H. Steinkamp*, H. Wilms**

Untersuchungen zur Einführung von Hygiene-Paletten aus Holz zum Einsatz in der Lebensmittelindustrie

***** Dr.-Ing. H. Steinkamp
Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V.
Prof.-von-Klitzing-Straße 7
49610 Quakenbrück
Tel.: 05431 / 183 - 0
Fax.: 05431 / 183 - 114

****** H. Wilms
Fa. Gustav Wilms
Im Glanetal 6
49152 Bad Essen-Barkhausen
Tel.: 05427 / 9423 - 0
Fax.: 05427 / 9423 – 23

Das Forschungsprojekt wurde gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr

Zusammenfassung des FuE-Vorhabens

Die hygienische Qualität von Holz wird seit Jahrzehnten sehr unterschiedlich bewertet. Auch in der Literatur liegen sehr unterschiedliche Untersuchungsergebnisse zum Vergleich des mikrobiellen Wachstums auf Holz und Kunststoff vor. Der Gesetzgeber hat in den letzten Jahren erhebliche Anstrengungen von den lebensmittelverarbeitenden Unternehmen verlangt, um Holz als Baustoff für Bedarfsgegenstände gegen Kunststoff auszutauschen.

In Vorarbeiten wurden grundlegende Untersuchungen zum mikrobiellen Wachstum auf Holz durchgeführt. Dabei wurden unterschiedliche Holzarten und im Vergleich dazu auch Kunststoffplatten mit Bakterienkulturen beimpft und die zeitabhängigen Überlebensraten der Mikroorganismen auf dem Holz gemessen. Bei den Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass sich die zeitliche Abnahme der Keimzahlen auf Kiefernkernholz am schnellsten von allen untersuchten Holzarten vollzieht und auch wesentlich günstiger als auf der Kunststoffoberfläche verläuft. /1/

In Folge der Forschungsergebnisse aus den Vorarbeiten sollte die antibakterielle Wirkung des Holzes im praktischen Einsatz erprobt werden. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden unter praxisrelevanten Bedingungen Untersuchungen zur mikrobiellen Qualität von Holz- und Kunststoffoberflächen an Transportpaletten durchgeführt. Die Arbeiten wurden in enger Kooperation mit Unternehmen aus unterschiedlichen Bereichen der Lebensmittelverarbeitung durchgeführt. Insgesamt waren 14 Betriebe an dem Forschungsprojekt beteiligt.

Für die Untersuchungen wurden sogenannte Holz-Hygiene-Paletten aus Kiefernkernholz hergestellt. Dabei wurde das Kiefernholz vor der Verarbeitung einem zusätzlichen Trocknungsverfahren unterzogen, um die Aufnahmefähigkeit zu steigern. Die Paletten wurden über sechs Monate in den Betrieben als Transporthilfsmittel eingesetzt und regelmäßig auf ihren hygienischen Zustand überprüft. Parallel dazu wurden die in den Betrieben gebräuchlichen Holz- und Kunststoffpaletten beprobt. Als Ergebnis des Forschungsvorhabens wurde ein deutlich geringerer Besatz von Mikroorganismen auf den Holz-Hygiene-Paletten im Vergleich zu den Oberflächen der parallel getesteten handelsüblichen Holz- und Kunststoffpaletten gemessen. Auf den Holz-Hygiene-Paletten wurde über die gesamte Versuchszeit ein mikrobieller Bewuchs gemessen, der um ca. 50% gegenüber dem Bewuchs der Vergleichspaletten geringer ist.

1. Gesamtziel des Projektes

Holz wurde in den letzten Jahrzehnten als Grundmaterial für Bedarfsgegenstände in mikrobiologisch sensiblen Bereichen durch den steigenden Einsatz von Kunststoffen zurückgedrängt. Der Einsatz von Holz in direktem Kontakt zu mikrobiologisch sensiblen Lebensmitteln wurde konsequent durch Verordnungen und Richtlinien reduziert. Aufgrund der Änderung der Gesetzeslage wurden auch Paletten aus Holz in den letzten Jahren mehr und mehr aus den Bereichen der Lebensmittelproduktion verdrängt und durch Paletten aus Kunststoff ersetzt. Hauptgrund für diese Entwicklung ist die weitverbreitete Annahme, daß Holz schlechte hygienische Eigenschaften aufweist. Diese Annahme resultiert aus wissenschaftlichen Untersuchungen, in denen die Proben nach der Infektion mit unterschiedlichen Keimen gewaschen und die Anzahl der auf dem Material verbleibenden Mikroorganismen bestimmt wurde /2,3/.

Als Ursache für die schlechte hygienische Qualität des Holzes im Vergleich zu Kunststoff und Metall wurde die schlechte Reinigungsmöglichkeit der Holzprodukte aufgrund der groben und strukturierten Oberfläche des Materials und der damit verbundenen guten Überlebensmöglichkeit für absorbierte Mikroorganismen angenommen. Neuere Arbeiten weisen aber darauf hin, daß der hygienische Status von Holz überdacht werden sollte /4,5/.

