



Gefördert durch:

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Forschungsprojekt „BinTelligent“ erfolgreich abgeschlossen

Das IGF-Vorhaben 18427 N der Forschungsvereinigung Deutscher Forschungsverbund Verpackungs-, Entsorgungs- und Umwelttechnik e. V. (DVEU), Giselherstr. 34, 44319 Dortmund wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Autor: Dipl.-Logist. Tim Siebels, Projektleiter am Institut für Verpackungstechnik (IfV) des Vereins zur Förderung innovativer Verfahren in der Logistik (VVL) e. V. in Dortmund

**Der E-Food-Markt in Deutschland verfügt nach einschlägigen Expertenprognosen über ein enormes Wachstumspotenzial (vgl. [1]; [2]), jedoch repräsentiert die Endkundenzustellung eines Lebensmittelvollsortiments auch eine äußerst komplexe logistische Aufgabe, mit der eine Vielzahl an Herausforderungen verbunden ist. Bei der Lösung dieser Schwierigkeiten treten in der Praxis zum Teil erhebliche Probleme auf, die nicht zuletzt auf das Fehlen einer geeigneten Transportverpackung zurückzuführen sind.**

Damit sich E-Food-Händler auf dem hart umkämpften Markt des Lebensmitteleinzelhandels von Wettbewerbern differenzieren können, müssen sie zusätzlich zu einem Trockensortiment auch Frische- und Kühlprodukte anbieten. Der Anspruch an das Sortiment eines Online-Supermarktes muss es sein, einen regulären Wocheneinkauf abdecken zu können, um hierdurch – u. a. zur Deckung der zusätzlichen Transportkosten für die „letzte Meile“ – Warenkörbe zu erreichen, die signifikant höher sind als die im stationären Handel (vgl. [3]). Das Angebot eines Vollsortiments ist darüber hinaus auch im Hinblick auf den Aspekt der Kundengewinnung unabdingbar. So gaben bspw. in einer Umfrage des Unternehmens Ernst & Young 81 Prozent der Befragten das fehlende Angebot als Grund dafür an, dass sie keine Lebensmittel im Internet kaufen [2].

## Problemstellung

Um ein Vollsortiment anbieten zu können, müssen Online-Lebensmittelhändler in der Lage sein, die Kühlkette sowie die zum Teil spezifischen Transportanforderungen für die vier Produktkategorien Tiefkühl-, Kühl-, Frische- und Trockenware sicherzustellen. Die Anforderungen an die Temperaturen für Lebensmittel sind in der Norm DIN 10508 definiert, wonach für Tiefkühlprodukte eine Maximaltemperatur von minus 18 °C gilt, die nur in Ausnahmefällen kurzfristig um bis zu 3 °C überschritten werden darf. Zur Vereinheitlichung von Transport, Lagerung und Aufbewahrung liegen die in der Norm festgelegten Höchsttemperaturen für leicht verderbliche Lebensmittel tierischer und pflanzlicher Herkunft sowie für verpackte, kühlbedürftige Lebensmittel bei jeweils 7 °C. In diesem Zusammenhang sind jedoch auch spezielle Ausnahmen – z. B. Hackfleisch oder Fischereierzeugnisse – zu berücksichtigen, die idealerweise in einem Temperaturbereich von 0 °C bis maximal 2 °C zu transportieren sind. Für Trockenwaren bzw. haltbare Produkte sind in der DIN 10508 keine speziellen Anforderungen in Bezug auf einzuhaltende Temperaturen angegeben. (vgl. [4])

Neben der Einhaltung festgelegter Temperaturbereiche gilt es, weitere für den Lebensmittelhandel charakteristische Herausforderungen – etwa die Druckempfindlichkeit, die Bruchgefahr oder das Mindesthaltbarkeitsdatum bestimmter Produkte – zu bewältigen [5]. Außerdem ist zum Teil eine Isolierung von Lebensmitteln notwendig, die sich negativ auf weitere Lebensmittel auswirken können. Ein Beispiel hierfür ist die Notwendigkeit der Isolierung von Äpfeln, da diese das Gas Ethanol aussondern, das anderes Obst und Gemüse schneller reifen lässt [3].

Die einzuhaltenden Normvorgaben sowie die weiteren zuvor genannten Herausforderungen führen in der Praxis aktuell dazu, dass bei der Auslieferung von im Internet bestellten Lebensmitteln zumeist eine erhebliche Menge an Verpackungsmüll anfällt [1]. Weitere elementare Probleme, die bei vorhandenen Praxislösungen in Bezug auf die Transportverpackung auftreten, sind zum Beispiel die häufige Nichteinhaltung der Kühlkette nach der Norm DIN 10508 sowie der Umstand, dass bei Bestellungen, die Tiefkühl-, Kühl- und Trockenprodukte umfassen, immer mindestens zwei Transportbehälter benötigt werden.

