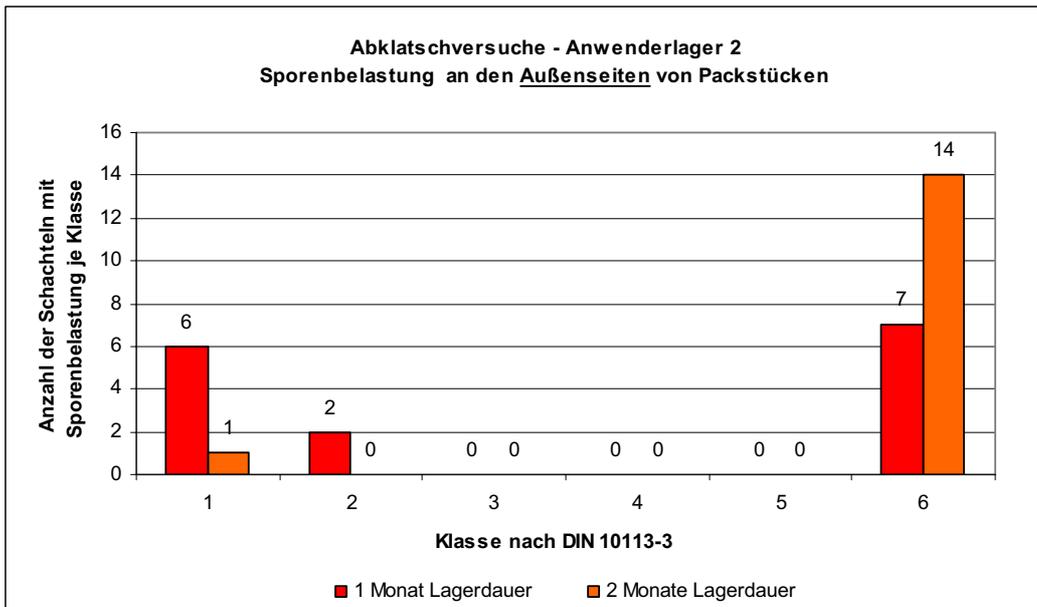


Abb. 26: Sporenbelastung an den Außenseiten von Packstücken – Lager 2

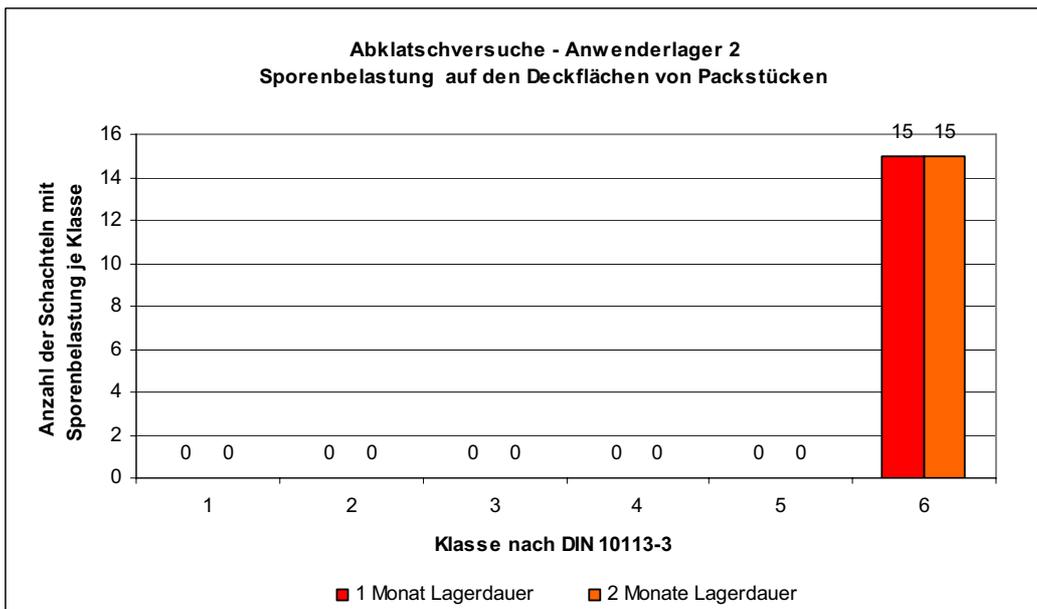


Abb. 27: Sporenbelastung auf den Deckflächen von Packstücken – Lager 2

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass sich während der Lagerung von Packstücken Sporen auf Packstücken und an deren Seitenflächen ablagern. In beiden Lagern ist auf den Deckflächen der Packstücke bereits nach ca. einem Monat eine Sporenanzahl vorhanden, die der höchsten Klasse 6 gemäß DIN 10113-3 entspricht. An den Seitenflächen wurde im Absatzlager ebenfalls die Klasse 6 bei der Mehrheit der Proben nach zwei Monaten Lagerdauer festgestellt. Für das Ersatzteillager lassen die ermittelten Ergebnisse keine genaue Aussage zu. Nach längeren Lagerzeiten waren zum Teil weniger Sporen nachgewiesen, als nach kürzeren und umgekehrt.

Generell wurden an den Seitenflächen der Packstücke im Ersatzteillager jedoch weniger Sporen festgestellt als an den Packstücken im Absatzlager. Dies könnte z. B. auf die unterschiedlichen baulichen und betrieblichen Gegebenheiten zurückzuführen sein, d.h. insbesondere die Antriebstechnik der Gabelstapler bzw. Kommissionierfahrzeuge sowie die überwiegend offenen bzw. geschlossenen Ladetore. Gabelstapler mit Verbrennungsmotor stoßen im Vergleich zu Elektromotoren Rußpartikel aus und durch permanent offene Ladetore gelangen zusätzliche Sporen aus der Umwelt in das Lager.

6.3.4 Stretchfolie für die Sicherung von Ladeeinheiten

Ein weit verbreitetes Verfahren zum Sichern von Packstücken auf Flachpaletten ist das Umwickeln mit Folie. Nach dem Dehnen^x der Folie beim Umwickeln wird die Sicherung der Paletteneinheit durch die Rückstellkräfte der Folien gewährleistet. Neben der Erhöhung der Festigkeit der Paletteneinheit bietet eine vollständige Umhüllung aus Folie auch einen Schutz vor Staubablagerungen direkt auf den Packstücken und erschwert den Durchgang von Feuchtigkeit in die Verpackungen aus z. B. Wellpappe.

Die Folie berührt die äußeren Packstücke einer Paletteneinheit bei diesem Verfahren direkt. Dadurch besteht die Möglichkeit der Kontamination von Wellpappe mit Schimmelsporen, die sich ggf. bereits auf der Folie befinden.

Zum Bewertung dieses Risikos wurden zehn verschiedene Dehnfolien hinsichtlich ihrer Kontamination mit Schimmelsporen untersucht. Folienbahnen werden als Rollen ausgeliefert. Für die Untersuchungen wurden pro Rolle drei Abklatschproben von verschiedenen Stellen einer Folienbahn genommen. Dazu wurden entsprechende Teile der Folienbahn abgewickelt.

Die Ergebnisse ergaben bei allen untersuchten Folien ein sehr geringes Risiko. Bis auf die Folie F9, bei der an jeder Probe eine Schimmelpilzkolonie gewachsen war, zeigten alle Folien kein Schimmelpilzwachstum. Folglich wurden die Ergebnisse gemäß DIN 10113-3 klassifiziert (Abb. 28).

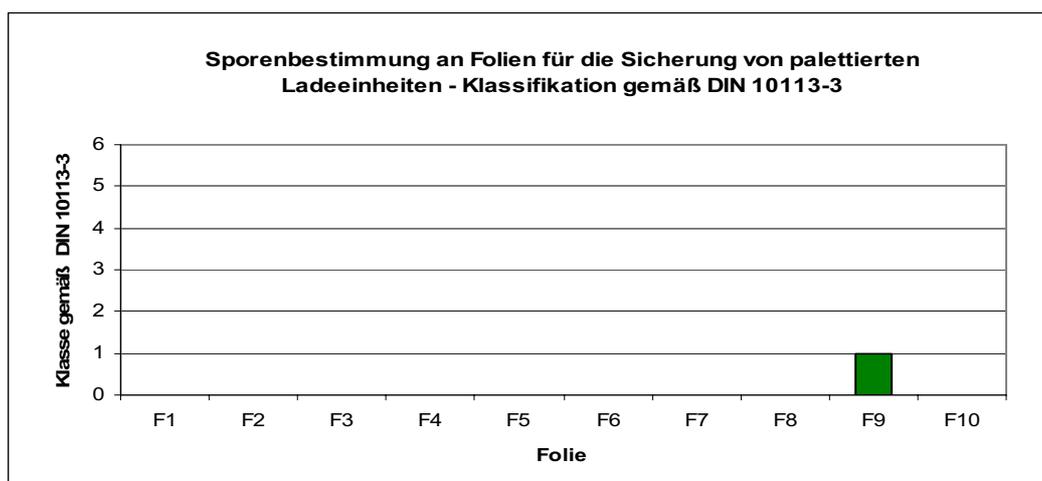


Abb. 28: Sporenbelastung verschiedener Folien für die Sicherung von palettieren Ladeeinheiten

^x Abgeleitet vom englischen Wort für dehnen „to stretch“ werden dieses Verfahren in der Praxis häufig auch als „Stretchen“ und die Dehnfolie als „Stretchfolie“ bezeichnet.

6.3.5 Holzpaletten

Es galt hierbei die Fragestellung zu klären, ob Wellpappeverpackungen durch den Kontakt mit Holzpaletten durch Schimmel bzw. Schimmelsporen kontaminiert werden können. Im Fertigungsablauf kommt dieser Kontakt zwangsläufig zustande, da fertige Verpackungen für den Versand zum Anwender auf Holzpaletten gelegt und gestapelt werden.

In einer ersten Untersuchung wurden bei dem selben Wellpappehersteller, bei dem die Untersuchungen an den Verpackungen durchgeführt wurden (vgl. 0), drei Paletten in unterschiedlichem Zustand untersucht. Eine Palette war nach ISPM15-Standard hitzebehandelt (HT - heat treatment). Die beiden anderen Paletten waren unbehandelt und neuwertig bzw. mit deutlichen Gebrauchsspuren versehen. Es wurde jeweils die Oberseite der Tragbretter an zwei diagonal gegenüberliegenden Stellen abgeklatscht. Die in Tabelle 15 dargestellte Zuordnung zu den Klassen nach DIN 10113-3 resultiert aus den Mittelwerten der beiden Proben.

Tabelle 15: Ergebnisse der Kontaminationsuntersuchungen von Palettenoberflächen

Probe	Inkubationsdauer	Klasse nach DIN 10133-3
EUR 800 x 1200 mm (ISPM15 – HT)	48 h	6
EUR 800 x 1200 mm (gebraucht, unbehandelt)	48 h	6
EUR 800 x 1200 mm (neu, unbehandelt)	48 h	6

Eine weitere Versuchsreihe wurde im Anwenderlager 2 durchgeführt. Dabei wurden zehn neuwertige Holzpaletten (P1-P10) im Lagerbereich abgeklatscht (Abb. 29). Alle Paletten waren gemäß ISPM15 hitzebehandelt und wiesen Staubablagerungen auf. Makroskopisch sichtbares Schimmelwachstum wurde jedoch nicht festgestellt.



Abb. 29: Holzpaletten im Anwenderlager 2

Die Ergebnisse nach 7 Tagen Inkubation zeigen eine sehr starke Belastung mit Schimmelsporen aller zehn Paletten und die entsprechende Einordnung in Klasse 6 nach DIN 10113-3 (Abb. 30).

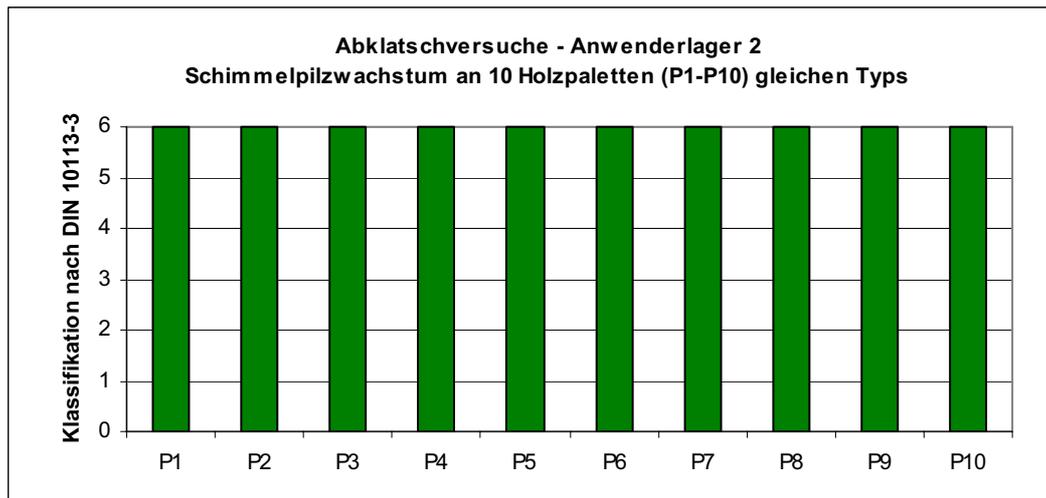


Abb. 30: Sporenbelastung von 10 Holzpaletten im Anwenderlager 2

Zurückzuführen ist die Kontamination im Wesentlichen auf Sporen in der sedimentierten Staubschicht. Zudem ist allgemein bekannt, dass die Hitzebehandlung nach ISPM15 Standard in den letzten Jahren vermehrt die Schimmelbildung an Holzpaletten begünstigt hat (vgl. 8.2.3).

Alle untersuchten Paletten, unabhängig ihres Zustandes, waren hochgradig mit Schimmelpilzsporen kontaminiert.

Ob dieser Befund jedoch für die Fragestellung, ob Wellpappen hierdurch kontaminiert werden können, relevant ist, kann derzeit noch nicht sicher beantwortet werden. Es wäre die Frage zu klären, ob die zu transportierenden Wellpappen direkt mit der Palettenoberseite in Kontakt kommen, oder jeweils ein Schutzpapier dazwischen gelegt wird. Dieser Frage müsste bei weiteren Untersuchungen noch einmal nachgegangen werden. Es wird jedoch vermutet, dass von den Paletten ein erhebliches Infektionsrisiko für Wellpappen ausgehen kann, was bei längeren Transportzeiten und ausreichender Luftfeuchtigkeit in Containern durchaus für Kontaminationen und Schimmelwachstum sorgen könnte.

6.3.6 Seefrachtcontainer

6.3.6.1 Ungereinigte Seefrachtcontainer

Neben der Betrachtung der Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe ist im Hinblick auf den Transport (Export nach Übersee) von in Wellpappeschachteln verpackten Produkten (z. B. Leder) auch das Kontaminationsrisiko durch den Überseecontainer zu untersuchen. Die Analysen konzentrierten sich auf die sog. ISO-Standardcontainer der Reihe 1 (20' und 40'), da diese mit Abstand am häufigsten eingesetzt werden und im Vergleich zu z. B. belüfteten Containern ein höheres Risikopotential zur Schimmelbildung aufweisen. Belüftete Container haben den Vorteil, dass Feuchtigkeit aus den Verpackungsmaterialien über die Luft in die Umgebung gelangen kann und sich dadurch günstige Wachstumsbedingungen für Schimmelpilze nicht so gut einstellen können, wie in geschlossenen Systemen.

In einer ersten Untersuchungsreihe wurde die Sporenbelastung von Containern bestimmt, die ohne Reinigung an die verladenden Unternehmen bereitgestellt werden. Die Probennahme

erfolgte mit dem Abklatschverfahren (6.3.1), wobei an insgesamt 10 Containern jeweils vier Stellen auf dem Containerboden und sechs Stellen an den Containerwänden abgeklatscht wurden. Bei der Auswahl der untersuchten Container wurde auf unterschiedliche Baujahre geachtet. Abb. 31 und Abb. 32 zeigen beispielhaft den Zustand der untersuchten Container.



Abb. 31: Ungereinigte Böden von Containern unterschiedlichen Baujahrs



Abb. 32: Ungereinigte Wände von Containern unterschiedlichen Baujahrs

Die Ergebnisse zeigen überwiegend eine sehr hohe Sporenbelastung sowohl an den Containerwänden, als auch des Containerbodens (Klasse 6 gemäß DIN 10113-3). Ein Zusammenhang zwischen der Belastungsintensität und dem Alter eines Containers besteht nicht (Abb. 33).

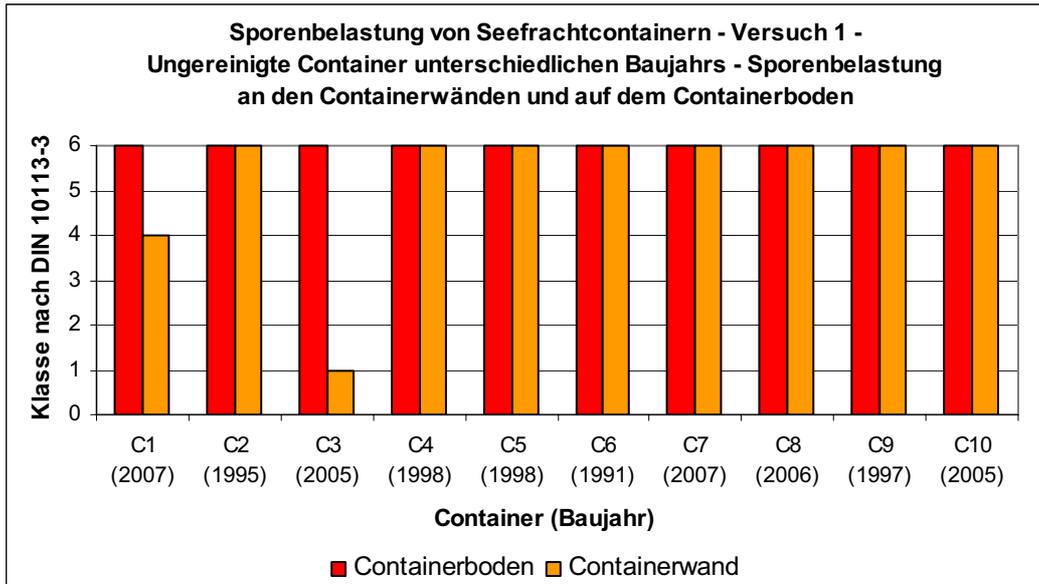


Abb. 33: Sporenbelastung von ungereinigten Seefrachtcontainern – Klassen gemäß DIN 10113-3

Die Darstellung der Anzahl der Kolonie bildenden Einheiten (der Grundlage für die Klassenzuordnung nach DIN 10113-3, vgl. Tabelle 8) verdeutlicht, dass die Containerwände tendenziell geringer mit Schimmelsporen belastet sind, als der Containerboden (Abb. 34).

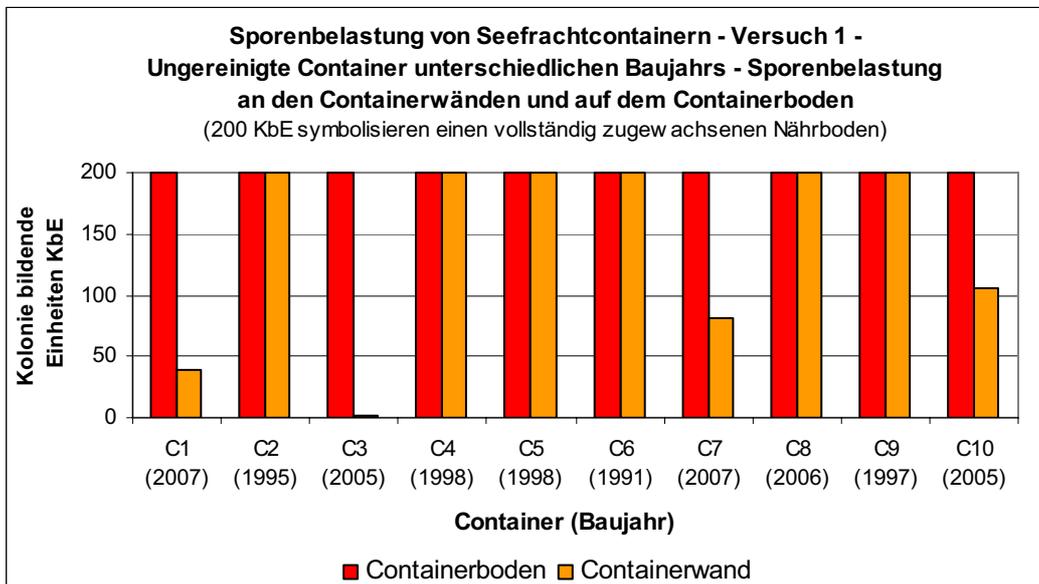


Abb. 34: Sporenbelastung von ungereinigten Seefrachtcontainern – Kolonie bildende Einheiten

6.3.6.2 Gereinigte Seefrachtcontainer

In einer zweiten Versuchsreihe stand die Wirksamkeit des verwendeten Reinigungsverfahrens^{XI} für Container im Mittelpunkt. Die Proben wurden vor und nach dem Reinigungsprozess des jeweiligen Containers entnommen. Abb. 35 zeigt beispielhaft das Innere eines Containers vor und nach der Reinigung



Abb. 35: Container vor (li.) und nach der Reinigung (re.)

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe belegen, dass das Reinigungsverfahren die Sporenbelastung im Container nicht signifikant senkt. Darüber hinaus bestätigen die Ergebnisse die schon in der ersten Versuchsreihe festgestellte Tendenz, dass die Containerwände geringer kontaminiert sind als die Containerböden (Abb. 36 und Abb. 37).

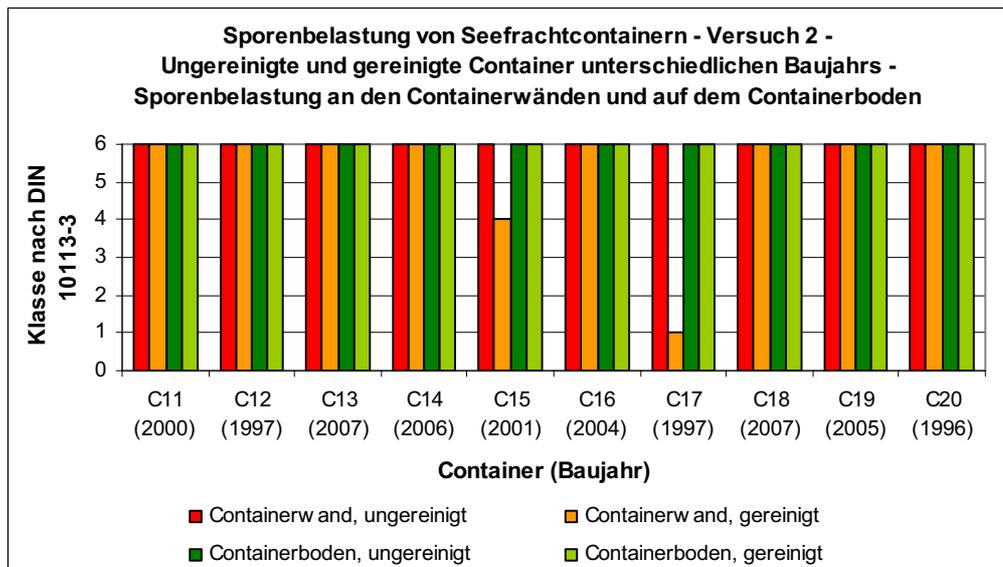


Abb. 36: Sporenbelastung von ungereinigten und gereinigten Seefrachtcontainern – aufgetragen in Klassen gemäß DIN 10113-3

^{XI} Eine Erläuterung des Verfahrens ist Anhang 5 / Punkt A 5.3.3 zu entnehmen.

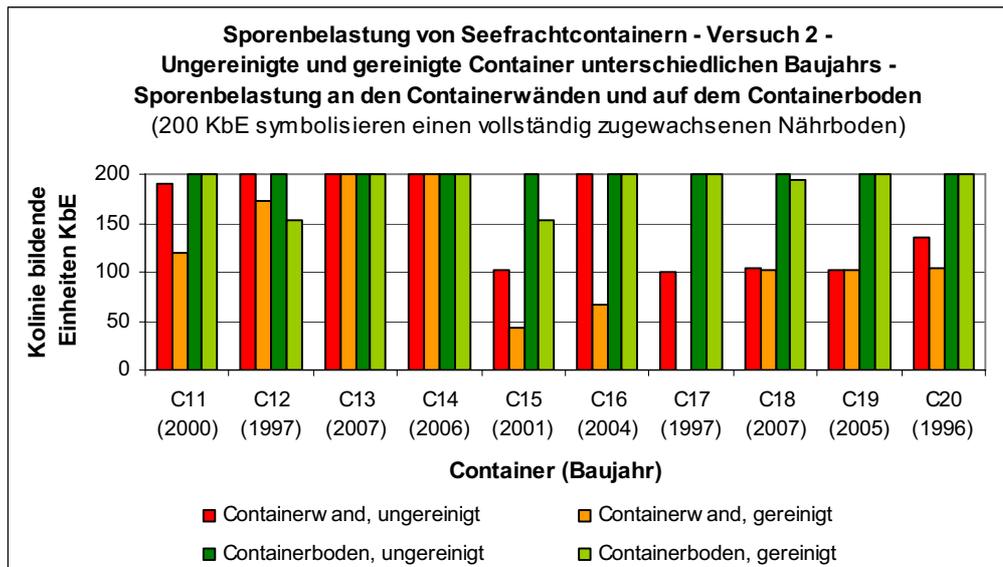


Abb. 37: Sporenbelastung von ungereinigten und gereinigten Seefrachtcontainern – aufgetragen als Kolonie bildende Einheiten

Zusammenfassend können Container als eine bedeutende Kontaminationsquelle durch Schimmelsporen bewertet werden, wobei der Containerboden i.d.R. stärker belastet ist, als die Wände. Zurückzuführen ist dies auf die Materialien, aus denen beide Komponenten geschaffen sind. Holz bietet als organischer Stoffe eine sehr gute Nahrungsgrundlage für Schimmelpilze, verglichen mit lackiertem Metall, aus dem die Containerwände hergestellt werden. Das Reinigen mit Wasser erzielt keine signifikante Verringerung der Sporenbelastung. Ein alternatives Desinfektionsverfahren wurde in Abschnitt 8.3.2 geprüft.

mit zwei Nummern beschriftet, wobei die erste Ziffer für den Teilprozess steht und die letzte Ziffer die Nummer der Gefahr des jeweiligen Teilprozesses bezeichnet (z. B. R-WW 1-3).

7.1.2 Durchführung und Ergebnisse

Die Risikoanalyse und -bewertung wurde für jeden Teilprozess durchgeführt und ist in den Anhängen 1 bis 3 detailliert dokumentiert.

- Anhang 1 – Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)
- Anhang 2 – Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)
- Anhang 3 – Herstellung von Fertigleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

In den folgenden drei Abschnitten sind die Ergebnisse der Risikoanalyse und -bewertung für alle Teilprozesse der drei Standardprozessabläufe zusammengefasst.

7.1.2.1 Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

Abb. 39 zeigt den Standardprozess der Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW).

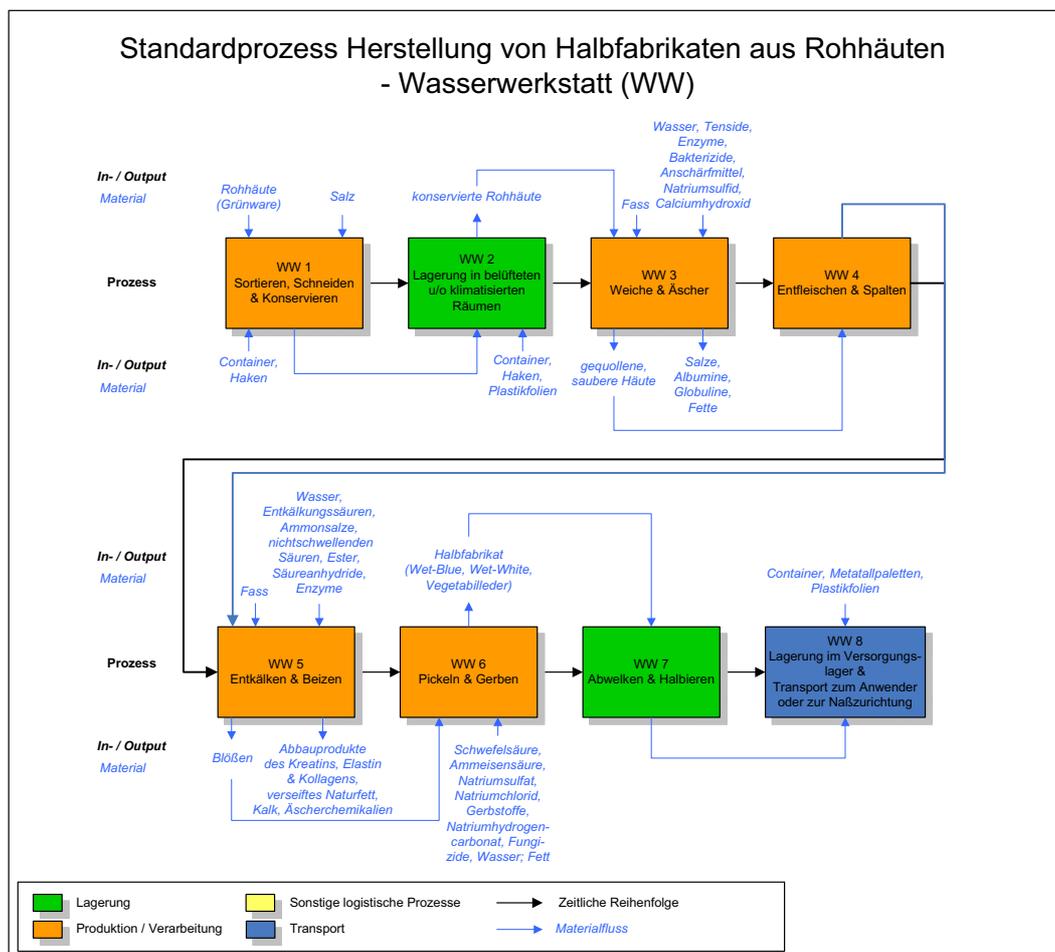


Abb. 39: Prozessablauf Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

Tabelle 16 zeigt, unter welchem Gliederungspunkt des Anhang 1 die Risikoanalyse und die Bewertung der Risiken pro Teilprozess zu finden ist.

Tabelle 16: Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoanalyse und -bewertung in Anhang ...
WW 1	Sortieren, Schneiden & Konservieren (Kühlen)	A 1.1
WW 2	Lagerung in klimatisierten Räumen	A 1.2
WW 3	Weiche & Äscher	A 1.3
WW 4	Entfleischen & Spalten	A 1.4
WW 5	Entkälken & Beizen	A 1.5
WW 6	Pickeln & Gerben	A 1.6
WW 7	Abwelken & Halbieren	A 1.7
WW 8	Transport & Lagerung	A 1.8

Die Anzahl der Gefährdungen kann für jeden Teilprozess unterschiedlich sein. Die Zahlen schwanken zwischen 0 (kein Risiko) und maximal fünf Gefährdungen. Alle Gefährdungen je Teilprozess sind zusammen mit der zugehörigen Risikoprioritätszahl in Tabelle 17 und Abb. 40 dargestellt.