Im Rahmen dieses FuE-Vorhabens wurde in einem Großversuch ermittelt, ob die antibakterielle Wirkung von Holz genutzt werden kann, neuartige Transportpaletten aus speziellem Holz für den Einsatz im Lebensmittelbereich zu etablieren. In den durchgeführten Arbeiten wurden Paletten aus speziellem Holz erstellt und unter industrierelevanten Bedingungen eingesetzt.

Ziel der Untersuchungen war es, eine Holz-Hygiene-Palette (HHP) zu entwickeln und zu erproben, die in mikrobiologisch sensiblen Bereichen eingesetzt werden kann. Für den praktischen Einsatz wurden Paletten gebaut, die im Aufbau und in den Maßen mit einer herkömmlichen Holzpalette vergleichbar sind und somit in Handling und auch im Preis deutliche Vorteile gegenüber Paletten aus Kunststoff aufweist. Die Fertigung der Paletten erfolgte entsprechend DIN 15146 zur standardisierten Euro-Palette. Der Unterschied zu herkömmlichen Paletten besteht in der Auswahl und Behandlung des Holzes. Normalerweise werden Holzpaletten aus unterschiedlichen Hölzern, zumeist Pappel, Birke oder Fichte gefertigt. Die Fußblöcke bestehen häufig aus leimgebundenen Preßformteilen. Demgegenüber werden die Holz-Hygiene-Paletten aus auf besondere Art getrocknetem Kiefernkernholz gefertigt, von dem die gute antibakterielle Wirkung bereits überprüft ist. Der Hauptteil der Arbeiten hier ist die sorgfältige Auswahl des Holzes für die Paletten und die anschließende Behandlung der ausgewählten Bretter. Für die Behandlung wurde ein Verfahren

entwickelt, mit dem die Saugfähigkeit des Holz und damit der Eintrag von Mikroorganismen wesentlich erhöht wird.

Während des Großversuchs wurden die Paletten auf ihrem Weg zwischen den Unternehmen verfolgt und regelmäßigen Prüfungen des hygienischen Zustandes der Oberfläche unterzogen. Im Rahmen der Untersuchungen wurde weiterhin das Verfahren zur Behandlung der Holz-Hygiene-Paletten erarbeitet. Das betrifft vorrangig die Gewährleistungsdauer der Paletten sowie die routinemäßige Prüfung und Verlängerung der Einsatzzeit. Für den späteren industriellen Einsatz ist die eindeutige Kennzeichnung der Paletten erforderlich.

2. Vorbereitung des Feldversuches

In den Voruntersuchungen an der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Braunschweig wurden unterschiedliche Holzarten mit Bakterienkulturen (Escherischia coli) beimpft und die zeitabhängigen Überlebensraten der Mikroorganismen auf den Holzspänen gemessen. Auszüge der Ergebnisse dieser Untersuchungen sind in Bild 1 dargestellt. Bei einer Ausgangsbelastung von ca. $1x10^6$ Keimen pro cm² konnten auf Kiefernkernholz bereits nach ca. 2 Stunden kaum überlebende Mikroorganismen mehr nachgewiesen werden. Auf den Vergleichsmaterialien Glas und Stahl aber auch auf Polyethylen ist die zeitliche Abnahme der Keimzahlen geringer und es wurden Keime nach mehreren Tagen nachgewiesen. Weiterhin wurde überprüft, dass die Mikroorganismen auch in tieferliegenden Holzschichten nicht überleben. /1/