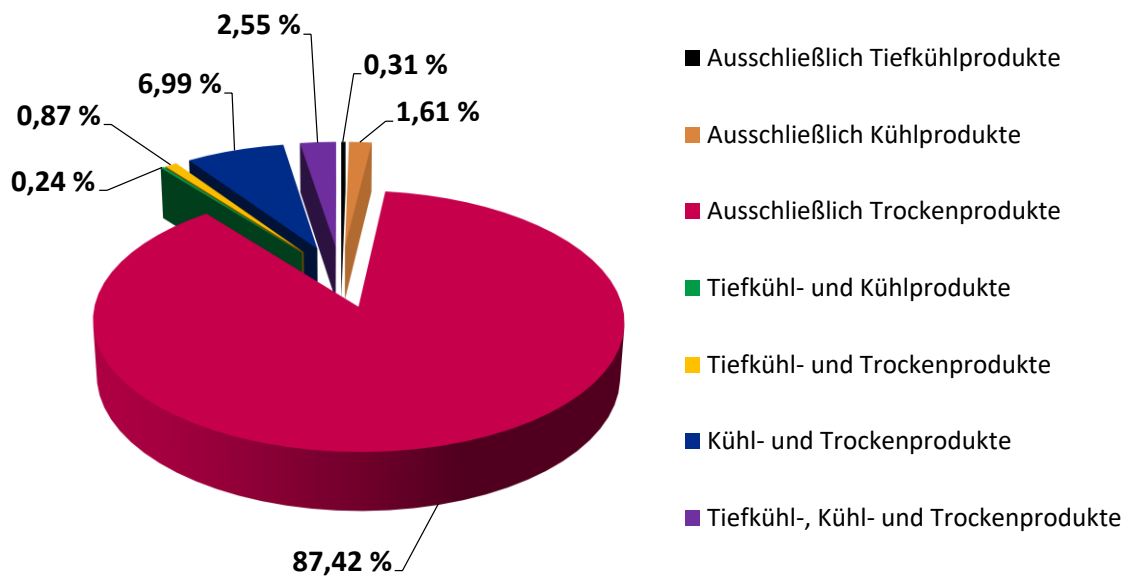
## **Zielstellung und Lösungsansatz**

Um dem dargestellten Sachverhalt zu begegnen, lag das wesentliche Ziel des am IfV des VVL e. V. bearbeiteten IGF-Forschungsprojektes „BinTelligent“ in der Entwicklung eines mehrwegfähigen Transportbehälters, welcher speziell auf die Anwendung in der E-Food-Logistik ausgerichtet ist. Dieser sollte über eine Multi-Temperatur-Funktion verfügen, mittels derer innerhalb flexibel einstellbarer Fächer – je nach Kundenauftrag – die nach der DIN 10508 einzuhaltenden Temperaturzonen für Tiefkühl-, Kühl-, Frische- und Trockenprodukte sichergestellt werden können. Zudem wurde angestrebt, den Behälter mit einem durch einen thermoelektrischen Generator mit Energie versorgten Temperaturüberwachungssystem auszustatten, mit dessen Hilfe unter anderem die Möglichkeit bestehen soll, dem Kunden per Near Field Communication (NFC) über eine Smartphone-Applikation die Einhaltung der Kühlkette nachzuweisen.

## **Wesentliche Projektergebnisse**

Innerhalb des Forschungsprojektes „BinTelligent“ wurden zur Bestimmung anwendungsgerechter Behälterabmessungen zunächst rund 4500 verschiedene vergangenheitsbasierte Bestellungen mittelständischer Online-Lebensmittelhändler systematisch ausgewertet und hieraus die im Folgenden beschriebenen wesentlichen Erkenntnisse abgeleitet.

Zunächst ergab sich bei der Gruppierung der einzelnen Bestellungen in zu unterscheidende Bestellvarianten, dass der Großteil der Bestellungen mit einem Prozentanteil von 87,42 Prozent – trotz des Angebotes eines Lebensmittelvollsortiments – die ausschließliche Bestellung von Produkten aus dem Trockensortiment beinhaltete (siehe **Abbildung 1**).