Tabelle 17: Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoprioritätszahl pro Gefahr in einem Teilprozess (Gefahr Nr. 1-5)				
		1	2	3	4	5
WW 1	Sortieren, Schneiden & Konservieren (Kühlen)	20	15	30	4	30
WW 2	Lagerung in klimatisierten Räumen	20	20	3	-	-
WW 3	Weiche & Äscher	6	1	3	3	-
WW 4	Entfleischen & Spalten	6	16	-	-	-
WW 5	Entkälken & Beizen	6	1	6	3	-
WW 6	Pickeln & Gerben	4	1	10	32	-
WW 7	Abwelken & Halbieren	4	75	-	-	-
WW 8	Transport & Lagerung	4	36	32	-	-

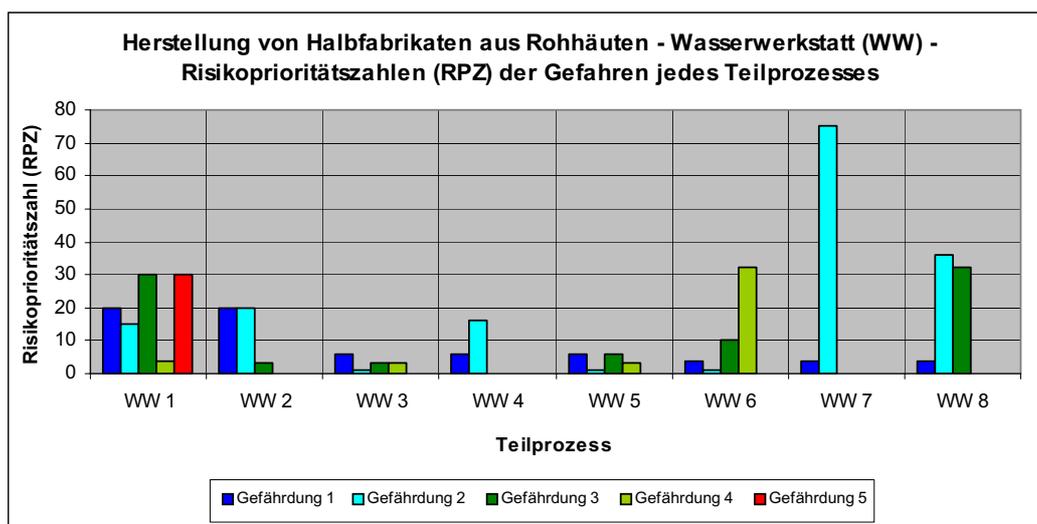


Abb. 40: Risikopriorität der Teilprozesse bei der Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

Die einzelnen Faktoren (Auftrittswahrscheinlichkeit A, Bedeutung für die Schadensentstehung B, Entdeckungswahrscheinlichkeit E), aus denen die Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet wurde, sind in der folgenden Tabelle für jede Gefährdung (Risiko) dargestellt.

Tabelle 18: Risikobewertung – Prozessablauf Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-WW 1-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	5	4	1	20
R-WW 1-2	Sporen und Staubablagerungen auf der Grünware (Vorkontamination)	5	3	1	15
R-WW 1-3	Schimmelpilzwachstum auf der Grünware (Vorkontamination)	3	5	2	30
R-WW 1-4	Sporenbefall des Konservierungssalzes	1	1	4	4
R-WW 1-5	Herstellungsbedingte Sporenkontamination der Grünware (z. B. über Container)	3	2	5	30
R-WW 2-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	5	4	1	20
R-WW 2-2	Sporenablagerungen auf der Grünware	2	2	5	20
R-WW 2-3	Schimmelpilzwachstum auf der Grünware	1	1	3	3
R-WW 3-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	3	2	1	6
R-WW 3-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-WW 3-3	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination (z. B. durch Wasser)	1	1	3	3

R-WW 3-4	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen	1	1	3	3
R-WW 4-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	3	2	1	6
R-WW 4-2	Herstellungsbedingte Sporenkontamination	2	2	4	16
R-WW 5-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	3	2	1	6
R-WW 5-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-WW 5-3	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination (z. B. durch Wasser)	2	1	3	6
R-WW 5-4	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen	1	1	3	3
R-WW 6-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-WW 6-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-WW 6-3	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination (z. B. durch Wasser)	2	1	5	10
R-WW 6-4	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen	4	4	2	32

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-WW 7-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-WW 7-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	5	3	5	75
R-WW 8-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-WW 8-2	Umgebungsbedingte Sporen und Staubablagerungen auf den Wet-Blues	4	3	3	36
R-WW 8-3	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues	4	4	2	32

Basierend auf der berechneten Risikoprioritätszahl (RPZ) kann nun die Prioritätenliste erstellt werden, welche die kritischen und weniger kritischen Gefahren ausweist. Damit wird es ermöglicht gezielt diejenigen Prozesse zu überwachen, von denen das größte Risiko für das Entstehen von Schäden durch Schimmelpilzwachstum ausgeht. Berücksichtigt sind auf dieser Liste alle diejenigen Gefahren, die auch überwacht werden können und bei denen im Falle von Abweichungen der Kontrollgröße entsprechende Korrekturmaßnahmen möglich sind, d.h. alle Gefahren, denen ein Kontrollpunkt Schimmel KS zugeordnet wurde (Tabelle 19).

Tabelle 19: Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

Priorität	Risiko	Beschreibung	RPZ	KS
hoch	R-WW 7-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	75	KS „Filzrollen“
mittel	R-WW 8-2	Umgebungsbedingte Sporen und Staubablagerungen auf den Wet-Blues	36	KS „Holzböcke“
	R-WW 6-4	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen	32	KS „Fungizidzugabe“
	R-WW 8-3	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues	32	KS „Lagerung & Transport“
	R-WW 1-3	Schimmelpilzwachstum auf der Grünware (Vorkontamination)	30	KS „Qualität der Grünware“

7.1.2.2 Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

Abb. 41 zeigt den Standardprozess der Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ).

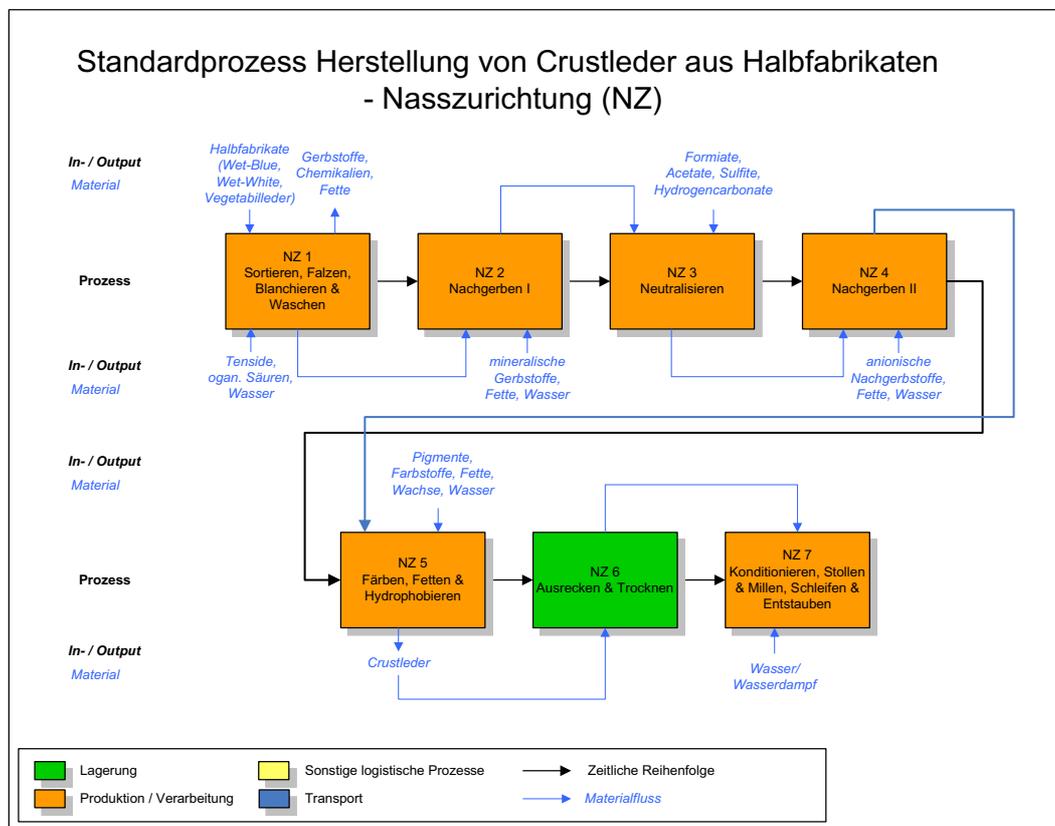


Abb. 41: Prozessablauf Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

Tabelle 20 zeigt, unter welchem Gliederungspunkt des Anhang 2 die Risikoanalyse und die Bewertung der Risiken pro Teilprozess zu finden ist.

Tabelle 20: Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoanalyse und -bewertung in Anhang ...
NZ 1	Sortieren, Falzen, Blanchieren & Waschen	A 2.1
NZ 2	Nachgerben I	A 2.2
NZ 3	Neutralisieren	A 2.3
NZ 4	Nachgerben II	A 2.4
NZ 5	Färben, Fetten & Hydrophobieren	A 2.5
NZ 6	Ausrecken & Trocknen	A 2.6
NZ 7	Konditionieren, Stollen & Millen, Schleifen & Entstauben	A 2.7

Die Anzahl der Gefährdungen kann für jeden Teilprozess unterschiedlich sein. Die Zahlen schwanken zwischen 0 (kein Risiko) und maximal vier Gefährdungen. Alle Gefährdungen je Teilprozess sind zusammen mit der zugehörigen Risikoprioritätszahl in Tabelle 21 und Abb. 42 dargestellt.

Tabelle 21: Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoprioritätszahl pro Gefahr in einem Teilprozess (Gefahr Nr. 1-4)			
		1	2	3	4
NZ 1	Sortieren, Falzen, Blanchieren & Waschen	4	48	1	1
NZ 2	Nachgerben I	4	1	1	2
NZ 3	Neutralisieren	4	1	1	2
NZ 4	Nachgerben II	4	1	1	2
NZ 5	Färben, Fetten & Hydrophobieren	4	1	1	2
NZ 6	Ausrecken & Trocknen	4	32	24	-
NZ 7	Konditionieren, Stollen & Millen, Schleifen & Entstauben	4	1	64	1

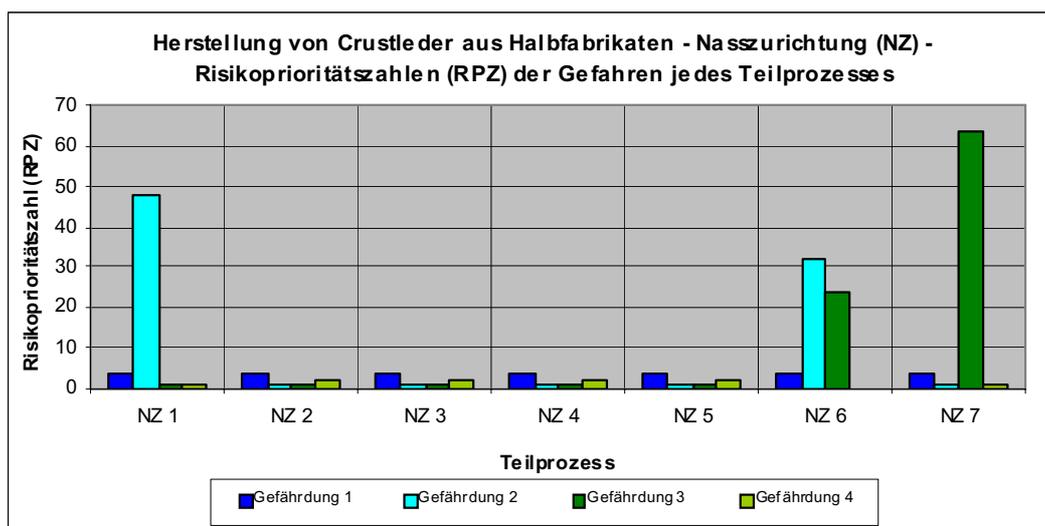


Abb. 42: Risikopriorität der Teilprozesse bei der Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

Die einzelnen Faktoren (Auftrittswahrscheinlichkeit A, Bedeutung für die Schadensentstehung B, Entdeckungswahrscheinlichkeit E), aus denen die Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet wurde, sind in der folgenden Tabelle für jede Gefährdung (Risiko) dargestellt.

Tabelle 22: Risikobewertung – Prozessablauf Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-NZ 1-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-NZ 1-2	Umgebungsbedingte Sporen- und Schimmelpilzkontamination beim Sortieren & Falzen	4	3	4	48
R-NZ 1-3	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-NZ 1-4	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination (z. B. durch Wasser) beim Blanchieren und Waschen	1	1	1	1
R-NZ 2-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-NZ 2-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-NZ 2-3	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	1	1	1	1
R-NZ 2-4	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues	1	1	2	2

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-NZ 3-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-NZ 3-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-NZ 3-3	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	1	1	1	1
R-NZ 3-4	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues	1	1	2	2
R-NZ 4-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-NZ 4-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-NZ 4-3	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	1	1	1	1
R-NZ 4-4	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues	1	1	2	2
R-NZ 5-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-NZ 5-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-NZ 5-3	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	1	1	1	1
R-NZ 5-4	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues	1	1	2	2
R-NZ 6-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-NZ 6-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	4	4	2	32
R-NZ 6-3	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern	3	4	2	24
R-NZ 7-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-NZ 7-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-NZ 7-3	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern während des Konditionierens und Stollens	4	4	4	64
R-NZ 7-4	herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination beim Konditionieren, Stollen, Millen, Schleifen & Entstauben	1	1	1	1

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-WW 6-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-WW 6-2	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	1	1	1	1
R-WW 6-3	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination (z. B. durch Wasser)	2	1	5	10
R-WW 6-4	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen	4	4	2	32
R-WW 7-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-WW 7-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	5	3	5	75
R-WW 8-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-WW 8-2	Umgebungsbedingte Sporen und Staubablagerungen auf den Wet-Blues	4	3	3	36
R-WW 8-3	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues	4	4	2	32

Basierend auf der berechneten Risikoprioritätszahl (RPZ) kann nun die Prioritätenliste erstellt werden, welche die kritischen und weniger kritischen Gefahren ausweist. Damit wird es ermöglicht gezielt diejenigen Prozesse zu überwachen, von denen das größte Risiko für das Entstehen von Schäden durch Schimmelpilzwachstum ausgeht. Berücksichtigt sind auf dieser Liste alle diejenigen Gefahren, die auch überwacht werden können und bei denen im Falle von Abweichungen der Kontrollgröße entsprechende Korrekturmaßnahmen möglich sind, d.h. alle Gefahren, denen ein Kontrollpunkt Schimmel KS zugeordnet wurde (Tabelle 23).

Tabelle 23: Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

Priorität	Risiko	Beschreibung	RPZ	KS
hoch	R-NZ 1-2	Umgebungsbedingte Sporen- und Schimmelpilzkontamination beim Sortieren & Falzen	75	KS „Räumlichkeiten“
	R-NZ 7-3	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern während des Konditionierens und Stollens	64	KS „Konditionieren“
mittel	R-NZ 6-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	32	KS „Trocknung“
keine	R-NZ 6-3	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern	24	KS „Trocknung“

7.1.2.3 Herstellung von Fertgleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

Abb. 43 zeigt den Standardprozess der Herstellung von Fertgleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF).

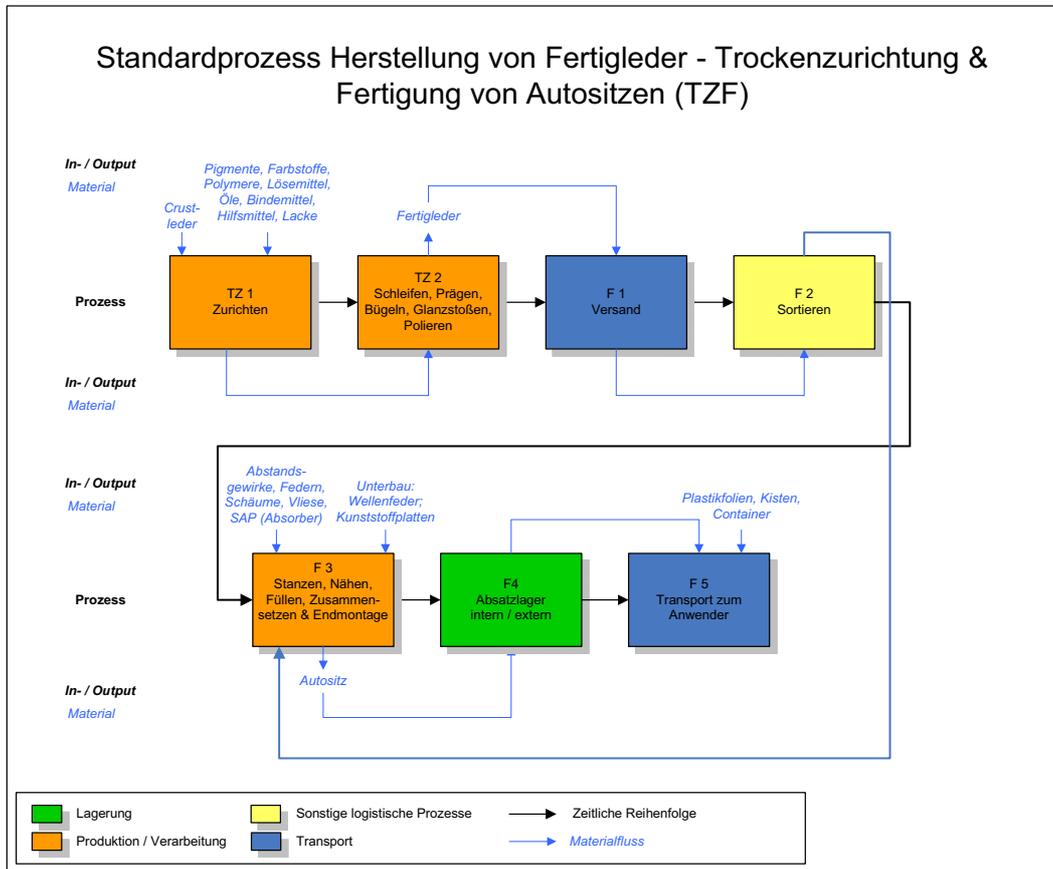


Abb. 43: Prozessablauf Herstellung von Fertgleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

Tabelle 24 zeigt, unter welchem Gliederungspunkt des Anhang 3 die Risikoanalyse und die Bewertung der Risiken pro Teilprozess zu finden ist.

Tabelle 24: Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Herstellung von Fertiglleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoanalyse und -bewertung in Anhang ...
NZ 1	Sortieren, Falzen, Blanchieren & Waschen	A 2.1
NZ 2	Nachgerben I	A 2.2
NZ 3	Neutralisieren	A 2.3
NZ 4	Nachgerben II	A 2.4
NZ 5	Färben, Fetten & Hydrophobieren	A 2.5
NZ 6	Ausrecken & Trocknen	A 2.6
NZ 7	Konditionieren, Stollen & Millen, Schleifen & Entstauben	A 2.7

Die Anzahl der Gefährdungen kann für jeden Teilprozess unterschiedlich sein. Die Zahlen schwanken zwischen 0 (kein Risiko) und maximal vier Gefährdungen. Alle Gefährdungen je Teilprozess sind zusammen mit der zugehörigen Risikoprioritätszahl in Tabelle 25 und Abb. 44 dargestellt.

Tabelle 25: Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Herstellung von Fertiglleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoprioritätszahl pro Gefahr in einem Teilprozess (Gefahr Nr. 1-3)		
		1	2	3
TZ 1	Zurichten	4	1	1
TZ 2	Schleifen, Prägen, Bügeln, Polieren	4	1	1
F1	Versand	4	24	32
F2	Sortieren	4	1	-
F3	Stanze, Nähen, Füllen, Zusammen- setzen und Endmontage	4	12	-
F4	Absatzlager – intern, extern	4	1	32
F5	Transport zum Anwender	4	1	32

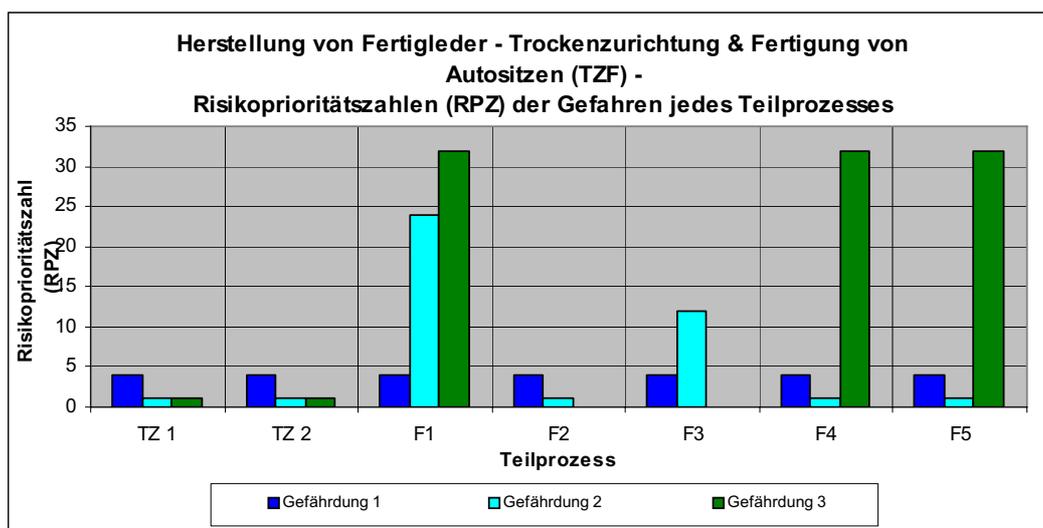


Abb. 44: Risikopriorität der Teilprozesse bei der Herstellung von Fertigleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

Die einzelnen Faktoren (Auftrittswahrscheinlichkeit A, Bedeutung für die Schadensentstehung B, Entdeckungswahrscheinlichkeit E), aus denen die Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet wurde, sind in der folgenden Tabelle für jede Gefährdung (Risiko) dargestellt.

Tabelle 26: Risikobewertung – Prozessablauf Herstellung von Fertigleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-TZ 1-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-TZ 1-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	1	1	1	1
R-TZ 1-3	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern	1	1	1	1
R-TZ 2-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-TZ 2-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	1	1	1	1
R-TZ 2-3	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern	1	1	1	1
R-F 1-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-F 1-2	Umgebungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzablagerung auf den Fertigledern	4	3	2	24
R-F 1-3	Schimmelpilzwachstum auf den Fertigledern	4	4	2	32
R-F 2-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-F 2-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	1	1	1	1

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-F 3-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-F 3-2	Herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	2	2	3	12
R-F 4-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-F 4-2	Umgebungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzablagerung auf den belederten Autositzen	1	1	1	1
R-F 4-3	Schimmelpilzwachstum auf den belederten Autositzen	4	4	2	32
R-F 5-1	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	2	2	1	4
R-F 5-2	Umgebungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzablagerung auf den belederten Autositzen	1	1	1	1
R-F 5-3	Schimmelpilzwachstum auf den belederten Autositzen	4	4	2	32

Basierend auf der berechneten Risikoprioritätszahl (RPZ) kann nun die Prioritätenliste erstellt werden, welche die kritischen und weniger kritischen Gefahren ausweist. Damit wird es ermöglicht gezielt diejenigen Prozesse zu überwachen, von denen das größte Risiko für das Entstehen von Schäden durch Schimmelpilzwachstum ausgeht. Berücksichtigt sind auf dieser Liste alle diejenigen Gefahren, die auch überwacht werden können und bei denen im Falle von Abweichungen der Kontrollgröße entsprechende Korrekturmaßnahmen möglich sind, d.h. alle Gefahren, denen ein Kontrollpunkt Schimmel KS zugeordnet wurde (Tabelle 27).

Tabelle 27: Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Herstellung von Fertigleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

Priorität	Risiko	Beschreibung	RPZ	KS
mittel	R-F 1-3	Schimmelpilzwachstum auf den Fertigledern	32	KS „Lagerung & Transport“
	R-F 4-3	Schimmelpilzwachstum auf den belederten Autositzen	32	KS „Lagerung“
	R-F 5-3	Schimmelpilzwachstum auf den belederten Autositzen	32	KS „Lagerung“
	R-F 1-2	Umgebungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzablagerung auf den Fertigledern	24	KS „Holzböcke & Wellpappe“

7.2 Teilwirkbereich Wellpappeherstellung und -verarbeitung und Logistik

7.2.1 Standardprozessabläufe

Alle einzelnen Teilprozesse in diesem Teilwirkbereich wurden in drei Standardprozessabläufen gruppiert, um diese systematisch gemäß der Vorgehensweise des HACCP-Konzepts (vgl. 5.2). auf potentielle Gefahren zu untersuchen und die Risiken zu bewerten (vgl. 5.3). Die drei Standardprozessabläufe sind in Abb. 5 als Überblick mit ihren Schnittstellen und im Detail in den folgenden Abschnitten dargestellt. Sind wie folgt bezeichnet:

- Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW / Abb. 46)
- Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW / Abb. 48)
- Containerreinigung und -bereitstellung (CRB / Abb. 50)

Die Bezeichnung der Teilprozesse innerhalb jeder der drei Gruppen setzt sich jeweils aus der Kurzbezeichnung der Gruppe (HVW, AVW oder CRB) sowie einer fortlaufenden Nummer zusammen, z.B. HVW 1.

Die Bezeichnung der Risiken, die aus den ermittelten Gefahren abgeleitet wurden, ist alphanumerisch gewählt (vgl. Tabelle 30, Tabelle 34 und Tabelle 38). Sie beginnt mit dem Buchstaben „R“ für Risiko. Es schließt sich die Kurzbezeichnung des zugehörigen Standardprozessablaufes mit der Nummer des Teilprozesses (z.B. HVW 1, AVW 9 oder CRB 20) an. Die letzte Ziffer bezeichnet die Nummer der Gefahr des jeweiligen Teilprozesses.^{XII}

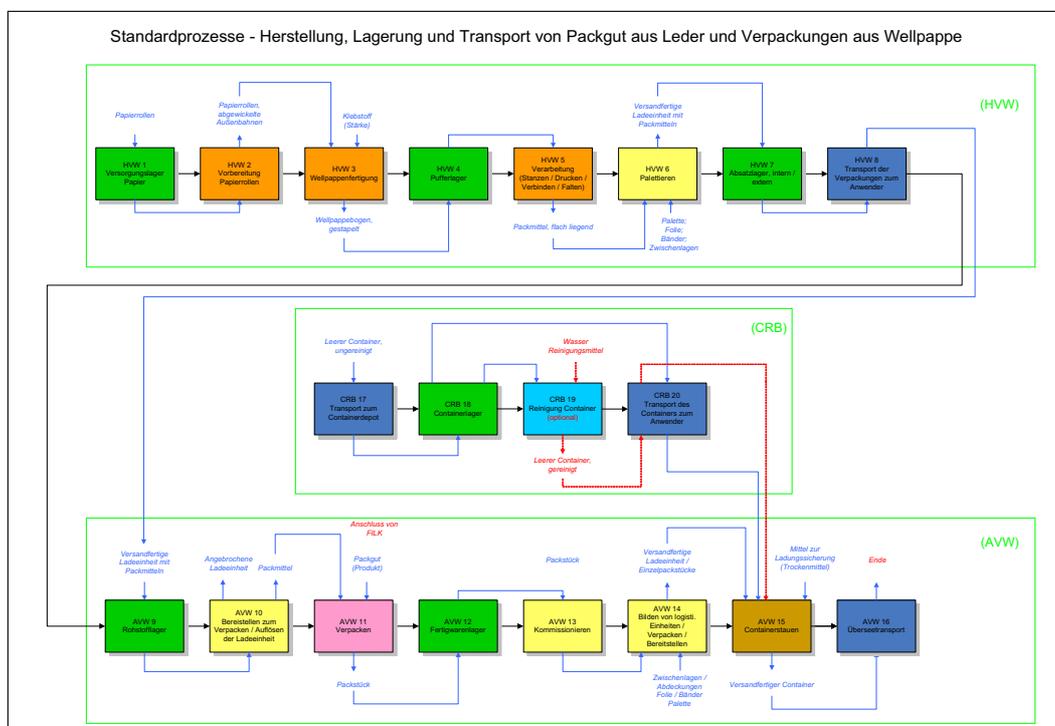


Abb. 45: Übersicht der Prozesse im Teilwirkbereich Wellpappeherstellung und -verarbeitung und Logistik

^{XII} z.B. R-HVW 1-1 bezeichnet das Risiko der Gefährdung 1 im Prozess HVW 1

7.2.2 Durchführung und Ergebnisse

Die Risikoanalyse und -bewertung wurde für jeden Teilprozess durchgeführt und ist in den Anhängen 4 bis 6 detailliert dokumentiert.

- Anhang 4 – Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)
- Anhang 5 – Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)
- Anhang 6 – Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)

In den folgenden drei Abschnitten sind die Ergebnisse der Risikoanalyse und -bewertung für alle Teilprozesse der drei Standardprozessabläufe zusammengefasst.

7.2.2.1 Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)

Abb. 46 zeigt den Standardprozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW).

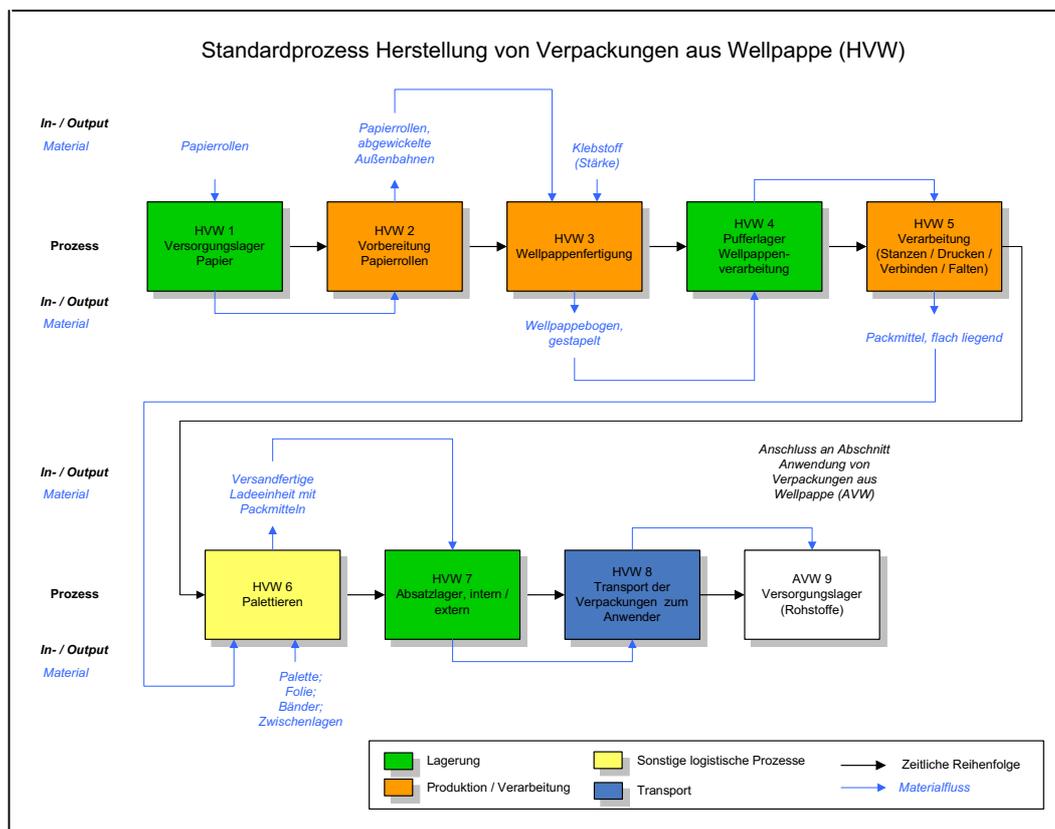


Abb. 46: Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)

Tabelle 28 zeigt unter welchem Gliederungspunkt des Anhang 4 die Risikoanalyse und die Bewertung der Risiken pro Teilprozess zu finden ist.