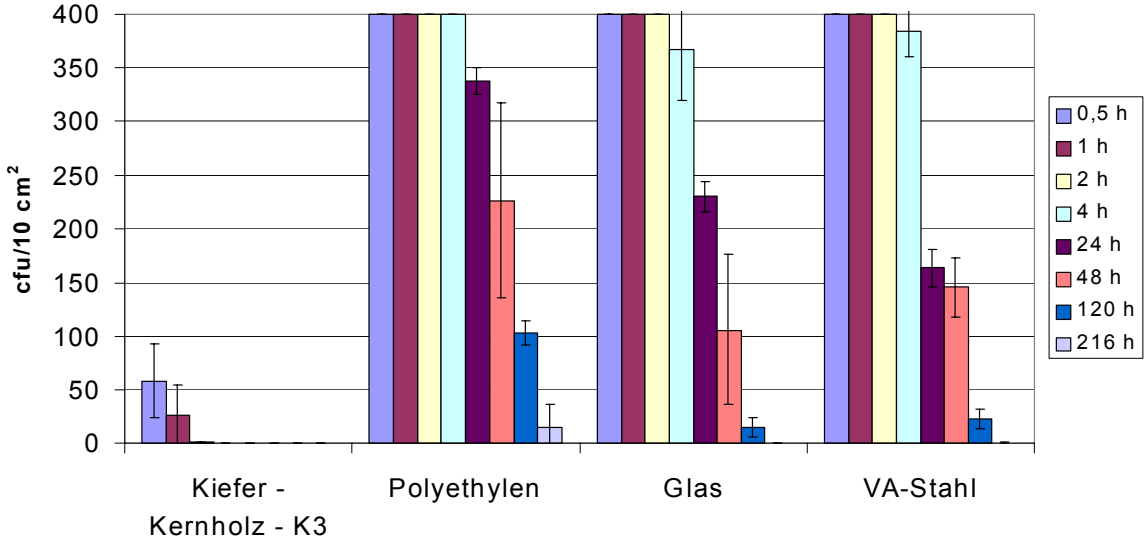

Bild 1: Bestimmung des Oberflächenkeimgehaltes an verschiedenen Materialien

Um die Untersuchungen der Paletten unter praxisrelevanten Bedingungen durchführen zu können, wurden insgesamt 14 Unternehmen aus der lebensmittelverarbeitenden Industrie in das Projekt eingebunden. Die Betriebe wurden so ausgewählt, dass die wichtigen Bereiche aus der Ernährungsindustrie vertreten waren – Fleischverarbeitung (2 Unternehmen), Milchwirtschaft (1 Unternehmen), Gemüseverarbeitung (3 Unternehmen) und Backwarenherstellung (8 Unternehmen). Die Arbeiten wurden von den zuständigen Behörden für die Lebensmittelüberwachung unterstützt und begleitet.

Zur weiteren Verbesserung der antibakteriellen Wirkung wurde das eingesetzte Holz zusätzlich einem speziellen Trocknungsverfahren unterzogen. Auf Grund dieses Verfahrens wird die Saugfähigkeit und damit der schnellere Transport von Flüssigkeit in die tieferen Holzschichten bewirkt. Das so behandelte Holz wurde als Ausgangsmaterial für die Holz-Hygiene-Paletten erstellt. Für die Untersuchungen wurden 500 Holz-Hygiene-Paletten aus Kiefernkernholz hergestellt. Die Fertigung der Paletten erfolgte entsprechend DIN 15146 zur standardisierten Euro-Palette. Somit konnten die Paletten parallel zu den handelsüblichen Euro-Paletten aus Holz und den H1-Paletten aus Kunststoff in den Betrieben als Transporthilfsmittel eingesetzt werden.

Die Holz-Hygiene-Paletten wurden an die beteiligten Unternehmen verteilt. Nach kurzer Anlaufzeit von ein paar Tagen wurden die Paletten in den innerbetrieblichen Prozessablauf integriert.

3. Projektergebnisse

3.1 Mikrobiologische Kontrolle der Paletten während des praktischen Einsatzes

Während des Projektes wurden Paletten in den beteiligten Unternehmen auf den hygienischen Zustand der Oberflächen untersucht. Die Untersuchungen wurden an den erstellten Holz-Hygiene-Paletten (HHP) durchgeführt. Gleichzeitig wurden auch die Paletten in die Untersuchung einbezogen, die in den Betrieben vorhanden waren. Dabei handelte es sich um handelsübliche Euro-Paletten aus Holz und um Kunststoffpaletten (H1-Paletten). Dadurch wird der Vergleich zum hygienischen Zustand zwischen den neuartigen HHP und handelsüblichen Paletten möglich.

Die Beprobung der Paletten in den Betrieben erfolgte in regelmäßigen Abständen, in der Regel einmal wöchentlich. Die Paletten wurden mit Abklatschnährböden aus CASO (Caseinpepton-Sojamehlpepton) (Ø 55 mm; Fa. Oxoid, Wesel) beprobt, auf denen der Großteil der Bakterienflora detektiert werden können. Die Messungen wurden an definierten Stellen auf den Paletten durchgeführt. Das Raster der

Meßstellen ist in Bild 2 dargestellt. An den Paletten wurden bei den routinemäßigen Messungen jeweils sechs Proben genommen. Zwei Proben wurden auf den Brettern an der Oberseite und jeweils zwei Proben an den Außenseiten der Fußblöcke und an den Brettern auf der Unterseite genommen. Insgesamt wurden ca. 15.000 Abklatschproben an den Paletten durchgeführt.

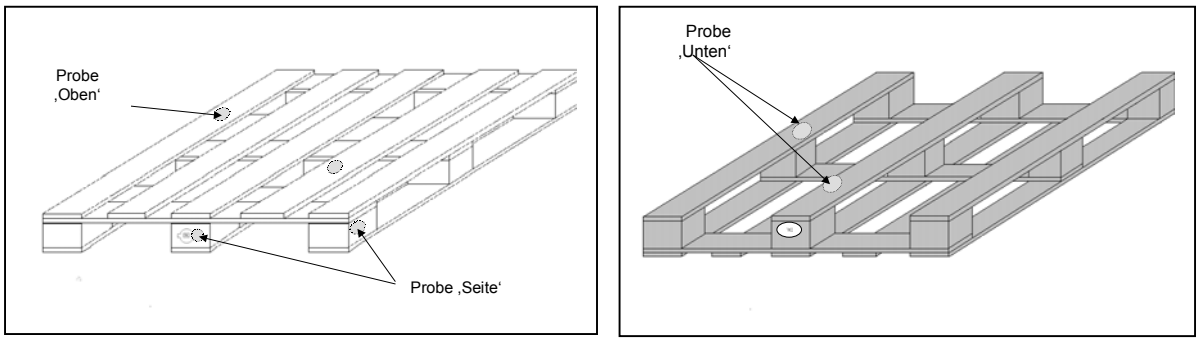

Bild 2: Darstellung der Meßstellen an den Paletten

3.2 Darstellung der Versuchsergebnisse

Zur übersichtlichen Darstellung sind die Ergebnisse der Untersuchungen zunächst getrennt für die einzelnen Firmengruppen aus den Bereichen der Ernährungswirtschaft zusammengefasst. Die Ergebnisse sind in den Bildern 3-6 dargestellt.