**Abbildung 1: Prozentuale Anteile der verschiedenen Bestellvarianten an den Bestellungen**

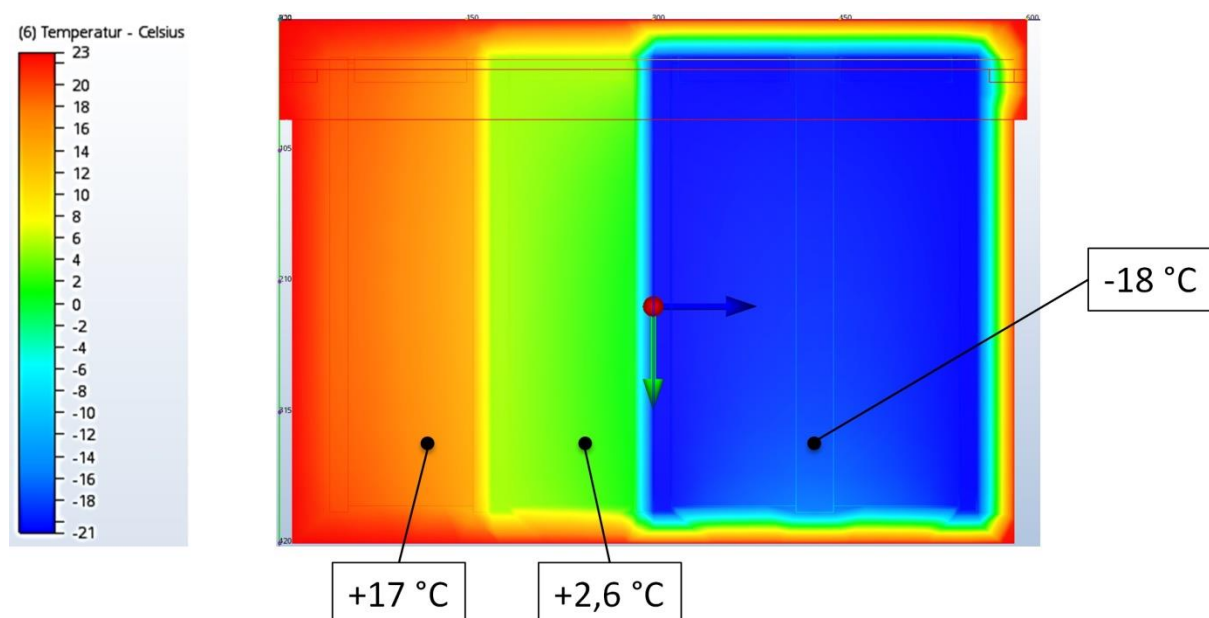
Außerdem zeigte sich im Rahmen der Datenauswertung, dass – aufgrund der aus ergonomischen Gründen erfolgten Begrenzung des reinen Produktgewichts auf maximal 20 kg je zu transportierendem Behälter – bei ca. fünf Prozent der Bestellungen mindestens zwei Transportbehälter einzusetzen waren. Darüber hinaus konnten – unter der Annahme, dass bei allen Bestellungen mindestens ein Füllgrad von 80 Prozent des nutzbaren Behälterinnenvolumens erreicht werden kann – die folgenden Aussagen getroffen werden, die bei der Auswahl geeigneter modularer Abmessungen für im E-Food-Geschäft zum Einsatz kommende Transportverpackungen als Orientierungshilfe dienen können:

- Für ca. 74 Prozent der Bestellungen war ein nicht gekühlter Transportbehälter mit einem nutzbaren Innenvolumen von 30 Litern ausreichend.
- Durch den Einsatz eines adaptiven Transportbehälters mit Multi-Temperatur-Funktion und einem nutzbaren Innenvolumen von 50 Litern ließen sich rund 97 Prozent der Bestellungen, die ein Produktgewicht von unter 20 kg aufweisen, in nur einem Behälter transportieren.

In einem weiteren Schritt wurde mittels der Durchführung einer Nutzwertanalyse das zur Herstellung des geplanten Behälters am besten geeignete Material bestimmt, wobei expandiertes Polypropylen (EPP) in diesem Zusammenhang den höchsten Nutzwert aufwies.

Um anschließend eine simulationsbasierte thermische Analyse hinsichtlich der benötigten Wandstärken des Transportbehälters vollziehen zu können, musste im Vorfeld ein detailliertes Behälterkonzept entwickelt werden, mit dessen Hilfe die angestrebten Eigenschaften der Adaptivität und der Multi-Temperatur-Funktion bei dem geplanten Transportbehälter realisiert werden konnten. Als Ergebnis der simulationsbasierten thermischen Analyse, bei der eine Vielzahl verschiedener Szenarien untersucht wurde, ergab sich für das entwickelte Behälterkonzept wiederum eine theoretisch zu erwartende normgerechte Kühldauer von mindestens elf Stunden.

