

Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg
Fachbereich Ökotrophologie

**Untersuchung der Eignung verschiedener
Lebensmittelfarbstoffe zur Dragierung mit Polyolen**

- Diplomarbeit -

vorgelegt am 23.02.2005
von

Agnes Kapuscinski
Brockhausweg 75b
22117 Hamburg

Referenten:

Frau Prof. Dr. M. Busch-
Stockfisch
(Betreuende Professorin)

Frau Dipl.-Ing. C. Schneider
(Korreferentin)

Vorwort

Die Vorliegende Arbeit wurde in der Zeit von August 2004 bis Februar 2005 in der Firma Sensient Food Colors GmbH & Co KG angefertigt.

An dieser Stelle möchte ich der Firma Sensient Food Colors Germany GmbH & Co. KG für die Möglichkeit der Durchführung dieser Arbeit danken.

Herrn Dr. Klingenberg danke ich für seine freundliche Unterstützung und dafür, dass er mir in zahlreichen Diskussionen beratend zu Seite stand.

Frau Schneider danke ich für die engagierte und hilfreiche Betreuung dieser Arbeit und für die fachliche Einführung in die unterschiedlichen Dragiertechniken. Zusätzlich danke ich Ihr für die Übernahme des Korreferates.

Dem gesamten Team des Applikationstechnikums danke ich herzlich dafür, dass sie mich in vielerlei Weise unterstützt haben und mir immer beratend zur Seite standen. Ebenfalls möchte ich mich bei den übrigen Mitarbeitern der Firma Sensient für das Interesse an meiner Arbeit und für alle Unterstützungen bedanken.

Frau Prof. Dr. Busch-Stockfisch danke ich herzlich für die Betreuung dieser Arbeit an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Hamburg.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Aufgabenstellung	4
2. Material	7
2.1. Zuckeraustauschstoffe (Polyole) und ihre Eigenschaften.....	7
2.1.1. Xylitol.....	7
2.1.2. Mannitol.....	8
2.1.3. Maltitol.....	9
2.1.4. Isomalt.....	9
2.1.5. Technologische Eigenschaften verschiedener Zuckeralkohole.....	10
2.1.6. Verwendung beim Dragieren.....	13
2.2. Farbstoffe.....	14
2.2.1. Natürliche und naturidentische Farbstoffe.....	14
2.2.2. Synthetische Lebensmittelfarbstoffe.....	15
2.2.3. Pigmente und Farblacke.....	15
2.2.4. Färbung von Dragees.....	16
2.2.5. Dosierungsberechnung.....	17
3. Dragierverfahren	19
3.1. Stand des Wissens.....	19
3.2. Dragierinstrumente und Auftragsmethoden.....	20
3.3. Dragierphasen.....	22
3.4. Dragierprobleme und auftretende Komplikationen.....	25
4. Prozessablauf	26
4.1. Rohstoffe.....	26
4.2. Prozessoptimierung.....	26
4.2.1. Isomaltdragierung.....	26
4.2.2. Maltitdragierung.....	43
4.2.3. Xylit/Mannitdragierung.....	51
4.3. Stabilitätstest.....	59
4.3.1. Suntest.....	59
4.3.2. Stabilität von Carmin.....	63

5. Diskussion und Auswertung der Ergebnisse	65
5.1. Verschiedene Polyole in einer zuckerfreien Dragierung.....	65
5.2. Einfluss der Einlagen auf das Dragierergebnis.....	68
5.3. Farbvergleich.....	69
5.4. Zusätze und mögliche Dragiereinflüsse.....	73
6. Ausblick auf weiterführende Arbeiten	76
7. Abstract	77
8. Literaturverzeichnis	78
9. Anhang	82

1. Einleitung und Aufgabenstellung

Kaugummi ist eine der am schnellsten wachsenden Produktgruppen auf dem Süßwarenmarkt.

Die Angst, dass Kaugummi kauen den Zähnen Schaden zufügen würde, ist längst verschwunden. Ganz im Gegenteil, die heutigen Zahnpflege- Kaugummis enthalten nicht nur Mineralien wie Fluor, Calcium oder Zink sondern auch Zusätze wie z.B. Natriumbicarbonat, die Zähne weißer machen sollen. Zudem enthalten alle zahnfreundlichen Kaugummis Zuckeraustauschstoffe, die im Gegensatz zu Zucker die Zähne nicht angreifen.

Die Popularität solcher „functional chewing gums“ ist nicht nur auf die Zahnpflegeprodukte, wie z.B. Odol-med-3, Wrigley`s Orbit oder Freedent begrenzt. Produkte wie Wrigley`s Airwaves sollen dem Konsumenten dazu verhelfen, die Atemwege zu befreien und Halsbeschwerden zu lindern.



Abb. 1: Verschiedene Marktprodukte

In den heutigen Tagen greifen die Konsumenten eher zu der zuckerfreien Kaugummivariante. In vielen europäischen Ländern wie z.B. in der Schweiz, Italien, Finnland oder Spanien besitzen „zuckerfreie“ Kaugummis über 80 Prozent der Marktanteile und in Polen oder der Tschechischen Republik sind fast alle auf dem Markt vorhandenen Kaugummiprodukte zuckerfrei. Der Konsument ist gesundheits- und kalorienbewusst.

Es gibt auch Veränderungen in der Form der Kaugummis. Die Streifen werden langsam von dragierten Kaugummis in Kissenform verdrängt. Experten behaupten, dass die Streifenkaugummis in Zukunft ganz verschwunden sein werden, aufgrund der Vorteile, die dragierte Kaugummis mit sich bringen können. Sie werden nicht klebrig durch Hitze oder Feuchtigkeit und können lose verpackt werden, was nicht nur die Verpackungskosten senkt, sondern auch die Umwelt nicht belastet. (*Zeitschrift: Food, Marketing & Technology, Nr.2, S. 8 ff.*)

Die wachsende Nachfrage sorgt für einen sich rasch entwickelnden Sektor, welcher nicht nur auf den neuartigen Zutaten und Technologien für die Entstehung zuckerfreier Kaugummis basiert, sondern auch neue Dragiersysteme zur Optimierung solcher Produkte beinhaltet.

Der Konsument erwartet ein zuckerfreies Produkt, das jedoch dem Zucker im Geschmack und Textur gleichgestellt ist. Die Anwendung und Verarbeitung solcher Produkte ist jedoch mit Problemen verbunden. Polyole oder Zuckeralkohole sind in der Theorie und Anwendung mit dem Zucker in vielen Bereichen sehr ähnlich, beide Produkte jedoch besitzen auch ihre eigenen Besonderheiten.

Generell lässt sich sagen, dass das Dragieren mit Polyolen deutlich schwieriger zu erreichen ist als eine Zuckerdragierung und der Arbeitsablauf eine feste Steuerung und Parameter erfordert. Es gibt Technologen, die den Dragiervorgang als eine Kunst ansehen, andere dagegen behaupten es wäre eine Wissenschaft. Wieder andere meinen die Dragierung sei ein Sport, und um Perfektion zu erlangen bedarf es sehr viel Übung. (*Boutin, 2004, S.35 f.*)

Die eingesetzten Farbstoffe in den meisten zuckerfreien Kaugummis sind in der Regel alle synthetisch und üblicherweise sind die zuckerfreien Drageekaugummis weiß, bzw. nur leicht gefärbt. Wenn jedoch intensive und dunkle Farbtöne in zuckerfreien Dragees angestrebt werden, kommt es oft zu Unregelmäßigkeiten und Fehlern im Farbauftrag.

Hier setzt nun die vorliegende Diplomarbeit an: Es soll zum einen die Eignung verschiedener Farbstoffformulierungen in zuckerfreien Dragierprozess untersucht werden und zum anderen soll am Beispiel von vier Polyolen der Dragierprozess selbst optimiert und strukturiert werden.

Bei der Farbwahl wird in erster Linie auf den synthetischen Farbstoffbereich eingegangen, aufgrund der großen Präsenz auf dem Kaugummimarkt. Einzelne Naturfarbstoffe sollen ebenso in den Dragierprozessen eingesetzt werden, um ihre Eignung in dieser Applikation zu prüfen.

Es sollen intensive und kräftige aber auch helle Farbtöne getestet werden, die Farbstoffdosierung und Farbstoffauswahl richtet sich nach der aktuellen EG-Farbstoffgesetzgebung für Süßwaren.

2. Material

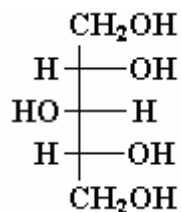
2.1. Zuckeralkohole (Polyole) und deren Eigenschaften

Definition: Polyole, oder Zuckeralkohole, sind kristalline, gut wasserlösliche Polyhydroxy-Verbindungen, die durch Hydrierung aus Zuckern entstehen. Chemisch gesehen werden Polyole abgeleitet von Mono- und Disacchariden. Die meisten Polyole kommen in geringen Mengen in der Natur vor, schmecken süß und sind weniger kariogen als Saccharose, da sie von den Mundflorabakterien nur wenig abgebaut werden. Sie werden im menschlichen Körper insulinunabhängig verwertet, können jedoch beim häufigen Verzehr laxierend wirken.

Zu den Monosaccharid Polyolen zählen Xylit, Mannit sowie Sorbit, zu den Disacchariden Maltit, Isomalt und Lactit. (*Eisenbrand, 1995, S. 953*)

In den nächsten Abschnitten werden die einzelnen Polyole, die für die Untersuchung relevant sind, näher erläutert.

2.1.1. Xyltit (Xylitol)



Summenformel: $C_5H_{12}O_5$

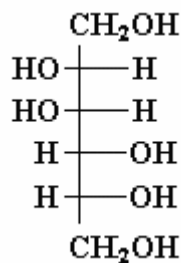
Xylit ist ein Zuckeralkohol der Xylose. In der Natur kommt Xylit in geringen Mengen in Früchten, Beeren und Gemüse vor.

Der Zuckeralkohol besitzt die gleiche Süßkraft wie Saccharose und wird insulinabhängig über den Pentosephosphatstoffwechsel abgebaut. Außerdem wurde für Xylit eine deutliche antikariogene Wirkung nachgewiesen: Die im Mund befindlichen Bakterien können Xylit nicht verwerten, die Säuren bildende Mundflora wird stark reduziert. (*Schwedt, 1986, S.201*)

Als Substanz ist Xylit seit über 100 Jahren bekannt, 1942 wurde es erstmals in rein kristallisierter Form gewonnen. Für die industrielle Herstellung wird Xylit aus Xylan, dem verholzten Stützgewebe vieler Pflanzen gewonnen (z.B. Birkenholzspäne, Kokosshalen, Maisspindeln). Das Herstellungsverfahren ist aufwendig, bewirkt jedoch auch eine hohe Reinheit des kristallinen Xylits. (von Rymon Lipinski, 1991, S. 295)

Xylit wird gerne in Kaugummis eingesetzt, da es nicht nur antikariogen wirkt, sondern auch einen Kühleffekt erzeugt und erfrischende Geschmacksrichtungen wie z.B. Menthol verstärkt.