Tabelle 28: Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoanalyse und -bewertung in Anhang ...
HVW 1	Versorgungslager Papier	A 4.1
HVW 2	Vorbereitung Papierrollen	A 4.2
HVW 3	Wellpappenfertigung	A 4.3
HVW 4	Pufferlager	A 4.4
HVW 5	Verarbeitung	A 4.5
HVW 6	Palettieren	A 4.6
HVW 7	Absatzlager	A 4.7
HVW 8	Transport der Verpackungen zum Anwender	A 4.8

Die Anzahl der Gefährdungen für kann jeden Teilprozess unterschiedlich sein. Die Zahlen schwanken zwischen 0 (kein Risiko) und maximal sieben Gefährdungen. Alle Gefährdungen je Teilprozess sind zusammen mit der zugehörigen Risikoprioritätszahl in Tabelle 29 und Abb. 47 dargestellt.

Tabelle 29: Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoprioritätszahl pro Gefahr in einem Teilprozess (Gefahr Nr. 1-7)						
		1	2	3	4	5	6	7
HVW 1	Versorgungslager Papier	4	4	15	-	-	-	-
HVW 2	Vorbereitung Papierrollen	4	-	-	-	-	-	-
HVW 3	Wellpappenfertigung	25	24	-	-	-	-	-
HVW 4	Pufferlager	15	-	-	-	-	-	-
HVW 5	Verarbeitung	12	-	-	-	-	-	-
HVW 6	Palettieren	32	40	30	30	9	16	5
HVW 7	Absatzlager	16	5	-	-	-	-	-
HVW 8	Transport der Verpackungen zum Anwender	9	15	-	-	-	-	-

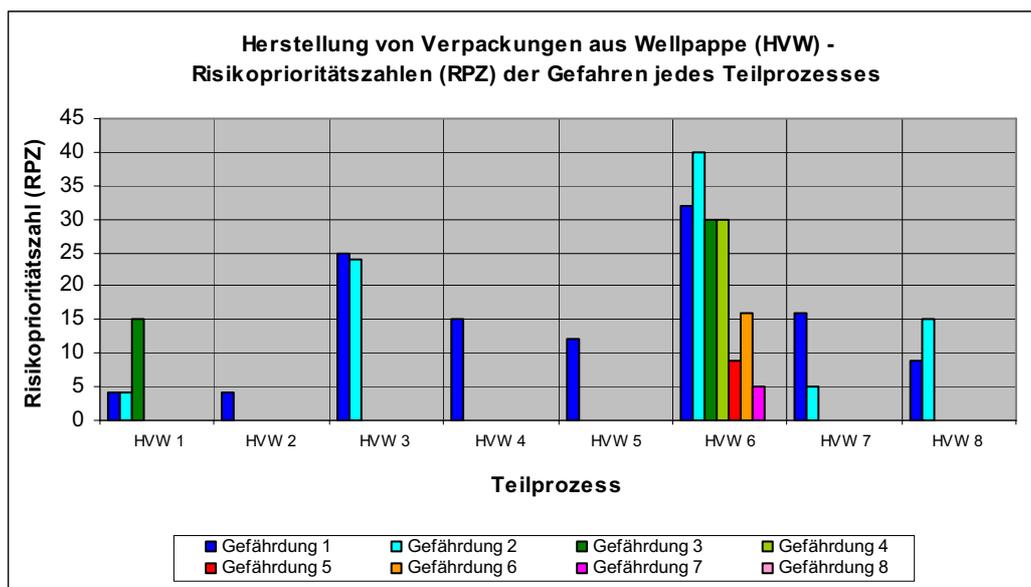


Abb. 47: Risikopriorität der Teilprozesse bei der Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)

Die einzelnen Faktoren (Auftrittswahrscheinlichkeit A, Bedeutung für die Schadensentstehung B, Entdeckungswahrscheinlichkeit E), aus denen die Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet wurde, sind in der folgenden Tabelle für jede Gefährdung (Risiko) dargestellt.

Tabelle 30: Risikobewertung – Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-HVW 1-1	Sporen und Staubablagerungen auf Papierrollen aus der Umgebungsluft	4	1	1	4
R-HVW 1-2	Sporenablagerungen im Inneren der Papierrollen bei der Papierherstellung	1	1	4	4
R-HVW 1-3	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilzwachstum auf Oberflächen	3	5	1	15
R-HVW 2-1	Mit Sporen oder Schimmelpilzen befallene Papiere gelangen in die Fertigungsanlage.	2	2	1	4
R-HVW 3-1	Schimmelsporen im Stärkeleim	5	5	1	25
R-HVW 3-2	Sporen und Staubablagerungen auf der Anlage (Walzen, Transportbändern etc.) aus der Umgebungsluft	2	3	4	24
R-HVW 4-1	Sporen und Staubablagerungen auf gestapelten Wellpappebögen aus der Umgebungsluft (Sedimentation)	5	3	1	15
R-HVW 5-1	Sporen und Staubablagerungen auf Komponenten der Verarbeitungsanlage (Walzen, Transportbändern etc.) aus der Umgebungsluft.	1	3	4	12

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-HVW 6-1	Erhöhte Materialfeuchte der Holzpaletten	4	4	2	32
R-HVW 6-2	Schimmel- / Stockflecken an Holzpaletten	4	5	2	40
R-HVW 6-3	Sporen im Staub auf Holzpaletten	5	3	2	30
R-HVW 6-4	Sporen und Staub aus der Umgebungsluft auf flach liegendem Packmittel durch Unterbrechung des Stapels	5	3	2	30
R-HVW 6-5	Folienumhüllung der Ladeeinheit als Staubschutz ist nicht vorhanden.	3	3	1	9
R-HVW 6-6	Folienunterlage zum Vermeiden von Feuchtigkeit, die durch die Palette eindringt, ist nicht vorhanden.	4	4	1	16
R-HVW 6-7	Kontamination mit Sporen durch Kontakt mit der Folie	1	1	5	5
R-HVW 7-1	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen	4	4	1	16
R-HVW 7-2	Sporen und Staubablagerungen auf Ladeeinheiten aus der Umgebungsluft	5	1	1	5
R-HVW 8-1	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Fahrzeug) für Schimmelpilze auf Oberflächen.	3	3	1	9
R-HVW 8-2	Sporen bzw. Schimmelpilze im Laderaum des Fahrzeugs (z.B. an den Wänden und auf dem Boden)	5	3	1	15

Basierend auf der berechneten Risikoprioritätszahl (RPZ) kann nun die Prioritätenliste erstellt werden, welche die kritischen und weniger kritischen Gefahren ausweist. Damit wird es ermöglicht gezielt diejenigen Prozesse zu überwachen, von denen das größte Risiko für das Entstehen von Schäden durch Schimmelpilzwachstum ausgeht. Berücksichtigt sind auf dieser Liste alle diejenigen Gefahren, die auch überwacht werden können und bei denen im Falle von Abweichungen der Kontrollgröße entsprechende Korrekturmaßnahmen möglich sind, d.h. alle Gefahren, denen ein Kontrollpunkt Schimmel KS zugeordnet wurde (Tabelle 31).

Tabelle 31: Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Prozessablauf Herstellung von Verpackungen aus Wellpappe (HVW)

Priorität	Risiko	Beschreibung	RPZ	KS
mittel	R-HVW 6-2	Schimmel- / Stockflecken an Holzpaletten	40	KS „Schimmelflecken“
	R-HVW 6-1	Erhöhte Materialfeuchte der Holzpaletten	32	KS „Materialfeuchte Palettenholz“
	R-HVW 6-3	Sporen im Staub auf Holzpaletten	30	KS „Palette Staub“
	R-HVW 6-4	Sporen und Staub aus der Umgebungsluft auf flach liegendem Packmittel durch Unterbrechung des Stapelns	30	KS „Abdeckung“
	R-HVW 3-1	Schimmelsporen im Stärkeleim	25	KS „Wellpappenfertigung“
	R-HVW 3-2	Sporen und Staubablagerungen auf der Anlage (Walzen, Transportbändern etc.) aus der Umgebungsluft	24	KS „Wellpappenfertigung“
gering	R-HVW 6-6	Folienunterlage zum Vermeiden von Feuchtigkeit, die durch die Palette eindringt, ist nicht vorhanden.	16	KS „Folienunterlage“
	R-HVW 7-1	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen	16	KS „Klima Absatzlager“
	R-HVW 4-1	Sporen und Staubablagerungen auf gestapelten Wellpappebögen aus der Umgebungsluft (Sedimentation)	15	KS „Pufferlager Wellpappenverarbeitung“,
	R-HVW 6-5	Folienumhüllung der Ladeinheit als Staubschutz ist nicht vorhanden.	9	KS „Folienumhüllung“
kein	R-HVW 2-1	Mit Sporen oder Schimmelpilzen befallene Papiere gelangen in die Fertigungsanlage.	4	KS „Vorbereitung Papierrollen“

7.2.2.2 Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)

Abb. 48 zeigt den Standardprozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW).

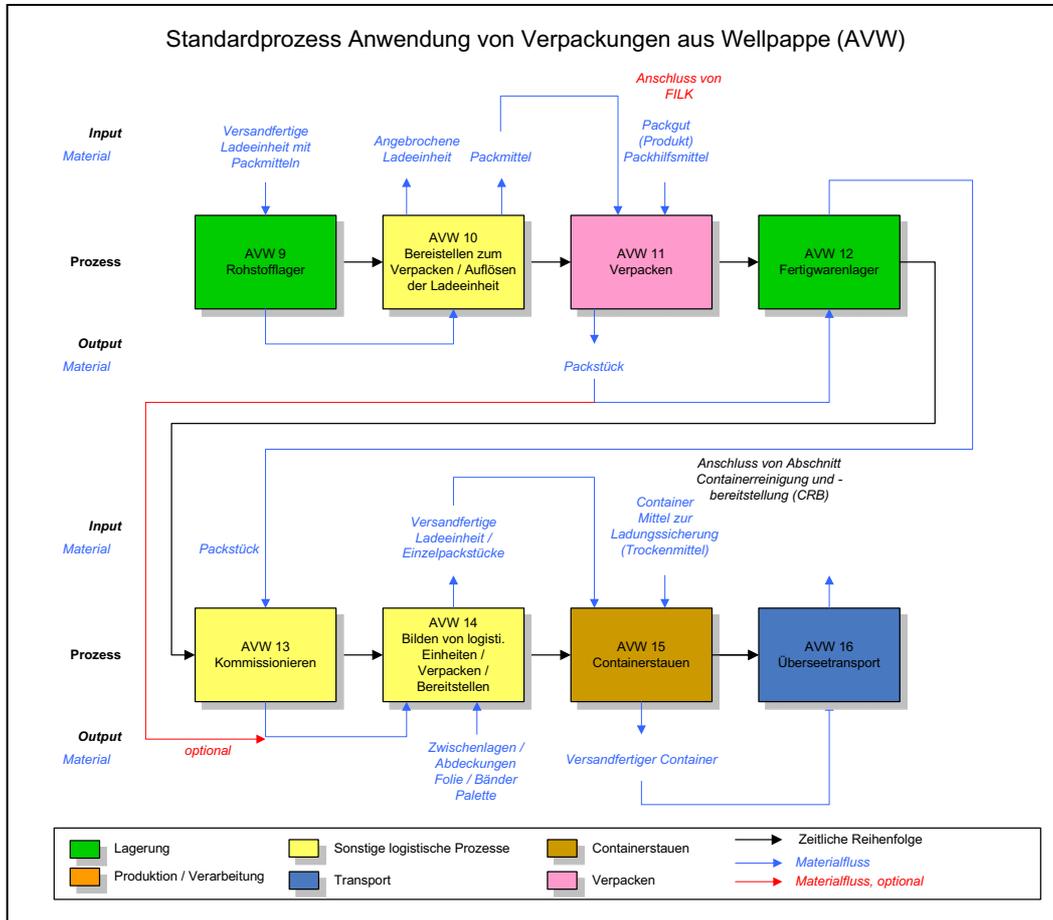


Abb. 48: Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)

Tabelle 32 zeigt unter welchem Gliederungspunkt des Anhang 5 die Risikoanalyse und die Bewertung der Risiken pro Teilprozess zu finden ist.

Tabelle 32: Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoanalyse und -bewertung in Anhang ...
AVW 9	Rohstofflager	A 5.1
AVW 10	Bereitstellen zum Verpacken	A 5.2
AVW 11	Verpacken	A 5.3
AVW 12	Fertigwarenlager	A 5.4
AVW 13	Kommissionieren	A 5.5
AVW 14	Bilden von Ladeeinheiten und Verpacken	A 5.6
AVW 15	Containerstauen	A 5.7
AVW 16	Überseetransport	A 5.8

Die Anzahl der Gefährdungen für kann jeden Teilprozess unterschiedlich sein. Die Zahlen schwanken zwischen 0 (kein Risiko) und maximal acht Gefährdungen. Alle Gefährdungen je Teilprozess sind zusammen mit der zugehörigen Risikoprioritätszahl in Tabelle 33 und Abb. 49 dargestellt.

Tabelle 33: Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoprioritätszahl pro Gefahr in einem Teilprozess (Gefahr Nr. 1-8)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
AVW 9	Rohstofflager	16	5	-	-	-	-	-	-
AVW 10	Bereitstellen zum Verpacken	9	16	-	-	-	-	-	-
AVW 11	Verpacken	16	16	24	-	-	-	-	-
AVW 12	Fertigwarenlager	16	5	-	-	-	-	-	-
AVW 13	Kommissionieren	12	-	-	-	-	-	-	-
AVW 14	Bilden von Ladeeinheiten und Verpacken	32	30	30	40	6	16	15	12
AVW 15	Containerstauen	20	24	48	24	-	-	-	-
AVW 16	Überseetransport	20	-	-	-	-	-	-	-

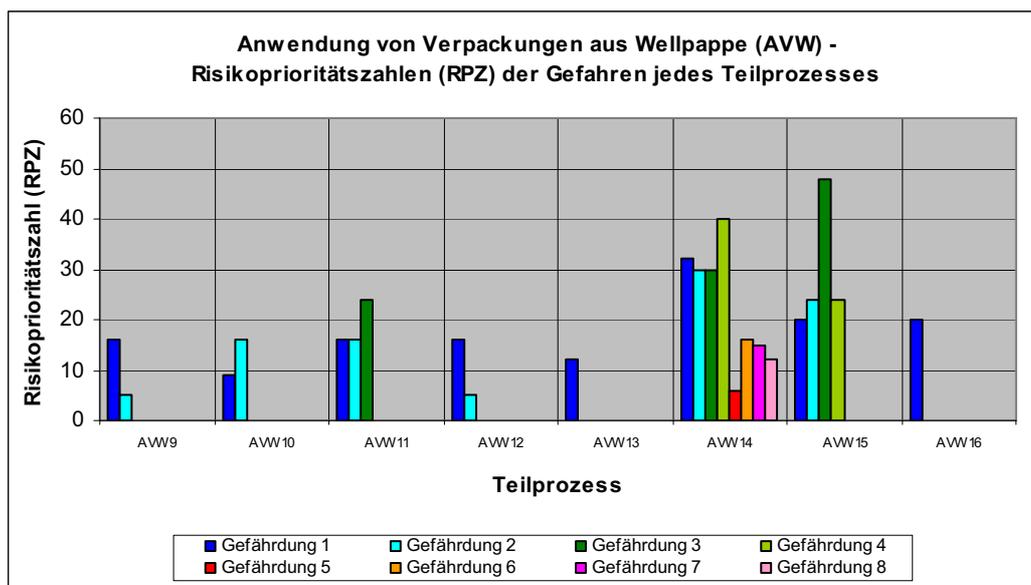


Abb. 49: Risikopriorität der Teilprozesse bei der Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)

Die einzelnen Faktoren (Aufretenswahrscheinlichkeit A, Bedeutung für die Schadensentstehung B, Entdeckungswahrscheinlichkeit E), aus denen die Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet wurde, sind in der folgenden Tabelle für jede Gefährdung (Risiko) dargestellt.

Tabelle 34: Risikobewertung – Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-AVW 9-1	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen.	4	4	1	16
R-AVW 9-2	Sporen und Staubablagerungen auf Ladeeinheiten aus der Umgebungsluft.	5	1	1	5
R-AVW 10-1	Sporen und Staubablagerungen bilden sich auf Verpackungen der Ladeeinheiten (Anbruchpaletten).	3	3	1	9
R-AVW 10-2	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima) für Schimmelpilze auf Oberflächen	4	4	1	16
R-AVW 11-1	Kontamination der Innenseiten der Verpackung mit Schimmelsporen durch Umgebungsluft bzw. Kontakt mit Verpackungspersonal.	1	4	4	16
R-AVW 11-2	Kontamination des Packgutes mit Schimmelsporen durch die Verpackung	1	4	4	16
R-AVW 11-3	Es wird nicht die nach DIN 55474 erforderliche Menge Trockenmittel in die Verpackung gegeben.	3	4	2	24

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-AVW 12-1	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen	4	4	1	16
R-AVW 12-2	Sporen und Staubablagerungen auf Ladeeinheiten aus der Umgebungsluft	5	1	1	5
R-AVW 13-1	Sporenübertragung durch direkten Kontakt mit kontaminierten Packstücken und Arbeitsgeräten.	4	3	1	12
R-AVW 14-1	Erhöhte Materialfeuchte der Holzpaletten	4	4	2	32
R-AVW 14-2	Schimmel- / Stockflecken an den Holzpaletten	3	5	2	30
R-AVW 14-3	Sporen im Staub auf Holzpaletten	5	3	2	30
R-AVW 14-4	Kontamination mit Sporen durch Kontakt mit der Folie	5	4	2	40
R-AVW 14-5	Erhöhter Wassergehalt in den Wellpappeverpackungen	2	3	1	6
R-AVW 14-6	Sporenbelastung im ungereinigten Container.	4	4	1	16
R-AVW 14-7	Erhöhte Materialfeuchte in Stauhölzern für die Ladungssicherung.	1	3	5	15
R-AVW 14-8	Restfeuchtigkeit im Containerboden (Holz) nach der Reinigung / Desinfektion.	3	4	1	12
R-AVW 15-1	Starke Schwankungen der Umgebungstemperatur durch Tag- und Nachtschwankungen bzw. Beim Durchqueren verschiedener Klimazonen. Diese Temperaturschwankungen können die rel. LF im Container beeinflussen.	5	4	1	20
R-AVW 15-2	Kontamination durch Sporen in Resten der Ladung, besonders bei organischen Gütern.	3	4	2	24
R-AVW 15-3	Gute Wachstumsbedingungen durch direkte Sonneneinstrahlung.	4	4	3	48
R-AVW 15-4	Durchführen einer Reinigung ohne anschließende Desinfektion des Containers.	3	4	2	24
R-AVW 16-1	Feuchtigkeit im Containerboden nach Desinfektion	5	2	2	20

Basierend auf der berechneten Risikoprioritätszahl (RPZ) kann nun die Prioritätenliste erstellt werden, welche die kritischen und weniger kritischen Gefahren ausweist. Damit wird es ermöglicht gezielt diejenigen Prozesse zu überwachen, von denen das größte Risiko für das Entstehen von Schäden durch Schimmelpilzwachstum ausgeht. Berücksichtigt sind auf dieser Liste alle diejenigen Gefahren, die auch überwacht werden können und bei denen im Falle von Abweichungen der Kontrollgröße entsprechende Korrekturmaßnahmen möglich sind, d.h. alle Gefahren, denen ein Kontrollpunkt Schimmel KS zugeordnet wurde (Tabelle 35).

Tabelle 35: Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Prozessablauf Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)

Priorität	Risiko	Beschreibung	RPZ	KS
hoch	R-AVW 15-3	Gute Wachstumsbedingungen durch direkte Sonneneinstrahlung.	48	KS „Restfeuchte Container“
mittel	R-AVW 14-4	Kontamination mit Sporen durch Kontakt mit der Folie	40	KS „Reinigen Packstücke“
	R-AVW 14-1	Erhöhte Materialfeuchte der Holzpaletten	32	KS „Materialfeuchte Palettenholz 2“
	R-AVW 14-2	Schimmel- / Stockflecken an den Holzpaletten	30	KS „Schimmelflecken 2“
	R-AVW 14-3	Sporen im Staub auf Holzpaletten	30	KS „Palette Staub 2“
	R-AVW 11-3	Es wird nicht die nach DIN 55474 erforderliche Menge Trockenmittel in die Verpackung gegeben.	24	KS „Trockenmittel Packstück“
	R-AVW 15-2	Kontamination durch Sporen in Resten der Ladung, besonders bei organischen Gütern.	24	KS „Materialfeuchte Stauholz“
	R-AVW 15-4	Durchführen einer Reinigung ohne anschließende Desinfektion des Containers.	24	KS "Trockenmittel Container"
	R-AVW 15-1	Starke Schwankungen der Umgebungstemperatur durch Tag- und Nachtschwankungen bzw. Beim Durchqueren verschiedener Klimazonen. Diese Temperaturschwankungen können die rel. LF im Container beeinflussen.	20	KS „Containerreinigung“
gering	R-AVW 9-1	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen.	16	KS „Klima Rohstofflager“
	R-AVW 12-1	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen	16	KS „Klima Rohstofflager“
	R-AVW 14-6	Sporenbelastung im ungereinigten Container.	16	KS „Folienunterlage“
	R-AVW 14-8	Restfeuchtigkeit im Containerboden (Holz) nach der Reinigung / Desinfektion.	12	KS „Wassergehalt Wellpappeverpackungen“
	R-AVW 14-5	Erhöhter Wassergehalt in den Wellpappeverpackungen	6	KS „Folienumhüllung 2“

7.2.2.3 Containerreinigung und Bereitstellung (CRB)

Abb. 50 zeigt den Standardprozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB).

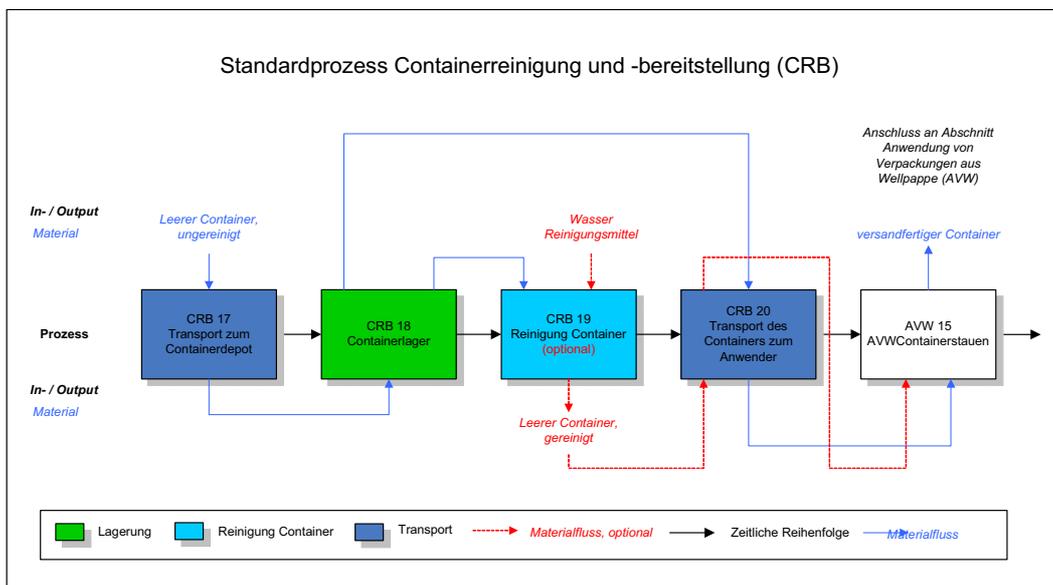


Abb. 50: Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)

Tabelle 36 zeigt unter welchem Gliederungspunkt des Anhang 6 die Risikoanalyse und die Bewertung der Risiken pro Teilprozess zu finden ist.

Tabelle 36: Verweis zur detaillierten Risikoanalyse und -bewertung – Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoanalyse und -bewertung in Anhang ...
CRB 17	Transport zum Containerlager	A 6.1
CRB 18	Containerlager	A 6.2
CRB 19	Reinigung Container	A 6.3
CRB 20	Transport des Containers zum Anwender	A 6.4

Die Anzahl der Gefährdungen für kann jeden Teilprozess unterschiedlich sein. Die Zahlen schwanken zwischen 0 (kein Risiko) und maximal zwei Gefährdungen. Alle Gefährdungen je Teilprozess sind zusammen mit der zugehörigen Risikoprioritätszahl in Tabelle 37 und Abb. 51 dargestellt.

Tabelle 37: Risikoprioritätszahlen der Gefahren pro Teilprozess – Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)

Teilprozess	Beschreibung Teilprozess	Risikoprioritätszahl pro Gefahr in einem Teilprozess (Gefahr Nr. 1-2)	
		1	2
CRB 17	Transport zum Containerlager	-	-
CRB 18	Containerlager	8	6
CRB 19	Reinigung Container	20	40
CRB 20	Transport des Containers zum Anwender	-	-

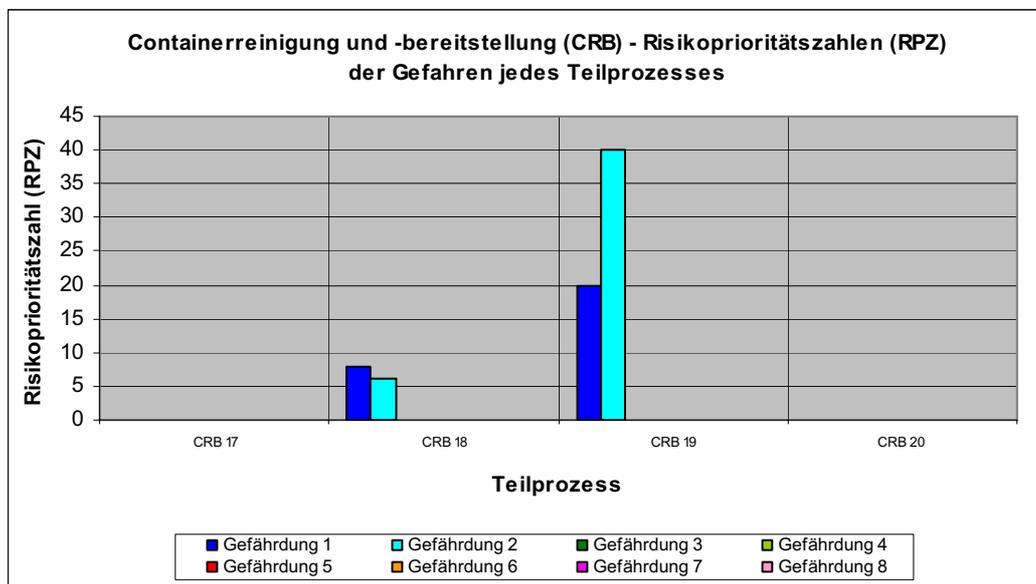


Abb. 51: Risikopriorität der Teilprozesse bei der Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)

Die einzelnen Faktoren (Auftrittswahrscheinlichkeit A, Bedeutung für die Schadensentstehung B, Entdeckungswahrscheinlichkeit E), aus denen die Risikoprioritätszahl (RPZ) berechnet wurde, sind in der folgenden Tabelle für jede Gefährdung (Risiko) dargestellt.

Tabelle 38: Risikobewertung – Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)

Risiko	Beschreibung	A	B	E	RPZ
R-CRB 18-1	Ausbleibendes Reinigen (z.B. Abwischen von Staubschichten) der Schachteln und Zwischenlagen	4	1	2	8
R-CRB 18-2	Fehlende Folienumhüllung der Ladeeinheit als Staubschutz	3	1	2	6
R-CRB 19-1	Fehlende Folienunterlage (durch die Palette eindringende Feuchtigkeit)	4	5	1	20
R-CRB 19-2	Restfeuchtigkeit im Containerboden (Holz) nach der Reinigung / Desinfektion.	5	4	2	40

Basierend auf der berechneten Risikoprioritätszahl (RPZ) kann nun die Prioritätenliste erstellt werden, welche die kritischen und weniger kritischen Gefahren ausweist. Damit wird es ermöglicht gezielt diejenigen Prozesse zu überwachen, von denen das größte Risiko für das Entstehen von Schäden durch Schimmelpilzwachstum ausgeht. Berücksichtigt sind auf dieser Liste alle diejenigen Gefahren, die auch überwacht werden können und bei denen im Falle von Abweichungen der Kontrollgröße entsprechende Korrekturmaßnahmen möglich sind, d.h. alle Gefahren, denen ein Kontrollpunkt Schimmel KS zugeordnet wurde (Tabelle 39).

Tabelle 39: Prioritätenliste kontrollierbarer Gefährdungen – Prozessablauf Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)

Priorität	Risiko	Beschreibung	RPZ	KS
Mittel	R-CRB 19-2	Restfeuchtigkeit im Containerboden (Holz) nach der Reinigung / Desinfektion.	40	KS „Containertrocknung“
	R-CRB 19-1	Fehlende Folienunterlage (durch die Palette eindringende Feuchtigkeit)	20	KS „Containerdesinfektion“

7.3 Zusammenfassende Risikobewertung der Teilprozesse bei Herstellung, Lagerung und Transport von Packgut aus Leder und Verpackungen aus Wellpappe

In Abb. 52 und Abb. 53 sind die Standardprozessabläufe für die Herstellung, die Lagerung und den Transport von Packgut aus Leder bzw. Verpackungen aus Wellpappe dargestellt. Die drei verschiedenen Farben, mit denen die Teilprozesse unterlegt sind, verdeutlichen das Risiko für einen Befall der Ware mit Sporen oder Schimmelpilzen bzw. deren Wachstum. Dabei signalisiert die Farbe „grün“ das keinerlei Risiko in diesem Teilprozess vorliegt, die Farbe „gelb“, dass eine Sporen- oder Schimmelpilzkontamination bzw. das Wachstum von Schimmelpilzen nur in mittlerem Maße erfolgt und die Farbe „rot“, dass ein erhöhtes bzw. stark erhöhtes Risiko für einen Befall bzw. das Wachstum von Schimmelpilzen besteht.