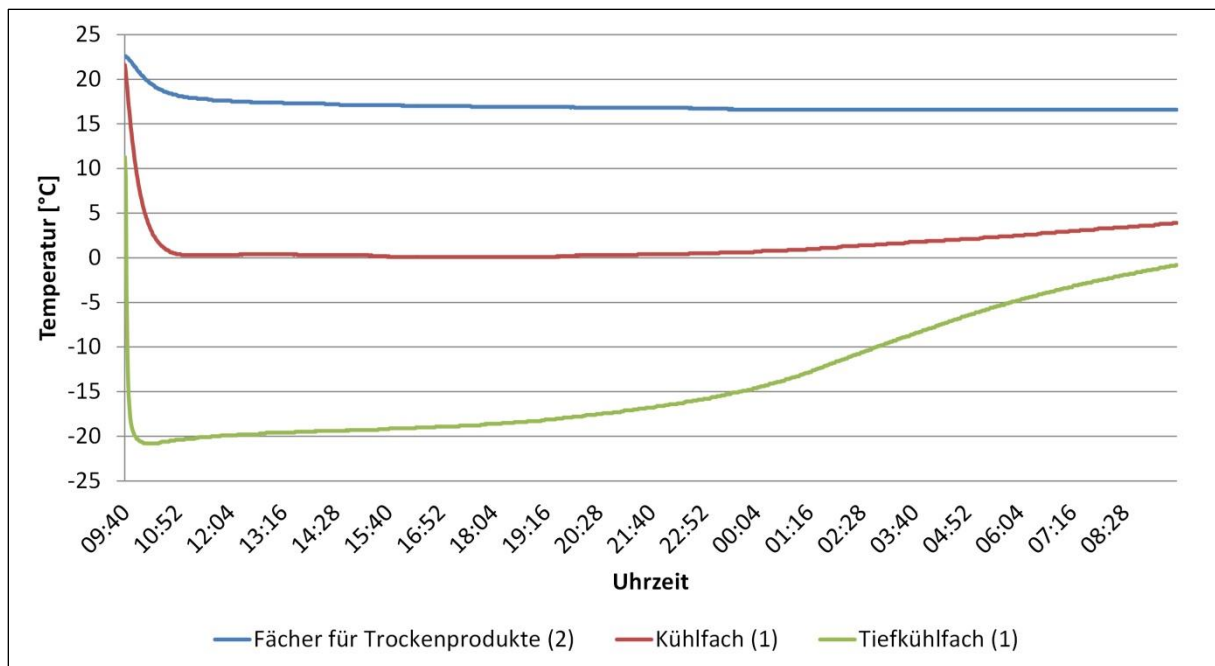
In der **Abbildung 2** ist die Temperaturverteilung innerhalb des Behälters nach einer Zeitdauer von zwölf Stunden exemplarisch für das Szenario dargestellt, in welchem zwei Fächer des Transportbehälters für Tiefkühlprodukte, ein Fach für Kühlprodukte und ein Fach für Trockenprodukte benötigt werden. Die in der Grafik angegebenen Temperaturwerte beziehen sich hierbei auf die jeweils markierten Punkte. Als Ergebnis dieser beispielhaften Simulation ergab sich, dass eine normgerechte Kühlung eines mit Luft gefüllten Transportbehälters bei einer Umgebungstemperatur von 23 °C für einen Zeitraum von zwölf Stunden sichergestellt werden kann.



**Abbildung 2:** Simulationsbasierte thermische Analyse – Temperaturverteilung im Behälter nach einer Zeitdauer von 12 Stunden

Im weiteren Projektverlauf wurde der Transportbehälter in Form eines aus EPP bestehenden Funktionsmusters hergestellt und dieses im Zusammenhang mit Labor- und Praxisversuchen hinsichtlich seiner funktionellen Eignung untersucht. Eine ausreichende Schutzfunktion des Behälters für die unterschiedlichen zu handhabenden Produkte konnte hierbei – bezogen auf exemplarisch durchgeführte Versuchsreihen – nachgewiesen werden. Bezüglich der im Rahmen der Labor- und Praxisuntersuchungen betrachteten normgerechten Kühlung nach DIN 10508 innerhalb der zu temperierenden Behälterfächer ergaben sich darüber hinaus sehr vielversprechende Ergebnisse im Hinblick auf eine direkt im Anschluss an die Kommissionierung und Verpackung der Produkte ausgeführte eigene Ware Zustellung durch den Online-Lebensmittelhändler.