2.1.2. Mannit (Mannitol)

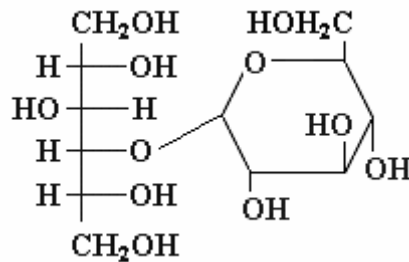


Summenformel: $C_6H_{14}O_6$

Mannit wird hergestellt durch Hydrierung von Fructose. Das weiße, kristalline, nichthygroskopische, geruchlose Pulver hat einen schwachen, süßen Geschmack. Mannit wird vom Menschen nur zu etwa 50% resorbiert und vermutlich in Fructose umgewandelt. Daraus resultiert ein physiologischer Brennwert, der nur halb so hoch ist wie der von Zucker. (Eisenbrand, 1995, S. 522)

Mannit kommt in zahlreichen Pflanzen der Natur vor, vor allem im Saft der Mannaesche, Algen und Pilzen. Da Mannit teurer ist als die anderen Polyole, wird es nur begrenzt als Zuckeraustauschstoff eingesetzt. In der Süßwarenindustrie wird es hauptsächlich bei der Herstellung von zuckerfreiem Kaugummi als geeignetes Mittel zur Vermeidung der Kristallisierung aber auch als nichthygroskopisches, süßes Pudermittel zur leichteren Handhabung während des Form- und Schneideprozesses verwendet. (von Rymon Lipinski, 1991, S. 322)

2.1.3. Maltit (Maltitol)



Summenformel: $C_{12}H_{24}O_{11}$

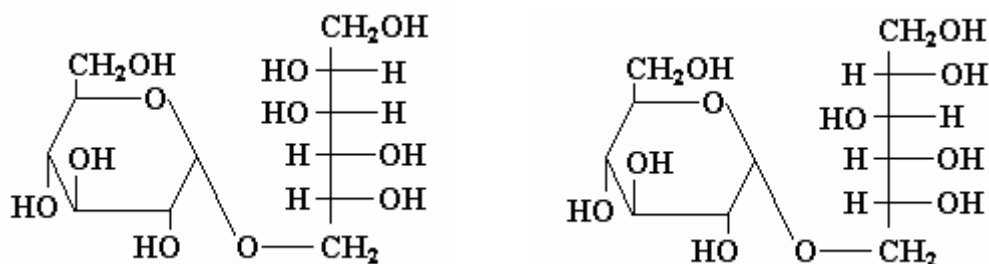
Es handelt sich hier um einen Disaccharid- Zuckeralkohol, der durch Hydrierung aus Maltose entsteht. Maltit liegt in Form von weißen, gut löslichen Kristallen vor. Er ist wenig kariogen und besitzt nur einen geringen Einfluss auf den Blutzuckerspiegel.

(Eisenbrand, 1995, S. 518)

Kristallines Maltit ist aufgrund seiner hohen Süßkraft, die mit Saccharose vergleichbar ist, besonders geeignet für die Herstellung von Schokolade, Komprimaten und Kaugummi.

(von Rymon Lipinski, 1991, S. 387-389)

2.1.4. Isomalt



$C_{12}H_{24}O_{11} \cdot 2H_2O$ 1,1- GMP

$C_{12}H_{24}O_{11}$ 1,6- GPS

Isomalt ist ein Gemisch hydrierter Mono- und Disaccharide, dessen wichtigste Bestandteile folgende Disaccharide sind: 1-O- α -Glucopyranosyl-D-mannit-dihydrat (1,1- GMP) und 6-O- α -Glucopyranosyl-D-sorbit (Isomaltit) (1,6- GPS). Dieses Gemisch entsteht durch eine Reduktion von Palatinose, die man durch enzymatische Isomerisierung aus Saccharose erhält. (Eisenbrand, 1995, S. 425)

Isomalt ist der einzige Zucker-Austauschstoff, der ausschließlich aus Rübenzucker gewonnen wird, und ist in der Konsistenz, Farbe und Verarbeitungseigenschaften der Saccharose ähnlich.

Es handelt sich hier um eine weiße, kristalline und wenig hygroskopische Substanz, welche durch eine milde, natürliche Süße charakterisiert wird. Isomalt ist zahnfreundlich, kalorienreduziert und für Diabetiker geeignet. (*Palatinit, 2001*)

Was Isomalt deutlich von den meisten anderen Zuckerersatzstoffen unterscheidet, ist die Tatsache, dass im Mund nicht das übliche Kältegefühl entsteht.

Für die verschiedenen Anwendungen in der Süßwarenindustrie wurden inzwischen maßgeschneiderte Varianten entwickelt:

Isomalt ST – wird in einer großen Zahl verschiedener Zuckerwaren eingesetzt,

Isomalt GS – besonders gut für dragierte Süßwaren, z.B. Kaugummi geeignet,

Isomalt DC – findet man in tablettierte Produkten wieder,

Isomalt LM – wurde für den Einsatz in der Schokoladenproduktion entwickelt. (*Zeitschrift Süßwaren, 2000*)

2.1.5. Technologische Eigenschaften verschiedener Zuckeralkohole

Die Einsatzmöglichkeiten von Süßungsmitteln werden durch eine Reihe von physikalischen, chemischen und sensorischen Eigenschaften bestimmt. Wichtige physikalische Eigenschaften sind Löslichkeit, Viskosität von Lösungen und Hygroskopizität. (*Belitz, 1992, S.776*)

In der Abb. 1 ist die **Löslichkeit** verschiedener Polyole in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt. Zum Vergleich ist die Löslichkeit von Zucker (Saccharose) mit eingezeichnet.

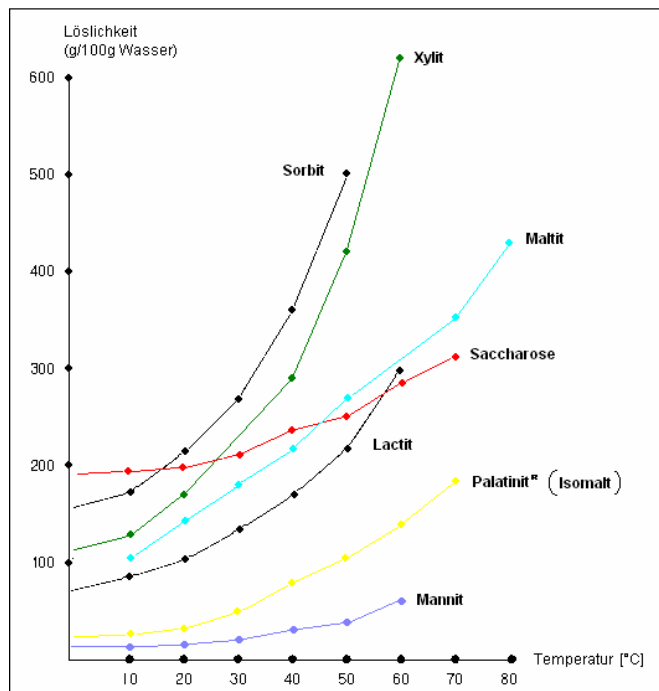


Abb. 1: Löslichkeiten von Zuckeralkoholen
 (Quelle: von Rymon Lipinski, G.-W., Schiweck, H.;1991:
 Handbuch Süßungsmittel- Eigenschaften und Anwendung
 Auflage 1991, Behr's Verlag, Hamburg, S 318)

Die besten Löslichkeitseigenschaften zeigen Xylit und Sorbit. Maltit ist in Wasser gut, allerdings im Vergleich zu Sorbit weniger gut löslich.

Die Löslichkeit von Mannit ist gegenüber den anderen Zuckeralkoholen deutlich geringer.

Die Neigung zur Kristallisation ist folglich besonders stark ausgeprägt. (von Rymon Lipinski, 1991, S.317)

Das Zwei-Komponenten-System Isomalt zeigt in Abhängigkeit von der Zusammensetzung unterschiedliches Löslichkeitsverhalten. Die 1,6-GPS Kristalle erreichen fast die Löslichkeit von Zucker, während die Löslichkeit von GMP niedriger liegt.

Speziell für dragierte Süßwaren wurde deshalb eine Variante mit verbesserter Löslichkeit entwickelt: das Isomalt GS, die einen höheren Anteil der 1,6-GPS Komponente enthält.

Mit steigender Temperatur nimmt die Löslichkeit aller Polyole zu.

Auch einige organoleptische Eigenschaften können zur Wahl des richtigen Polyols beitragen.

Werte für die relative Intensität des Geschmacks verschiedener Süßungsmitteln sind in Abb.2 dargestellt.

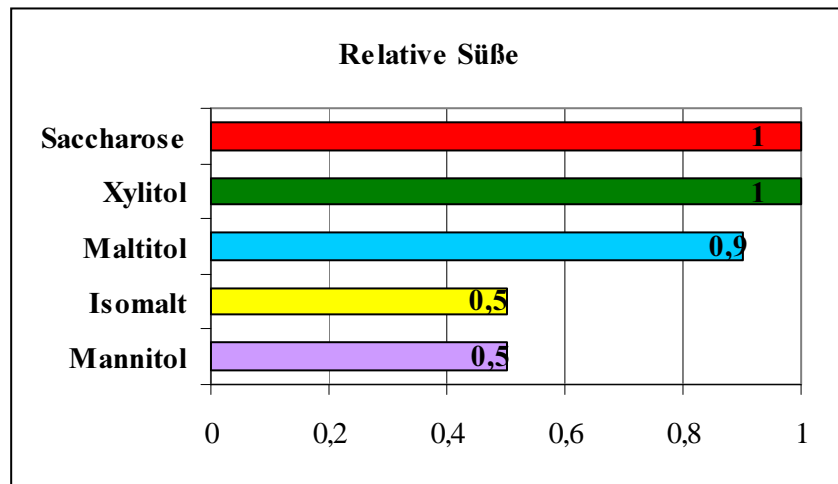


Abb.2: Relative Süße

(Quelle: Belitz, H.-D., Grosch, W.; 1992: Lehrbuch der Lebensmittelchemie 4. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, S. 777)

Die **Süßkraft** von Xylit wird mit der von Saccharose gleichgestellt. Nur Xylit hat eine vergleichbare Süßkraft wie Zucker, gefolgt von Maltit.