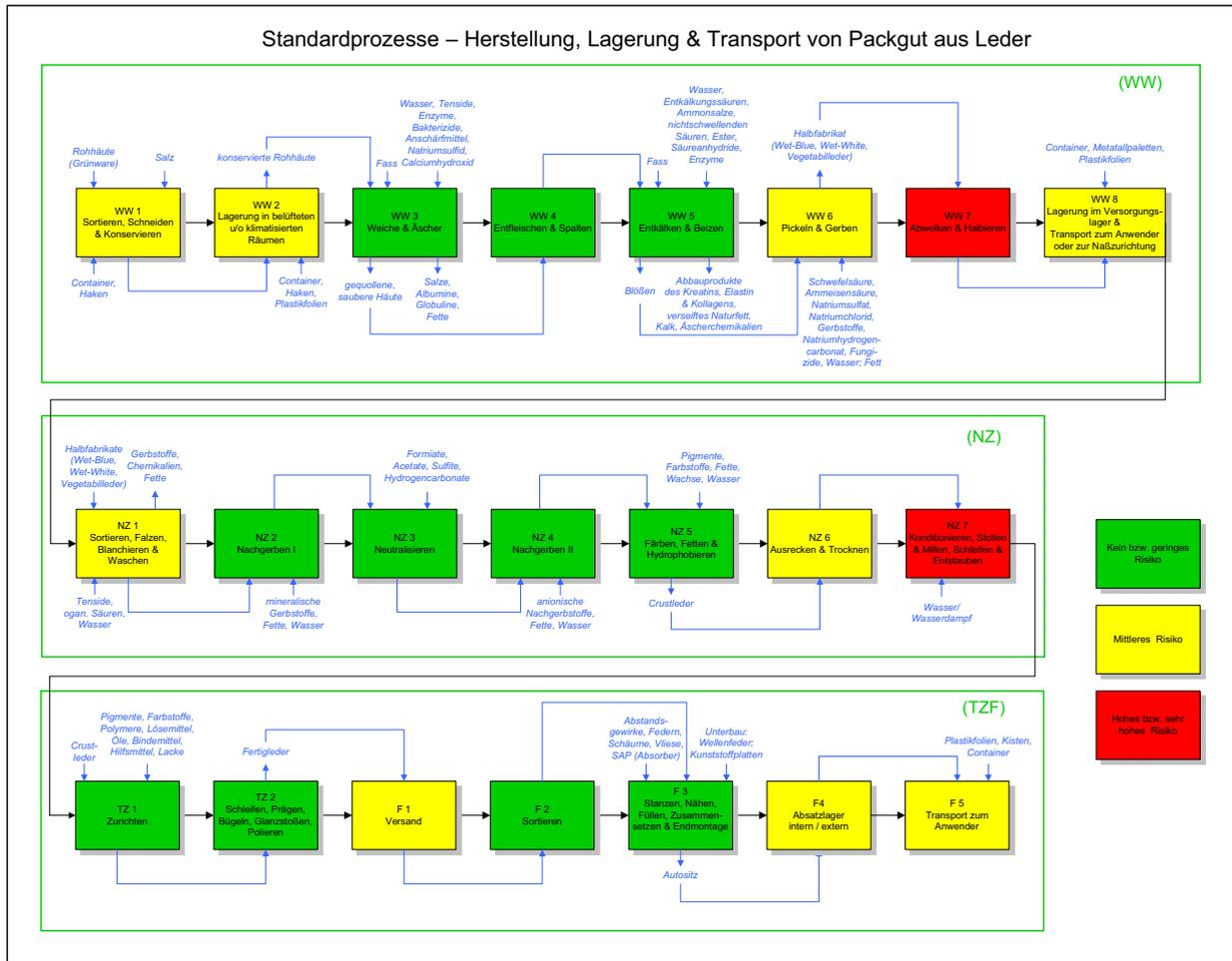


Abb. 52: Risiko einer Sporen- und/oder Schimmelpilzkontamination bzw. eines Wachstums von Schimmelpilzen in den einzelnen Teilprozessen des Teilwirkbereichs Lederherstellung und -verarbeitung und Logistik

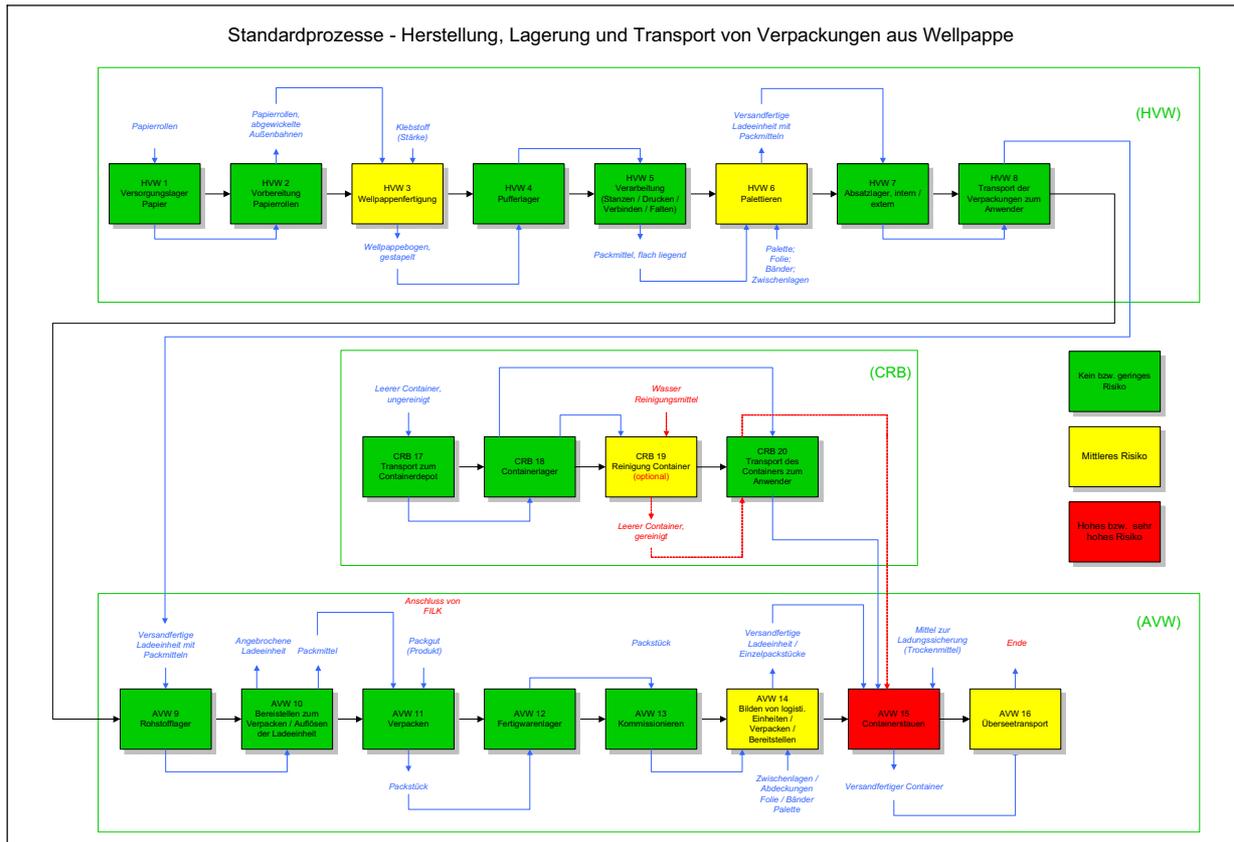


Abb. 53: Risiko einer Sporen- und/oder Schimmelpilzkontamination bzw. eines Wachstums von Schimmelpilzen in den einzelnen Teilprozessen des Teilwirkbereichs Wellpappeherstellung und -verarbeitung und Logistik

Die Einteilung der Teilprozesse erfolgte anhand der Risikoprioritätszahl (RPZ) (Tabelle 40). Analog der Ampelfarben aus der Straßenverkehrstechnik ist diese Darstellung gewählt worden, um einen schnellen Überblick über kritische und unkritische Teilprozesse zu erlangen. Die Vergabe des Risikoprädikates und der entsprechenden Farbcodierung wurde anhand der höchsten Risikoprioritätszahl (RPZ), die einer einzelnen Gefahr eines Teilprozesses zugeordnet wurde, vorgenommen.

Tabelle 40: Farbcodierung der Risikoprädikate für Teilprozesse

Risikopriorität R aus Risikoprioritätszahl (RPZ)	Risikoprädikat und Farbcodierung	
$1 \leq RPZ \leq 4$	Kein bzw. geringes Risiko	Grün
$5 \leq RPZ \leq 17$		
$18 \leq RPZ \leq 45$	Mittleres Risiko	Gelb
$46 \leq RPZ \leq 94$	Hohes bzw. sehr hohes Risiko	Rot
$95 \leq RPZ \leq 125$		

8 Maßnahmen zur Schimmelvermeidung

8.1 Maßnahmen im Bereich Ledertechnologie

8.1.1 Allgemeine Regeln

Wie die Versuchsergebnisse aus den Untersuchungen der einzelnen Fertigungsstufen zweier Gerbereien (vgl. 6.1.1) und auch die Untersuchungen der Leder aus verschiedenen Regionen (vgl. 6.1.3) zeigen, ist es nicht möglich die ermittelten Gefahrenzonen von den Fertigungsstufen einer Gerberei auf eine andere zu übertragen. Dennoch ist es wichtig allgemeingültige Maßnahmen aufzustellen, um das Schimmelpilzrisiko weitestgehend zu unterbinden. Anhand von Berichten in der Literatur, durch Beobachtungen bei Besichtigungen von Gerbereien und aus Versuchsergebnissen lassen sich allgemeingültige Regeln für Gerbereien aufstellen. Bei Beachtung der Regeln kann in jeder Gerberei die Gefahr einer Sporen- und/oder Schimmelpilzkontamination, sowie das Wachstum von Schimmelpilzen zumindest minimiert werden. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass jede Gerberei eine Risikoanalyse vornehmen muss, um die Schwachstellen im Teilwirkbereich Lederherstellung und -verarbeitung und Logistik aufzudecken.

Mögliche Maßnahmen können sein:

- Kontrolle der **Rohware** auf Stockflecken, typischen modrigen Geruch und Schimmelpilzbefall im Wareneingang
- mikrobiologische Kontrolle der **Wasserentnahmestellen** auf Schimmelpilzvorbelastung und Überprüfung der Einsatzorte (z. B.: Brunnenwasser kann im Äscher eingesetzt werden, aber nicht im letzten Waschgang oder bei der Fungizidbehandlung)
- kein kontaminiertes **Konservierungssalz** (Oberflächensalz) verwenden (mikrobiologische Kontrolle), keine Wiederverwendung von Steinsalz
- nach Gerbung **Fass** ausspülen und in bestimmten Zeitabständen mit Fungizidlösung reinigen, um Schimmelpilze bzw. Sporen zu entfernen bzw. abzutöten
- **Aerosolbildung** durch Maschinen und damit Verwirbelung von Schimmelpilzen und Sporen reduzieren (v. a. in der Nasswerkstatt und beim Abwelken)
- Einhaltung der **Lager- und Transportzeiten** zwischen den einzelnen Fertigungsschritten
- Einhaltung der **Lager- und Transportbedingungen** (18 – 22 °C, 20 – 30 % CO₂, 70 – 80 % N₂ & 4 – 5 °C, 45 – 50 % LF, Vakuumverpackungen, wasserdampfdichte Barrieren, Containertrockenmittel, Containerposition)
 - Wet-Blues in Aluverbundfolie einpacken (Vakuum oder Schutzgas unterbinden das Auskeimen der Schimmelpilzsporen und das Wachstum der Pilze)
 - Fertigleder entweder über den Bock gehängt und mit Folie abgedeckt oder in Wellpappeschachteln transportieren (kein dichtes Verpacken in Folien bei wech-

selnden Temperaturen → Kondensationsgefahr !, Holzböcke mit Folien abdecken
→ reduziert Kontaminationsgefahr)

- *Konditionieren* der Crustleder in der **Kühlkammer** verhindert das Auskeimen und Wachstum von Schimmelpilzen
- **Konzentration und Einwirkzeit an Fungiziden** für jede Gerberei und jedes Fungizid separat bestimmen
- Einsatz der Fungizide als **verdünnte Lösungen**, die Emulsionen bilden und Zugabe der Fungizide in **Zeitintervallen** ermöglicht eine bessere Verteilung
- **Variation** von Fungiziden, um das Wirkspektrum der Fungizide zu verbreitern und die Pilze nach einiger Zeit eine Resistenz gegenüber den Fungiziden entwickeln können (6 Wochen-Rhythmus)
- **Folien** zum Einpacken der Fertigleder und Halbfabrikate in Fungizidlösung tauchen, wenn sie nicht antimykotisch sind (Vorsicht: Kondensationsgefahr bei Temperaturschwankungen!), um eine zusätzliche Kontamination zu unterbinden
- Vermeiden von **Materialien**, die Anhaften und Wachstum fördert (siehe Filzrollen → Abwelkpresse), um eine zusätzliche Kontamination mit Schimmelpilzen bzw. den Sporen zu vermeiden

8.1.2 Bestimmung der konzentrationsabhängigen Wirksamkeit des Konservierungsmittels Mortanol 30 und Aufnahme von Schadensbildern durch einen Schimmelpilzbefall auf Wet-Blue und Leder

Die Zugabe von Fungiziden während der Lederherstellung ist ein wichtiger Punkt zur Regulierung der Qualität der Ware. Fungizide schützen das Material vor einem Bewuchs von Schimmelpilzen durch das Auskeimen ubiquitär verbreiteter Schimmelpilzsporen. Die Lederherstellung erfolgt je nach Anforderungen an das Material nach unterschiedlichen Rezepturen, wobei auch Schwankungen in der Menge an Konservierungsmittel zu finden sind. Ein sehr häufig eingesetztes und besonders hochwirksames Fungizid ist TCMTB^{XIII}, welches auch als Mortanol 30 (30 % TCMTB) bekannt ist. Mortanol 30 wird im letzten Waschschrift in Konzentrationen zwischen 0,05 – 0,3 % nach der Gerbung zugesetzt und dient der Konservierung des Halbfabrikates (Wet-Blue) während seiner Weiterverarbeitung zum Leder. Dabei verliert das Halbfabrikat aufgrund weiterer Waschschriffe an Mortanol 30, so dass der Anteil zum Schluss im Leder nur minimal ist und somit hauptsächlich zur Prozesskonservierung dient. Da es wichtig ist, neben der Gefahrenanalyse auch Korrekturmaßnahmen zu finden, um das Wachstum

^{XIII} 2-Thiocyanomethylthiobenzothiazol

von Schimmelpilzen zu minimieren bzw. zu vermeiden, erfolgte die Untersuchung des Wachstums eines ledertypischen Schimmelpilzes in Abhängigkeit von der fungiziden Ausrüstung mit Mortanol.

In den Versuchen wurden Wet-Blue und Leder mit verschiedenen Konzentrationen Mortanol ausgerüstet und anschließend mit *A. niger* unter für Pilze optimalen Bedingungen inkubiert. Dafür wurden auf eine Größe von 3,5 cm gestanzte Prüflinge 30 min in Tischfässern mit jeweils 0,05 % (Leder) bzw. 0,1 %, 0,2 % und 0,3 % (Wet-Blue) Mortanol behandelt. Die ausgerüsteten Prüflinge wurden anschließend abgewelkt und jeweils mit der Narbenseite nach oben und unten auf Malzextrakt-Agar, der Sporen von *A. niger* enthielt, aufgebracht und für 14 Tage bei 28 °C inkubiert. Nach Inkubationsende wurde das Wachstum von *A. niger* auf den Prüflingen überprüft, nach Tabelle 7 ausgewertet und das Schadensbild auf Wet-Blue und Leder festgehalten.

Tabelle 41: Einteilung des Schimmelpilzbewuchs (lt. TEGEWA^{XIV})

Schimmelpilzbewuchs pro Prüfkörper in %	Bedeutung
< 5 %	in Ordnung, ohne Beanstandung (schimmelpilzresistent)
< 25 %	bedingt in Ordnung
≥ 25 %	nicht in Ordnung, zu beanstanden

Dabei zeigt sich, dass mit steigender Mortanolkonzentration der antimykotische Effekt zunimmt (Abb. 54). Während nach Ausrüstung der Wet-Blues mit 0,1 % und 0,2 % Mortanol die Prüflinge zu beanstanden waren, verhielten sich die Wet-Blues mit 0,3 % Mortanol resistent gegenüber *A. niger*. Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass für einen ausreichenden Schutz vor einem Schimmelpilzwachstum eine Konzentration von mindestens 0,3 % Mortanol 30 eingesetzt werden muss. Konzentrationen unter 0,3 % hingegen können ein Pilzwachstum und damit einen Verderb der Ware nicht ausschließen. Die Leder mit einer Ausrüstung von 0,05 % Mortanol zeigten keinerlei Schimmelpilzwachstum. Das bedeutet, wenn nach Herstellung des Leders 0,05 % Mortanol im Leder erhalten bleiben, ist die Ware resistent gegenüber Schimmelpilzen und könnte als Produktkonservierung dienen.

Wet-Blue

Leder

^{XIV 1} TEGEWA, ASTM D 4576 (1996), Das Leder, 7/8, 144-151.

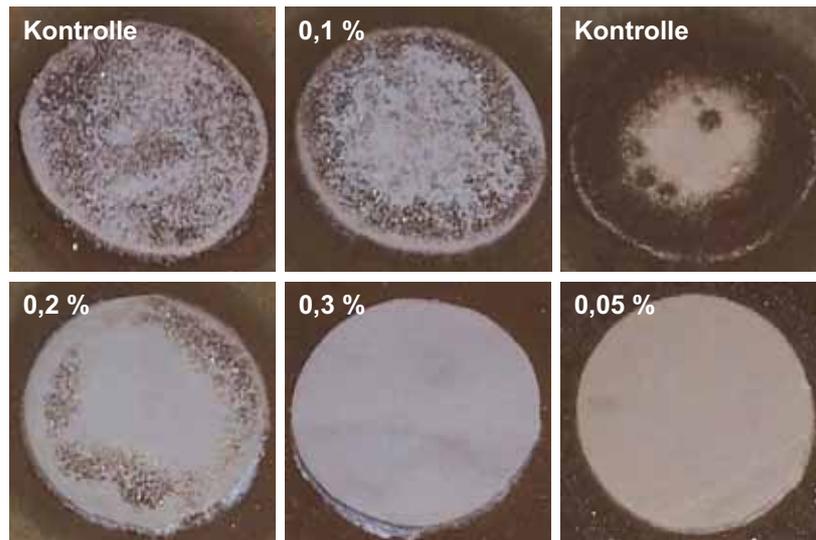


Abb. 54: Bewuchs von Wet-Blue (links) und Leder (rechts) mit *A. niger* nach Behandlung mit verschiedenen Konzentrationen Mortanol 30

A. niger verursachte nicht, wie andere Schimmelpilze, z. B. *Trichoderma* eine Materialzerstörung, jedoch verfärbte sich das Leder durch das Wachstum des Pilzes von hellblau nach gelbbraun, während das Wet-Blue unverändert bleibt (Abb. 55).

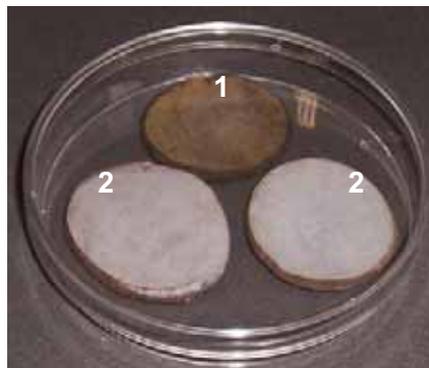


Abb. 55: Materialveränderung von Wet-Blue (2) und Leder (1) nach dem Wachstum von *A. niger*

8.2 Maßnahmen im Bereich Verpackungstechnik

8.2.1 Allgemeine Regeln

- Der Einsatz von Folien (Stretchen oder Schrumpfen) zur Sicherung der Festigkeit von Ladeeinheiten ist zu empfehlen, da sich bei diesem Verfahren auch keine Sporen aus der Umgebungsluft direkt auf den Verpackungen ablagern können (ggf. auch zusätzlich zum Umreifen).

- Sperrschichten zwischen der Ladung und der Oberfläche des Ladungsträgers verhindern einen möglichen Feuchtigkeitsübergang aus der Umgebung (z.B. nasser Boden) über die Palette in die Wellpappeverpackungen.
- Das Entfernen von Staubschichten von den Oberflächen von Packstücken und Paletten beim Bilden von Ladeeinheiten bzw. Verpacken, wenn diese nicht durch Abdeckungen geschützt waren, beugt der Sporenauskeimung und dem Myzelwachstum in Folgeprozessen vor. Dies gilt besonders unmittelbar vor dem Versand, da im Container gute Wachstumsbedingungen für Schimmelpilze herrschen können, wenn keine entsprechenden Vorsorgemaßnahmen getroffen werden.
- Der Einsatz von technisch getrockneten Holzpackstoffen (vgl. 8.2.3) ist zu empfehlen, damit sich im Container keine zu hohe relative Luftfeuchte (> 70 %) ausbilden und damit auch kein Schimmelpilz direkt auf dem Holz wachsen kann.
- Die Verwendung von Trockenmittelbeuteln im Inneren von Packstücken mit einer Wellpappeverpackung kann die relative Luftfeuchte soweit senken, dass ggf. vorhandene Sporen nicht auskeimen können. Die erforderliche Menge schreibt DIN 55474 vor.

8.2.2 Untersuchung von Wellpappen mit Anti-Schimmelausrüstung

Einige Hersteller bieten Wellpappeverpackungen mit speziellen Ausrüstungen an, durch welche sie Zusatzfunktionen wie z.B. Elektrostatische Ableitung und Abschirmung, Feuchtigkeitsresistenz, Hitzebeständigkeit und Korrosionsschutz ermöglichen. Für die Vermeidung von Schimmelpilzwachstum auf Wellpappeverpackungen bietet der Hersteller HANS KOLB Wellpappe GmbH & Co. KG aus Memmingen eine speziell ausgerüstete Wellpappe nach Kundenspezifikation an.

Die Wirkung der Anti-Schimmel-Ausrüstung von Wellpappe wurde im Rahmen dieses Forschungsvorhabens untersucht, um der Praxis neue Möglichkeiten der Schimmelvermeidung zur Verfügung zu stellen.

Es wurden insgesamt sechs verschiedene Wellpappen miteinander verglichen. Neben der Wellpappe mit Anti-Schimmel-Ausrüstung waren vier weitere Wellpappesorten anderweitig beschichtet^{xv} und eine Probe ohne Ausrüstung.

Tabelle 42 zeigt die entsprechende Bezeichnung der Wellpappeproben.

Tabelle 42: Eigenschaften und Bezeichnung der Wellpappeproben

Wellpappeprobe	A	B	C	D	E	F
Ausrüstung	unbekannt	unbekannt	unbekannt	Anti-Schimmel	unbekannt	keine

^{xv} Die Art dieser Ausrüstungen ist im Hinblick auf das Untersuchungsziel nicht relevant.

Die Proben im DIN A4-Format zugeschnittenen Wellpappeproben (jeweils zwei Zuschnitte pro Wellpappesorte) wurden über einen Zeitraum von drei Wochen an zwei verschiedenen Orten im Institut für BFSV ausgelegt (Abb. 31), damit Schimmelpilzsporen auf die Proben sedimentieren konnten.

Ein Auslageort befand sich auf einem Schaltschrank im Lager- und Versuchsbereich der Maschinenhalle des Instituts, der andere Ort im Lagerbereich des Kellers. In der Maschinenhalle sind besonders durch die zeitweise geöffneten Türen (z.B. bei Anlieferungen) Luftbewegungen gegeben, wodurch auch Sporen aus der Umgebungsluft in die Maschinenhalle gelangen. Im Lagerbereich des Kellers werden insbesondere durch Ein- und Auslagerungsprozesse von Paletten Staub und Sporen aufgewirbelt, so dass diese wieder sedimentieren können. Beide Orte repräsentieren typische Lagerumgebungen.



Abb. 56: Auslageorte der Wellpappeproben – Maschinenhalle (li.) und Lagerbereich im Keller (re.)

Nach Ablauf der Expositionsdauer von drei Wochen erfolgte die Probennahme durch das Abklatschverfahren (3 Nährböden je Wellpappezuschnitt) und die anschließende Inkubation der Nährböden (vgl. 6.2.1). Ein Zuschnitt pro Wellpappesorte wurde direkt abgeklatscht, der zweite Zuschnitt wurde vor dem Abklatschen mit Druckluft gereinigt, um die sedimentierten Sporen zu entfernen.

Die Proben, welche von den ungereinigten Wellpappemustern an beiden Auslageorten abgeklatscht wurden, waren ohne Ausnahme hochgradig mit Schimmelsporen belastet (Klasse 6 nach DIN 10113-3). Bei den Proben der gereinigten Wellpappemuster wies die Wellpappeart D mit der Anti-Schimmel-Ausrüstung eine signifikant niedrigere Sporenbelastung auf und konnte in Klasse 2 nach DIN 10113-3 eingeordnet werden, alle anderen Wellpappearten trotz Reinigung nur in Klasse 6 (Abb. 57).

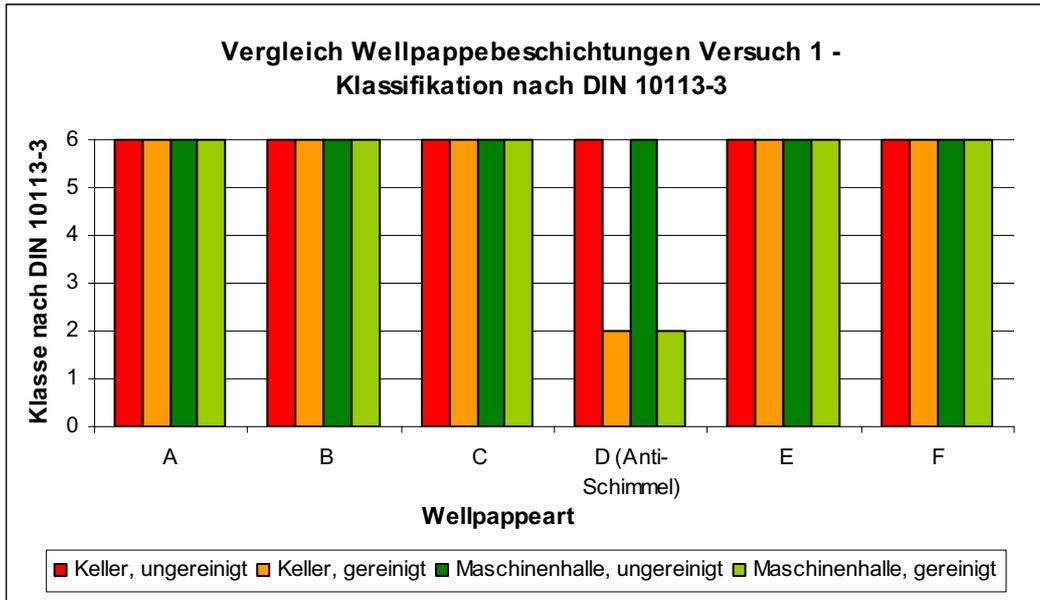


Abb. 57: Ergebnisse des Vergleichs von Wellpappeausrüstungen – Versuch 1

Zur Bekräftigung des positiven Ergebnisses der Wellpappe mit Anti-Schimmel-Ausrüstung wurde der Versuch mit dieser Wellpappe sowie der unbeschichteten Wellpappe F wiederholt. Zusätzlich wurde auch die Wellpappensorte B einbezogen, da bei im ersten Versuch ein anderen Ergebnis erwartet worden war. Die Ergebnisse aus dem ersten Versuch wurden durch den zweiten Versuch im Wesentlichen bestätigt (Abb. 58). Abweichend war lediglich das Ergebnis der gereinigten, unbeschichteten Wellpappe F, die im Lagerbereich des Kellers gelegen hatte (Klasse 2).

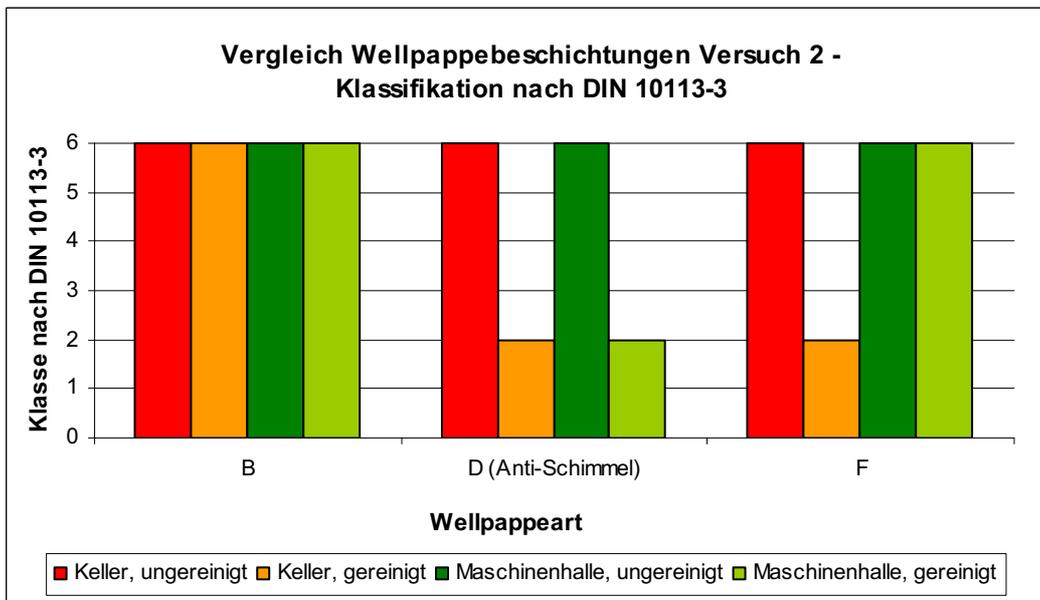


Abb. 58: Ergebnisse des Vergleichs von Wellpappeausrüstungen – Versuch 2

Untersuchungen zur Erklärung des Unterschiedes der ermittelten Sporenbelastung zwischen den gereinigten und den ungereinigten Wellpappe mit der Anti-Schimmel-Ausrüstung war nicht Gegenstand in diesem Vorhaben. Es wird vermutet, dass sich die Sporen von der Oberfläche dieser Ausrüstung deutlich besser entfernen lassen, als bei den anderen untersuchten Ausrüstungen bzw. der unbeschichteten Wellpappe.

Zudem könnten mehr fungizide Wirkstoffe von der gereinigten Oberfläche der Wellpappesorte B beim Abklatschen auf den Nährboden gelangt sein und dadurch das Schimmelpilzwachstum stärker unterdrückt haben, als beim Abklatschen der ungereinigten Probe.

Zusammenfassend hat der praktische Versuch gezeigt, dass der Einsatz der Wellpappe mit Anti-Schimmel-Ausrüstung die geringste Sporenbelastung aufweist, wenn eine vorhandene Staubschicht durch Abblasen mit Druckluft entfernt wird. Das Entfernen der Staubschicht ist damit als Grundvoraussetzung zu betrachten, damit Anti-Schimmel-Ausrüstung der Wellpappe ihre Wirkung erzielt.

Auch wenn das Entfernen der Staubschichten und der darin gebundenen Sporen bei den anders beschichteten Wellpappen (A, B, C, E und F) nicht zu einer signifikanten Verbesserung des Untersuchungsergebnisses geführt hat, ist diese Maßnahme nicht generell als wirkungslos zu bewerten. Sie funktioniert bei der Wellpappe D mit Anti-Schimmel-Ausrüstung am besten. Andere Ausrüstungen binden aufgrund ihrer Oberflächenbeschaffenheit Sporen möglicherweise stärker.

Eine Tatsache ist, dass die Sporenzahl auf einer Oberfläche beim Entfernen einer Staubschicht generell reduziert wird und damit ein geringeres Potential für die Schimmelbildung vorhanden ist.

8.2.3 Technische Trocknung von Holzpaletten

Im Jahr 2002 hat die internationale Pflanzenschutz-Konvention IPC den "Internationalen Standard für phytosanitäre^{XVI} Maßnahmen (ISPM) Nr. 15" für Holzverpackungen im internationalen Warenverkehr eingeführt. Ziel dieses Standards war die Verbesserung der phytosanitären Qualität der Holzverpackungen und damit der Minimierung des Risikos der Verbreitung von Holzschädlingen. Daher umfasst dieser Standard die Behandlung von Verpackungsholz zum Abtöten aller Stadien tierischer Schadorganismen, welche sich zum Zeitpunkt der Behandlung im Holz befinden. Ein Schutz vor dem Befall mit Schimmelpilzen ist mit diesen Behandlungsmethoden nicht verbunden.³³

In Deutschland ist von den zwei Behandlungsverfahren nur die Hitzebehandlung des Holzes statthaft. Bei dieser Behandlung muss in der Mitte des größten Querschnittes des Holzes über einen Zeitraum von 30 min. eine Temperatur von mind. 56 °C wirken.