Für die fleischverarbeitenden Unternehmen gilt, dass in der Regel für den innerbetrieblichen Verkehr Paletten aus Kunststoff eingesetzt werden müssen. Diese Paletten werden dann auch häufig für den Warentransport zu weiterverarbeitende Kunden eingesetzt. Die Holz-Hygiene-Paletten wurden während des Projektes parallel zu den Kunststoffpaletten verwendet. Handelsübliche Holzpaletten sind in diesen Betrieben nur im Lagerbereich zu finden.

Die Ergebnisse für die Messungen in den fleischverarbeitenden Betrieben sind in Bild 3 dargestellt. Für die Holz-Hygiene-Paletten kann für den Beginn während der ersten vier Messungen ein deutlicher Anstieg der Meßwerte festgestellt werden, der durch die Verschmutzung der neuen Paletten zu erklären ist. Die Schwankungen der Ergebnisse ist dadurch zu erklären, dass die Messungen jeweils den momentanen Zustand der Paletten wiedergeben, der durch die erneute Benutzung oder durch einen Reinigungsvorgang verändert werden kann. Dabei ist zu bedenken, dass die Holz-Hygiene-Paletten während des gesamten Projektes nur von groben Verschmutzungen befreit wurden, wohingegen die Kunststoffpaletten regelmäßigen Waschungen unterzogen wurden. Trotz diese unterschiedlichen Behandlung der

Paletten ist ein wesentlich höheres Niveau an Bewuchs auf den Kunststoffpaletten zu vermerken.

Aus der Milchverarbeitung war an dem Projekt ein Unternehmen beteiligt. In dem Betrieb werden die Paletten ausschließlich für den Transport der verpackten Produkte im Betrieb eingesetzt. Für diesen Einsatz werden in der Regel Euro-Paletten benutzt. Die Holz-Hygiene-Paletten wurden hier parallel in der Lagerwirtschaft eingesetzt. Kunststoffpaletten werden in diesem Betrieb nur für den Warentransport zu einigen Kunden eingesetzt. Die Ergebnisse sind in Bild 4 dargestellt. Die Anzahl der gemessenen Kolonien auf den Paletten ist hier wesentlich geringer im Vergleich zu den Ergebnissen, die für die Fleischbranche ermittelt wurden. Es wurde aber wiederum für die Holz-Hygiene-Paletten ein geringeres Niveau an Kolonien gemessen.

In Bild 5 sind die Ergebnisse der Messungen in den Betrieben der drei beteiligten Gemüseverarbeitern dargestellt. In den Betrieben werden überwiegend Kunststoffpaletten für den innerbetrieblichen Warenverkehr eingesetzt. Die vergleichenden Messungen zeigen eindeutige Vorteile für die neuen Holz-Hygiene-Paletten.

Die Ergebnisse der Messungen bei den Backwarenherstellern und in den Bäckereien sind in Bild 6 dargestellt. In den beteiligten Unternehmen wurden hauptsächlich Euro-Paletten eingesetzt. Die insgesamt 8 zumeist kleinen Betriebe dieser Branche sind durch zwischenbetriebliche Warenströme miteinander verbunden. Die Holz-Hygiene-Paletten wurden auf den gleichen Transportwegen benutzt. Auch hier ist im Mittel ein deutlich höherer mikrobieller Besatz auf den Euro-Paletten gemessen worden als auf den Holz-Hygiene-Paletten.