Die Süßkraft von Mannitlösungen ist, neben der Konzentration, noch von anderen Parametern (z.B. pH, Temperatur u.a.) abhängig. Daher findet man in der Literatur unterschiedliche Werte, die in der Regel mit 50-60% der Süßkraft von Saccharose angegeben werden. Im Falle von Mannitpulver ist aufgrund der geringen Löslichkeit von Mannit der Süßeindruck verringert. (von Rymon Lipinski, 1991, S. 317)

Süßkraftwerte sind für die Praxis grundsätzlich nur als Orientierungswerte geeignet. In zusammengesetzten Lebensmitteln ist die tatsächlich wahrgenommene Intensität von einer Reihe von Parametern abhängig, z.B. von der Temperatur, der Textur, vom pH-Wert und den anderen Zutaten, wobei auch synergistische Effekte berücksichtigt werden müssen. Synergistische Effekte können erzeugt werden, wenn Zuckeralkohole miteinander oder auch mit Süßstoffen kombiniert werden.

Auf ein weiteres, für den Geschmack süßer wasserarmer Lebensmittel wichtiges Kriterium sei hier hingewiesen: Es kommt noch zu einer anderen Empfindung im Mund, wenn feste Saccharide in den Speichel in Lösung gehen, es tritt nämlich ein kühlender Effekt auf (Refreshment). Dieser sensorisch festzustellende **Kühleffekt** im Mund wird durch die unterschiedliche Lösungsenthalpie der einzelnen Saccharide verursacht.

(Lebensmittelchemische Gesellschaft, 1992, S.20-24)

Die Abbildung 3 zeigt die Lösungsenthalpien von Zuckeralkoholen. Insbesondere Xylit und Mannit benötigen beim Lösen in Wasser eine höhere Energiemenge als die anderen Polyole. Obwohl sich die negative Lösungswärme bei Mannit in der gleichen Größenordnung wie bei Xylit bewegt ist der Kühleffekt, aufgrund der geringen Löslichkeit von Mannit im Mundspeichel, deutlich geringer. (von Rymon Lipinski, 1991, S. 317)

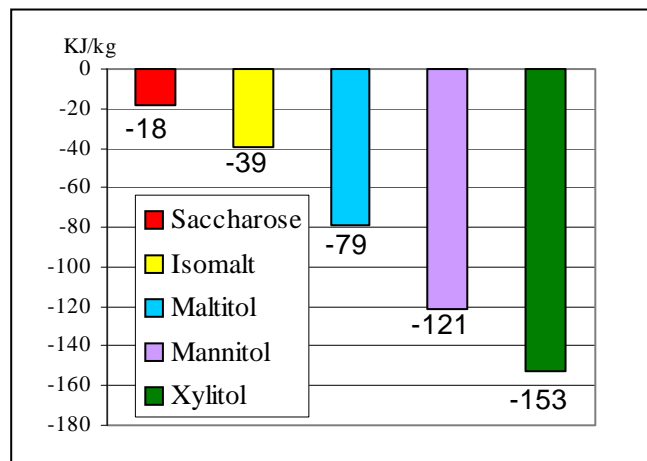


Abb.3. Lösungsenthalpie von Sacchariden
(Quelle: Lebensmittelchemische Gesellschaft; 1992:
Zuckeralkohole und Süßstoffe, Behr's Verlag, Hamburg, S. 23)

2.1.6. Verwendung beim Dragieren

Über die Anwendung von Zuckeralkoholen in Dragees gibt es kaum Fachliteratur. Es werden jedoch Empfehlungen über die Verarbeitung des jeweiligen Polyols zur Herstellung optimaler Dragees in den Firmenschriften gegeben.

Jeder Zuckeraustauschstoff besitzt spezielle Eigenschaften, die beim Dragieren berücksichtigt werden müssen. Deshalb informiert die *Palatinit Süßungsmittelgesellschaft GmbH* über Isomalt-Dragierungen und die *Roquette Frères* gibt Empfehlungen über Maltit-, Xylit- und Mannit-Verarbeitung. Mit diesen Informationen wird versucht, die optimalen Dragierbedingungen für den jeweiligen Zuckeralkohol zu finden.

2.2. Farbstoffe

Farbstoffe für Lebensmittel werden vor allem eingesetzt, um das Aussehen der Lebensmittel appetitanregender und verkaufsfördernder zu machen. Das erste Beurteilungsmerkmal, welches wir an Lebensmitteln erkennen, ist die Farbe und dieses bestimmt unsere Erwartungen vom Geschmack und Qualität. Die Lebensmittelqualität wird somit als erstes hinsichtlich der Farbe beurteilt. (*Henry, 1996, S.40 ff.*)

Grundsätzlich erscheint die Färbung eines Lebensmittels erforderlich:

- zur Farbkorrektur bei einem Produkt, das aufgrund seiner Inhaltsstoffe einen schwächeren Farbton hat als es der Konsument erwartet
- zur Erzielung einer gleichbleibenden Farbe bei Produkten mit Rohstoffschwankungen
- als Ausgleich verarbeitungsbedingter Farbverluste
- und bei Produkten, die an sich praktisch farblos oder unansehnlich sind, wie z.B. Margarine, Süßwaren und Dessertprodukte. (*Otterstätter, 1995, S.16 f.*)

Die Farbmittel, die für Lebensmittel eine Rolle spielen, können unterschiedlich eingeordnet werden. Zunächst können lösliche Farbstoffe und unlösliche Pigmente unterschieden werden. Diese können wiederum in anorganische und organische Verbindungen unterteilt werden. Die übliche Zuordnung ist jedoch die Farbmittel in natürliche und synthetische aufzuteilen.

2.2.1. Natürliche und naturidentische Farbstoffe

Natürliche Farbstoffe sind aus natürlichen Ausgangssubstanzen gewonnen, z.B. Farbstoffe aus Safran, Rote Bete, Karotten oder Eigelb.

Wenn es sich bei dem Farbstoff um einen „naturidentischen“ handelt, dann kommt er zwar in der Natur vor, ist jedoch auf chemischem Wege hergestellt. Er kann somit auch Verunreinigungen enthalten, wie sie bei den natürlichen Farbstoffen nicht vorkommen. (*Bertram, 1989, S. 65*)

Aufgrund der Stabilitätsmerkmale der natürlichen Farbstoffe ist es erforderlich, die Eigenschaften der Farbe und des Lebensmittels aufeinander abzustimmen, um eine optimale Stabilität im Endprodukt zu erzielen. Faktoren wie: pH-Wert, Temperatur- oder Lichteinflüsse sind für die Farbstoffauswahl ein wichtiges Kriterium.

Farblacke sind durch Fällen eines gelösten Farbstoffes mit einem Fällungsmittel erzeugte Pigmente. Lacke werden durch Reaktion mit Aluminiumverbindungen hergestellt.

Bei der Färbung eines Produktes mit Pigmenten oder Farblacken ist es entscheidend, dass die Farbpartikel im Endprodukt vollkommen gleichmäßig verteilt sind. (Otterstätter, 1995, S.64)

2.2.4. Färbung von Dragees

Dragee können mit Farbstoffen, Farblacken und Pigmenten gefärbt werden, sofern diese lebensmittelrechtlich zugelassen sind.

In der Tab. 1 sind die zugelassenen Lebensmittelfarbstoffe mit ihren E-Nummern und der Höchstdosierung aufgelistet, die für die Süßwaren Anwendung erlaubt oder nicht erlaubt sind.

Permitted colours in application					
Confectionary					
EC-No	Common name	dosage ppm*	EC-No	Common name	dosage ppm*
E100	Curcumin	300	E150a	Plain caramel	q.s.
E101(i)	Riboflavine	q.s.	E150b	Caustic sulphite caramel	q.s.
E101(ii)	Riboflavine-5'-phosphate	q.s.	E150c	Ammonia caramel	q.s.
E102	Tartrazine	300	E150d	Sulphite ammonia caramel	q.s.
E104	Quinoline yellow	300	E151	Brilliant Black BN	300
E110	Sunset Yellow FCF	50**	E153	Vegetable Carbon	q.s.
E120	Cochineal, Carminic acid, Carmines	300	E155	Brown HT	50**
E122	Carmoisine	50**	E160a	Carotenes	q.s.
E123	Amaranth	0	E160b	Annatto, bixin, norbixin	0
E124	Ponceau 4R	50**	E160c	Paprika extract	q.s.
E127	Erythrosine	0	E160d	Lycopene	300
E128	Red 2G	0	E160e	Beta-apo-8'carotenal	300
E129	Allura Red AC	300	E160f	Ethyl ester of beta-apo-8' carotenic acid	300
E131	Patent Blue V	300	E161b	Lutein	300
E132	Indigotine	300	E161g	Canthaxanthin	0
E133	Brilliant Blue FCF	300	E162	Beetroot Red	q.s.
E140	Chlorophylls and Chlorophyllins Copper complexes of chlorophylls	q.s.	E163	Anthocyanins	q.s.
E141	and chlorophyllins	q.s.	E171	Titaniumdioxide	q.s.
E142	Green S	300	E172	Iron oxides and hydroxides	q.s.

0 = Colour is not permitted in this application
q.s. = Quantum Satis
*** = No remarks**
**** = Max. dosage of this individual colour**

Tab. 1: Zugelassene Farbstoffe mit E-Nummern und Dosierangaben in der Süßwaren Anwendung

Laut Richtlinie 94/36/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Juni 1994 ist für Dragees (hier Süßware) eine maximale Menge von 300 mg reinen Farbstoffs auf 1kg Lebensmittel für die in Anhang V Teil 2 genannten Farben zulässig. Bei den Farbstoffen E 110, E122, E 124, und E 155 darf die verwendete Menge jedoch 50 mg/kg oder 50 mg/l je Farbstoff nicht überschreiten (Anhang IV teil 2). Die im Anhang V Teil 1 der Richtlinie von 30. Juni 1994 dürfen die dort aufgeführten Farbstoffe bis zum Quantum satis, d.h. unbegrenzt z.B. in Dragees verwendet werden. Die mit „0“ in der Tabelle 1. gekennzeichneten Farbstoffe dürfen bei dieser Anwendung nicht eingesetzt werden.