Diese Bedingungen können sowohl durch eine Hitzebehandlung ohne (Heat Treatment HT), als auch mit einer weiteren Trocknung (Kiln Drying KD) des Holzes erfolgen. Nach dem KD-Verfahren weist das Holz jedoch eine deutlich geringere Materialfeuchte auf, als nach dem HT-Verfahren, bei dem die Holzfeuchte nahezu unverändert und damit i.d.R. sehr feucht be-

^{XVI} pflanzengesundheitlich

leibt. Im Zusammenspiel mit entsprechend förderlichen Umgebungsbedingungen bietet dieses feuchte Holz dann einen idealen Nährboden für z. B. Schimmelpilze.

Neben der Holzfeuchte führt die Hitzebehandlung vor allem bei Kiefernholz zu einer Erhöhung der Empfindlichkeit gegenüber Schimmelpilzinfektionen. Dies resultiert daraus, dass durch die Hitzebehandlung Zellstrukturen zerstört werden und sich der Zellsaft einschließlich der enthaltenen Nährstoffe im umliegenden Holzgewebe verteilt, z. T. bis an die besonders gefährdeten Oberflächen. Zudem tötet die Hitzebehandlung alle natürlichen Antagonisten (Abwehrstoffe) gegenüber Schimmelpilzen im Holz ab. Ohne eine technische Trocknung (Holzfeuchte unter 20 %) im Anschluss die HT-Behandlung neigt das Verpackungsholz daher zu starker Schimmelbildung.^{34, 35}

Insbesondere für den Überseetransport im ISO-Standard Container sind daher Holzverpackungen bzw. Paletten einzusetzen, die technisch getrocknet und nicht nur der reinen HT-Behandlung unterzogen wurden.

8.3 Maßnahmen im Bereich Lager- und Transporttechnik

8.3.1 Allgemeine Regeln

- Das Abdecken offen stehender Ladeeinheiten (z. B. Anbruchpaletten) mit einem Staubschutz ist geeignet, um die Sedimentation von Sporen direkt auf Verpackungen zu unterbinden.
- Die relative Luftfeuchtigkeit sollte über längere Zeiträume unter 70 % liegen, da dann keine Sporenauskeimung sowie kein Myzelwachstum (Schimmelpilzwachstum) stattfinden.
- Die Desinfektion von Containern ist der bloßen Reinigung vorzuziehen, da die Sporenbelastung erst durch eine Desinfektion signifikant reduziert wird (8.3.2).

8.3.2 Untersuchung zur Wirkung von Desinfektionsmitteln an Seefrachtcontainern

Die Bestimmung der Sporenbelastung von ungereinigten und mit Wasser gereinigten Seefrachtcontainern im Rahmen dieses Forschungsvorhabens ergab in allen Fällen eine starke Kontamination. Die aus Holz (i.d.R. Siebdruckplatten) gefertigten Containerböden waren deutlich stärker kontaminiert als die metallenen Wände. Die durchgeführte Hochdruckreinigung mit Leitungswasser erzielte keine signifikante Verminderung der Sporenbelastung (vgl. 6.3.6.2).

Zur Verbesserung des Reinigungsverfahrens für Seefrachtcontainer wurde die Wirkung von handelsüblichen Desinfektionsmitteln untersucht. Zusammen mit einem Hersteller wurden zwei Mittel zur Flächendesinfektion ausgewählt (Tabelle 43).

Tabelle 43: Eigenschaften der ausgewählten Desinfektionsmittel^{XVII}

Bezeichnung	Desinfektionsmittel A	Desinfektionsmittel B
Zusammensetzung je 100g	<ul style="list-style-type: none"> • 19,9 g – Benzyl-C12-18-alkyldimethylammoniumchloride • 5,0 g – N-(3-Aminopropyl)-N-dodecylpropan-1,3-diamin 	<ul style="list-style-type: none"> • 7,0 g – Didecyldimethylammoniumchlorid
Mikrobiologische Eigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> • Bakterizid • Levurozid^{XVIII} • Tuberkulozid • Begrenzt viruzid 	<ul style="list-style-type: none"> • Bakterizid • Levurozid • Begrenzt viruzid
Anwendung	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellen einer Lösung in gewünschter Konzentration nach Herstellerempfehlung • Vollständige Benetzung (z.B. Wischverfahren) der zu desinfizierenden Oberflächen mit ausreichender Menge • Ausrüstung gründlich mit Wasser nachreinigen 	<ul style="list-style-type: none"> • Erstellen einer Lösung in gewünschter Konzentration nach Herstellerempfehlung • Vollständige Benetzung (z.B. Wischverfahren) der zu desinfizierenden Oberflächen mit ausreichender Menge • Ausrüstung gründlich mit Wasser nachreinigen

Die Desinfektionsmittel wurden in den Containern in unterschiedlichen Konzentrationen und Einwirkdauern eingesetzt. Beide Parameter wurden entsprechend der Dosierungsempfehlung des Herstellers für bakterizide / levurozide Wirkung festgelegt (Tabelle 44).

Tabelle 44: Versuchsmatrix – Konzentration und Einwirkdauer der Desinfektionsmittel (DM)

Konzentration / Einwirkdauer	5 min.	15 min.	30 min.	60 min.	120 min.	180 min.	240 min.
DM A 0,5 %	x	x	x	x	-	-	-
DM A 1,0 %	x	x	x	-	-	-	-
DM A 1,5 %	x	x	-	-	-	-	-
DM A 2,5 %	x	-	-	-	-	-	-
DM B 3,0 %	-	-	-	x	x	x	x
DM B 4,0 %	-	-	-	x	-	-	-
x ... Versuch geplant / - ... Versuch nicht geplant							

Die Durchführung der Versuche erfolgte an einem Seefrachtcontainer, der auf dem Gelände des Instituts für BFSV steht und als Lager für Wellpappeverpackungen genutzt wird. Dieser Container wird regelmäßig geöffnet und von Mitarbeitern betreten, sodass eine Verschmutzung und damit eine Belastung mit Schimmelpilzsporen gegeben sind. Die Wirkung der Desin-

^{XVII} Angaben des Herstellers aus dem Produktinformationsblatt.

^{XVIII} Hefepilze abtötend

fektionsmittel wurde sowohl auf dem Containerboden, als auch an den Wänden untersucht. Der Containerboden wurde vor der Untersuchung mit einem Besen gereinigt. Die Wände wurden nicht vorbehandelt. Sie waren makroskopisch sauber.

Die Oberflächen des Containerbodens und der Wände wurden im Anschluss mit den Desinfektionslösungen in unterschiedlichen Konzentrationen benetzt. Dazu wurde je Konzentration ein eigenes Wischtuch verwendet. Nach dem Ablauf der jeweiligen Einwirkdauer erfolgte die Probennahme durch das Abklatschverfahren und die anschließende Inkubation der Nährböden (vgl. 6.2.1). Als Referenz wurden Abklatschproben von unbehandelten Oberflächenbereichen genommen, um deren Ausgangszustand zu bestimmen.

Die Ergebnisse zeigen eine gute Desinfektionswirkung beider Mittel an der Containerwand aus Stahl (Abb. 18). Bei den Stellen, die mit dem Desinfektionsmittel B in beiden Konzentrationen behandelt wurden, waren nach Ablauf jeder der vier Einwirkdauern keine Schimmelsporen nachweisbar (Klasse 0 gemäß DIN 10113-3). Desinfektionsmittel A erzielte ebenfalls Klasse 0 bei den Einwirkdauern 15, 30 und 60 Minuten mit Ausnahme der 0,5%-Lösung bei 30 Minuten Einwirkdauer. 30 Minuten Einwirkdauer und 0,5%-Konzentration ergaben wie auch alle Konzentrationen nach 5 Minuten Einwirkdauer die Klasse 1 gemäß DIN 10113-3 (max. 3 Kolonie bildende Einheiten) für das Desinfektionsmittel A. Durch die unbehandelte Probe wurde eine große Anzahl Schimmelpilzsporen im Container nachgewiesen (Klasse 6).

Mit diesen Ergebnissen sind beide Desinfektionsmittel für die Behandlung von Containerwänden als gut geeignet einzustufen.

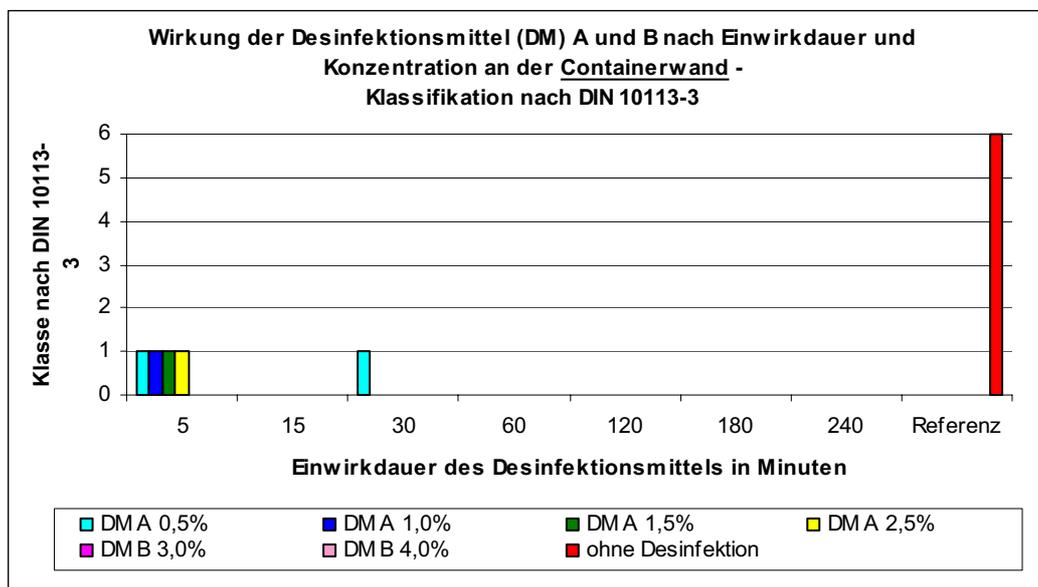


Abb. 59: Wirkung der Desinfektionsmittel an der Containerwand

Bei der Anwendung auf dem Containerboden zeigten beide Desinfektionsmittel sehr unterschiedliche Wirkungen (Abb. 60). Das Desinfektionsmittel A erzielte in allen gewählten Konzentrationen und den zugehörigen Einwirkdauern keine signifikante Verminderung der Sporenbelastung. Allen Proben wurde wie auch der unbehandelten Referenzprobe die Klasse 6 nach DIN 10113-3 zugeordnet. Die Anwendung des Desinfektionsmittels B ergab hingegen die

Klasse 2 gemäß DIN 10113-3. Dies bedeutet, dass sich auf den Proben zwischen vier und zehn Schimmelpilzkolonien befanden, im Vergleich zu mehr als 60 Kolonien in Klasse 6.

Damit konnte nachgewiesen werden, dass sich durch Desinfektionsmittel B die Sporenbelastung auch auf dem Containerboden signifikant reduzieren lässt. Während die Containerwände aus lackiertem Stahl bestehen, der sich gut abwischen lässt, besteht der Containerboden aus Holz. Holz als organischer Stoff ist selbst eine Nahrungsgrundlage für Schimmelpilze und lässt sich aufgrund seiner Oberflächenbeschaffenheit nicht so gut reinigen, wie Stahl.

Zu empfehlen ist abschließend der Einsatz des Desinfektionsmittels B in der Praxis, da es auf dem Containerboden die besseren Ergebnisse als Desinfektionsmittel A erzielt hat. An den Wänden wirkten beide Mittel gleich gut. Damit würde man auch mit nur einem Mittel für beide Oberflächenarten auskommen. Die Einwirkdauer von mindestens einer Stunde lässt sich in der Praxis sehr gut einrichten und führt zu keiner Verzögerung der logistischen Abläufe. Im Hinblick auf den Arbeitsschutz bei der Anwendung dieses Desinfektionsmittels B bestehen lediglich normale Anforderungen wie Schutzbrille und Schutzhandschuhe.^{XIX}

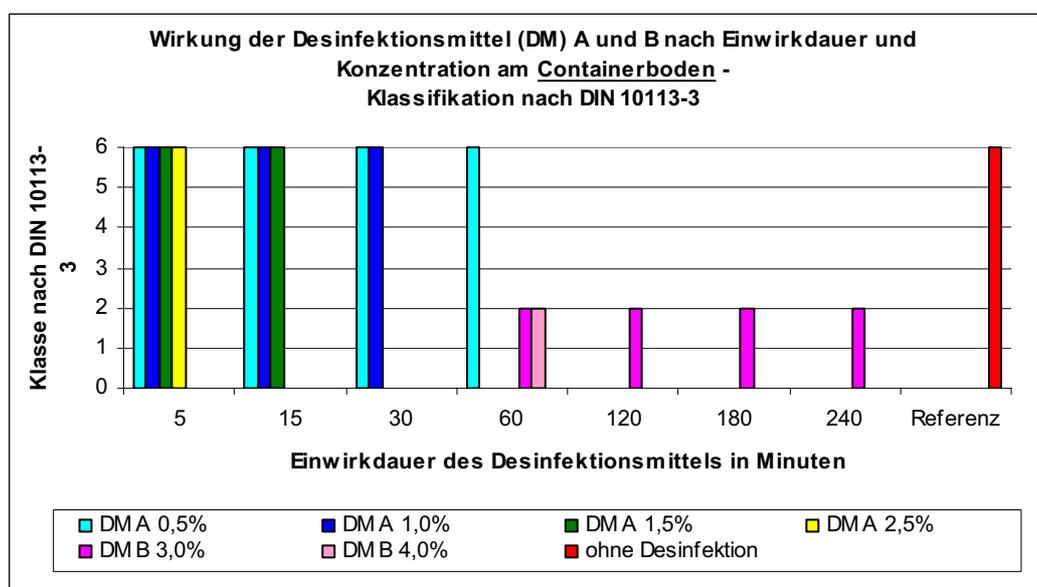


Abb. 60: Wirkung der Desinfektionsmittel auf dem Containerboden

^{XIX} Details zum Arbeitsschutz sind den Vorgaben des Herstellers zu entnehmen.

VI Quellenverzeichnis

- ¹ vgl. Rationalisierungsgemeinschaft Verpackung im RKW / BFSV e.V.: Verpackung und Container im Überseeversand, 1984
- ² vgl. Zoellner, R.; Laderaummeteorologie; Sozialwerk für Seeleute e.V., 1986
- ³ vgl. Hödl, I.; Mikroorganismen auf Papier: Prophylaktische Konservierung, Identifizierung, Desinfektion und Restaurierung, 181–194: IADA-Kongress, Tübingen, 1995, S. 181-194
- ⁴ vgl. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) Berlin 2007
- ⁵ vgl. Prahl, A.; Abschlussarbeit „Verarbeitung von Altpapier und die damit verbundene Problematik der Stoffaufbereitung“; Kontaktstudiengang Verpackungstechnik FH Hamburg/BFSV, 1989
- ⁶ Fuchs, G. (Hrsg.): Allgemeine Mikrobiologie. 8. Auflage. Thieme, Stuttgart 2006.
- ⁷ Müller, G.; Weber, H. (Hrsg.): Mikrobiologie der Lebensmittel – Grundlagen. 8. Auflage. Behr's Verlag, Hamburg, 1996.
- ⁸ Hödl, I. (1995): Mikroorganismen auf Papier: Prophylaktische Konservierung, Identifizierung, Desinfektion und Restaurierung, 181–194: IADA-Kongress, Tübingen.
- ⁹ RGV, Rationalisierungsgemeinschaft Verpackung in RKW / BFSV e.V: Verpackung und Container im Überseeversand 1984.
- ¹⁰ Reiß, J.: Schimmelpilze – Nutzen, Schaden, Bekämpfung. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg (1988).
- ¹¹ Scott, W.J. (1957): Water relations of food spoilage microorganism. Adv. Food Res. 7, 83-127
- ¹² Wiesner P., Casolari A (1983) Water activity and radial growth rate in *Aspergillus* strains. Industrial Conserve, 58, 82-85.
- ¹³ Kommission EG: Globales Konzept zur Zertifizierung und Prüfwesen: Abl. Der EG vom 19.10.1989, C267.
- ¹⁴ Sedlbauer, K.; Krus, M. (2003): Schimmelpilz aus bauphysikalischer Sicht Beurteilung durch aw-Werte oder Isoplethensysteme? Schimmelpilze im Wohnbereich, 23-65.
- ¹⁵ Deacon, J. W.: Modern mycology. 3. Auflage. Blackwell Science-Verlag, 1997.
- ¹⁶ Schwantes, H. O.: Biologie der Pilze, Eugen Ulmer-Verlag, Stuttgart (1996).
- ¹⁷ Smith, S. L.; Hill, S. T. (1982): Influence of temperature and water activity on germination and growth of *Aspergillus restrictus* and *Aspergillus versicolor*. Transactions of the British Mycological Society, 79, H. 3, 558 - 560.
- ¹⁸ Gertis, K.; Erhorn, H.; Reiß, J.: Klimawirkungen und Schimmelpilzbildung bei sanierten Gebäuden. Proceedings Bauphysik-Kongreß in Berlin (1999), S. 241 - 253.
- ¹⁹ Adan, O.: On the fungal defacement of interior finishes. Dissertation, University of Technology, Eindhoven (1994).
- ²⁰ Deacon, J. W.: Modern mycology. 3. Auflage, Blackwell Science-Verlag (1997).

- ²¹ Kähler, C.: Vorschlag einer Methode zur rechnerischen Beurteilung von Schimmelpilzwachstum. Diplomarbeit, Technische Universität München (2000).
- ²² Brakhage, A.A. (2005): Systemic fungal infections caused by *Aspergillus* species: epidemiology, infection process and virulence determinants. In: *Curr. Drug Targets*. 6, S. 875-886.
- ²³ Jürgen Bünger: Gesundheitsrisiken durch eine inhalative Exposition gegenüber mykotoxinbildenden Schimmelpilzen. In: *Gefahrstoffe – Reinhaltung Luft* 65(9), S. 341–343 (2005).
- ²⁴ Fischer, G.; Hollbach, N.; Schmitz, C.; Dott, W.: Luftgetragene Schimmelpilze in der Umwelt des Menschen – gesundheitliche Relevanz und Möglichkeiten der Risikobewertung. In: *Gefahrstoffe – Reinhaltung Luft* 65(9), S. 335–340 (2005).
- ²⁵ Roth, L.; Frank, H.; Kormann, K.: Giftpilze. Pilzgifte. Schimmelpilze. Mykotoxine. Vorkommen, Inhaltsstoffe, Pilzallergien. ecomed, Landsberg (1990).
- ²⁶ Zoellner R. Laderaummeteorologie Sozialwerk f. Seeleute e. V. , (1986).
- ²⁷ RGV, Rationalisierungsgemeinschaft Verpackung in RKW / BFSV e.V. Klimatische Beanspruchungen im Überseeversand (1998).
- ²⁸ vgl. Buchner N.; Verpacken von Lebensmitteln, Kapitel XXII, Springer 1998
- ²⁹ vgl. Pierson, M. D.; Corlett jr., D. (Hrsg.): HACCP – Grundlagen der produkt- und prozessspezifischen Risikoanalyse; B. Behr's Verlag; 1. Auflage; Hamburg 1993
- ³⁰ vgl. Pierson, M. D.; Corlett jr., D. (Hrsg.): HACCP – Grundlagen der produkt- und prozessspezifischen Risikoanalyse; B. Behr's Verlag; 1. Auflage; Hamburg 1993, S. 425
- ³¹ Vgl. Engel, D., HACCP in der Mitarbeiterschulung, 2008, Seite 113
- ³² Vgl. Stahl, P.; Die Qualitätstechnik FMEA als Lerninstrument in Organisationen; Deutscher Universitäts-Verlag; 1997, S. 24 ff.
- ³³ Bundesverband HPE e.V.: Verpackungsholz – Vermeidung von Schimmelbefall nach ISPM-15 Hitzebehandlung.
- ³⁴ Bundesverband HPE e.V.: Verpackungsholz – Vermeidung von Schimmelbefall nach ISPM-15 Hitzebehandlung.
- ³⁵ Dippel, W., Krämer, G.: Erkennungsmerkmale, Eigenschaften und Schäden von Verpackungshölzern, Seminarunterlagen, Holzfachschule Bad Wildungen, 2007

A 1 Risikoanalyse und Risikobewertung – Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

A 1.1 Sortieren, Schneiden & Konservieren (Kühlen) (WW 1)

Prozessbeschreibung

- Sortierung der Häute (65 % Wasser, 33 % Proteine, 2 % Fett, 0,5 % Mineralstoffe) nach Gewicht, Gattung und Geschlecht in Container
- Zusammenstellung der Partien für die Nasszurichtung
- Häute werden in eine geeignete, einheitliche Form am Haken zurechtgeschnitten - zur Erleichterung weitere Verarbeitungsschritte in der Wasserwerkstatt, wo vielmals Durchlaufmaschinen zum Einsatz kommen
- in Zentraleuropa werden die Häute durch Kühlung bei 4 °C für max. sieben Tage konserviert, die im Vergleich zur traditionellen Salzung mit Natriumchlorid bzw. Natriumsulfat wesentlich umweltfreundlicher ist (Kühlager)
- beim Stapeln oder Lagern in Containern muss Kühlmittel (Eis) zugesetzt werden
- Kühlkette darf nicht unterbrochen werden & austretende Flüssigkeit muss abfließen können

	R-WW 1-1					R-WW 1-2					R-WW 1-3					R-WW 1-4					R-WW 1-5											
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Pilzen										Sporen und Staubablagerungen auf der Grünware (Vorkontamination)					Schimmelpilzwachstum auf der Grünware (Vorkontamination)					Sporenbefall des Konservierungssalzes ¹					herstellungsbedingte Sporenablagerungen auf der Grünware (z. B. über Container)						
Gefahrentyp	Vorkommen (RPZ = mittel)										Verunreinigung (RPZ = gering)					Wachstum / Überleben (RPZ = mittel)					Verunreinigung (RPZ = keine)					Verunreinigung (RPZ = mittel)						
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	5	4	1 ²	20	5 ³	3	1 ²	15	3	5 ⁴	2	30	1 ⁵	1	4	4	3	2	5	30	3	2	5	30	3	2	5	30	3	2	5	30
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da Grünware bis zum Waschen gekühlt wird & in späteren Schritten Proteine & Fette, die als Nährstoffe genutzt werden können entfernt bzw. deren Fasergefüge verändert werden										kein KS , da Grünware bis zum Waschen gekühlt wird, die Sporen mit dem Waschen (WW 3) und mit einer Fungizidbehandlung während der Gerbung (WW 6) entfernt bzw. getötet werden, Rohhautlager erstaunlicherweise nicht kontaminiert (2 & 1 Kbe) ⁶					KS Qualität der Grünware , da direkter Schaden an der Rohhaut					kein KS , da keine Kontamination des Konservierungssalzes vorlag					kein KS , da Grünware bis zu den Waschschritten gekühlt wird und die Sporen mit dem Waschen (WW 3) entfernt werden						
kritische Grenzwerte	-										-					Stockflecken, typischer modriger Schimmelpilzgeruch und Schimmelbewuchs					-					-						
Verfahren zur Überwachung kritischer Grenzwerte	-										-					visuelle Kontrolle					-					-						
Korrekturmaßnahmen	-										-					Rohhäute nicht mehr weiterverarbeiten					-					-						

A 1.2 Lagerung in klimatisierten Räumen (WW 2)

Prozessbeschreibung

- o ungesalzene Rohware wird bis zur Weiterverarbeitung in Containern in Plastikfolie eingeschlagen oder auf Haken bei 4 °C gelagert

	R-WW 2-1			R-WW 2-2			R-WW 2-3					
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen			Sporenablagerungen auf der Grünware			Schimmelpilzwachstum auf der Grünware					
Art der Gefahr	Vorkommen (RPZ = mittel)			Verunreinigung (RPZ = mittel)			Wachstum / Überleben (RPZ = keine)					
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	5	4	1 ²	20	2	2	5	20	1	1	3	3
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	<p>kein KS, da Grünware bis zu den Waschsritten gekühlt wird und in späteren Arbeitsschritten Proteine, die von Schimmelpilzen als Nährstoffquelle genutzt werden können und Fette entfernt bzw. deren Faergefüge verändert werden</p>			<p>kein KS, da Rohware mit Folien abgedeckt wird & Sporen mit den Waschsritten (WW 3) entfernt werden (eine etwas größere Gefahr geht von mit Pilzen kontaminierten, verschmutzten Containern aus, wenn Ware nur uneinge packt auf Haken hängt)</p>			<p>kein KS, da Rohware gekühlt wird und damit das Wachstum von Schimmelpilzen gestoppt bzw. stark vermindert wird</p>					

A 1.3 Weiche & Äscher (WW 3)

Prozessbeschreibung

- **Weiche** ist der erste Arbeitsschritt im Äscherfass (Holzfass) und benötigt zwischen 3 bis 5 Stunden (Wasserwechsel nach 1 – 2 Stunden)
- die Weiche wird oft zweistufig als Vor- und Hauptweiche durchgeführt
- Rohware wird mit Wasser ($< 100 \text{ KbE/ml}$ bei $22 \text{ }^\circ\text{C}$, $< 20 \text{ KbE/ml}$ bei $36 \text{ }^\circ\text{C}$)⁷ von Resten an Schmutz, Dung, Blut, Konservierungsmittel und löslichen Eiweißstoffen (Albumine, Globuline) gereinigt
- Ziel ist es, die Haut in den Zustand zurückzuführen, den sie am lebenden Tier hatte → die Herstellung des ursprünglichen Wassergehalts ist für die vollständige chemische Reaktionsfähigkeit der Haut unbedingt erforderlich → Wassergehalt von ca. 65 %
- Bewegung in der Flotte und erhöhte Weichtemperaturen beschleunigen die Wasseraufnahme zwischen den Fasern (kapillare Quellung) → die Bindung der Wassermoleküle an die Hautfaser (molekulare Quellung) wird durch höhere Temperaturen nicht begünstigt → sie ist hauptsächlich von der Weichdauer abhängig → übliche Weichtemperaturen liegen zwischen 20 und $35 \text{ }^\circ\text{C}$
- durch höhere Weichtemperaturen werden die Reinigungs- und Entfettungswirkung verbessert, aber die Gefahr der Schädigung durch Mikroorganismen nimmt stark zu
- Tenside fördern die Benetzung der Haut, wirken entfettend, reinigend und bringen die unstrukturierten Eiweißstoffe (flüssig, zwischen strukturierten Proteinen) leichter in Lösung → gelöste Fett- und Schmutzteilechen werden in Lösung gehalten
- enzymatische Weichhilfsmittel bringen die unstrukturierten Eiweißstoffe rasch in Lösung und lockern die strukturierten Eiweißstoffe auf = enzymatischer Hautaufschluss (unter Hautaufschluss versteht man das Herauslösen von Eiweißstoffen und Fetten aus der Haut & die Auflockerung des Fasergefüges) → dadurch kann das Wasser rascher in die Haut eindringen → für eine ausreichende Reinigung und Entfettung müssen sie meist mit Tensiden kombiniert werden → bei einer Überdosierung besteht die Gefahr der Hautschädigung durch einen übermäßigen Hautabbau

- mit dem Einbringen der Haut in die Weichflotte beginnt auch die Aktivität der an der Haut haftenden Mikroorganismen → je höher die Weichtemperatur, je stärker die Verschmutzung und je höher der Quellungszustand der Haut, umso heftiger ist die Aktivität der Mikroorganismen → ein Wasserwechsel und der Einsatz von keimtötenden Substanzen (Bakterizide) verhindert ein übermäßigen Hautabbau durch Mikroorganismen
- als Anschrärfmittel werden hauptsächlich Natronlauge (NaOH), Natriumsulfid (Na₂S) und Soda (Na₂CO₃) verwendet → durch ihre starke alkalische Wirkung wirken sie schmutzlösend, unterstützen das Emulgieren von Fetten (durch Bildung von Seifen) und bewirken eine Quellung der Haut
- zur Vermeidung einer Immunisierung der Haare muss der pH-Wert unter 10,5 (pH-Bereich: 6,0 – 10,5) bleiben
- im selben Fass findet danach der **Äscher** bei 20 – 30 °C für mind. 12 Stunden statt
- von den geweichten Häuten werden die Haare und die äußerste Oberhaut entfernt, gleichzeitig erfolgen Hautaufschluss und Quellung → dabei werden nicht Leder gebende Substanzen, wie Naturfett und Eiweiß (v. a. nichtkollagene Proteine, wie Keratin), aus der Haut heraus gewaschen
- durch Zugabe von Kalkhydrat (Calciumhydroxid) und Natriumsulfid wird der pH-Wert im Rezepturverlauf auf 11,5 – 13 angehoben → dadurch kommt es zum Hautaufschluss und die Haare werden chemisch von der Hautoberfläche entfernt
- die Haarlockerung mit Kalkhydrat tritt erst nach 5 bis 8 Tagen ein, während Natriumsulfid die Haare nach bereits 1 – 2 Stunden entfernt und die Blößen anschwülen lässt, es besteht jedoch die Gefahr des Narbenzuges
- ein kombinierter Kalk-Sulfid-Äscher vereint die Eigenschaften beider Systeme
- Auswirkungen auf die Haut- und Ledereigenschaften sind eine bessere Weichheit und Zügigkeit, ein geringeres spezifisches Gewicht, Flächen Gewinn, eine bessere Luftdurchlässigkeit, eine raschere Chemikalienaufnahme & stärkere Reaktionsfähigkeit der Haut durch Aktivierung reaktionsfähiger Gruppen
- Weiche und Äscher werden anhand einer Rezeptur durchgeführt und dauern ca. 24 – 36 Stunden
- haarlose, aufgeschlossene Haut ist die sogenannte Blöße (70 – 80 % Wassergehalt)

	R-WW 3-1	R-WW 3-2	R-WW 3-3	R-WW 3-4																																
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundla-ge für ein Wachstum von Schimmelpilzen	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination (z. B. durch Wasser)	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen																																
Gefahren- typ	Vorkommen (RPZ = gering)	Verunreinigung (RPZ = keine)	Verunreinigung (RPZ = keine)	Wachstum / Überleben (RPZ = keine)																																
Risikobeurteilung	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>1²</td> <td>6</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	3	2	1 ²	6	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	1	1	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	3	3	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	3	3
A	B	E	RPZ																																	
3	2	1 ²	6																																	
A	B	E	RPZ																																	
1	1	1	1																																	
A	B	E	RPZ																																	
1	1	3	3																																	
A	B	E	RPZ																																	
1	1	3	3																																	
Kontrollpunkte Schim- mel (KS)	kein KS , da lösliche, unstrukturierte Proteine (z. B. Albumine, Globuline) und Fette durch die Weiche und den anschließenden Ascher weitestgehend entfernt werden, durch die Bewe-gung des Fasses, die Anwesen-heit von Wasser und ein Was-serwechsel kein Wachstum möglich ist	kein KS , da Verwendung von Wasser < 100 KbE/ml ⁷	kein KS , Fass ist verschlossen und Wasser ist frei von Schim-melpilzen bzw. -sporen, damit besteht keine Kontaminations-gefahr	kein KS , pH-Wert viel zu ba-sisch (Pilze bevorzugten haupt-sächlich sauer bis neutral), Wasser und der Wasserwechsel unterbinden ein ungestörtes Wachstum																																