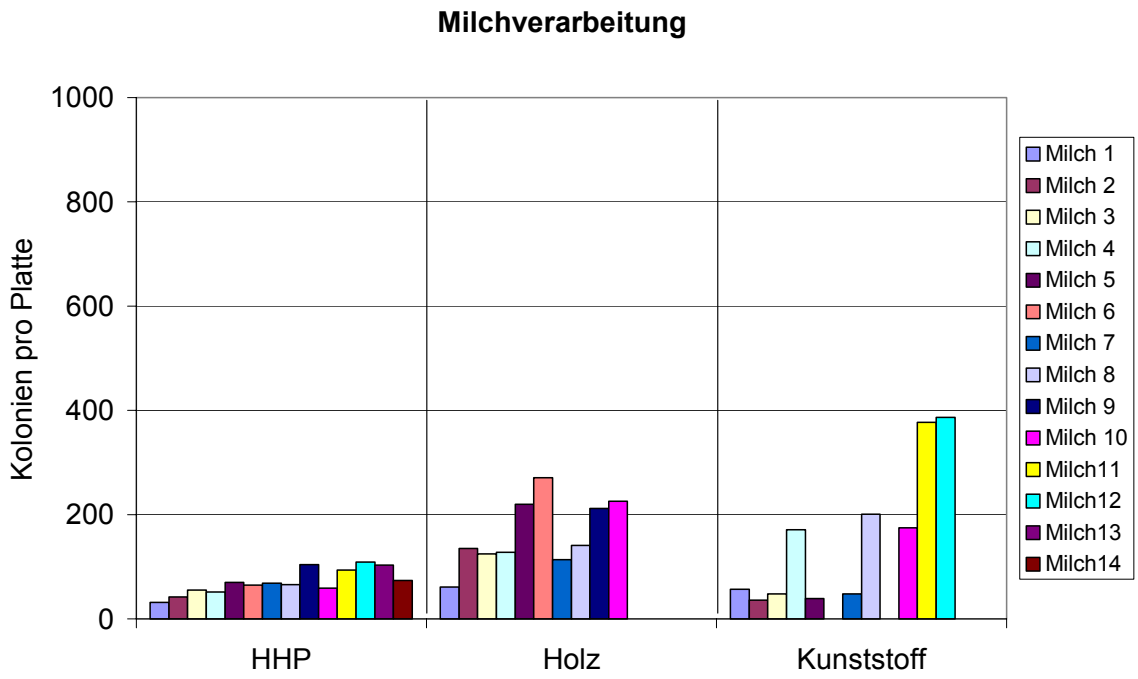

Bild 4: Darstellung der Ergebnisse für die Messungen bei der Milchverarbeitung

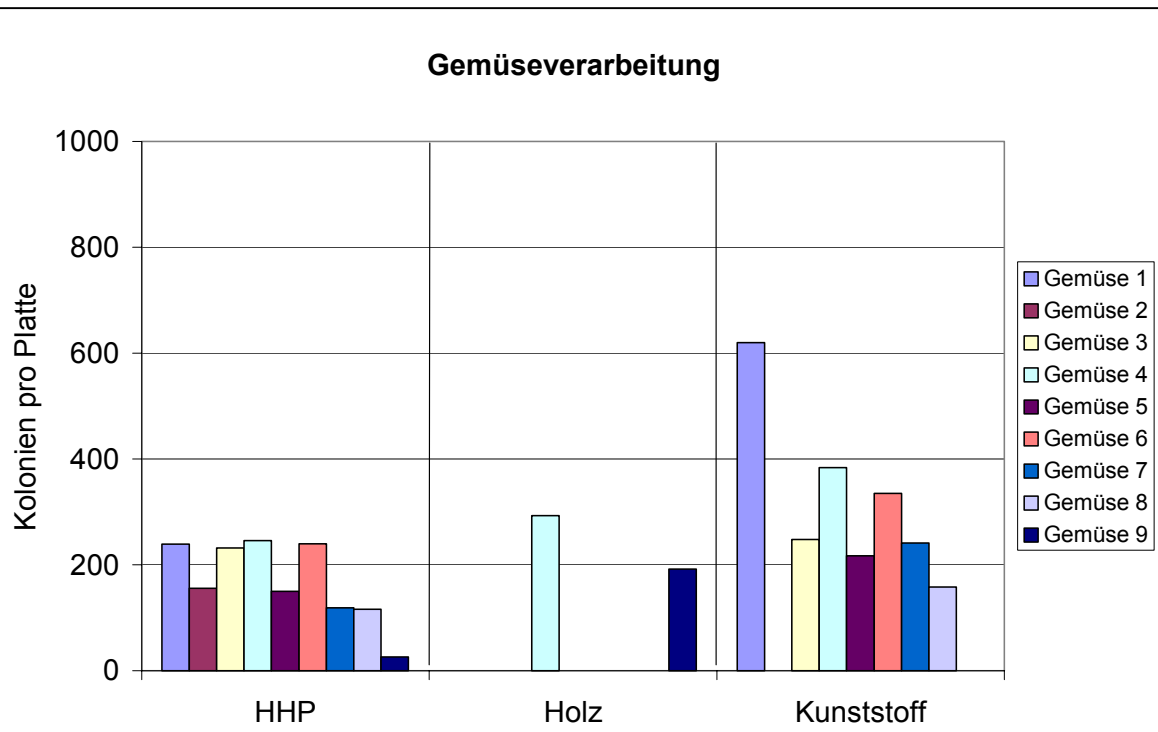

Bild 5: Darstellung der Ergebnisse für die Messungen bei den Gemüseverarbeitern

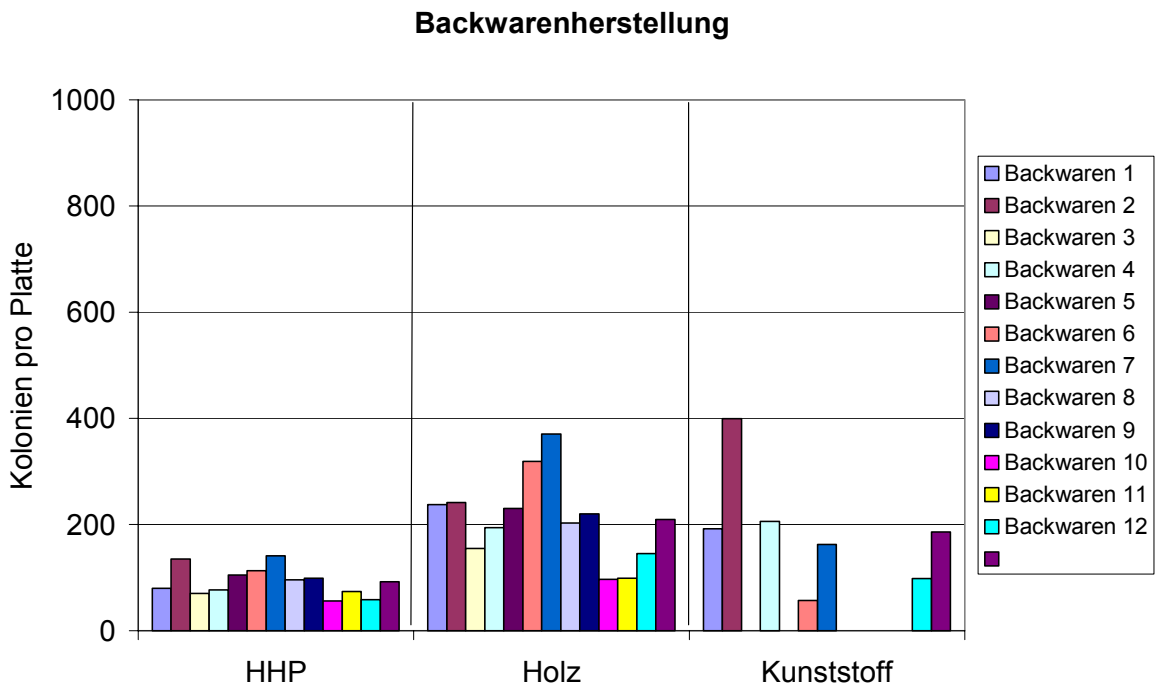

Bild 6: Darstellung der Ergebnisse für die Messungen bei den Backwarenherstellern

3.3 Zusammenfassung der Ergebnisse der Untersuchungen

Anhand der vorliegenden Ergebnisse kann ein Vergleich der Keimbelastung auf den unterschiedlichen Paletten angestellt werden. Die Darstellung in Bild 7 weist die unterschiedlichen Belastungen in den einzelnen Betrieben bzw. Bereichen der Lebensmittelverarbeitung auf. Die höchste Keimbelastung wurde in den fleischverarbeitenden Betrieben gemessen. Die Keimbelastung in den übrigen Bereichen ist erheblich geringer. In jedem Fall sind die Ergebnisse für die Holz-Hygiene-Paletten aber deutlich unter den Belastungen, die auf den Euro- und Kunststoffpaletten gemessen wurden.