2.2.5. Dosierungsberechnung

Die Farbstoffdosierung bezieht sich auf das gesamte Lebensmittel und richtet sich nach der EG-Farbstoffgesetzgebung für Süßwaren. Deshalb ist es notwendig für bestimmte Farbstoffe die Dosierung zu berechnen.

Beispiel:

Es wird 500g Lösung mit 0,5g Farbstoff gefärbt. → 1g/kg Lösung = 0,1% Farbstoff
 Davon werden nur 300g Lösung auf die Dragees aufgetragen. → d.h. 0,3g Farbstoff, die sich in 300g Lösung befinden, färben die ganze Drageemenge.

Nach der Dragierung wird der aufdragierte Zuwachs ermittelt, indem ein durchschnittliches Drageegewicht bestimmt wird. Für die Gewichtsbestimmung werden 20 Kaugummis auf einer Analysenwaage gewogen.

Masse 20 undragierter Kaugummis: $m = 18,4\text{g}$

Masse 20 dragierter Kaugummis: $m = 24,2\text{g}$

Zuwachs 20 dragierter Kaugummis: $m = 5,8\text{g}$

Der Zuwachs der 20 Kaugummis beträgt 5,8g, was bei einem Anfangsgewicht von 18,4g einem Zuwachs von ca. 31,5% entspricht.

Bei einer Kesselbeladung von 1kg und dem Zuwachs von 31,5% ist ein Endgewicht von ca. 1315g erreicht. Die Dragees enthalten eine Menge von 0,3g Farbstoff.

Bezogen auf die Gesamtmenge Dragees müssen die 0,3g Farbstoff auf 1kg Dragees

berechnet werden: 0,3g in 1315g Dragees
 sind ca. 0,23g in 1000g Dragees

Die Dosierung im Endprodukt wäre: **0,23g/kg Dragees**

Diese Angabe bezieht sich jedoch nur auf den eingesetzten Farbstoff, dessen reiner Farbstoffgehalt nie 100% enthält. Nach dieser Berechnung kann jedoch der Farbstoffgehalt einfacher berechnet werden.

3. Dragierverfahren

3.1. Stand des Wissens

Dragieren heißt, einen Kern in einem rotierenden Kessel durch Zugabe von flüssigen und/oder festen Stoffen zu vergrößern. (Stock, 1973, S. 386)

In der Süßwarenindustrie kann man zwischen drei wichtigen Dragierverfahren unterscheiden: Hart-, Weich- und Schokoladendragierung. Zucker und Zuckeralkohole werden hauptsächlich bei den zwei traditionellen Verfahren Hart- und Weichdragieren angewandt.

Hartdragierung: Ist die Bildung einer harten Decke auf einem Kern, die durch das Verdampfen von Wasser aus einer aufgetragenen Lösung in mehreren dünnen Schichten entsteht. (Hoffman, 1985, S.217) Die Einlagen werden mit einer Lösung angefeuchtet, deren Trockensubstanz zwischen 66 und 82% liegt, wobei so viel Lösung auf die Dragees aufgebracht wird, dass alle Dragees gleichmäßig befeuchtet sind. Die gesättigte bzw. leicht übersättigte Lösung wird durch das Einblasen von kalter Luft übersättigt und kristallisiert aus. Die Zuluft kann auch für viele Arbeiten aufgeheizt werden, wenn dies den Einlagen nicht schadet. Maßgeblich ist, dass möglichst alles Wasser verdunstet und eine möglichst gleichmäßige Kristallisation des Zuckers/ Zuckeralkohols entstehen kann. Die Lagerungstemperatur der Drageelösung muss über der Sättigungstemperatur gehalten werden, damit keine Kristallkeimbildung in der Lösung stattfindet. (Stock, 1973, S. 386)

Weichdragierung: Bei einer Weichdragierung wird die Feuchtigkeit der Auftragslösung nicht durch Verdunsten entfernt, sondern durch Zugabe von Feststoffen gebunden. Die Einlagen werden mit einer Auftragsmasse angefeuchtet und nach einer guten Verteilung mit festen Partikeln (Streupulver) abgestreut, damit die Feuchtigkeit gebunden wird. Der Feststoff wird von der Feuchtigkeit aufgelöst und bildet durch das Rotieren im Drageekessel die glatte Decke. Da die einzelnen Decken ein viel größeres Gewicht auf die Dragees bringen, ist es möglich, eine Dragierung in kürzerer Zeit als die Hartdragierung durchzuführen. Die Anzahl der Schichten beträgt meistens 3-5 und erfordert somit eine durchgehende Färbung und Aromatisierung der Drageedecken. (Stock, 1973, S. 389-390)

3.2. Dragierinstrumente und Auftragsmethoden

Der traditionelle Dragierkessel ist ein motorgetriebener, rotierender Kessel, der schräggestellt ist, der Neigungswinkel beträgt etwa 45°. Der Antrieb erfolgt über ein Kegelräderpaar von einer Horizontalwelle aus, auf der die Antriebswelle sitzt. Zwei bewegliche Rohre, eines für erwärmte Zuluft, das andere für Abluft, können in die Öffnung eingebracht werden. (Stock, 1973, S. 336-337)

Drageekessel werden in verschiedenen Formen und Größen hergestellt. Ein Laborkessel kann einen Durchmesser von 40 cm und ein Fassungsvermögen von 2 kg bis 4 kg Fertigprodukt haben. Herkömmliche Drageekessel haben einen Durchmesser von 90 bis 150 cm und können 250 kg Dragees herstellen. Bei Endlos-Gliederbandsystemen können sogar bis zu 2000 kg Produkt erzeugt werden.

Es variieren ebenfalls die Formen der hergestellten Drageekessel, manche sind rund, andere „doghnut“- , birnen- oder tulpenförmig. (Bogusz, 2004, S.40)

Speziell für die Herstellung von Kaugummikissen und besonders flachen Dragees werden Drageekessel in Birnenform angeboten. (Stock, 1973, S. 344)

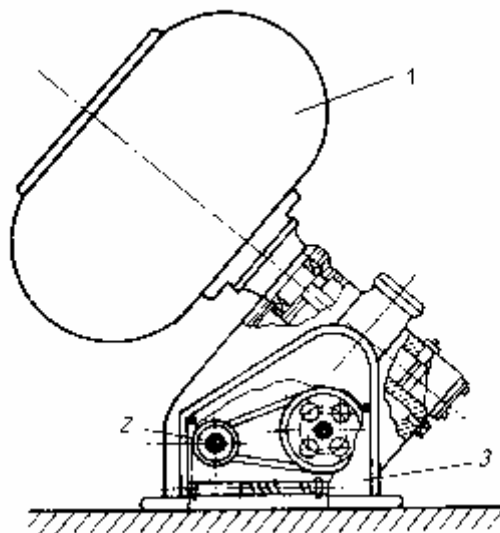


Abb.1: Drageemaschine (Schnitt): 1-Drageekessel, 2- Elektromotor, 3- Riementrieb
(Quelle: Technologie Zuckerwaren, 1983, VEB Fachbuchverlag Leipzig, S 107)

Die traditionellen Dragierkessel sind heutzutage noch weit verbreitet, wobei die Peripherie so weit modernisiert wurde, dass sie zu automatischen, fast kontinuierlich betriebenen Anlagen entwickelt wurden. Die neuen, modernen Anlagen sind geschlossene Geräte mit einer konusförmigen Trommel. Diese ist perforiert, wodurch die Trocknungsluft direkt durch das Gutbett strömen kann. *(Haseleu, 2003, S. 17-18)*

Der Trend geht zu geschlossenen Systemen, wodurch das Trocknen weniger durch äußere Bedingungen wie Jahreszeit und Wetter beeinflusst wird.

Über eine Programmsteuerung werden die Auftragsmengen volumetrisch dosiert und automatisch mit der Vergrößerung der Dragees erhöht und dann in dem Drageekessel versprüht. Der Feuchtigkeitsgehalt der einzelnen Auftragsschichten kann elektronisch ermittelt werden und erst wenn ein bestimmter Restwassergehalt in der Drageedecke erreicht wird, erfolgt ein erneuter Sprühvorgang. *(Hoffman, 1985, S.220)*

Das Auftragen der Dragiermasse kann auf verschiedene Weise erfolgen. In kleineren Betrieben oder bei kleineren Chargen wird oft noch manuell gearbeitet. Bei dieser Handauftragsmethode wird die Dragierlösung mit der Schöpfkelle oder einem anderen geeigneten Maßgefäß abgemessen und über die rotierenden Dragees verteilt. Die gute Verteilung hängt von dem eingestellten Neigungswinkel des Kessels, der Menge Lösung, welche aufgetragen wird, und der Kesselgeschwindigkeit ab. *(Stock, 1973, S. 396-397)*

Durch die Entwicklung von Sprühvorrichtungen für flüssige Massen gelang eine automatische Steuerung der Mengendosierung, so dass ein gleichmäßiges Beschichten der Einlagen erfolgen konnte. Dafür würde zuerst die Zwei-Stoff-Düse eingesetzt, also die Luftversprühung. Bei diesem Verfahren, bei dem eine Leitung Pressluft und die andere Leitung die zu versprühende Lösung führt, fließt die Lösung aus und wird dabei von der gleichzeitig austretenden Luft zur Tröpfchen vernebelt und auf die Einlagen versprüht. Bei dem anderen Verfahren erfolgt das Versprühen der Masse unter sehr hohem Druck ohne Luft (Airless- oder Ein-Stoff-Düsenverfahren). Die Masse wird über eine selbstansaugende mit Druckluft betriebene Kolbenpumpe aus einem Vorratsbehälter angesaugt und der Druck wird erhöht. Dann wird die Lösung mit hoher Geschwindigkeit durch eine Metalldüse gepresst und bildet dabei einen fächerartigen nebeligen Strahl, welcher auf die Einlagen im Kessel gerichtet wird. Mit diesem Sprühverfahren können Suspensionen, Zuckerlösungen, Lacke, Fette und Schokolade verspritzt werden. *(Hoffman, 1985, S.218-219)*

3.3. Dragierphasen

Der Hartdragierungsprozess besteht aus fünf verschiedenen Schritten:

- Vordragieren, Andecken, Gummieren
- Aufdragieren, Schichtaufbau
- Färben
- Glätten (bei sehr unebenen Oberflächen kann der Glättungsprozess auch schon vor dem Färben stattfinden)
- Polieren, Glänzen (*Bogusz, 2004, S.39*)

Die verschiedenen Dragierphasen werden im Einzelnen näher erläutert und beziehen sich vorwiegend auf eine Zuckerdragierung, können aber für die zuckerfreie Dragierung als Fundament nützlich sein. Es bestehen Ähnlichkeiten zwischen den beiden Produkten (Zucker und Zuckeralkohole) sowohl in der Theorie als auch in der Anwendung, die man als Hintergrundwissen einsetzen kann.