A 1.4 Entfleischen & Spalten (WW 4)

Prozessbeschreibung

- o beim Entfleischen wird das Unterhautbindegewebe mechanisch von den Blößen entfernt und die entfleischte Blöße wird anschließend beschnitten → Schwanzwurzel, Bauchnabel und andere nicht gewünschte Hautteile werden dabei abgetrennt
- o beim Spalten wird die Blöße mit einem Bandmesser in einen Narben- und einen Fleischspalt horizontal gespalten → der Narben- oder auch Ober-spalt wird anschließend zum Oberleder verarbeitet, der Fleischspalt wird zu Spaltleder oder Gelatine verarbeitet

	R-WW 4-1	R-WW 4-2																
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundla-ge für ein Wachstum von Schimmelpilzen	herstellungsbedingte Sporenkontamination																
Gefahren-typ	Vorkommen (RPZ = gering)	Verunreinigung (RPZ = gering)																
Risikobeurteilung	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>1²</td> <td>6</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	3	2	1 ²	6	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>16</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	2	2	4	16
A	B	E	RPZ															
3	2	1 ²	6															
A	B	E	RPZ															
2	2	4	16															
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da zumindest die löslichen, unstrukturierten Proteine (z. B. Albumine, Globuline) und Fette größtenteils entfernt sind und ein Wachstum in der kurzen Zeit unmöglich ist	kein KS , obwohl Blößen mit Sporen während des Transportes auf den Bändern durch die Maschinen kontaminiert werden könn-ten, da es aber in diesem Schritt keine Korrekturmöglichkeit gibt, die Blößen in der Wasserwerkstatt immer wieder gespült werden bzw. mit Fungiziden im Gerbprozess (WW 6) behandelt werden und die Kontamination der Entfleisch- und Spaltmaschine mini-mal ist, besteht keine direkte Gefahr (5 KbE) ⁸																

A 1.5 Entkälken & Beizen (WW 5)

Prozessbeschreibung

- das Entkälken für 0,5 – 3 Stunden bei 28 – 35 °C dient dem der Entfernung von Kalk und Äscherchemikalien durch Neutralisation bzw. der Reinigung und der Entquellung der Blöße
- bei der Reinigung sollen vor allem die in der Haut verbliebenen Abbauprodukte des Keratins, des Kollagens und das verseifte Naturfett beseitigt werden
- der End-pH-Wert der Entkalkung liegt im Allgemeinen zwischen 6 – 9, z. B. mit Natriumbisulfit
- die gebräuchlichsten Entkalkungsmittel sind Ammoniumsalze (z. B. Ammoniumsulfat) in Kombination mit schwachen Säuren
- bei der Beize für 0,5 – 3 Stunden bei 28 – 38 °C kommt es zu einem weiteren Hautaufschluss → mit Hilfe von Enzymen werden Kollagen und andere, strukturierte Eiweißstoffe (Keratin, Elastin) kontrolliert abgebaut → dadurch werden die Fasern gegeneinander beweglicher und das Leder wird weicher
- dabei werden Epidermis-, Haar-, Pigmentreste und nichtkollagene Eiweißbestandteile entfernt

	R-WW 5-1	R-WW 5-2	R-WW 5-3	R-WW 5-4																																
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen																																
Gefahren- typ	Vorkommen (RPZ = gering)	Verunreinigung (RPZ = keine)	Verunreinigung (RPZ = gering)	Wachstum / Überleben (RPZ = keine)																																
Risikobeurteilung	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> <td>1²</td> <td>6</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	3	2	1 ²	6	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	1	1	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>6</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	2	1	3	6	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	3	3
A	B	E	RPZ																																	
3	2	1 ²	6																																	
A	B	E	RPZ																																	
1	1	1	1																																	
A	B	E	RPZ																																	
2	1	3	6																																	
A	B	E	RPZ																																	
1	1	3	3																																	
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da neben den bisherigen unstrukturierten Proteinen auch strukturierte Proteine, wie Kollagen und Keratin aber auch verseifte Fette entfernt werden, durch die Bewegung des Fasses und die Anwesenheit von Wasser ist kein Wachstum möglich	kein KS , da Verwendung von Wasser < 100 KbE/ml ⁷	kein KS , durch das verschlossene Fass besteht keine Kontaminationsgefahr, Wasser ist frei von Schimmelpilzen bzw. -sporen	kein KS , Behandlungszeit zu kurz, das Wasser unterbindet ein ungestörtes Wachstum																																

A 1.6 Pickeln & Gerben (WW 6)

Prozessbeschreibung

- zur Vorbereitung auf die mineralische Gerbung muss die Blöße stark sauer gestellt werden
- im Pickel wird durch Zugabe von Säure (Ameisensäure (HCOOH), Schwefelsäure (H₂SO₄) und Salpetersäure (HNO₃)) und Salz (Gemisch aus Neutralsalzen, z. B. Kochsalz (NaCl) oder Natriumsulfat (Na₂SO₄)) innerhalb von 1,5 – 4 Stunden der pH-Wert der Haut auf 2,5 – 4 abgesenkt und ermöglicht dadurch die Penetration des Gerbstoffes
- das Ergebnis ist eine Pickelblöße
- die anschließende Gerbung erfolgt mit Chrom (dreiwertige Chromsalze) für 6 – 10 Stunden bei 38 – 50 °C, dem weltweit verbreitetsten Gerbstoff
- die gerbende Wirkung beruht auf den Einbau der Säuregruppen (-COO⁻) des Kollagens in den Chromkomplex
- das Abstumpfen (Basifizieren) ermöglicht den Einbau der Säuregruppen (-COO⁻), wobei der pH-Wert durch die Zugabe von Alkalien (z. B. Soda, Natriumhydrogencarbonat, Magnesiumoxid) leicht angehoben (3,6 – 3,9) wird und damit die Affinität und die gerbende Wirkung erreicht wird
- diese Chromkomplexe werden während der Gerbung vergrößert und können dann auch weiter entfernt liegende Kollagenketten vernetzen
- die Stabilität der Bindungen zwischen Kollagen und den Chromatomen wird durch einen Alterungsprozess (Verolung) gesteigert
- Chromgerbstoff färbt die Haut bläulich, deshalb nennt man sie nach der Gerbung „Wet-Blue“
- im Pickel kann auch eine Vorfettung (Lickerfettung) erfolgen
- eine Schimmelpilzentwicklung ist aufgrund des pH-Wertes möglich → durch eingebrachte Proteine (Hautweiß), Zucker und Fettungsmittel steuern den Schimmelpilzen ausreichend Nährstoffe zur Verfügung → Schimmelpilzvermeidung durch Zugabe von Fungiziden

	R-WW 6-1	R-WW 6-2	R-WW 6-3	R-WW 6-4																																
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundla-ge für ein Wachstum von Schimmelpilzen	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	herstellungsbedingte Sporen-kontamination	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen																																
Gefahren- typ	Vorkommen (RPZ = keine)	Verunreinigung (RPZ = keine)	Verunreinigung (RPZ = gering)	Wachstum / Überleben (RPZ = mittel)																																
Risikobeurteilung	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>1²</td> <td>4</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	2	2	1 ²	4	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	1	1	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	2	1	5	10	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>32</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	4	4	2	32
A	B	E	RPZ																																	
2	2	1 ²	4																																	
A	B	E	RPZ																																	
1	1	1	1																																	
A	B	E	RPZ																																	
2	1	5	10																																	
A	B	E	RPZ																																	
4	4	2	32																																	
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da neben den bisher-igen unstrukturierten Proteinen auch strukturierte Proteine, wie Kollagen und Keratin aber auch verseifte Fette entfernt sind, durch die Bewegung des Fas-ses, die Anwesenheit von Fungizi-ser und der Einsatz von Fungizi-den ist kein Wachstum möglich	kein KS , da Verwendung von Wasser < 100 KbE/ml ⁷	kein KS , durch das geschlos-sene Fass besteht keine Kontami-nationsgefahr, Zusatz von Fun-giziden verhindert Sporenkei-mung und ein Pilzwachstum, Gerbfasshalle minimal kontami-niert (9 & 6 KbE) ⁸	KS Fungizidzugabe																																
kritische Grenzwerte	-	-	-	Auswahl & Konzentration Fun-gizide (z. B. Mor-tanol 30 = 0,3 % → Wirkstoff: TCMTB)																																
Verfahren zur Über-wachung kritischer Grenzwerte	-	-	-	Überprüfung der Konzentration & Einwirkzeit an Fungiziden in Abhängigkeit von der Vorbelas-tung & den räumlichen Gege-benheiten, Untersuchung der Wet-Blues auf Schimmelpilz-wachstum																																

Anhang A 1 - Risikoanalyse und Risikobewertung – Herstellung von Halbfabrikaten aus Rohhäuten – Wasserwerkstatt (WW)

	R-WW 6-1	R-WW 6-2	R-WW 6-3	R-WW 6-4
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundla- ge für ein Wachstum von Schimmelpilzen	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen (RPZ = kei- ne)	herstellungsbedingte Sporen- kontamination	Schimmelpilzwachstum auf den Blößen
Korrekturmaßnahmen	-	-	-	(1) kein Wachstum → fungizide Behandlung, um Restrisiko zu vermeiden → Weiter- verwendung (2) Wachstum → Wet-Blue ver- werfen

A 1.7 Abwelken & Halbieren (WW 7)

Prozessbeschreibung

- das nasse Wet-Blue (ca. 80 % Wassergehalt) wird auf der Abwelkpresse auf eine Restfeuchte von ca. 50 % entwässert indem zwei Filzrollen mit hohem Druck einen Teil des Wassers aus der Haut herauspressen

	R-WW 7-1				R-WW 7-2		
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundla- ge für ein Wachstum von Schimmelpilzen						
Gefahrentyp	Vorkommen (RPZ = keine)						
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E
	2	2	1 ²	4	5	3	5
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS, da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind						
kritische Grenzwerte	-						
Verfahren zur Überwachung kritischer Grenzwerte	-						
Korrekturmaßnahmen	-						
	Verunreinigung (RPZ = hoch)						
					herstellungsbedingte Pilz- und Sporenkontamination		
					KS Filzrollen, Filzrollen saugen Feuchtigkeit auf → Filz bietet ideale Bedingungen für das Anhaften von Mikroorganismen (Einschleppen von Pilzen bzw. Pilzsporen) → mäßige Schimmelpilzsporenkontamination (11 & 28 Kbe) ^{9,10}		
					Einsatz mit Schimmelpilzen & -sporen kontaminierter Filzrollen, Fungizidkonzentration während der Gerbung (WW 6); z. B. Morfanol 30 > 0,3 %		
					visuelle Kontrolle		
					Filzrolle entfernen & ggf. durch ein antimikrobielles, leicht zu reinigendes Material ersetzen		

A 1.8 Transport & Lagerung (WW 8)

Prozessbeschreibung

- Transport zum Anwender erfolgt auf, mit Plastikfolien abgedeckten Metallpaletten oder Holzböcken, in einem Container, die nur nach unten offen sind
- gelagert werden die Wet-Blues immer noch abgedeckt auf den zum Transport verwendeten Metallpaletten und Holzböcken
- Transport zur Nasszurichtung erfolgt in Containern

		R-WW 8-1			R-WW 8-2			R-WW 8-3					
Gefahr (Risiko)		Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen			umgebungsbedingte Sporen und Staubablagerungen auf den Wet-Blues			Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues					
Gefahren-typ		Vorkommen (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = mittel)			Wachstum / Überleben (RPZ = mittel)					
Risikobeurteilung		A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
		2	2	1 ²	4	4	3	3	36	4	4	2	32
Kontrollpunkte Schimmel (KS)		kein KS, da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind			KS Holzböcke			KS Lagerung & Transport					
kritische Grenzwerte	-				Einsatz (nicht fungizid ausgerüsteter bzw. mit Schimmelpilzen befallener) Holzböcke			(T ≥ 25 °C ¹¹), starke Temperaturschwankungen, Sauerstoffdurchlässigkeit: > 25 Ncm ³ /m ²					
Verfahren zur Überwachung kritischer Grenzwerte	-				visuelle Kontrolle			visuelle Kontrolle					

	R-WW 8 & 9-1	R-WW 8 & 9-2	R-WW 8 & 9-3
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	umgebungsbedingte Sporen und Staubablagerungen auf den Wet-Blues	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues
Korrekturmaßnahmen	-	kein Einsatz von Holzböcken, mit dem das feuchte Wet-Blue direkt in Kontakt kommen kann (es sei denn, die Wet-Blues sind mit Plastikfolien eingeschlagen), bei Bewuchs mit Schimmelpilzen auf dem Holz oder direkt auf den Wet-Blues diese verwerfen	18-22 °C, 20-30 % CO ₂ , 70-80 % N ₂ & 4-5 °C Vakuumverpackungen, bei Bewuchs mit Schimmelpilzen Wet-Blues verwerfen

A 2 Risikoanalyse und Risikobewertung – Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

A 2.1 Sortieren, Falzen, Blanchieren & Waschen (NZ 1)

Prozessbeschreibung

- nach dem Abwelken werden die Leder nach Qualitätsklassen (Größe, Schwere, Anzahl und Lage der Lederfehler) **sortiert**, um die erforderlichen Partien für die Nasszurichtung zusammenzustellen, zur Dickenregulierung **gefalzt** (auf 0,1 mm genau durchführbar, auch am trockenem Leder) und die Fleischseite durch **blanchieren** gesäubert
- in der anschließenden **Wäsche** bei 30 – 50 °C für 30 – 60 min unter Einsatz von Tensiden und organischen Säuren werden Falzstaub bzw. –späne, ungebundene Gerbstoffe und Chemikalien entfernt
- weiterhin dient die Wäsche der Entfettung, dem Anwärmen der Leder und Fässer, und damit Vorbereitung auf die nachfolgenden Arbeitsgänge, dem Ausgleich von pH-Wert-Unterschieden (z. B. bei Ledern aus verschiedenen Gerbparten) und der Herstellung eines vollständigen Wassergerhaltens, als Voraussetzung für eine gute Reaktionsfähigkeit mit den Chemikalien

Gefahr (Risiko)	R-NZ 1-1			R-NZ 1-2			R-NZ 1-3			R-NZ 1-4		
	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen			umgebungsbedingte Sporen- und Schimmelpilzkontamination beim Sortieren & Falzen			Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen			herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination (z. B. durch Wasser) beim Blanchieren und Waschen		
Gefahren	Vorkommen (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = hoch)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)		
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	2	2	1 ²	4	4	3	4	48	1	1	1	1
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind			KS Räumlichkeiten , mäßige Schimmelpilzsporenkontamination (0 & 28 Kbe = Wet-Sortierstelle ⁹ , 15 & 17 Kbe = Falzmaschine) ¹⁰	kein KS , da Verwendung von Wasser < 100 Kbe/ml ⁷			kein KS , keine Kontamination durch Wasser, Fass verschlossen				
kritische Grenzwerte	-			Schimmelpilzwachstum an Wänden, offene Fenster, Zugluft			-			-		
Verfahren zur Überwachung kritischer Grenzwerte	-			visuelle Kontrolle			-			-		
Korrekturmaßnahmen	-			Zusatz von Fungiziden in der Nachgerbung (NZ 2) verhindert Auskeimen und das Wachstum von Pilzsporen			-			-		

A 2.2 Nachgerben I (NZ 2)

Prozessbeschreibung

- o die mineralische Nachgerbung mit Chrom erfolgt bei einer Temperatur von 30 – 40 °C und einem pH-Wert von 3,8 – 4 für 1 – 3 Stunden
- o sie dient der Verbesserung der Faserdichte, verfeinert das Narbenbild, verstärkt die kationische Aufladung des Leders und ermöglicht dadurch eine bessere Aufnahme und Fixierung von anionischen Nachgerbstoffen, Fetten und Farbstoffen, weiterhin erhöht die Nachgerbung die chemische Beständigkeit und Temperaturbeständigkeit von Gerbungen
- o in der Nachgerbung kann die Zugabe von Fettungsmitteln erfolgen

	R-NZ 2-1			R-NZ 2-2			R-NZ 2-3			R-NZ 2-4		
	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundla- ge für ein Wachstum von Schimmelpilzen			Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen			herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination			Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues		
Gefahrentyp	Vorkommen (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Wachstum / Überleben (RPZ = keine)		
Risikobeurteilung	2	2	1 ²	4	1	1	1	1	1	1	1	2
Kontrollpunkte Schim- mel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind			kein KS , da Verwendung von Wasser < 100 KbE/ml ⁷			kein KS , keine Kontamination durch Wasser			kein KS , Behandlungszeit zu kurz, das Wasser unterbindet ein ungestörtes Wachstum		

A 2.3 Neutralisieren (NZ 3)

Prozessbeschreibung

- bei der Entsäuerung mit Natriumformiat und Natriumhydrogencarbonat bei einer Temperatur von 30 – 35°C und einem pH-Wert von 4,5 – 6 werden innerhalb von 1 – 2 Stunden die stark sauren Säurereste aus dem Leder entfernt
- sie wird nur bei Ledern mit Mineralgerbung oder mit starker mineralischer Nachgerbung durchgeführt
- starke Säurereste können das Leder bei längerer Lagerung zerstören, außerdem verhindern sie das Eindringen und die gleichmäßige Verteilung anionischer Chemikalien
- durch die Stärke der Entsäuerung kann die Verteilung der Chemikalien der nachfolgenden Arbeitgänge im Hautquerschnitt gesteuert werden
- bei übermäßiger Neutralisation werden die Leder losnarbig und anionische Gerbstoffe, Farbstoffe und Fettungsmittel werden schlecht an das Leder gebunden

	R-NZ 3-1			R-NZ 3-2			R-NZ 3-3			R-NZ 3-4		
	A	B	E	A	B	E	A	B	E	A	B	E
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundla-ge für ein Wachstum von Schimmelpilzen			Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen			herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination			Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues		
Gefahren- typ	Vorkommen (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Wachstum / Überleben (RPZ = keine)		
Risikobeurteilung	2	2	1 ²	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Kontrollpunkte Schim- mel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind			kein KS , da Verwendung von Wasser < 100 KbE/ml ⁷			kein KS , keine Kontamination durch Wasser			kein KS , Behandlungszeit zu kurz, Wasser unterbindet ein ungestörtes Wachstum		

A 2.4 Nachgerben II (NZ 4)

Prozessbeschreibung

- die Nachgerbung nach der Neutralisation erfolgt mit anionischen Nachgerbstoffen (Vegetabilgerbstoffen, synthetischen Gerbstoffen und Polymergerbstoffen) für max. 2 Stunden bei einer Temperatur von 30 – 40 °C
- sie dient vor allem zur Steigerung der Fülle und zur Verbesserung der Lederstruktur und kann mit Farbstoffen und Fettungsmitteln kombiniert werden
- in der Nachgerbung kann die Zugabe von Fettungsmitteln erfolgen

	R-NZ 4-1			R-NZ 4-2			R-NZ 4-3			R-NZ 4-4		
	A	B	E	A	B	E	A	B	E	A	B	E
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen			Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen			herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination			Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues		
Gefahrenstyp	Vorkommen (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Wachstum / Überleben (RPZ = keine)		
Risikobeurteilung	2	2	1 ²	1	1	1	1	1	1	1	1	2
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind			kein KS , da Verwendung von Wasser < 100 KbE/ml ⁷			kein KS , keine Kontamination durch Wasser			kein KS , Behandlungszeit zu kurz, Wasser unterbindet ein ungestörtes Wachstum		

A 2.5 Färben, Fetten & Hydrophobieren (NZ 5)

Prozessbeschreibung

- für die **Lederfärbung** werden hauptsächlich anionische Farbstoffe bei einem pH-Wert von 3,3 – 3,5 verwendet, wobei Metallkomplexfarbstoffe allgemein bessere Echtheiten ergeben als Säurefarbstoffe, als weitere Farbstoffgruppen werden noch Substantivfarbstoffe (Direktfarbstoffe) und Reaktivfarbstoffe eingesetzt, mit kationischen Farbstoffen können die Echtheitswerte der anionischen Farbstoffe nicht erzielt werden, sie werden hauptsächlich für den Farbton verstärkende Top-Färbungen verwendet
- die Fassfärbung ist bei der Nasszurichtung die allgemein übliche Technologie, sie kann gemeinsam mit der Nachgerbung oder in frischer Flotte erfolgen
- Flottenfärbung → wird gemeinsam mit den Nachgerbstoffen oder in einer frischen Flotte durchgeführt, Farbstoffe werden gelöst zugegeben, 30 – 60 °C, Leder werden nicht durchgefärbt
- Pulver- oder Trockenfärbung → Farbstoffe werden ungelöst bei max. 30 °C zugegeben, anschließend Verdünnung durch Wasserzugabe, Temperaturerhöhung auf 55 – 60 °C und Fixierung der Farbstoffe durch pH-Wert-Änderung, Leder werden durchgefärbt
- Top- oder Oberflächenfärbung → in einem eigenen Bad, 50 – 60 °C, im Anschluss einer Flotten- oder Pulverfärbung, Farbstoffe gelöst zugesetzt, dient zur Verstärkung des Farbtons
- Sandwich-Färbung → im Anschluss einer Flotten- oder Trockenfärbung, mit speziellen Färbereihilfsmitteln werden Leder umgeladen, dadurch wird die erste Färbung zusätzlich fixiert und die Bindungsmöglichkeiten für die Farbstoffe der zweiten Färbung werden stark erhöht, wird bei Leder mit geringer Affinität zu den Farbstoffen angewendet

- Färbehilfsmittel beeinflussen das Bindungsbestreben, bei einer Affinitätserniedrigung wird der Farbstoff langsamer gebunden, kann sich gleichmäßiger verteilen und besser in das Leder eindringen, beim Einsatz von Färbemitteln, die die Affinität steigern (Farbverstärker) kommt es zu oberflächlicheren Färbungen und tieferen Farbtönen
- bei der **Fettung** werden die Lederfasern mit einem dünnen Fettungsmittelfilm umhüllt, dadurch werden sie isoliert und verkleben beim Trocknen nicht so stark, das gesamte Fasergefüge wird beweglicher und weicher
- die Fettung kann im nassen Zustand (Lickerfettung), feuchten Zustand (Fettung im Warmluftfass, Abölen) oder im trockenen Zustand (Einbrennen) erfolgen
- die Fettung mit wasserverdünnbaren Fettungsmitteln ist die wichtigste Form der Fettung, sie erfolgt mit anionischen Lickern (Fette mit wasserlöslichen Gruppen, z. B. durch Sulfatierung & Veresterung mit Phosphorsäure unter Beimischung von Tensiden hergestellt) bei 50 – 60 °C
- die **Hydrophobierung** des Leders verleiht ihm einen Schutz vor Nässe und Schmutz ohne die Atmungsaktivität zu vermindern, sie reicht von einer oberflächlichen Behandlung bis zu einer Hydrophobierung über den ganzen Lederquerschnitt, die Hydrophobierung im Fass kann gemeinsam mit der Lickerfettung oder auch an deren Stelle durchgeführt werden
- die wasserverdünnbaren Hydrophobierungsmittel werden in das Leder eingewalkt, die Fixierung erfolgt über Absäuern und eine Nachbehandlung mit Mineralgerbstoffen, für eine oberflächliche Hydrophobierung genügt eine Nachbehandlung am Ende der Nasszurichtung

Anhang A 2 - Risikoanalyse und Risikobewertung – Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

	R-NZ 5-1	R-NZ 5-2	R-NZ 5-3	R-NZ 5-4																							
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundla-ge für ein Wachstum von Schimmelpilzen	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	Schimmelpilzwachstum auf den Wet-Blues																							
Gefahren- typ	Vorkommen (RPZ = keine)	Verunreinigung (RPZ = keine)	Verunreinigung (RPZ = keine)	Wachstum / Überleben (RPZ = keine)																							
Risikobeurteilung	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RBZ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>1²</td> <td>4</td> </tr> </table>	A	B	E	RBZ	2	2	1 ²	4	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	1	1	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	2	2
A	B	E	RBZ																								
2	2	1 ²	4																								
A	B	E	RPZ																								
1	1	1	1																								
A	B	E	RPZ																								
1	1	2	2																								
Kontrollpunkte Schim- mel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind	kein KS , da Verwendung von Wasser < 100 KbE/ml ⁷	kein KS , keine Kontamination durch Wasser, Fass beim Fär- ben, der Lickerfettung und der Hydrophobierung verschlossen, Temperaturen beim Fetten (60 °C) und Behandlungszeit- raum für ein Schimmelpilz- wachstum zu kurz, aber minima- le bis mäßige Sporenkontamina- tion der Färbefasshalle (6 & 14 KbE) ⁹⁾¹²	kein KS , Behandlungszeit zu kurz, Wasser unterbindet ein ungestörtes Wachstum																							

A 2.6 Ausrecken & Trocknen (NZ 6)

Prozessbeschreibung

- o nachdem die Leder einige Stunden zur Bindung der Chemikalien auf dem Bock gelagert wurden, erfolgt das **Ausrecken**
- o durch das Ausrecken werden die Leder flacher, nehmen an Fläche zu und werden auch teilweise entwässert
- o im Anschluss daran erfolgt ein schonender **Trockenvorgang** über Hänge-, Spann- oder Vakuumtrocknung bei dem die Temperatur bei Chromleder nicht über 60 °C liegen darf
- o nach dem Trocknen haben die Leder einen Wassergehalt von 6 – 12 %

	R-NZ 6-1			R-NZ 6-2			R-NZ 6-3					
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen			herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination			Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern					
Gefahrenotyp	Vorkommen (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = mittel)			Wachstum / Überleben (RPZ = mittel)					
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	2	2	1 ²	4	4	4	2	32	3	4	2	24
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS, da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind			KS Trocknung, minimale bis mäßige Sporenkontamination (1 & 10 KbE ⁹), Wet-Blues nicht vor Kontamination geschützt ¹³			KS Trocknung, obwohl der Wassergehalt zum Ende der Trocknung zu niedrig für eine Schimmelpilzsporenkeimung ist, kann es aufgrund der Sporenkontamination zum Wachstum von Pilzen kommen, wenn die Trocknung zu langsam erfolgt					

	R-NZ 6-1	R-NZ 6-2	R-NZ 6-3
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern
kritische Grenzwerte	-	lange Trocknungszeiten (Spann- & Hängetrocknung)	> 10 KbE (Sedimentationstest), zu lange Trocknungszeiten (Spann- & Hängetrocknung)
Verfahren zur Überwachung kritischer Grenzwerte	-	visuelle Kontrolle, Überprüfung der Trocknungszeiten	visuelle Kontrolle, Überprüfung der Trocknungszeiten
Korrekturmaßnahmen	-	Reduktion der Trocknungszeit, Einsatz von Vakuumtrockner bzw. Kombination mit Spann- oder Hängetrocknung, bei erkennbaren Sporen- oder Schimmelpilzbefall Crustleder verwerfen	Einsatz von Vakuumtrockner bzw. Kombination mit Spann- oder Hängetrocknung, bei Schimmelpilzbewuchs Crustleder verwerfen

A 2.7 Konditionieren, Stollen & Millen, Schleifen & Entstauben (NZ 7)

Prozessbeschreibung

- o trotz Fettung kommt es bei der Trocknung zu einer Verklebung der Lederfasern die beim **Stollen** gelockert werden und dadurch das Leder weicher wird, damit der Stollvorgang leichter durchgeführt werden kann und eine Schädigung der Lederstruktur vermieden wird, wird der Wassergehalt der Leder auf 20 – 30 % gebracht (**Konditionierung**), es kann durch Anfeuchten der Fleischseite erfolgen und dauert mehrere Stunden, meist über Nacht
- o da die Leder zuvor mit wasserabweisenden Eigenschaften ausgestattet wurden, ist ein Anfeuchten des Leders nicht einfach, so müssen die Leder unter einer Plastikfolie zum Schwitzen gebracht werden, wobei Wasserdampf in die Zwischenräume des Leders diffundiert

- das **Millen** ist bei weichen Ledersorten ein weiterer Arbeitsschritt zur Auflockerung der Faserstruktur, durch den Millvorgang wird die natürliche Struktur des Narbenbildes herausgearbeitet, es kann auch während oder am Ende der Trockenzurichtung erfolgen, die Durchführung erfolgt in Fässern mit schneller Umdrehung, durch das Millen wird eine besonders weiche Lederqualität mit einem besonders angenehmen, vollen Griff erzielt
- das **Schleifen** erfolgt fleischseitig, die Körnung der Schleifpapiere reicht von 180 für sehr grobe bis 800 für sehr feine Schleife, für eine feine gleichmäßige Faser muss meist in mehreren Durchgängen mit zunehmender Feinheit geschliffen werden
- die Entfernung von Schleifstaub durch **Entstauben** ist für eine störungsfreie Durchführung der Trockenzurichtung von großer Bedeutung

	R-NZ 7-1	R-NZ 7-2	R-NZ 7-3	R-NZ 7-4																																
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern während des Konditionierens und Stollens	herstellungsbed. Sporen- & Schimmelpilzkontamination beim Konditionieren, Stollen, Millen, Schleifen & Entstauben																																
Gefahrenotyp	Vorkommen (RPZ = keine)	Verunreinigung (RPZ = keine)	Wachstum / Überleben (RPZ = hoch)	Verunreinigung (RPZ = keine)																																
Risikobeurteilung	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>1²</td> <td>4</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	2	2	1 ²	4	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	1	1	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>4</td> <td>64</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	4	4	4	64	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	1	1
A	B	E	RPZ																																	
2	2	1 ²	4																																	
A	B	E	RPZ																																	
1	1	1	1																																	
A	B	E	RPZ																																	
4	4	4	64																																	
A	B	E	RPZ																																	
1	1	1	1																																	
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS, da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind	kein KS, da Verwendung von Wasser < 100 KbE/ml ⁷	KS Konditionieren, beim Konditionieren können zuvor eingebrachte Sporen in feucht-warmer Umgebung (Schwitzen) auskeimen und die Pilze bzw. Sporen beim Stollen mechan. in die Narben des Crustleders eingearbeitet werden, Behandlungszeitraum beim Konditionieren ist ausreichend für ein Pilzwachstum, mäßige Sporenkontamination der Stollmaschine (26 & 18 KbE) ¹⁰	kein KS, keine Kontamination durch Wasser, bei der Konditionierung sind Crustleder in Folien eingeschlagen, das Millen erfolgt verschlossen im Fass, beim Schleifen und Entstauben wird die Oberfläche abgetragen bzw. gesäubert																																

Anhang A 2 - Risikoanalyse und Risikobewertung – Herstellung von Crustleder aus Halbfabrikaten – Nasszurichtung (NZ)

	R-NZ 7-1	R-NZ 7-2	R-NZ 7-3	R-NZ 7-4
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	Kontamination des Wassers mit Schimmelpilzsporen	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern während des Konditionierens und Stollens	herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination beim Konditionieren, Stollen, Millen, Schleifen & Entstauben
<i>kritische Grenzwerte</i>	-	-	Sporenkontamination während der Trocknung (> 10 KbE im Sedimentationstest)	-
<i>Verfahren zur Überwachung kritischer Grenzwerte</i>	-	-	visuelle Kontrolle	-
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	-	-	Schimmelpilzwachstum während der Konditionierung → Crustleder verwerfen, kein Schimmelpilzwachstum → Sporen im Schritt NZ 5 (Färben, Fetten, Hydrophobieren) mit einer Fungizidbehandlung inaktivieren	-