Die Darstellung in Bild 8 ist die Zusammenfassung aller durchgeführten Messungen im Rahmen dieses Forschungsvorhabens. Dahinter stehen die ca. 15.000 Messungen, die an den unterschiedlichen Paletten durchgeführt wurden. Anhand dieser Darstellung wird der Unterschied in der hygienischen Qualität zwischen den handelsüblichen Euro-Paletten aus Holz und den Kunststoffpaletten im Vergleich zu den neuen Holz-Hygiene-Paletten deutlich. Für die Holz-Hygiene-Paletten wurde ein Mittelwert von 158 koloniebildenden Einheiten pro Platte gemessen. Auf den Euro-Paletten wurden 275 koloniebildende Einheiten pro Platte und auf den Kunststoffpaletten wurden 323 koloniebildende Einheiten pro Platte gemessen.

Während der Versuchsreihe wurden die Holz-Hygiene-Paletten keinen regelmäßigen Reinigungen unterzogen. Trotzdem sind die gemessenen mikrobiellen Belastungen

der Holz-Hygiene-Paletten wesentlich geringer als auf den Vergleichpaletten, wie oben beschrieben. Grund dafür scheint die bereits in den Vorversuchen ermittelten antibakterielle Wirkung des Kiefernholz und die damit verbundene ‚Selbstreinigung' der Paletten zu sein.