Den ersten Abschnitt einer Drageehülle bezeichnet man als die „Gummierungsschicht“.

Eine Art der **Vorgummierung** wird bei vielen verschiedenen Einlagen eingesetzt, bei einer Zuckerdragierung auf Produkten aus Zucker besteht dazu keine Notwendigkeit.

Es gibt mehrere Gründe für einen Auftrag mit einer Andeckschicht:

- Sie fungiert als eine Dichtungsschicht um Fette im Endprodukt zu halten. Wenn die Einlagen nicht gut abgedichtet sind, können Fette aus Schokolade, Nüssen oder Aromen durch die Außenschicht migrieren und bewirken ein fleckiges Aussehen.
- Bei Einlagen mit rauen, unebenen Oberflächen bewirkt sie ein glatteres Aussehen im Endprodukt.
- Zugleich liefert eine Gummierschicht Festigkeit für solche Einlagen, die leicht einer Verformung unterliegen.
- Sie verbessert die Adhäsion und bewahrt die Hülle vor dem Absplittern.

(Bogusz, 2004, S.39)

Verschiedene Produkte können zum Gummieren benutzt werden. Die herkömmlichen Zutaten für solche Gummierungslösungen sind Gummi Arabicum oder Gelatine, wobei heutzutage der Einsatz preiswerter Dextrine und Stärken weiter verbreitet ist.

Die Lösung wird in 1 bis 2 Schichten auf die Einlagen aufgetragen und nach einer gleichmäßigen Bedeckung mit Pulver (z.B. Zucker, Zuckeralkohol oder Maisstärke) abgestreut, um die Oberfläche zu trocknen. Es ist üblich, nach der letzten Gummierungsschicht die Einlagen aus dem Kessel herauszunehmen und gut zu trocknen (2 bis 12 Stunden). Danach kann erst der nächste Schritt erfolgen: der Deckenaufbau.

Das **Aufdragieren** der einzelnen Aufbauschichten ist ein zeitintensiver Prozess. Die flüssige Lösung wird auf den Einlagen verteilt, wobei das Wasser verdampft und auf der Oberfläche eine kristalline Schicht bildet. Dieser Prozess wird so lange durchgeführt, bis das gewünschte Gewicht erreicht ist.

Die Dosierung der Dragierflüssigkeit, die Verteilung des Sirups auf den Einlagen und die Trocknung/ Kristallisation des Dragiermediums auf den Einlagen ist sehr wichtig für ein optimales Ergebnis. Wenn die Dosierung des Sirups zu niedrig gewählt ist, gibt es nicht genügend Flüssigkeit, die alle Einlagen bedecken kann. Dies kann zu einer hohen Streuung in der Stückgröße führen. Wenn die Dosierung zu groß ist, kann der Sirup nicht schnell genug trocknen. Die Einlagen werden klebrig und es entstehen Konglomerate.

Die Oberfläche des Dragees wächst mit jeder aufgetragenen Schicht. Deshalb ist es notwendig, die Dosierung während des fortschreitenden Prozesses zu erhöhen, damit die Oberfläche der Einlagen immer ausreichend mit dem Sirup bedeckt ist.

Die gleichmäßige Verteilung des Sirups ist besonders wichtig für das Gelingen von Hartdragees. Dabei spielen die Viskosität, die Temperatur der Dragierlösung und die Rotation des Kessels eine entscheidende Rolle.

Wenn der Sirup zu dickflüssig ist, führt er zum Zusammenkleben einzelner Dragees miteinander, bzw. führt zur einer ungleichmäßigen Verteilung auf den Dragees. Es entstehen Gewichtsschwankungen bei den Dragees, denn einige können nicht durch die Lösung bedeckt werden und haben am Ende ein geringeres Endgewicht.

Die Viskosität des Dragiersirups wird von der Temperatur beeinflusst. Eine warme Lösung verteilt sich leichter und schneller auf den Einlagen als ein kalter Sirup. Dabei muss noch die Temperatur für die vorgeschriebene Lagerung des Sirups beachtet werden. Wenn die Temperatur zu hoch gewählt ist, kann es zur vorzeitigen Verdampfung des Wassers aus der Dragierlösung führen. Bei sensiblen Einlagen besteht sogar die Gefahr, dass sie die hohe Lösungstemperatur nicht aushalten und sich verformen oder schmelzen.

Die Verteilung des Sirups hängt auch von der richtigen Trommelgeschwindigkeit ab. Die Einlagen müssen in einer Art und Weise rotieren, welche einen gleichmäßigen Überzug mit dem Sirup ermöglicht.

Die Trocknung bzw. Kristallisation des Dragiermediums auf den Einlagen muss erfolgen, damit die nächste Aufbauschicht aufgetragen werden kann. Nachdem eine gleichmäßige Verteilung des Sirups stattgefunden hat, kann zur Unterstützung der Trocknung mit Zuluft gearbeitet werden.

Verschiedene Binde- und Klebemittel (z.B. Gummi Arabicum, Gelatine) können zur einer Aufdragierungslösung zugegeben werden, um die Verteilung und Kristallisation des Sirups zu beeinflussen.

Für ein einheitlich gefärbtes Dragee ist es besonders wichtig, dass der Untergrund glatt ist, bevor man mit dem **Färben** beginnt. Kleine Beulen und Senkungen könnten sonst zu einer unterschiedlich farbigen Hülle führen. Der Sirup hat die gleiche Zusammensetzung wie derjenige zum Aufbau der Dragierdecke mit der Zugabe von Farbstoffen.

Man kann zwischen wasserlöslichen Farben und wasserunlöslichen Pigmenten (Lacke) wählen. Werden Lacke zur Färbung verwendet, sollten diese vollständig dispergiert werden, um eine optimale Färbung zu erzielen und zu verhindern, dass Agglomerate in Form von kleinen Punkten auf der Oberfläche sichtbar sind.

Bei einer herkömmlichen Hartdragierung beträgt die gefärbte Schichtenanzahl ca. 12-16.

Bei dem **Glättungsvorgang** findet der gleiche Prozess wie bei der Aufbauphase statt. Es wird jedoch der Trockengehalt der Dragierlösung reduziert. Die Lösung ist dünnflüssiger, kann in kleine Löcher hineinfließen und diese ausfüllen. Dann kristallisiert sie aus und glättet somit die Oberfläche.

Wenn das gewünschte Gewicht erreicht ist, müssen die Einlagen aus dem Kessel entfernt werden, um den **Glanzvorgang** zu starten. Das Glänzen ist ein separater Vorgang, bei dem Carnaubawachs oder Schellack eingesetzt werden, deshalb ist es notwendig, den Dragierkessel gründlich zu reinigen, damit keine Verunreinigungen das Aussehen eines Dragees stören.

Ein Grund warum man die Dragees glänzt ist das Aussehen, denn durch den Glanz kommen die Farben besser zur Geltung und die Dragees bekommen eine strahlende Oberfläche. Zum anderen wirkt die Glanzschicht als ein Schutz der Drageedecke vor

äußeren Einflüssen. Das Glänzen ist ein wichtiger und schwieriger Schritt bei der Drageeherstellung.

3.4. Dragierprobleme und auftretende Komplikationen

Der Dragierablauf wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst:

- Einlagen (Form, Größe, Oberflächenbeschaffenheit der Kerne, Feuchtigkeit)
- Kessel (Winkel, Trommelgeschwindigkeit, Füllmenge)
- Lüftungssystem (Zuluft/ Abluft)
- Physikalische Eigenschaften des Sirups (Viskosität, Feststoffgehalt)

Beim Dragieren können verschiedene Störungen auftreten, die den Prozess beeinträchtigen können. Einige der verfahrenstechnischen und stoffspezifischen Schwierigkeiten, die auftreten können sind in der Tab. 2 zusammengefasst.

Problem	Mögliche Ursache
Raue Oberfläche der Dragees	<ul style="list-style-type: none"> - Verteilung ist unzureichend, Sirup ist zu viskos oder zu konzentriert - Kernoberfläche ist uneben - Trocknungsgeschwindigkeit ist zu hoch
Fleckige Oberfläche	<ul style="list-style-type: none"> - Sirupviskosität ist zu gering - Zu langsames Trocknen - Instabile Farbe oder Wechselwirkungen zwischen Farben und weiteren Zutaten
Zusammenkleben der Dragees	<ul style="list-style-type: none"> - Viskosität der Lösung ist zu hoch - Vorherige Schicht unzureichend getrocknet - Sirupmenge ist zu groß - Trommelgeschwindigkeit ist zu gering
Nicht geschlossene Ecken	<ul style="list-style-type: none"> - Sirupkonzentration zu gering - Zu wenig Bindemittel (Gummi Arabicum)
Abplatzen der Kanten	<ul style="list-style-type: none"> - Trommelgeschwindigkeit ist zu hoch - Trockenlaufen der Dragees - Bindung zwischen der Decke und Kern zu gering

Tab.2: Auftretende Komplikationen beim Dragieren

4. Prozessablauf

4.1. Rohstoffe

Im Rahmen dieser Arbeit werden Lebensmittelfarbstoffe mit verschiedenen Polyolen in drei unterschiedlichen Dragierprozessen hinsichtlich ihrer technologischen Eigenschaften untersucht.

Die eingesetzten Stoffe sind: Isomalt (Isomalt GS, Isomalt ST-PF), Maltit (Maltisorb P 200), Mannit (Manitol 35) und Xylit (Xylisorb 300).

Weiterhin werden Zusatzstoffe wie Gummi Arabicum, Quick Coat, Carnaubawachs und Schellack für die Prozessoptimierung verwendet.

Die eingesetzten Kaugummieinlagen bestehen aus einer zuckerfreien Kaumasse und haben eine rechteckige, flache Form mit abgerundeten Kanten. Es handelt sich um handelsübliche Produkte in Kissenform.

4.2. Prozessoptimierung

Im folgenden Kapitel werden die Polyole: Isomalt, Maltit, Mannit und Xylit zur Kaugummidragierung verwendet und die Dragierprozesse optimiert. Für jeden verwendeten Zuckeralkohol muss ein individueller Ablauf ermittelt werden.

4.2.1. Isomaltdragierung

Der Marktführer auf dem Kaugummisektor ist „Wrigley“. Verschiedene Polyole kommen bei „Wrigley“ für die Kaugummis zum Einsatz, die Dragierung erfolgt meistens mit dem Isomalt GS. Deshalb beginnt diese Prozessbeschreibung mit der Isomalt-Testsreihe.