A 3 Risikoanalyse und Risikobewertung – Herstellung von Fertiglleder – Trockenzurichtung & Fertigung von Autositzen (TZF)

A 3.1 Zurichten (TZ 1)

Prozessbeschreibung

- o in der Zurichtung gibt es keinen festen Produktionsablauf, je nach Ledertyp und Kundenwunsch wird hier die Lederoberfläche mit unterschiedlichen Produkten oder mechanischen Vorgängen behandelt
- o die Oberflächenbehandlung des Leders dient dazu Eigenschaften, wie z. B. mechanische chemische Beständigkeit der Oberfläche, den Glanz, den Oberflächengriff, die Oberflächenstruktur und die Färbung der Oberfläche zu beeinflussen
- o bei der Zurichtung werden Farbstofflösungen, farblose oder pigmentierte Bindemittelmischungen und Lacke in mehreren Schichten auf die Oberfläche aufgetragen
- o die Schichten werden durch Druck und Wärme verdichtet und geglättet oder geprägt

	R-TZ 1-1			R-TZ 1-2			R-TZ 1-3			
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen			herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination			Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern			
Gefahrenotyp	Vorkommen (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Wachstum / Überleben (RPZ = keine)			
Risikobeurteilung	A	B	E	A	B	E	A	B	E	RPZ
	2	2	1 ²	1	1	1	1	1	1	1
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind			kein KS , keine Sporenkontamination (1 & 3 KbE) ⁶			kein KS , Behandlungszeit zu kurz, Oberfläche wird behandelt (z. B. abgetragen, versiegelt)			

A 3.2 Schleifen, Prägen, Bügeln, Polieren (TZ 2)

Prozessbeschreibung

- o zur besseren Weiterverarbeitung der Leder, werden diese auf der Rückseite mit einem Sandpapier maschinell **geschliffen**, so werden ungewünschte längere Hauffasern entfernt, die bei einer späteren Verklebung der Leder die Qualität des Endproduktes negativ beeinflussen könnten; durch das Schleifen auf der Narbenseite können strukturelle Schäden und Unterschiede ausgeglichen werden, zusätzlich wird die Saugfähigkeit meist aber wesentlich erhöht
- o die natürliche Lederoberfläche ist glatt und hat feine Poren
- o aus modischen Gründen wird manchmal ein Design oder ein Narbenmuster auf der Lederoberfläche **geprägt**, neben dem Verdichten und Verschmelzen des Zurichtfilms steigert das **Bügeln** die Glätte und damit den Glanz der Leder, darüber hinaus beeinflusst das Bügeln auch den Griff (80 – 120°C bei bis zu 250 bar/cm²)
- o beim Polieren wird die Zurichtschicht mit Walzen bearbeitet, dabei wird die Oberfläche geglättet & durch Reibungswärme und Druck verdichtet

	R-TZ 2-1	R-TZ 2-2	R-TZ 2-3																								
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination	Schimmelpilzwachstum auf den Crustledern																								
Gefahren-typ	Vorkommen (RPZ = keine)	Verunreinigung (RPZ = keine)	Wachstum / Überleben (RPZ = keine)																								
Risikobeurteilung	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>1²</td> <td>4</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	2	2	1 ²	4	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	1	1	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	1	1	1	1
A	B	E	RPZ																								
2	2	1 ²	4																								
A	B	E	RPZ																								
1	1	1	1																								
A	B	E	RPZ																								
1	1	1	1																								
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind	kein KS , keine Sporenkontamination (1 & 3 KbE) ⁶	kein KS , Behandlungszeit zu kurz, Oberfläche wird behandelt (z. B. abgetragen, versiegelt)																								

A 3.3 Versand (F 1)

Prozessbeschreibung

- Transport der Fertigläder zum Anwender erfolgt auf, mit Plastikfolien abgedeckten Metallpaletten oder Holzböcken, in einem Container, die nur nach unten offen sind oder in großen Wellpappeschachteln übereinandergelegt

	R-F 1-1			R-F 1-2			R-F 1-3					
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen											
Gefahrenotyp	Vorkommen (RPZ = keine)											
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	Wachstum / Überleben (RPZ = mittel)			
	2	2	1 ²	4	4	3	2	24	4	4	2	32
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS, da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind											
kritische Grenzwerte	-											
Verfahren zur Überwachung kritischer Grenzwerte	-											
	KS Holzböcke & Wellpappe			KS Lagerung & Transport								
	Einsatz (nicht fungizid ausgerüsteter bzw. mit Schimmel befallener) Holzböcke und Wellpappe			LF ≥ 75 % (SG I) ¹⁴ , starke Feuchtigkeits- (Temperatur-) -schwankungen			visuelle Kontrolle					

	R-F 1-1	R-F 1-2	R-F 1-3
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen	umgebungsbedingte Sporen und Staubablagerungen auf den Fertiglledern	Schimmelpilzwachstum auf den Fertiglledern
Korrekturmaßnahmen	-	kein Einsatz von Holzböcken & Wellpappe, mit dem die Fertiglleder direkt in Kontakt kommen können (es sei denn, sie sind mit Plastikfolien eingeschlagen), bei Bewuchs mit Schimmelpilzen auf dem Holz, der Wellpappe oder direkt auf den Ledern diese verwerfen	LF < 75 % (SG I) ¹⁴ , Winter: < 10 °C → < 80 LF, < 5 °C → < 85 % LF, bei Bewuchs mit Schimmelpilzen Fertiglleder verwerfen, Fertiglleder in Folien einschlagen

A 3.4 Sortieren (F 2)

Prozessbeschreibung

- o das Sortieren der Leder erfolgt nach Qualitätsklassen und nach Einsatz

	R-F 2-1				R-F 2-2			
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen				herstellungsbedingte Sporen- & Schimmelpilzkontamination			
Gefahrentyp	Vorkommen (RPZ = keine)				Verunreinigung (RPZ = keine)			
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	2	2	1 ²	4	1	1	1	1
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind				kein KS , keine Sporenkontamination (2 & 1 KbE) ⁶			

A 3.5 Stanze, Nähen, Füllen, Zusammensetzen und Endmontage (F 3)

Prozessbeschreibung

- die Leder werden auf ihre Einsatzgröße für die Bauteile gestanzt und vernäht
- der Autositz wird aus Abstandsgewirke, Federn, Schaum, Vlies, z. T. SAP (Absorber) und einem Unterbau aus Wellenfeder oder Kunststoffplatten zusammengesetzt, kann dann anschließend fertig gestellt und eingebaut werden

	R-F 3-1					R-F 3-2		
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen							
Gefahrenotyp	Vorkommen (RPZ = keine)							
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	2	2	1 ²	4	2	2	3	12
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS, da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind							
	kein KS (jedoch abhängig vom Ort der Verarbeitung, wechselnde Hersteller & Verarbeiter international)							

A 3.7 Transport zum Anwender (F 5)

Prozessbeschreibung

- Transport zum Anwender erfolgt eingebaut in Autos oder als Einzelsitze
- Sitze in Folien, in Kisten und Containern eingepackt & Autos mit belederten Sitzen z. T. in Folien eingeschlagen und in Container verstaut

	R-F 5-1			R-F 5-2			R-F 5-3		
Gefahr (Risiko)	Inhaltsstoffe der Rohhaut (z. B. Proteine und Fette) als Grundlage für ein Wachstum von Schimmelpilzen			umgebungsbedingte Sporen und Staubablagerungen auf den belederten Autositzen			Schimmelpilzwachstum auf den belederten Autositzen		
Gefahren- typ	Vorkommen (RPZ = keine)			Verunreinigung (RPZ = keine)			Wachstum / Überleben (RPZ = mittel)		
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	
	2	2	1 ²	4	1	1	1	1	
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	kein KS , da unstrukturierte und strukturierte Proteine bzw. Fette entfernt sind			kein KS , Autositze sind in Folien verpackt bzw. sind in Autos eingebaut und so vor einer Kontamination geschützt (Autos z. T. auch in Folien verpackt), Autositze z. T. auch in Kisten & Containern verpackt			KS Lagerung		
kritische Grenzwerte	-			-			LF ≥ 75 % (SG I) ¹⁴ , starke Feuchtigkeits- (Temperatur-) -schwankungen		
Verfahren zur Überwachung kritischer Grenzwerte	-			-			visuelle Kontrolle		
Korrekturmaßnahmen	-			-			LF < 75 % (SG I) ¹⁴ , Winter: < 10 °C → < 80 LF, < 5 °C → < 85 % LF, bei Bewuchs Fertiglleder verwerfen, Fertiglleder in Folien einschlagen		

- ¹ Ozyra, O.; Birbir, M. (2005): Examination of the fungal community on salt used in turkish leather industry. *J. Soc. Leather Technol. Chem.*, **89**, 237-241
- ² Korrelation von Nährstoffen bzw. Verunreinigungen zur Schimmelpilzsporenkontamination bzw. –wachstum und damit der Entdeckungswahrscheinlichkeit
- ³ Eintrag von Sporen durch schmutz- & dungbehaftete Häute, welche nur grob von Verunreinigungen befreit werden
- ⁴ beim Wachstum der Pilze kommt es zum Abbau der Hautinhaltsstoffe und damit zur Zerstörung des Hautbildes
- ⁵ Untersuchungen des Konservierungssalzes der eigenen Gerberei am FILK zeigten keine Kontamination (Vgl. Kapitel 6.1.2).
- ⁶ Sedimentationsversuche in zwei Gerbereien (< 10 KbE). Untersuchungen haben die Klasse 1 nach DIN 10113-3 ergeben (Vgl. Kapitel 6.1.1). Damit ist ein Sporenbelastung unwahrscheinlich.
- ⁷ lt. TrinkwV (2001): gilt nicht für *E. coli* & coliforme Bakterien, weitere Enterobakterien (Salmonella, Shigella, Yersinia), Enterokokken, Clostridien, *Pseudomonas aeruginosa*, Aeromonasa, Campylobacter, Legionellen, atypische Mycobakterien & spezielle Krankheitserreger (Cholera, Helicobacter, etc.), sie dürfen in 100 ml Wasserprobe nach einem Anreicherungsverfahren nicht nachweisbar sein, Untersuchungen des Brunnenwassers der eigenen Gerberei am FILK zeigten nach einer Kultivierung bei 28 C 20 KbE/ml < 100 KbE/ml bei 22 C und 20 KbE/ml bei 36 C (Vgl. Kapitel 6.1.2).
- ⁸ Sedimentationsversuche in zwei Gerbereien (< 10 KbE). Untersuchungen haben die Klasse 2 nach DIN 10113-3 ergeben (Vgl. Kapitel 6.1.1). Damit ist die Sporenbelastung gering.
- ⁹ starke Unterschiede in der Schimmelpilzsporenkontamination bei beiden Gerbereien zeigen unterschiedliche Schwachstellen in den Fertigungsstufen der Lederherstellung
- ¹⁰ Sedimentationsversuche in zwei Gerbereien (< 10 KbE). Untersuchungen haben die Klasse 3 nach DIN 10113-3 ergeben (Vgl. Kapitel 6.1.1). Damit ist von einer gelegentlichen Sporenbelastung auszugehen.
- ¹¹ Hauber, C. (2004): Microbicide applications in the leather industry. In: Paulus, W.: Directory of microbicides for the protection of materials. Springer Netherlands. 317-324
- ¹² Sedimentationsversuche in zwei Gerbereien (< 10 KbE). Untersuchungen haben die Klassen 2 und 3 nach DIN 10113-3 ergeben (Vgl. Kapitel 6.1.1). Damit ist von einer geringen bis gelegentlichen Sporenbelastung auszugehen.
- ¹³ Sedimentationsversuche in zwei Gerbereien (< 10 KbE). Untersuchungen haben die Klassen 1 und 2 nach DIN 10113-3 ergeben (Vgl. Kapitel 6.1.1). Damit ist keiner bis geringen Sporenbelastung auszugehen.
- ¹⁴ Sedlbauer, K.; Krus, M. (2003): Schimmelpilz aus bauphysikalischer Sicht – Beurteilung durch aw-Werte oder Isoplethensysteme?, 23-65

A 4 Risikoanalyse und Risikobewertung – Herstellung und Verarbeitung von Wellpappe

In Anlehnung an die Vorgehensweise des HACCP – Konzeptes sind im Folgenden die Risikoanalyse und -bewertung für jede Prozessstufe im Wirkungsbereich Wellpappe dargestellt. Die Quantifizierung der Risiken erfolgt mit Hilfe der Risikoprioritätszahl (RPZ)¹ für jedes Teilrisiko einer Prozessstufe. Darüber hinaus zeigen die Tabellen die Zuordnung der *Kontrollpunkte Schimmel* zur Beherrschung der Risiken, die kritischen Grenzwerte, die Überwachungsverfahren sowie Korrekturmaßnahmen.

A 4.1 Versorgungslager Papier (HVW 1)

Im Versorgungslager werden die Papiere für die Wellpappenherstellung als Rollen aufbewahrt. In der Regel stehen die Rollen auf einer kreisförmigen Grundflächen und sind mehrfach übereinander gestapelt.

Gefahr (Risiko)	R-HVW 1-1			R-HVW 1-2			R-HVW 1-3		
	A	B	E	A	B	E	A	B	E
Sporen und Staubablagerungen auf Papierrollen aus der Umgebungsluft									
<i>Gefahren</i> typ	Verunreinigung			Vorkommen			Wachstum / Überleben		
<i>Risikobeurteilung</i>	4	1	1	1 ²	1	4	3	5	1
<i>Kontrollpunkte Schimmel (KS)</i>	Kein KS , da Eliminierung durch Abwickeln der Außenbahnen in Prozessstufe HVW 2			Kein KS , da Eliminierung durch hohe Temperatur in Prozessstufe HVW 3			Kein KS , da Eliminierung durch Abwickeln der Außenbahnen in Prozessstufe HVW 2		

¹ Vgl. Abschnitt 5.3

² Untersuchungen der Papiere haben die Klassen 0 bzw. 1 nach DIN 10113-3 ergeben (Vgl. 6.2.3). Damit ist von einer zu vernachlässigenden Sporenbelastung auszugehen.

A 4.2 Vorbereitung Papierrollen (HVW 2)

Bevor die Einspannung der Papierrollen in die Wellpappenanlage erfolgt, werden mehrere Papierlagen von außen abgewickelt. Dadurch werden Verunreinigungen entfernt, die durch den direkten Kontakt mit der Umgebung bzw. beim Umschlag entstehen können.

Gefahr (Risiko)		R-HVW 2-1		
	Mit Sporen oder Schimmelpilzen befallene Papiere gelangen in die Fertigungsanlage.			
<i>Gefahren</i> typ	Verunreinigung			
<i>Risiko</i> beurteilung	A	B	E	RPZ
	2 ³	2 ⁴	1	4
<i>Kontroll</i> punkte <i>Schimmel</i> (KS)	KS , „ Vorbereitung Papierrollen “, da die Beseitigung von Sporen und Schimmelpilzen aus den Prozessen HVW 1 und HVW 2 durch Abwickeln der Außenbahnen in dieser Prozessstufe (HVW 3) erfolgt.			
<i>Kritische Grenzwerte</i>	Die Außenbahn ist nicht abgewickelt.			
<i>Überwachungs</i> ver- <i>fahren</i>	Visuelle Kontrolle, ob die Außenbahnen abgewickelt sind. ⁵			
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	Den Prozess überhaupt durchführen, d.h. Außenbahnen abwickeln.			

³ Die Papiere sind nahezu sporenfrei (vgl. A 4.1). Die Wahrscheinlichkeit, dass der Prozess nicht durchgeführt wird, ist als gering zu bewerten.

⁴ Die Bedeutung wird als gering bewertet, da die Sporenbelastung in HVW 3 zusätzlich vermindert wird.

⁵ Dass die verschmutzten Außenbahnen abgewickelt sind, ist an der sauberen Oberfläche der nun sichtbaren Bahnen zu sehen.

A 4.3 Wellpappenfertigung (HVW 3)

Gefahr (Risiko)	R-HVW 3-1				R-HVW 3-2			
	Schimmelsporen im Stärkeleim							
Gefahrentyp	Vorkommen							
Risiko beurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	5 ⁶	5	1	25	2	3	4	24
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	KS „Wellpappenfertigung“ , da die Beseitigung von Sporen und Schimmelpilzen durch die hohen Temperaturen in der WPA in dieser Prozessstufe erfolgt.							
Kritische Grenzwerte	Fertigungstemperaturen (Tabelle 1), die ohnehin für die Vorbereitung der Papiere, das Gellieren des Leims sowie das Verpressen der Decken- und Wellbahnen notwendig sind, sind einzuhalten.							
Überwachungsverfahren	Temperaturmessung der Verarbeitungstemperatur.							
Korrekturmaßnahmen	Sperrung der Chargen, die seit dem Zeitpunkt der letzten Temperaturmessung nicht mit korrekter Temperatur produziert worden. Stichprobenartige mikrobiologische Untersuchung dieser Chargen und je nach Ergebnis Freigabe oder Entsorgung selbiger.							

Der kritische Grenzwert für diesen Kontrollpunkt lässt sich unter Berücksichtigung der variablen Verarbeitungstemperaturen bei der Herstellung unterschiedlicher Wellpappearten nur eingeschränkt verallgemeinern. Es müssen zumindest die aus der Lebensmitteltechnik bekannten üblichen Pasteurisationsbedingungen erfüllt sein. Im Hinblick auf die Folgen von Hitzewirkungen ist aus der Lebensmitteltechnologie bekannt, dass die meisten Pilze gegenüber hohen Temperaturen recht empfindlich sind. Daher werden sie bereits bei den üblichen Pasteurisationsbedingungen sicher abgetötet.

⁶ Mikrobiologische Untersuchungen haben gezeigt, dass der Stärkeleim sehr stark mit Schimmelsporen und -pilzen belastet ist (vgl. Abschnitt 6.2.4).

¹ Die Kurzeiterhitzung bei 72-74 °C benötigt dafür ca. 15-45 s Einwirkdauer, die Hoherhitzung bei mindestens 85 °C verkürzt die Einwirkdauer auf 4-15 s.¹¹ Mikrobiologische Untersuchungen im Rahmen dieses Forschungsprojektes haben gezeigt, dass direkt nach der Produktion entnommene Wellpappe nahezu sporenfrei ist, obwohl z.B. der Stärkeleim hochgradig mit Schimmelsporen kontaminiert ist (vgl. 6.2.4 und 6.2.5). In einer WPA werden die Papiere vor dem Verkleben und Verpressen vorgeheizt. Das Verpressen der Papiere erfolgt ebenfalls bei hohen Temperaturen. Diese Verarbeitungstemperaturen variieren je nach zu produzierender Wellpappeart (z.B. Papiere, Wellenart, Bedruckung) und Bauart der WPA (Tabelle 1). Die zur Herstellung ohnehin notwendigen höheren Temperaturen und ihre Einwirkdauern von ca. unter einer Minute führen offenbar zum Abtöten dieser Schimmelsporen.

Tabelle 1 zeigt die Größenordnungen, in denen sich die Verarbeitungstemperaturen in einzelnen Prozessstufen der Wellpappeherstellung bewegen. Diese Temperaturen liegen oberhalb der üblichen Pasteurisationstemperaturen von Lebensmitteln. Die notwendige Erhitzungsdauer wird offenbar durch das serielle Durchlaufen aller Teilprozesse erreicht, die unter hoher Temperatur ablaufen. Zudem durchlaufen die Papiere bei der Herstellung von mehrwelliger Wellpappe einzelne Teilschritte mehrfach.

Tabelle 1: Verarbeitungstemperaturen in der Wellpappenanlage (WPA)⁷

	Prozess	Temperatur des Papiers / Leims	Temperatur der WPA – Komponente
1	Vorheizen der Deckenbahn ⁸	ca. 90-95 °C	ca. 170-180 °C
2	Vorheizen der Wellenbahn	ca. 70-90 °C	ca. 100 °C ⁹
3	Gelieren des Leimes	ca. 55-60 °C	-
4	Verpressen der Decken- und Wellenbahn	ca. 95-105 °C	ca. 180 °C
5	Kaschieren in der Heiz- und Zugpartie	ca. 80-130 °C	ca. 135-155 °C

⁷ Die Temperaturbereiche basieren auf den Angaben von 4 Wellpappeherstellern.

⁸ Bei den Temperaturen handelt es sich um die Temperatur der Papiere. Die Temperaturen der Anlagenkomponenten sind entsprechend höher.

⁹ Einer von 4 Herstellern gab 180°C an.

A 4.4 Pufferlager Wellpappenverarbeitung (HVW 4)

Die gefertigten Wellpappebögen (gestapelte rechteckige Zuschnitte) werden entweder direkt weiterverarbeitet oder vor der Verarbeitung zwischengelagert. Die Zwischenlagerung erfolgt i.d.R. im Fertigungsbereich.

R-HVW 4-1			
Gefahr (Risiko)	Sporen und Staubablagerungen auf gestapelten Wellpappebögen aus der Umgebungsluft (Sedimentation)		
Gefahrentyp	Verunreinigung		
Risikobeurteilung	A	B	E
	5 ¹⁰ III	3	1
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	KS „Pufferlager Wellpappenverarbeitung“ , da Sporen im Staub der Raumluft sich in sehr kurzen Zeiträumen auf Oberflächen absetzen		
Kritische Grenzwerte	Zeit der Zwischenlagerung > 0,5 h ¹¹		
Überwachungsverfahren	Der Zeitpunkt der Verarbeitung ist im Produktionsplan festgelegt. Damit lässt sich errechnen, ob die Zwischenlagerung größer oder kleiner 0,5 h ist.		
Korrekturmaßnahmen	Das Abdecken der gestapelten Wellpappen bei geplanter Zwischenlagerung > 0,5 h und Entfernen der Staubschicht bzw. des kompletten obersten Bogens bei ungeplanter Zwischenlagerung > 0,5 h		

¹⁰ Sporen sind stets in der Raumluft enthalten und sedimentieren permanent

¹¹ „0,5 h“ umfasst alle Pufferzeiten, wenn die Weiterverarbeitung nicht unverzüglich durchgeführt wird. 0,5 h Pufferzeit ist als noch akzeptabel und damit auch unverzüglich anzusehen.

A 4.5 Verarbeitung (HWV 5)

Im Verarbeitungsprozess werden aus der gefertigten Wellpappe Packmittel hergestellt (z.B. Faltschachteln, Trays etc.). Dazu durchlaufen die Wellpappebögen die Teilprozesse Zuschneiden (Format), Stanzen (z.B. für Griffe), Verbinden (z.B. Kleben, Klammern etc.) und optional die Bedruckung. Diese Teilprozesse werden sequentiell und i.d.R. innerhalb einer Maschineneinheit durchgeführt, an deren Ende das fertige Packmittel ausgestoßen wird. Bei diesen Prozessen kommt die Wellpappe mit Schneide- und Stanzwerkzeugen, Fördereinrichtungen, Druckwerkzeugen und Druckfarbe sowie Klebstoff in Berührung.

Gefahr (Risiko)		R-HVV 5-1		
	Sporen und Staubablagerungen auf Komponenten der Verarbeitungsanlage (Walzen, Transportbändern etc.) aus der Umgebungsluft.			
<i>Gefahren</i> typ	Verunreinigung			
<i>Risiko</i> beurteilung	A	B	E	RPZ
	1 ¹²	3	4	12
<i>Kontroll</i> punkte <i>Schimmel</i> (KS)	Kein KS , da verarbeitete Verpackungen nahezu sporenfrei ¹²			

A 4.6 Palettieren (HWV 6)

Aus den gefertigten Packmitteln werden im Anschluss an den Verarbeitungsprozess Ladeeinheiten gebildet, um die Schachteln vor äußeren Einflüssen zu schützen sowie die weitere Distribution rationalisiert durchzuführen. Dazu werden die Packmittel flach liegend auf Paletten gestapelt und am Ende mit Dehnfolie (auch Staubschutz) umwickelt sowie mit Kunststoffbändern umreift. Um einen Feuchtigkeitsübergang aus der Palette (Holz) in die unten liegenden Packmittel zu unterbinden bzw. zu minimieren, eignet sich z.B. das Auflegen einer Folie direkt zwischen Palette und der untersten Schachtel. Die Materialfeuchte (Formelzeichen u) des Palettenholzes darf 20% nicht überschreiten, damit Schimmelpilze nicht auf den Paletten wachsen können.

¹² Untersuchungen der verarbeiteten Verpackungen haben die Klasse 0 nach DIN 10113-3 ergeben (Vgl. Abschnitt 6.2.6). Damit ist von einer zu vernachlässigenden Sporenbelastung auszugehen.

Gefahr (Risiko)	R-HWV 6-1			R-HWV 6-2			R-HWV 6-3					
	Erhöhte Materialfeuchte der Holzpaletten			Schimmel- / Stockflecken an Holzpaletten			Sporen im Staub auf Holzpaletten					
<i>Gefahren</i> <i>typ</i>	Wachstum			Verunreinigung			Verunreinigung					
<i>Risikobeurteilung</i>	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	4 ¹³	4	2 ¹⁴	32	4 ¹³	5	2	40	5	3	2 ¹⁵	30
<i>Kontrollpunkte</i> <i>Schimmel (KS)</i>	KS „Materialfeuchte Palettenholz“			KS „Schimmelflecken“			KS „Palette Staub“					
<i>Kritische Grenzwerte</i>	Holzfeuchte [u] ≤ 20 % ^{16, 17}			Sind optisch erkennbare Schimmelflecken vorhanden?			Palette ist mit Staub und Sporen sichtbar bedeckt.					
<i>Überwachungs-</i> <i>verfahren</i>	Elektrisches Holzfeuchte-Messverfahren			Makroskopische Sichtprüfung			Makroskopische Sichtprüfung					
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	Einsatz einer anderen Palette und Trocknung der geprüften Palette.			Einsatz einer anderen Palette und Beseitigung von Schimmel einschl. technischer Trocknung.			Entfernen der Staubschicht von der Palette durch z.B. Abwischen oder Abblasen.					

¹³ Aufgrund der Wiederverwendung von Paletten und der ISPM15 Hitzebehandlung ist erhöhte Materialfeuchte kein seltener Fall.

¹⁴ Holzfeuchte muss nicht an allen Stellen der Palette gleich sein. Messfehler sind möglich.

¹⁵ Entdeckung z.T. schwierig, da mit bloßem Auge nicht immer sichtbar. Es ist jedoch davon auszugehen, dass nahezu alle Paletten in Lagern sehr staubig sind.

¹⁶ Unter 20% Holzfeuchte herrscht praktisch kein Holzabbau durch Pilze.

¹⁷ Da die Transporte dieser Ladeeinheiten deutlich kürzer sind als z.B. der Überseeversand (vgl. AVW 14), ist der Klimaeinfluss während des Transports auch geringer. Folglich ist eine höhere Materialfeuchte als beim Überseeversand im Container zulässig.

Gefahr (Risiko)	R-HVW 6-4			R-HVW 6-5			R-HVW 6-6							
	Sporen und Staub aus der Umgebungsluft auf flach liegendem Packmittel durch Unterbrechung des Stapels ¹⁸			Folienumhüllung der Ladeinheit als Staubschutz ist nicht vorhanden.			Folienunterlage zum Vermeiden von Feuchtigkeit, die durch die Palette eindringt, ist nicht vorhanden.							
Gefahrentyp	Verunreinigung			Verunreinigung			Wachstum							
Risiko Beurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	5	3	2	4	1	16
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	KS „Abdeckung“			KS „Folienumhüllung“			KS „Folienunterlage“							
Kritische Grenzwerte	HVW 6 wird erst nach Unterbrechung beendet			Folienumhüllung nicht vorhanden			Folienunterlage nicht vorhanden							
Überwachungsverfahren	Makroskopische Sichtprüfung			Makroskopische Sichtprüfung			Makroskopische Sichtprüfung							
Korrekturmaßnahmen	Abdecken des Stapels während der Unterbrechung oder Abwischen des Stapels nach Unterbrechung.			Anbringen einer Folienumhüllung um die fertige Ladeinheit.			Auflegen einer Folie direkt auf den Ladungsträger Palette.							

¹⁸ Auf der obersten Lage von angebrochenen Paletten können sich auch innerhalb kurzer Unterbrechungszeiten des Prozesses (ca. 0,5 h) in großen Mengen Staub und Sporen sammeln.

Gefahr (Risiko)		R-HVW 6-7		
	Kontamination mit Sporen durch Kontakt mit der Folie			
<i>Gefahren</i> typ	Verunreinigung			
<i>Risiko</i> beurteilung	A	B	E	RPZ
	1 ¹⁹	1	5 ²⁰	5
<i>Kontroll</i> punkte Schimmel (KS)	Kein KS , da die Kontamination mit Sporen durch die Folie auf einem akzeptablen Niveau verbleibt.			

A 4.7 Absatzlager (HVW 7)

Bis zum Versand der neu hergestellten Wellpappeverpackungen an die Anwender erfolgt die Zwischenlagerung der palettierten Ladeeinheiten beim Wellpappehersteller. Je nach im Lager vorhandener Lagertechnik werden Paletten in Regalen oder auf dem Boden gestapelt aufbewahrt und sind dabei den klimatischen Lagerbedingungen ausgesetzt.

¹⁹ Untersuchungen an Folien haben die Klasse 0 nach DIN 10113-3 ergeben (vgl. Abschnitt 6.3.4). Damit ist von einer zu vernachlässigenden Sporenbelastung auszugehen.

²⁰ Sporen können nur durch mikrobiologische Untersuchungen nachgewiesen werden und sind daher in diesem Prozess nicht erkennbar.

Gefahr (Risiko)	R-HVW 7-1				R-HVW 7-2			
	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen				Sporen und Staubablagerungen auf Ladeeinheiten aus der Umgebungsluft			
Gefahren- typ	Wachstum / Überleben				Verunreinigung			
Risiko- beurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	4	4	1	16	5	1 ²¹	1 ²²	5
Kontroll- punkte Schimmel (KS)	KS „Klima Absatzlager“				Kein KS, da Ladeeinheiten in HVW 6 vollständig mit Folie umwickelt.			
Kritische Grenzwerte	Relative Luftfeuchtigkeit ≤70°C bei allen Temperaturen ^{23, 24, V}				-			
Überwachungs- ver- fahren	Kontinuierliche Aufzeichnung von Temperatur und rel. LF über die Zeit (Datenlogger)				-			
Korrekturmaßnahmen	Soll-Klimabedingungen sind wiederherzustellen. Eine makroskopische Sichtprüfung auf Schimmelwachstum ist an Oberflächen der Packstücke durchzuführen. Ggf. ist eine Entsorgung verschimmelter Verpackungen vorzunehmen.				-			

²¹ Es wird vorausgesetzt, dass die Ladeeinheiten wurden in Prozess HVW 6 vollständig mit Folie umwickelt wurden. Dann kommen die Verpackungen nicht direkt mit den Sporen im Kontakt.

²² Sporen sind zwar nicht sichtbar. Dennoch kann vorausgesetzt werden, dass diese stets vorhanden sind.

²³ Damit der Wassergehalt der Wellpappeverpackungen den zulässigen Maximalwert von 12% nicht überschreitet (vgl. Prozess AWW 14), darf die relative Luftfeuchte im Lager 70% nicht überschreiten.

²⁴ Unterhalb von 70% rel. LF finden weder Sporenauskeimung, noch Myzelwachstum statt.

A 4.8 Transport der Verpackungen zum Anwender (HVW 8)

Der Transport von Paletteneinheiten mit den neuen Wellpappeverpackungen erfolgt i.d.R. mit dem Lkw. Anwender von Standardwellpappen beziehen aufgrund der Transportkosten überwiegend Verpackungen regionaler Hersteller (bis ca. 250 km). Spezielle Verpackungen, z.B. aus Schwerwellpappe, werden maximal europaweit ausgeliefert.