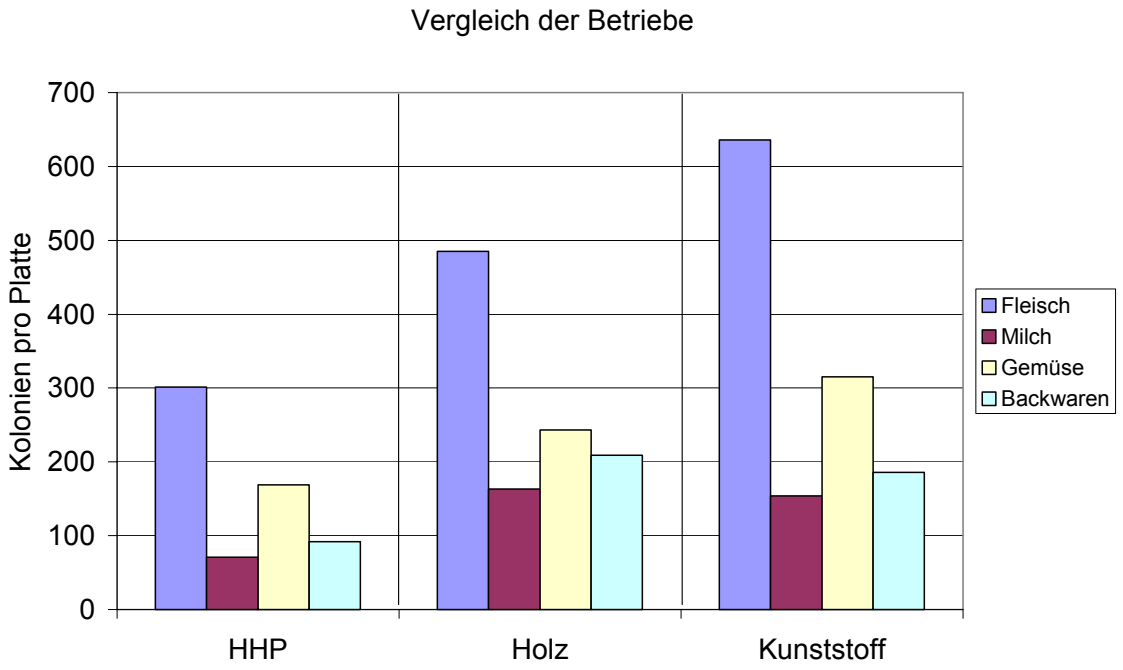

Bild 7: Vergleich der mikrobiellen Belastung der unterschiedlichen Bereiche

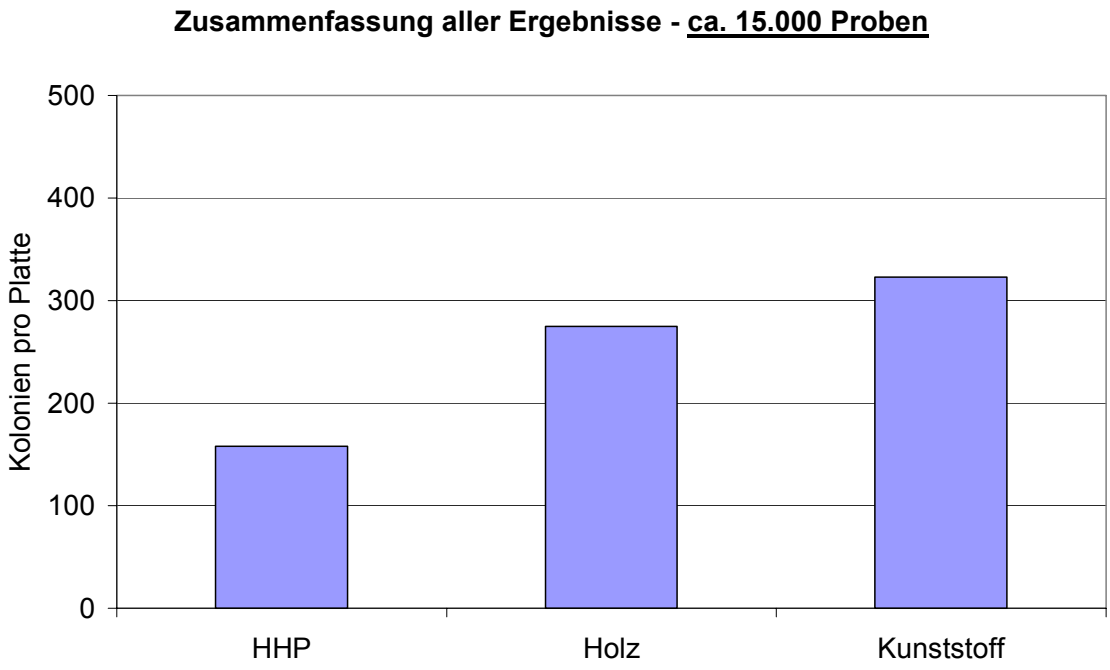

Bild 8: Zusammenfassung aller Ergebnisse

4 Entwicklung von Kontrollmechanismen für den Dauerbetrieb der Holz-Hygiene-Paletten

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse kann für die Holz-Hygiene-Paletten ein einwandfreier Betrieb von ein bis zwei Jahren erwartet werden. Nach Ablauf dieser Zeitspanne, müssen die Paletten einer Routinekontrolle unterzogen werden. Diese Kontrolle bezieht sich auf den mechanischen Zustand der Paletten und muß zusätzlich die Reinigung der Paletten beinhalten. Als Reinigungsverfahren kommt im wesentlichen eine mechanische Behandlung der Oberflächen mit Drahtbürsten in Frage, die einen leichten Abtrag der Oberflächen zur Folge hat.

Für den praktischen Einsatz werden die Holz-Hygiene-Paletten mit Transpondern versehen, auf denen die Informationen über die Zulassung der jeweiligen Palette gespeichert ist. Der Transponder kann mit einem einfachen Lesegerät abgefragt werden, und so kann jederzeit der Status der Paletten für die behördliche Kontrolle transparent gemacht werden.