Verfahren: Der Dragierkessel wird mit unbehandelten Kaugummieinlagen beladen. Die Trommelgeschwindigkeit wird auf Stufe 250 (Dragierkessel Erweka) bzw. 68 (Dragierkessel Brucks) gestellt, welche einer Umdrehungszahl von ca 36 min^{-1} entspricht. Zuerst wird die Zuluft aus dem Belüftungsschlauch auf die rotierenden Kerne geblasen, damit diese vom Talkum befreit werden. Anschließend sind die Kaugummieinlagen zum Dragieren bereit. Mit einer Plastikspritze ($V=60 \text{ ml}$) wird die benötigte Menge

Dragierlösung aus dem Sirupbehälter entnommen und auf den Einlagen verteilt. Die Spritze wird vor dem Auftrag auf einer Oberschaligen Waage gewogen, das Gewicht wird notiert und nach dem Auftrag erneut gewogen, um die genaue Sirupmenge zu ermitteln. Es ist wichtig, in dem ersten Zyklus eine Auftragsmenge zu wählen, die alle Einlagen vollständig mit der Dragierlösung bedeckt. Diese Auftragsmenge ist meistens größer gewählt als bei den nachfolgenden Schichten, da die trockenen Einlagen rasch die Feuchtigkeit aufnehmen, und somit eine gleichmäßige Verteilung gewährleistet werden kann. Nachdem die Lösung zugegeben und verteilt worden ist neigen die Einlagen zu Klebrigkeit und aufgrund dessen zur Bildung von Agglomeraten. Das wird vermieden, indem man nach der Verteilung der Lösung die Einlagen mit Isomalt ST-PF Pulver bestäubt.

Vorüberlegungen: Frühere Versuche bei Sensient ergaben, dass die optimale Kesselbeladung eines Laborkessels mit dem Durchmesser von ca. 35cm und einer maximalen Beladung von 4kg bei 1-2 kg liegt. Bei kundenbezogenen Versuchen wurde das Ende des Dragierprozesses durch die Gewichtszunahme der Einlagen bestimmt. Die Gewichtszunahme wird während des Prozesses durch das Wiegen von 20 Stück dragierter Kaugummis bestimmt. Im industriellen Bereich ist ein Zuwachs von ca. 30% Standard. Bei einer Füllmenge z.B. von 2 kg Einlagen und einer Gewichtszunahme von z.B. 30% soll am Ende ein Gesamtgewicht von 2,6 kg erreicht werden. Die Gewichtszunahme beträgt 600g, dabei handelt es sich um den reinen Trockengehalt ohne Wasser, denn das Wasser entweicht bei der Trocknung. Bei der Lösungsherstellung muss das Wasser mitberücksichtigt werden.

65% Trockengehalt	= 600g Gewichtszunahme
35% Wasser	= 323g (verdampft)
<hr/>	
100% Lösung	= 923g

Es wird 1 kg Dragierlösung hergestellt. Verluste im Prozess, die an der Kesselwand und an den Dragierinstrumenten haften bleiben und nicht in das Endprodukt einberechnet werden können, werden vernachlässigt.

Lösungsherstellung: Zur Herstellung der Dragierlösung wird das Isomalt GS und Wasser benötigt. Bei dem verwendeten Wasser handelt es sich um Leitungswasser. Die Rezeptur ist in der Tab. 3 dargestellt.

Produkt	Menge [%]	Menge [g]	Hersteller
Isomalt GS	65	650	Fa. Palatinit Süßungsmittelgesellschaft GmbH Gottlieb-Daimler-Str.12 D-68165 Mannheim
Wasser	35	350	
Gesamt	100	1000	

Tab. 3: Dragierlösung mit Isomalt

Die Dragierlösung wird in einem Becherglas ($V=2l$) zubereitet. Als erstes wird das Wasser auf 70°C auf einem Magnetrührwerk mit einer Heizplatte erhitzt, dann wird die zu lösende Isomaltmenge portionsweise in das Wasser eingestreut und mit einem Rührstab bei ca. 250 min^{-1} gerührt, bis eine kristallfreie Lösung vorliegt. Die Lösungstemperatur wird mit einem elektronischen Kontaktthermometer geregelt. Die Lösung wird auf 50°C abgekühlt und die Temperatur gehalten. Dabei muss beachtet werden, dass nicht zu viel Wasser aus der Dragierlösung verdunstet. Mit einer Abdeckung (z.B. Uhrglas) kann man den Wasserverlust minimieren.

Geräte	Bezeichnung	Hersteller
Magnetrührwerk mit Silizium-Heizplatte	MR 3001 K Omnilab	Fa. Heidolph Instruments GmbH & Co KG Walpersdorfer Str. 12 D-91126 Schabach
elektronisches Kontaktthermometer	EKT 3001	Fa. Heidolph s.o.
1. Dragierkessel	AR 410 Trommeldurchmesser ca. 34 cm	Fa. Erweka GmbH Ottostr.20-22 D-63150 Heusenstamm
2. Dragierkessel mit Zuluft	Bruccoma L 5-20 GE Trommeldurchmesser ca. 34 cm	Fa. Heinrich Brucks GmbH Brunker Stieg 14 d D-31061 Alfeld
pH-Meter	MP120-D	Fa. Mettler-Toledo GmbH Siemensstr.9 D-61449 Steinbach/Ts.
Handrefractometer	Atago HSR-500	Fa. Leo Kübler GmbH Stephanienstr.22-24 D-76133 Karlsruhe
Hochleistungsdispersiergerät mit Dispersierwerkzeug	Ultra Turrax T 50 Basic S 50 N; S 50 N-G 45FF	Fa. Ika Werke GmbH & Co KG Janke & Kunkel-Str. 10 D-79219 Staufen

Tab. 4: Verwendeten Geräte mit Bezeichnung und Herstellerangaben

Versuchsablauf

Versuch I 01: Vor dem Versuch werden die Lösungstemperatur, die Raumtemperatur, die relative Luftfeuchtigkeit und der pH-Wert notiert. Zudem wird das durchschnittliche Gewicht der unbehandelten Einlagen notiert, um den Zuwachs zu ermitteln. Das durchschnittliche Gewicht eines Rohlings beträgt ca. 0,9g. Gemäß den Vorüberlegungen wird die Kesselbeladung auf 2 kg Einlagen festgesetzt.

Eine Verteilungszeit zwischen den Auftrag und dem Abstreuvorgang sowie zwischen dem Abstreuen und der Trocknung wird mit einer Stoppuhr gemessen und ebenfalls notiert.

Die Trocknungszeit bezieht sich auf die gesamte Zeit zwischen zwei Lösungsaufträgen.

Versuch Nr: I 02		16.08.2004				
Dragierlösung		Isomalt GS				
pH-Wert Lösung		6,7				
Temperatur Lösung [°C]		50				
Raumtemperatur [°C]		28				
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		52				
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		251				
Parameter						
	Auftrag	Verteilungszeit	Abstreuen	Verteilungszeit	Trocknungszeit	Bemerkungen
Schichten	[g]	[min]	[g]	[min]	[min]	
1	30,13	2	24,5	2	10	Luft
2	20,2	1	25,12	1	8"	
3	20,07	1	15,9	1	5"	
4	18,82	1			10	
5	20,25	2			5	rutschen
6	15,7	<1			7	wieder mit Luft
7	16,43	<1			7"	
8	11,41	<1			8"	
9	10,97	<1			7"	
10	15,5	<1			7"	
11	15,1	<1			8"	
12	14,14	<1			9"	
13	15,26	<1			9"	
14	14,29	<1			9"	
15	15,11	<1			8"	
16	14	<1			8"	
17	13,01	<1			8"	
18	13,08	<1			8"	
19	13,78	<1			8"	
20	13,43	<1			9"	
21	12,64	<1			10"	
22	13,68	<1			8"	
23	12,83	<1			8"	
	359,83					

Tab. 5: Versuch I 02

Die Dokumentation der nachfolgenden Versuche ist im Anhang zu finden.

Jeder Auftrag wird gewogen und notiert. Die Pulverbeigabe mit Isomalt ST-PF erfolgt in den ersten 3 Zyklen. Die Verteilungszeit hängt von der Auftrags- sowie der hinzugegebenen Pulvermenge ab. Die Luft zum Trocknen hat die Temperatur von 21°C. Durch die Zugabe von Trocknungsluft wird der aufgetragenen Lösung die Feuchtigkeit entzogen, was zu einer Kristallisation der Isomaltlösung führt. Mit der Zufuhr von Luft kann somit der Trocknungsprozess beschleunigt werden.

Nach der 5. Schicht fangen die Einlagen nach dem Auftrag im Kessel an zu rutschen. Das bedeutet, dass keine gleichmäßige Durchmischung und somit auch keine optimale Sirupverteilung zustande kommen kann. Die Lösungsmenge wird in den folgenden Aufträgen gesenkt, um das Verhalten der Einlagen bei verminderter Sirupzugabe zu beobachten. Es können jedoch keine Veränderungen festgestellt werden.

Zudem ist beobachtet worden, dass die Kaugummikerne während des gesamten Prozesses zu Klebrigkeit neigen. Die Kerne kleben an der Kesselinnenwand und auch aneinander. Es wird nach jedem Auftrag mit Luft getrocknet. Die bei der Trocknung gebildeten Agglomerate können nur manuell getrennt werden. Die Oberfläche der Einlagen ist uneben und löchrig.

Der Versuch wird nach 23 Schichten beendet.

Versuch I 02:

Um das Zusammenkleben der Kerne zu verhindern, wird in diesem Versuch die Konzentration der Lösung auf 67% TS (Trockensubstanz) erhöht. Mit der Erhöhung der Trockensubstanz soll der Trocknungsprozess beschleunigt werden, die verringerte Wassermenge soll schneller entweichen und die Einlagen sollen nicht die Möglichkeit haben zu verkleben. Mit einem Handrefractometer wird der Anteil an Feststoffen gemessen.

Der Sirup lässt sich zwar besser verteilen, die Problematik bleibt jedoch bestehen: die Klebrigkeit. Zu Anfang des Dragierprozesses ist die Oberfläche noch sehr uneben. Nach 40 aufgetragenen Schichten wirkt sie nicht mehr so löchrig, ist aber auch noch nicht glatt.

Versuch I 03:

Vor dem Versuch wird eine Vorgummierung auf die Einlagen aufgetragen, um eine bessere Haftung des Sirups und somit eine glatte Oberfläche auf dem Endprodukt zu erreichen.