Die **Abbildung 3** beinhaltet die im Rahmen von Laborversuchen über eine Zeitdauer von 24 Stunden gemessenen Temperaturverläufe innerhalb der einzelnen Behälterfächer beispielhaft für das Testszenario, in welchem ein Fach des Behälters für Tiefkühlprodukte, ein Fach für Kühlprodukte und zwei Fächer für Trockenprodukte vorgesehen waren, bezüglich der Umgebungstemperatur ein Wert von 21 °C gewählt wurde und der Transportbehälter mit Testprodukten befüllt war. Im Zusammenhang mit diesem praxisnahen Testszenario ergab sich, dass mittels des entwickelten Funktionsmusters eine normgerechte Kühlung nach DIN 10508 im Trockenbereich für 24 Stunden, im Kühlbereich (0 °C bis 7°C) für 23,5 Stunden und im Tiefkühlbereich (maximal -18 °C) für rund zehn Stunden sichergestellt werden kann.



**Abbildung 3: Laboruntersuchungen – Temperaturverläufe innerhalb der einzelnen Behälterfächer im Rahmen eines beispielhaften Testszenarios**

Aus Sicht der Anwender bietet der Einsatz des entwickelten Transportbehälters u. a. die Möglichkeiten das Vertrauen der Verbraucher im Hinblick auf die Frische der Produkte zu steigern, interne Prozesse zu verbessern oder den Zustellprozess beim Kunden zu beschleunigen. Die für die Wettbewerbsfähigkeit eines Online-Lebensmittelhändlers so wichtigen Faktoren des Verbrauchervertrauens und der Kundenbindung können z. B. durch den Nachweis der Einhaltung der Kühlkette über die entwickelte Smartphone-Applikation positiv beeinflusst werden. Die Möglichkeit der Optimierung interner Prozessabläufe entsteht indessen durch die Integration der RFID-Technologie in den „intelligenten“ Behälter, wobei sich die Beschleunigung des Zustellprozesses zum Endkunden dadurch ergibt, dass mithilfe der Verwendung des geplanten Transportbehälters mit Multi-Temperatur-Funktion im Rahmen der Zustellung in den meisten Fällen ein einzelner Behälter ausreichend ist.

Durch den Einsatz einer geringeren Behälteranzahl kann zudem der Volumennutzungsgrad innerhalb des Auslieferfahrzeuges gesteigert und dadurch auf einer Liefertour eine größere Anzahl an Kunden beliefert werden, wodurch wiederum ein Optimierungspotenzial im Zusammenhang mit der Tourenplanung von Online-Lebensmittelhändlern entsteht, das zusätzlich zur Entlastung der Verkehrsinfrastruktur und der Umwelt beitragen kann. Des

Weiteren kann durch den bei der Behälterentwicklung verfolgten Mehrweg-Ansatz sowie die aufgrund der Anpassbarkeit des Behälters an den jeweiligen Kundenauftrag voraussichtlich sinkende Menge an benötigtem zusätzlichem Füllmaterial die aktuell in der Praxis entstehende enorme Menge an Verpackungsmüll reduziert werden.

## Literatur

- [1] Hansen, Nele; Hielscher, Henryk: *Paket von Tante Emma*. In: WirtschaftsWoche, Nr. 44 vom 28.10.2013, S. 48-54
- [2] Wagner, Wolf; Wiehenbrauk, Daniela: *Cross Channel – Revolution im Lebensmittelhandel*. Ernst & Young: Stuttgart, 2014
- [3] Linder, Miriam; Rennhak, Carsten: *Lebensmittel-Onlinehandel in Deutschland*. In: Rennhak, Carsten; Nufer, Gerd (Hrsg.): *Reutlinger Diskussionsbeiträge zu Marketing & Management*. Reutlingen, 2012
- [4] DIN Deutsches Institut für Normung e. V. (Hrsg.): *DIN 10508 – Lebensmittelhygiene – Temperaturen für Lebensmittel*. Berlin: Beuth-Verlag GmbH, 2012
- [5] Alsever, Jennifer: *Inside the world of one-click grocery delivery*. 2014. URL: <http://tech.fortune.cnn.com/2014/01/21/inside-the-world-of-one-click-grocery-delivery/>, Abruf: 23.03.2017