Gefahr (Risiko)	R-HVW 8-1			R-HVW 8-2		
	A	B	E	A	B	E
Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Fahrzeug) für Schimmelpilze auf Oberflächen.						
Gefahrenart	Wachstum / Überleben					
Risikobeurteilung	A	B	E	A	B	E
	3	3 ²⁵	1	5	3 ²⁶	1
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	<p>Kein KS, da sich die Kontamination aufgrund der kurzen Transportdauer max. auf ein akzeptables Maß erhöht bzw. kein signifikantes Wachstum ermöglicht wird.</p> <p>Kein KS, da sich die Kontamination aufgrund der kurzen Transportdauer max. auf ein akzeptables Maß erhöht bzw. kein signifikantes Wachstum ermöglicht wird.</p>					
				9		15

²⁵ Die Transportdauer ist i.d.R. zu gering, als dass das Klima im Lkw einen dauerhaft signifikanten Einfluss (Schimmelpilzwachstum) nehmen könnte (Verglichen mit der Transportdauer beim Überseetransport).

²⁶ Bei Untersuchung im Rahmen dieses Projektes wurden in verunreinigten leeren Containern häufig große Sporenanzahlen, aber kein Schimmelpilzwachstum festgestellt (vgl. Abschnitt 6.3.6).

A 5 Risikoanalyse und Risikobewertung – Anwendung von Verpackungen aus Wellpappe (AVW)

A 5.1 Versorgungslager (AVW 9)

Anwender von Verpackungen aus Wellpappe, d.h. Unternehmen, die ihre Produkte in Wellpappe verpacken, lagern die Verpackungsmaterialien bis zum eigentlichen Verpackungsprozess in ihrem Versorgungslager. Je nach vorhandener Lagertechnik werden die Paletten in Regalen oder auf dem Boden gestapelt aufbewahrt und sind dabei den klimatischen Lagerbedingungen ausgesetzt.

Gefahr (Risiko)		R-AVW 9-1			R-AVW 9-2																																		
	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen.	Sporen und Staubablagerungen auf Ladeeinheiten aus der Umgebungsluft.																																					
Gefahrentyp	Wachstum / Überleben	Verunreinigung																																					
Risikobeurteilung	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>E</th> <th>RPZ</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>E</th> <th>RPZ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>16</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	4	4	1	16	5	1	1	5	<table border="1"> <thead> <tr> <th>A</th> <th>B</th> <th>E</th> <th>RPZ</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>E</th> <th>RPZ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>						A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	5	1	1	5	5	1	1	5
A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ																																
4	4	1	16	5	1	1	5																																
A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ																																
5	1	1	5	5	1	1	5																																
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	KS „Klima Rohstofflager“	Kein KS, da Ladeeinheiten in HVW 6 vollständig mit Folie umwickelt wurden.																																					

Kritische Grenzwerte	Relative Luftfeuchtigkeit $\leq 70^\circ\text{C}$ bei allen Temperaturen ^{27, 28, VI}	-
Überwachungsverfahren	Kontinuierliche Aufzeichnung von Temperatur und rel. LF über die Zeit (Datenlogger)	-

²⁷ Damit der Wassergehalt der Wellpappeverpackungen den zulässigen Maximalwert von 12% nicht überschreitet (vgl. Prozess AVW 14), darf die relative Luftfeuchte im Lager 70% nicht überschreiten.

²⁸ Unterhalb von 70% rel. LF finden keine Sporenauskeimung und kein Myzelwachstum statt.

Gefahr (Risiko)	R-AVW 9-1	R-AVW 9-2
Korrekturmaßnahmen	Soll-Klimabedingungen sind wiederherzustellen. Eine makroskopische Sichtprüfung auf Schimmelwachstum ist an Oberflächen der Packstücke durchzuführen. Ggf. ist eine Entsorgung verschimmelter Verpackungen vorzunehmen.	-

A 5.2 Bereitstellen zum Verpacken (AVW 10)

Für das Verpacken des Packgutes in der Wellpappeschachtel werden die angelieferten Verpackungen aus dem Rohstofflager in den Verpackungsreich transportiert und dort bereit gestellt. Für den Zugriff auf die Verpackungen wird die Folie zur Sicherung der Ladeinheit geöffnet und i.d.R. auch entfernt. Nach Bedarf erfolgt die Entnahme einzelner Schachteln. In der Folge können Ladeinheiten (LE) mit entnommenen Teilmengen über mehrere Tage im Verpackungsbereich bereit stehen bis alle Wellpappeschachteln dieser LE verwendet sind.

Gefahr (Risiko)	R-AVW 10-1	R-AVW 10-2																
Gefahrentyp	Verunreinigung	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima) für Schimmelpilze auf Oberflächen																
Risikobeurteilung	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="956 1800 1016 2101">A</td> <td data-bbox="956 1402 1016 1800">B</td> <td data-bbox="956 999 1016 1402">E</td> <td data-bbox="956 999 1016 999">RPZ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1016 1800 1072 2101">3²⁹</td> <td data-bbox="1016 1402 1072 1800">3</td> <td data-bbox="1016 999 1072 1402">1³⁰</td> <td data-bbox="1016 999 1072 999">9</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	3 ²⁹	3	1 ³⁰	9	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="956 1800 1016 2101">A</td> <td data-bbox="956 1402 1016 1800">B</td> <td data-bbox="956 999 1016 1402">E</td> <td data-bbox="956 999 1016 999">RPZ</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1016 1800 1072 2101">4</td> <td data-bbox="1016 1402 1072 1800">4</td> <td data-bbox="1016 999 1072 1402">1</td> <td data-bbox="1016 999 1072 999">16</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	4	4	1	16
A	B	E	RPZ															
3 ²⁹	3	1 ³⁰	9															
A	B	E	RPZ															
4	4	1	16															
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	Kein KS , da Eliminierung im späteren Prozess AVW 14 erfolgt.	Kein KS , da das Wachstum in der vergleichsweise kurzen Aufenthaltszeit die Kontamination nur auf akzeptables Maß erhöht																

²⁹ Verunreinigt wird stets nur die im Stapel oben liegende Verpackung. Mit der Annahme, dass viele Verpackungen auch direkt nacheinander entnommen werden, sind nicht alle Verpackungen einer Ladeinheit betroffen. Daher ist die Auftretenswahrscheinlichkeit als „gelegentlich“ zu bewerten.

³⁰ Sporen sind zwar nicht sichtbar, dennoch kann vorausgesetzt werden, dass diese stets vorhanden sind. Insbesondere, wenn ein Verpackungsprozess nach einer Unterbrechung, d.h. Nutzung einer Anbruchpalette, fortgesetzt wird.

A 5.3 Verpacken (AVW 11)

Beim Verpacken erfolgt die Vereinigung des Packgutes mit der Verpackung zu einem Packstück. Das Packgut wird in der Wellpappeschachtel z. T. mit Packhilfsmitteln fixiert und diese im Anschluss verschlossen. In Bezug auf die Vermeidung von Sporenauskeimung und Schimmelwachstum kann durch das Einbringen von Trockenmitteln, z.B. in Form von Trockenmittelbeuteln, die Luftfeuchtigkeit im Packstück reduziert werden. Die Berechnung der erforderlichen Menge ist gemäß DIN 55474 durchzuführen.

Gefahr (Risiko)	R-AVW 11-1				R-AVW 11-2				R-AVW 11-3			
	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	1 ³¹	4	4	16	1 ³¹	4	4	16	3	4	2 ³²	24
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	Kein KS , da Vorbeugung nicht notwendig ³¹				Kein KS , da Vorbeugung nicht notwendig ³¹				KS „Trockenmittel Packstück“			
<i>Kritische Grenzwerte</i>	-				-				Anzahl vorgegebener Trockenmitteleinheiten wird unterschritten.			
<i>Überwachungsverfahren</i>	-				-				Vergleich der Mengenangabe der Verpackungsanweisung mit dem Packstück.			
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	-				-				Einbringen zusätzlicher Trockenmitteleinheiten bis Vorgabe erfüllt ist.			

³¹ Untersuchungen an Innenseiten von gefüllten Schachteln (Lagerzeiten von 1 Monat bis 20 Jahre) haben die Klasse 0 nach DIN 10113-3 ergeben (vgl. 6.3.3.1). Damit ist von einer zu vernachlässigenden Sporenbelastung auszugehen. Gleichermaßen ist die Kontamination der Produkte durch die Verpackung unwahrscheinlich.

³² Die erforderliche Menge Trockenmitteleinheiten muss in einer Verpackungsanweisung vorgegeben sein, damit sie kontrolliert werden kann.

A 5.4 Fertigwarenlager (AVW 12)

Vor dem Bilden von Ladeeinheiten und dem Versand der Packstücke an den Endkunden kann eine Lagerung im Lager des Anwenders vorgesehen sein. Das Überspringen dieser Lagerstufe ist jedoch möglich (direkt zu Prozess AVW 14). Die Betrachtung dieser Lagerung im Rahmen der Risikoanalyse ist von Bedeutung, da sie eine zusätzliche Gefahr für Schäden durch Schimmelwachstum darstellt. Je nach der Art und dem Einsatzzweck der verpackten Produkte sind Lagerdauern von bis zu mehreren Jahrzehnten möglich. Hersteller von Ersatzteilen für Flugzeuge müssen diese z.B. vorhalten, solange noch mindestens zwei Flugzeuge eines Typs in Betrieb sind. Packstücke werden überwiegend in Regalfächern gelagert und sind dabei z.T. auch übereinander gestapelt.

Gefahr (Risiko)	R-AVW 12-1				R-AVW 12-2			
	Günstige Wachstumsbedingungen (Klima im Lager) für Schimmelpilze auf Oberflächen				Sporen und Staubablagerungen auf Ladeeinheiten aus der Umgebungsluft			
Gefahrenart	Wachstum / Überleben							
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	4	4	1	16	5	1	1	5
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	KS „Klima Rohstofflager“							
Kritische Grenzwerte	Relative Luftfeuchtigkeit $\leq 70^{\circ}\text{C}$ bei allen Temperaturen ^{33, 34, VII}							
Überwachungsverfahren	Kontinuierliche Aufzeichnung von Temperatur und rel. LF über die Zeit (Datenlogger)							
Korrekturmaßnahmen	Soll-Klimabedingungen sind wiederherzustellen. Eine makroskopische Sichtprüfung auf Schimmelwachstum ist an Oberflächen der Packstücke durchzuführen. Ggf. ist eine Entsorgung verschimmelter Verpackungen vorzunehmen.							
					Kein KS, da Ladeeinheiten in HVW 6 vollständig mit Folie umwickelt.			
					-			
					-			
					-			

³³ Damit der Wassergehalt der Wellpappeverpackungen den zulässigen Maximalwert von 12% nicht überschreitet (vgl. Prozess AVW 14), darf die relative Luftfeuchte im Lager 70% nicht überschreiten.

³⁴ Unterhalb von 70% rel. LF finden keine Sporenauskeimung und kein Myzelwachstum statt.

A 5.5 Kommissionieren (AVW 13)

Wenn einzelne Packstücke in einer gemeinsamen Sendung verschickt werden sollen, ist ein Kommissionierprozess erforderlich. Nach vorgegebenen Aufträgen werden die Waren zusammengestellt.^{VIII} Die einzelnen Packstücke werden dazu vom Lagerpersonal von ihren Lagerplätzen entnommen und zum Bilden von Ladeeinheiten bereitgestellt.

Gefahr (Risiko)		R-AVW 13-1		
	Sporenübertragung durch direkten Kontakt mit kontaminierten Packstücken und Arbeitsgeräten.			
<i>Gefahrtyp</i>	Verunreinigung			
<i>Risikobeurteilung</i>	A	B	E	RPZ
	4	3	1 ³⁵	12
<i>Kontrollpunkte Schimmel (KS)</i>	Kein KS , da Eliminierung im Folgeprozess (AVW 14) erfolgt.			

A 5.6 Bilden von Ladeeinheiten und Verpacken (AVW 14)

Aus den Packstücken werden im Anschluss an den Kommissionierprozess Ladeeinheiten gebildet, um diese vor äußeren Einflüssen zu schützen sowie die weitere Distribution effizient durchführen zu können. Dazu werden die Packstücke auf Paletten gestapelt und am Ende mit Dehnfolie umwickelt sowie mit Kunststoffbändern umreift. Dies dient auch dem Staubschutz. Um einen Feuchtigkeitsübergang aus der Palette (Holz) in die unterliegenden Packmittel zu unterbinden bzw. zu minimieren, eignet sich z.B. das Auflegen einer Folie direkt zwischen Palette und der untersten Schachtel. Die Materialfeuchte des Palettenholzes und der Wellpappe darf nicht zu hoch sein, damit sich beim Überseetransport im Container kein Mikroklima mit zu hoher relativer Luftfeuchte ausbilden kann. Darüber hinaus sind Staubschichten, die sich über die z.T. mehrjährigen Lagerdauern (vgl. A 5.4) bilden, als Träger von Schimmelpilzsporen unbedingt zu entfernen.

³⁵ Sporen sind zwar nicht sichtbar, dennoch kann vorausgesetzt werden, dass diese stets da sind.

Gefahr (Risiko)	R-AVW 14-1	R-AVW 14-2	R-AVW 14-3
	Erhöhte Materialfeuchte der Holzpaletten	Schimmel- / Stockflecken an den Holzpaletten	Sporen im Staub auf Holzpaletten
<i>Gefahrentyp</i>	Wachstumsbedingungen	Verunreinigung	Verunreinigung
<i>Risikobeurteilung</i>	A B E RPZ 4 ³⁶ 4 2 ³⁷ 32	A B E RPZ 3 ³⁸ 5 2 30	A B E RPZ 5 3 2 ³⁹ 30
<i>Kontrollpunkte Schimmel (KS)</i>	KS „Materialfeuchte Palettenholz 2“	KS „Schimmelflecken 2“	KS „Palette Staub 2“
<i>Kritische Grenzwerte</i>	Holzfeuchte [u] ≤ 13 % ⁴⁰ , IX , X XI	Sind optisch erkennbare Schimmelflecken vorhanden?	Palette ist mit Staub und Sporen sichtbar bedeckt.
<i>Überwachungsverfahren</i>	Elektrisches Holzfeuchte-Messverfahren	Makroskopische Sichtprüfung	Makroskopische Sichtprüfung
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	Einsatz einer anderen Palette und Trocknung der geprüften Palette.	Einsatz einer anderen Palette und Beseitigung von Schimmel einschl. technischer Trocknung.	Entfernen der Staubschicht von der Palette durch z.B. Abwischen oder Abblasen.

³⁶ Aufgrund des Einsatzes von Tauschpaletten und auch der ISPM15 Hitzebehandlung ist erhöhte Materialfeuchte kein seltener Fall.

³⁷ Holzfeuchte muss nicht an allen Stellen der Palette gleich sein. Messfehler sind möglich.

³⁸ Auftreten ist geringer als hohe Materialfeuchte, da diese erst die Voraussetzung für Schimmel-/ Stockflecken ist. Schimmelflecken treten seit Einführung des Heat-Treatment nach ISPM 15 vermehrt auf.

³⁹ Entdeckung z.T. schwierig, da mit bloßem Auge nicht immer sichtbar. Es ist jedoch davon auszugehen, dass nahezu alle Paletten in Lagern sehr staubig sind.

⁴⁰ Unter 20% Holzfeuchte herrscht praktisch kein Holzabbau durch Pilze.

Gefahr (Risiko)	R-AVW 14-4	R-AVW 14-5	R-AVW 14-6																								
	Ausbleibendes Reinigen (z.B. Abwischen von Staubschichten) der Schachteln und Zwischenlagen	Fehlende Folienumhüllung der Ladeeinheit als Staubschutz	Fehlende Foliunterlage (durch die Palette eindringende Feuchtigkeit)																								
<i>Gefahrentyp</i>	Verunreinigung	Verunreinigung	Wachstum																								
<i>Risikobeurteilung</i>	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>40</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	5	4	2	40	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>6</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	2	3	1	6	<table border="1"> <tr> <td>A</td> <td>B</td> <td>E</td> <td>RPZ</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>16</td> </tr> </table>	A	B	E	RPZ	4	4	1	16
A	B	E	RPZ																								
5	4	2	40																								
A	B	E	RPZ																								
2	3	1	6																								
A	B	E	RPZ																								
4	4	1	16																								
<i>Kontrollpunkte Schimmel (KS)</i>	KS „Reinigen Packstücke“	KS „Folienumhüllung 2“	KS „Foliunterlage“																								
<i>Kritische Grenzwerte</i>	Sichtbare Staubschichten auf den Außenseiten der Packstücke	Folienumhüllung nicht vorhanden	Foliunterlage nicht vorhanden																								
<i>Überwachungsverfahren</i>	Sichtprüfung	Makroskopische Sichtprüfung	Makroskopische Sichtprüfung																								
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	Entfernen der Staubschicht oder Austausch der Verpackung	Anbringen einer Folienumhüllung um die fertige Ladeeinheit.	Auflegen einer Folie direkt auf den Ladungsträger Palette.																								

Gefahr (Risiko)	R-AVW 14-7				R-AVW 14-8			
	Kontamination mit Sporen durch Kontakt mit der Folie				Erhöhter Wassergehalt in den Wellpappeverpackungen			
<i>Gefahrentyp</i>	Verunreinigung				Wachstumsbedingungen			
<i>Risikobeurteilung</i>	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	1 ⁴¹	3	5 ⁴²	15	3	4	1	12
<i>Kontrollpunkte Schimmel (KS)</i>	Kein KS , da Kontamination nur auf akzeptablem Niveau				KS „Wassergehalt Wellpappeverpackungen“			
<i>Kritische Grenzwerte</i>	-				Wassergehalt ≤ 12 % ⁴³ , ⁴⁴			
<i>Überwachungsverfahren</i>	-				Elektrisches Feuchte-Messverfahren			
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	-				Einsatz neuer Verpackung und Trocknung der feuchten Verpackungen			

A 5.7 Containerstauen (AVW 15)

Dieser Prozess umfasst das Beladen der Seefrachtcontainer und die Sicherung der Ladung darin. Die Container werden den Exporteuren von den Reedereien oder Vermietungsgesellschaften zu Verfügung gestellt. Die tatsächliche Bereitstellung übernehmen häufig spezielle Dienstleister, die z.B. auch die Reparatur und Reinigung von Containern anbieten. Vor dem Stauen sind die Container sowohl auf technische Mängel, als auch auf Sauber-

⁴¹ Untersuchungen an Folien haben die Klasse 0 nach DIN 10113-3 ergeben (vgl. Abschnitt 6.3.4). Damit ist von einer zu vernachlässigenden Sporenbelastung auszugehen.

⁴² Sporen können nur durch mikrobiologische Untersuchungen nachgewiesen werden und sind daher in diesem Prozess nicht erkennbar.

⁴³ Bei einem Wassergehalt einer Wellpappeverpackung von 12% würde in einem Container (geschlossenes System) im Gleichgewicht mit der Umgebungsluft die max. zulässige relative Luftfeuchte von 75% erst bei Temperaturen von über 43°C überschritten werden. Temperaturen im Container über dieser Grenze sind in diesem Bereich zwar möglich, aber meist nur von kurzer Dauer.

⁴⁴ Maltenfort, S. 200

keit und eventuelle Restfeuchtigkeit durch Reinigung / Desinfektion zu überprüfen. Für die Sicherung der Ladung werden häufig auch Materialien aus Holz eingesetzt, deren Materialfeuchte nicht zu hoch sein darf, damit das Mikroklima im Container keine zu hohe relative Luftfeuchte ausbildet. Zur Verringerung der relativen Luftfeuchte im Container können zusätzliche Vorrichtungen zum Entfeuchten der Luft (z.B. Trockenmittelbeutel) an den Containerwänden angebracht werden. Bei der Berechnung der erforderlichen Menge kann man sich an DIN 55474 orientieren.

Gefahr (Risiko)	R-AVW 15-1			R-AVW 15-2			R-AVW 15-3					
	Sporenbelastung im ungereinigten Container.			Erhöhte Materialfeuchte in Stauhölzern für die Ladungssicherung.			Restfeuchtigkeit im Containerboden (Holz) nach der Reinigung / Desinfektion.					
<i>Gefahrtyp</i>	Verunreinigung			Verunreinigung			Wachstum / Überleben					
<i>Risikobeurteilung</i>	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	5 ⁴⁵	4	1 ⁴⁶	20	3	4	2	24	4	4	3	48
<i>Kontrollpunkte Schimmel (KS)</i>	KS „Containerreinigung“			KS „Materialfeuchte Stauholz“			KS „Restfeuchte Container“					
<i>Kritische Grenzwerte</i>	Container ist optisch verunreinigt			Holzfeuchte [u] ≤ 13 % ⁴⁷			Sichtbare Feuchtigkeitsstellen auf dem Containerboden ⁴⁸					
<i>Überwachungsverfahren</i>	Makroskopische Sichtprüfung			Messung der Materialfeuchte im elektrischen Holzfeuchte-Messverfahren			Makroskopische Sichtprüfung					
<i>Korrekturmaßnahmen</i>	Reinigung und Desinfektion des Containers bzw. Einsatz eines Austauschcontainers.			Einsatz einer anderen Palette und Trocknung der geprüften Palette als Vorbereitung für den erneuten Einsatz.			Einsatz eines anderen Containers und Trocknung des Holzbodens des betroffenen Containers.					

⁴⁵ Untersuchungen an ungereinigten Containern haben die Klasse 6 nach DIN 10113-3 ergeben (vgl. 6.3.6.1). Damit ist von einer starken Sporenbelastung auszugehen.

⁴⁶ Wurde ein Container nicht desinfiziert, ist stets davon auszugehen, dass er stark mit Schimmelsporen belastet ist. Die Gefahr ist mit diesem Wissen daher bekannt bzw. „entdeckt“.

⁴⁷ Siehe auch Risiko „R-AVW 14-1“

⁴⁸ Ein quantitativer Grenzwert wird an dieser Stelle nicht angegeben, weil die Siebdruckplatten, aus denen Containerböden i.d.R. hergestellt werden, aus mehreren verleimten Sperrholzplatten bestehen und im Vergleich zum Vollholz daher Feuchtigkeit vorrangig in an der Oberfläche binden.

R-AVW 15-4				
Gefahr (Risiko)	Es wird nicht die nach DIN 55474 erforderliche Menge Trockenmittel in die Verpackung gegeben.			
Gefahrentyp	Wachstum / Überleben			
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ
	3	4	2 ⁴⁹	24
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	KS „Trockenmittel Container“			
Kritische Grenzwerte	Anzahl vorgegebener Trockenmitteleinheiten wird unterschritten.			
Überwachungsverfahren	Vergleich der Mengenangabe der Verpackungsanweisung mit dem Packstück.			
Korrekturmaßnahmen	Einbringen zusätzlicher Trockenmitteleinheiten bis die Vorgabe aus DIN 55474 erfüllt ist, um das Zielklima im Container einzustellen.			

⁴⁹ Die Erforderliche Menge Trockenmitteleinheiten muss in einer Verpackungsanweisung vorgegeben sein, damit sie kontrolliert werden kann.

A 5.8 Überseetransport (AVW 16)

Gefahr (Risiko)		R-AVW 16-1		
	Starke Schwankungen der Umgebungstemperatur durch Tag- und Nachtschwankungen bzw. Beim Durchqueren verschiedener Klimazonen. Diese Temperaturschwankungen können die rel. LF im Container beeinflussen.			
Gefahren- typ	Wachstumsbedingungen			
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ
	5	2 ⁵⁰	2 ⁵¹	20
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	Kein KS , da eine Vorbeugung in diesem Prozess nicht möglich, sondern in vorherigen Prozessen. ⁵²			

⁵⁰ Wenn die Materialfeuchte der Verpackungen und Paletten sowie Stauhölzer ihre Grenzwerte nicht überschreiten, kann die relative Luftfeuchte im Container 70% nicht überschreiten und damit kein Schimmel wachsen. Daher wird den Temperaturschwankungen eine geringe Bedeutung zugeordnet.

⁵¹ Es ist bekannt, dass bei interkontinentalen Transporten große Temperaturschwankungen auftreten.

⁵² Prozess kann nicht auch nicht so gestaltet werden, dass dem Schimmelwachstum vorgebeugt wird. Maßnahmen sind in den vorgelagerten Prozessen zu treffen.

A 6 Risikoanalyse und Risikobewertung – Containerreinigung und -bereitstellung (CRB)

A 6.1 Transport zum Containerlager (CRB 17)

Leere Container werden nach Ihrem Einsatz in der Regel vom Empfänger in ein nahe gelegenes Containerlager (z.B. Reederei) überführt und dort bis zum nächsten Einsatz gelagert. Eine Gefährdung für Verpackungen und Produkte besteht in diesem Prozess nicht.

A 6.2 Containerlager (CRB 18)

Die Lagerung leerer Container bis zum nächsten Einsatz erfolgt im Freien.

Gefahr (Risiko)		R-CRB 18-1			R-CRB 18-2			
	Kontamination durch Sporen in Resten der Ladung, besonders bei organischen Gütern.	Gute Wachstumsbedingungen durch direkte Sonneneinstrahlung.						
Gefahrenart	Verunreinigung	Wachstumsbedingungen						
Risikobeurteilung	A	B	E	RPZ	A	B	E	RPZ
	4	1 ⁵³	2	8	3 ⁵⁴	1 ⁵³	2	6
Kontrollpunkte Schimmel (KS)	Kein KS, da Beseitigung der Gefahr durch Desinfektion im Prozess CRB 19	Kein KS, da Beseitigung der Gefahr durch Desinfektion im Prozess CRB 19						

⁵³ Es wird vorausgesetzt, dass vor dem nächsten Einsatz eine Desinfektion durchgeführt wird – Prozess „CRB 19“. Dadurch ist die Bedeutung der Kontamination an dieser Stelle gering.

⁵⁴ Aufgrund der Blocklagerung sind nur wenige Container der direkten Sonneneinstrahlung ausgesetzt.

A 6.3 Reinigung Container (CRB 19)

Die Reinigung von Containern erfolgt auf unterschiedliche Art und Weise. Zum einen werden Container mit Besen ausgekehrt und damit von verbliebenen Teilen der vorherigen Ladung sowie Schmutz befreit. Üblich ist auch die Hochdruckreinigung mit Wasser, bei der im Wesentlichen Ladungsreste und Schmutz mechanisch entfernt werden. Eine Abtötung von Schimmelpilzsporen wird auf diese Weise nicht erreicht. Mikrobiologische Untersuchungen im Rahmen dieses Projektes an besenreinen sowie mit Wasserhochdruck gereinigten Containern haben bestätigt, dass durch beide Verfahren Schimmelpilzsporen nicht abgetötet werden und damit für die Vorbeugung von Schimmelpilzwachstum ungeeignet sind. Die Desinfektion von Containern hat dagegen zu einer signifikanten Reduzierung der Belastung mit Schimmelpilzsporen geführt (Vgl. 8.3.2).

Gefahr (Risiko)		R-CRB 19-1			R-CRB 19-2		
	Durchführen einer Reinigung ohne anschließende Desinfektion des Containers.				Feuchtigkeit im Containerboden nach Desinfektion		
<i>Gefahren</i> typ	Vorkommen				Wachstum / Überleben		
<i>Risiko</i> beurteilung	A B E	A B E	RPZ	A B E	RPZ		
	4 ⁵⁵ 5 1	5 4 2	20	5 4 2	40		
<i>Kontroll</i> punkte Schimmel (KS)	KS „Containerdesinfektion“				KS „Containertrocknung“		
<i>Kritische Grenz</i> werte	Desinfektion wurde nicht durchgeführt				Sichtbare nasse Stellen im Containerboden		
<i>Überwachungs</i> verfahren	Sichtprüfung und Überprüfen der Dokumentation der Desinfektion im Protokoll. ⁵⁶				Makroskopische Sichtprüfung		
<i>Korrektur</i> maßnahmen	Desinfektion ist durchzuführen.				Lufttrocknen des Containers mit geöffneten Türen oder Einsatz eines Gerätes zum Entfeuchten der Luft bei geschlossenen Containertüren.		

⁵⁵ Im Rahmen der Untersuchungen im Containerdepot wurde festgestellt, in der Praxis häufig nur eine Reinigung mit Wasser erfolgt, aber keine Desinfektion.

⁵⁶ Die Durchführung der Desinfektion ist durch das ausführende Personal zu dokumentieren. Damit ist eine Überwachung möglich.

A 6.4 Transport des Containers zum Anwender (CRB 20)

Für den Einsatz von Containern im Überseeversand werden diese dem Anwender bei Bedarf bereitgestellt. Die Transporte sind im Vergleich zum späteren Überseeversand relativ kurz und bürden daher keine signifikanten Gefährdungen.

ⁱ Vgl. Müller, G.; Weber, H.: Mikrobiologie der Lebensmittel – Grundlagen; B. Behr's Verlag; 8. Auflage; Hamburg 1996; S. 86

ⁱⁱ Vgl. Müller, G.; Weber, H.: Mikrobiologie der Lebensmittel – Grundlagen; B. Behr's Verlag; 8. Auflage; Hamburg 1996; S. 312f

ⁱⁱⁱ Vgl. Arens-Azevedo, U.; Joh, H.: Mit HACCP sicher ans Ziel!; Matthaes Verlag; 6. überarbeitete Auflage; Stuttgart 2006, S. 19

^{iv} Vgl. Gislrud, O.: Storage and Treatment of Wood Fuel. Norwegian Forest Research Institute, Ås-NLH, Norwegen. In: Bundesministerium f. Verbraucherschutz, Ernährung u. Landwirtschaft (Hrsg.), Voraussetzung zur Standardisierung biogener Festbrennstoffe, in Schriftenreihe Wachsende Rohstoffe 23, Landwirtschaftsverlag Münster, 2004, S. 189

^v Vgl. Sedlbauer, K; Krus, M.: Schimmelpilz aus bauphysikalischer Sicht. Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen, 2003, Bild 8 und Bild 9

^{vi} Vgl. Sedlbauer, K; Krus, M.: Schimmelpilz aus bauphysikalischer Sicht. Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen, 2003, Bild 8 und Bild 9

^{vii} Vgl. Sedlbauer, K; Krus, M.: Schimmelpilz aus bauphysikalischer Sicht. Fraunhofer-Institut für Bauphysik, Holzkirchen, 2003, Bild 8 und Bild 9

^{viii} Vgl. Gudehus, T.: Grundlagen der Kommissioniertechnik; Verlag W. Giradet; 1. Auflage; Essen 1973, S. 11.

^{ix} Vgl. Gislrud, O.: Storage and Treatment of Wood Fuel. Norwegian Forest Research Institute, Ås-NLH, Norwegen. In: Bundesministerium f. Verbraucherschutz, Ernährung u. Landwirtschaft (Hrsg.), Voraussetzung zur Standardisierung biogener Festbrennstoffe, in Schriftenreihe Wachsende Rohstoffe 23, Landwirtschaftsverlag Münster, 2004, S. 189

^x Bei 13% Holzfeuchte (Fichtenholz als Verpackungsholz) würde in einem Container (geschlossenes System) im Gleichgewicht mit der Umgebungsluft die max. zulässige relative Luftfeuchte von 75% erst bei Temperaturen von über 43°C überschritten werden. Temperaturen im Container über dieser Grenze sind in diesem Bereich zwar möglich, aber meist nur von kurzer Dauer.

^{xi} Vgl. Kollmann, F.; Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe; Band 1; Springer Verlag; Berlin, Göttingen, Heidelberg 1951, S. 387.