Vorgummierung:

Die Einlagen werden vor dem Dragieren mit einer 2%-igen Gummi-Arabicum-Lösung behandelt. Wasser wird auf 60°C erhitzt, anschließend wird das Gummi Arabicum eingestreut und per Hand mit einem Spatel verrührt, bis das Pulver vollständig gelöst ist. Die fertige Gummierlösung wird auf die im Kessel rotierenden Einlagen aufgetragen und gleichmäßig verteilt. Nachdem alle Einlagen benetzt sind, werden diese mit gesiebttem Isomalt ST-PF Pulver bestreut, bis die Kerne frei laufen, ohne zu kleben. Die Einlagen werden anschließend aus dem Dragierkessel herausgenommen, auf ein Gitter gelegt und über Nacht getrocknet.

Die TS der Dragierlösung wird wieder auf 65% verringert. Zudem werden „Mitnehmer“ in die Kesseltrommel eingebaut, damit die Einlagen nicht an der Kessellinnenwand kleben bleiben. Es handelt sich dabei um 3 kleine Gummiröhrchen, die im Abstand von ca. 20cm mit einem Klebeband in der Trommel fixiert werden.

Auf die genaue Zeitbestimmung der einzelnen Verteilungs- und Trocknungsphasen wird ab jetzt verzichtet. Es wird auf die Veränderungen während des Prozesses geachtet, nicht auf eine bestimmte zeitliche Folge.

Bei diesem Versuch brauchen die Einlagen länger zum Trocknen als bei den Versuchen zuvor. Es wird ebenfalls mehr Isomalt ST-PF zum Abstreuen benötigt.

Durch die eingebauten „Mitnehmer“ kann sich die Siruplösung nicht optimal verteilen. Es bilden sich Agglomerate, die zudem an den „Mitnehmern“ kleben bleiben. Die zusammengeballten Kerne müssen per Hand getrennt werden.

Versuch I 04:

Bezüglich einer Firmenanfrage soll in einer Isomalt- Dragierung Apocarotinal angewendet werden.

In diesem Versuch soll die Vorgummierung zusätzlich optimiert werden, dafür werden die Einlagen mit einer 40%-igen Gummi-Arabicum-Lösung behandelt.

Zur der Dragierlösung wird zusätzlich 409169 Apocarotinal hinzugegeben.

Ergebnis: Die Kerne kleben nicht so stark zusammen, die Verteilung des Sirups auf den Einlagen ist jedoch ungleichmäßig und führt somit zur einer unebenen, löchrigen Oberfläche.

Durch die Farbe der Einlagen sind die Fehler in der Drageedecke deutlicher zu erkennen.

Versuch I 05:

Um das Verhalten des Apocarotinals mit einem anderen Farbstoff zu vergleichen, wird in diesem Versuch 503110 und 409050 Paprika Extrakt zur der Dragierlösung als Farbkomponente zugefügt.

Auch bei diesem Versuch wird eine 40%-ige Gummi-Arabicum-Lösung zum Vorbehandeln verwendet. Dieser Versuch verläuft ganz ähnlich wie der vorherige, wobei die ungleichmäßige Sirupverteilung bereits ab der ersten Schicht erkennbar ist. Die Neigung zur Klebrigkeit ist nicht so stark, wie in den vorherigen Versuchen.

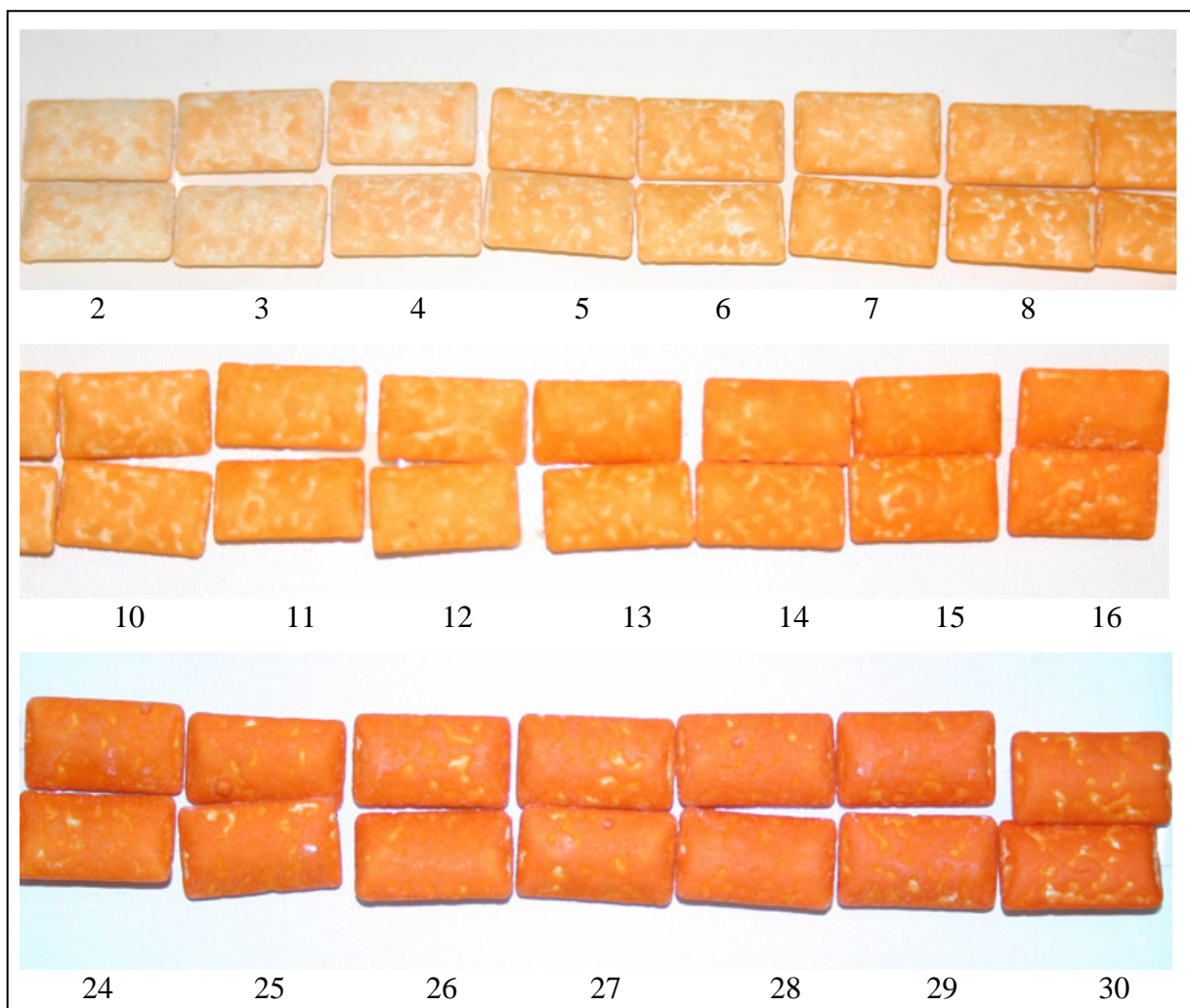


Abb. 6: Aufbau der Schichten im Versuch I 05 (Schichten von 2-8; 10-16; 24-30)

Versuch I 06:

Es soll der Versuch I 04 und I 05 nachgestellt werden ohne die Farbstoffkomponente. Die Lösung ließ sich gut dragieren, doch die Ergebnisse sind wesentlich schlechter als die in den Versuchen zuvor: Klebrigkeit, z.T. raue Oberfläche. Einige Einlagen haben eine gleichmäßige Dragierdecke, einige sind überhaupt nicht von der Siruplösung bedeckt. Dieses Verhalten konnte zu diesem Zeitpunkt noch nicht erklärt werden.

Versuch I 07:

Probeversuch mit anderen Einlagen. Es werden kleine Schokoladenlinsen dragiert. Vorerst werden diese mit einer 40%-iger Gummi-Arabicum-Lösung vorbehandelt und getrocknet. Nach 10 Schichten wird der Versuch abgebrochen. Die Vergleichbarkeit mit den anderen Versuchen ist nicht gegeben und fließt in die Bewertung nicht mit ein.

Versuch I 08:

Der Versuch I 03 wird optimiert, aufgrund des bisher besten Ergebnisses. Durch Verringerung der Auftragsmenge und Vergrößerung der Schichtenanzahl soll in diesem Versuch der Deckenaufbau langsam erfolgen. Die „Mitnehmer“ werden nicht verwendet. Nach der 27. Schicht wird die Luftstromtemperatur auf 40°C erhöht, damit der Kristallisationsprozess langsamer abläuft und eine gleichmäßige Trocknung des Sirups auf den Einlagen stattfinden kann. Eine Verbesserung ist nicht erkennbar, deshalb wird die Luftstromtemperatur bei Schicht 35 erneut auf 21°C eingestellt.

Bei Schicht 35 und 40 muss mit Isomaltpulver ST-PF abgestreut werden, um die Einlagen von der Kesselwand zu lösen. Die Kerne neigen in diesem Stadium bei jeder Kesselumdrehung aus dem Kessel herauszufallen. Damit die Kaugummis besser zu bearbeiten sind, wird im folgenden Versuch die Kesselbeladung von 2kg auf 1kg reduziert.

Versuch I 09:

Die Durchführung dieses Versuches mit 1kg Kesselbeladung ist leichter aufgrund der geringeren Masse im Kessel. Die zusammengeklebten Kerne kann man rechtzeitig erkennen und entfernen. Die Auftragsmenge wird entsprechen der Beladung halbiert. Zwischendurch wird bei Schicht 19 und 27 mit Pulver abgestreut. Die Zugabe von Luft erfolgt nur, wenn die Kerne Rutschen, weil sie zu feucht sind und vor jedem neuen Auftrag.

Den Versuchsverlauf kann man durch die Reduzierung der Kesselbeladung besser kontrollieren. Das Zusammenkleben der Kerne ist weiterhin das Hauptproblem. Um dieses zu beheben, wird in den nächsten Versuch eine neue Vorgummierung verwendet und neue Kaugummieinlagen werden getestet.

Versuch I 10:

Von einem Kunden wurden andere Kaugummikissen geliefert. Sie unterscheiden sich zu den vorherigen Einlagen vor allem in ihrer Oberfläche. Diese ist feiner porös und nicht so rau wie die Einlagen zuvor. In den gelieferten Kartons befinden sich gemischte Kaugummis mit fruchtigem- und Pfefferminzaroma.

Die Versuche werden mit je 1kg Einlagen durchgeführt.