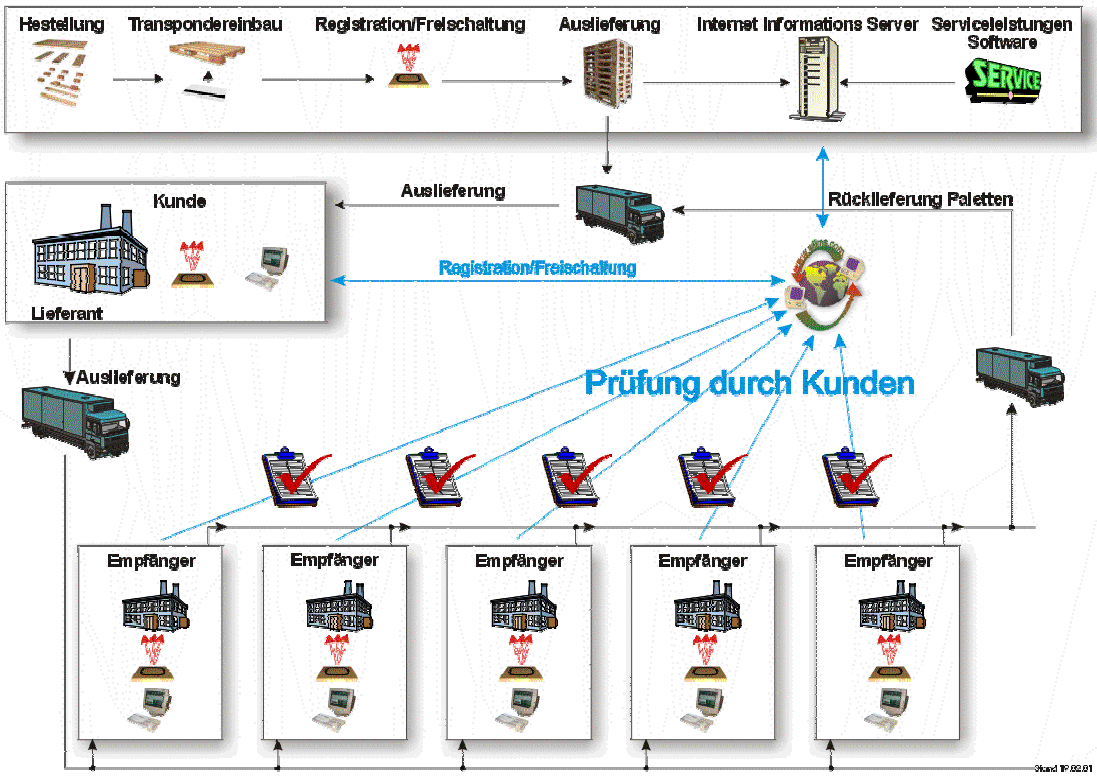

Bild 9: Verfolgung der Paletten

5. Bewertung der erzielten Ergebnisse

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurde die antibakterielle Wirkung von Kiefernkernholz in einem praktischen Anwendungsfall erprobt. Die Ergebnisse der

Untersuchungen weisen für die Holz-Hygiene-Palette beim Einsatz im Lebensmittelbereich eine wesentlich bessere hygienische Qualität der Oberflächen im Vergleich zu Kunststoffpaletten oder Euro-Paletten nach. Damit wird die bereits im Vorfeld dieser Arbeiten gewonnene Erkenntnis über die antibakterielle Wirkung von Kiefernkernholz gestützt.

In dem Großversuch wurden die Holz-Hygiene-Paletten in unterschiedlichen lebensmittelproduzierenden Betrieben eingesetzt. In den Grenzbereichen, z.B. an der Schnittstelle von unverpacktem und verpacktem Lebensmittel werden mit Mißbilligung der Behörden häufig Holzpaletten eingesetzt. Für diese sensiblen Bereiche bringt die Holz-Hygiene-Palette die notwendigen Qualitäten, um sowohl den kontrollierenden Behörden und den Betrieben die notwendige Sicherheit zu geben.

Durch die erarbeiteten Kontrollmechanismen ist die Überprüfung des Zustandes der Holz-Hygiene-Paletten gewährleistet

Literatur

/1/ A. Schönwälder, R. Kehr, A. Wulf, K. Smalla: Antibakterielle Eigenschaften von Holz beachtenswert; Holz-Zentralblatt, Nr. 147, S. 2037

/2/ F. Kelch, A. Palm: Vergleichende Untersuchungen über den Oberflächenkeimgehalt von Holz- und Metallflächen in fleischverarbeitenden Betrieben; Fleischwirtschaft, 10 (1958)

/3/ D. Grossklaus, R. Levetzow: Neue Untersuchungen über die hygienisch-technologische Eignung von Schneidunterlagen aus Kunststoff; Fleischwirtschaft, 47 (1967)

/4/ N.O. Ak, D.O. Cliver: Cutting board of plastic and wood contaminated experimentally with bacteria; J. Fd. Prot, 57 (1994)

/5/ W. Rödel, H. Hechelmann, J. Dresel: Hygieneaspekte zu Schneidunterlagen aus Holz und Kunststoff; Fleischwirtschaft 74 (1994) 8

Danksagung:

Das Forschungsprojekt wurde gefördert durch das Niedersächsische Ministerium für Wirtschaft, Technologie und Verkehr