Die Firma Alfred L. Wolff GmbH stellt verschiedene Quick CoatTM Zuckerfrei-Varianten her und weist in den Seminaren bei der ZDS und einieigen Publikationen auf die Vorteile von Gummierlösung und Streupulver in einem hin. Es soll zu Verbesserung der Adhäsion zwischen Einlage und Coating dienen. (*Bénech, 2004, S. 37 f.*)

Dieses Quick CoatTM besteht aus einer Mischung von Zuckeralkoholen und Hydrokolloiden und kann nach der Anwendung ohne Trocknen über Nacht sofort weiterverarbeitet werden.

Bei diesem Versuch wird die Quick CoatTM Isomalt Variante als Vorgummierung benutzt. Es wird eine 50%-ige Quick CoatTM Isomalt- Lösung und das Pulver zum abstreuen verwendet.

Die Erstellung der Vorgummierungsschicht ist identisch mit dem Gummierungsprozess mit Gummi Arabicum. Eine Trocknung über Nacht bleibt bei diesem Verfahren aus.

Es werden „Mitnehmer“ an die Kesselwand montiert, die das Rutschen der Einlagen im Kessel verhindern sollen. Nach der 4. Schicht werden sie jedoch entfernt, da die Kombination Siruplösung und Abstreupulver Klumpen hervor ruft. Eine gleichmäßige Auftragsverteilung kann wegen der „Mitnehmer“ nicht gewährleistet werden.

Bereits nach den ersten Schichten kleben die Einlagen vermehrt zusammen. Der Abstreuvorgang hilft am Anfang, die Agglomerate zu trennen, nach zusätzlichen Kesselumdrehungen kleben die Kerne aber trotzdem zusammen. Zusätzlich platzen die Dragierdecken an den Stellen auf, wo die Kerne zusammenklebten. Dies kann an der neuen

Vorgummierung liegen, die noch nicht optimiert wurde, oder an der hohen relativen Luftfeuchtigkeit, die sich im Raum befindet. Sie beträgt 56%.

Nach 21 Schichten wird der Versuch beendet.

In der Tab. 6 sind die Versuche I 01-I 10 und die Zusammensetzung der Rezepturen dargestellt. Der Versuch I 07 wurde aus der Bewertung herausgenommen.

	I 01	I 02	I 03	I 04	I 05	I 06	I 08	I 09	I 10
Isomalt	65%	67%	65%	65%	65%	65%	65%	65%	65%
Wasser	35%	33%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
Gesamt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Farbstoff	-	-	-	Apo-carotinal	Paprika	-	-	-	-
Vorgummierung	-	-	2% GA	40% GA	40% GA	40% GA	2% GA	2% GA	QC
Besonderheiten								1kg Ansatz	neue Kerne

Tab. 6: Rezepturen der Versuche I 01- I 10

GA = Gummi Arabicum (in Lösung)

QC = Quick Coat™ 50%

Bei den Versuchen I 01-I 10 lag die Hauptproblematik in der Klebrigkeit der Einlagen. Es wurde beobachtet, dass das Isomalt sehr schnell auskristallisiert, was das Anhaften der Kerne aneinander zusätzlich begünstigte.

Ab der Auftragsschicht, bei der das Streupulver nicht mehr benötigt wurde, rutschten die Kerne im rotierenden Kessel. Als Folge konnte keine optimale Sirupverteilung an der Drageeoberfläche stattfinden.

Die Dragierdecke ist uneben, löchrig und z.T. auch spröde. Der Versuch I 10 zeigt, trotz der wenigen Schichten, das beste Aussehen.

Versuch I 11:

Eine neue Dragierlösung wird nach der Rezeptur von Palatinit® hergestellt. Die Mengenangaben sind in der Tab.7 dargestellt. Die Einlagen werden mit einer 40%-igen Gummi-Arabicum-Lösung vorgummert, was Palatinit® auch empfiehlt.

Zu der Dragierlösung wird laut Palatinit® - Seminarunterlagen Gummi Arabicum (in Form einer 50%-igen Lösung) hinzugegeben und zusätzlich 1% Titandioxid.

Produkt	Bezeichnung	Menge [%]	Menge [g]	Hersteller
Isomalt	GS	65	650	Fa. Palatinit Süßungsmittelgesellschaft GmbH Gottlieb-Daimler-Str.12 D-68165 Mannheim
Wasser		29,9	299	
Gummi Arabicum 50%-Lsg.	Instant Gum IRX 40830	4,1	41	Fa. CNI Colloides Naturels International 129 Chemin de Croisset BP 4151 F-76723 Rouen Cedex
Titandioxid	500095 Ch: 41135	1	10	Fa. Sensient Food Colors Germany GmbH Geesthachter Str.103-105 D-21502 Geesthacht
Gesamt		100	1000	

Tab.7: Isomaltrezeptur nach Palatinit®

Die Herstellung der Dragierlösung wird wie in den Versuchen zuvor vorbereitet. Die Zugabe der Gummi-Arabicum-Lösung und des Titandioxids (TiO₂) erfolgt während des Abkühlvorganges auf die Arbeitstemperatur von 50°C, wenn das Isomalt mit dem Wasser in einer kristallfreien Lösung vorliegt. Nach der Zugabe von TiO₂ wird die Lösung mit dem Ultra Turrax ca. 10 min auf Stufe 3 (6400 U min⁻¹) dispergiert, damit eine homogene Masse vorliegt. Die Endtemperatur der Lösung beträgt ca. 50°C.

Beobachtungen: Die Kaugummieinlagen kleben nicht zusammen.

Die Dragierlösung lässt sich gut auf den Einlagen verteilen, wobei die erste Auftragsmenge unzureichend erscheint. Dadurch ist der Deckenaufbau der folgenden Schichten ungleichmäßig und es entsteht eine raue Oberfläche.

Die Kesselgeschwindigkeit wird zwischendurch reduziert (Stufe 50 = Umdrehungszahl 27 min⁻¹), was jedoch eine Verlängerung der Trocknungszeit verursacht. Nach 5 Aufträgen wird die Geschwindigkeit erneut auf Stufe 68 gestellt.

Die Dragierlösung wird mit der Zeit viskoser, was eine gleichmäßige Verteilung des Sirups verhindert, denn die Lösung trocknet sehr schnell auf den rotierenden Einlagen.

Nach der 26. Schicht wird der Versuch beendet.

Versuch I 12 a:

Das zuletzt im Versuch I 10 verwendete Quick Coat™ soll noch einmal eingesetzt werden. In dem Versuch I 10 würde eine 50%-ige Quick Coat™-Lösung eingesetzt, die zur starker Klebrigkeit der Einlagen geführt hatte. In diesem Versuch wird eine 10% Quick Coat™

Isomalt-Lösung ausprobiert. Zur Trocknung der mit obiger Lösung angefeuchteten Einlagen wird Quick Coat™ Isomalt in seiner reinen Pulverform aufgetragen. Die Zugabe der notwendigen Pulvermenge zum Trocknen der Einlagen erfolgt in mehreren kleinen Schritten. Die Trocknung ist sehr zeitintensiv; die Einlagen sind sehr feucht und benötigen mehr Abstreupulver als gewöhnlich.

Die Konzentration der Quick Coat™ Lösung wird bei folgenden Versuchen erhöht.

Die Dragierlösung wird wie in dem Versuch I 11 vorbereitet, wobei zuvor das Becherglas mit dem Magnetstäbchen gewogen werden. Bevor das TiO₂ zur der Dragierlösung hinzugefügt wird, wird das Becherglas mit dem Inhalt gewogen, um das verdunstete Wasser nachzufüllen. Nach dem Abstreuvorgang wird die Auftragsmenge deutlich erhöht, anschließend nach der 8. Schicht, um die entstandenen Unebenheiten zu glätten, gesenkt. Der Versuch muss wegen Auskristallisierung der Lösung, entstanden durch möglicherweise zu hohe Verdunstungsverluste, nach der 16. Schicht abgebrochen werden.

Versuch I 12 b:

Nach ca.10 Schichten des Versuches I 12a wird ein Parallelversuch mit der gleichen Dragierlösung gestartet. Der Versuch findet auf nicht vorgummierten Einlagen statt. Bei diesem Versuch soll die Auftragsmenge schrittweise erhöht werden, um Unterschiede zwischen den zwei unterschiedlichen Auftragsmöglichkeiten darzustellen.

Nach der 4. Schicht kann die Dragierung aufgrund Auskristallisierung der Lösung nicht mehr fortgesetzt werden und somit ist ein Vergleich zwischen den Versuchen I 12 a und I 12 b nicht möglich.

Versuch I 13:

In diesem Versuch wird zu dem TiO₂ zusätzlich die gleiche Menge Wasser hinzugegeben, damit der Feststoffgehalt der Dragierlösung nicht zu hoch wird.

Es entsteht eine neue Zutatenaufteilung, die in der Tab.8 dargestellt ist.

Produkt	Menge alt [%]	Menge neu [%]
Isomalt	65	64,4
Wasser	29,9	29,6
GA 50%-Lsg.	4,1	4
Titandioxid	1	1
Wasser		1
Gesamt	100	100

Tab. 8: Optimierung der Isomaltrezeptur

Optimiert wird ebenfalls die Vorgummierung. Anstelle der 10%-iger Quick Coat™-Isomalt-Lösung und einer großen Menge des Quick Coat™-Abstreupulvers wird wieder eine 50% Quick Coat-Isomalt™-Lösung verwendet und eine kleinere Portion Pulver. Die Einlagen sind wesentlich schneller trocken, was die gesamte Dragierungszeit verkürzt. Es ist möglich, eine zweite Vorgummierungsschicht aufzutragen, um eine kompakte, glatte Abdeckung aufzubauen, welche die Einlagen nicht nur glättet, sondern auch die Unebenheiten ausgleicht und festigt.

Aufgrund der jetzt vorliegenden Daten ist anzunehmen, dass die im Versuch I 10 auffallende hohe relative Luftfeuchtigkeit, zu der Klebrigkeit der Einlagen geführt hat und nicht die Quick Coat™ Vorgummierung. Die 50%-ige Quick Coat™-Lösung soll in den folgenden Versuchen ebenfalls als Vorgummierung verwendet werden.

Die Lösungsmenge wird in den ersten Schichten langsam gesteigert, nach der 9. Schicht wird die Menge jedoch gesenkt, um die entstandenen Unebenheiten zu glätten. Ab der 21. Schicht wird der Auftrag erneut erhöht. Das erhoffte Resultat, die Einlagen während dieser 10 Auftragsschichten zu glätten, ist nicht eingetroffen.

Der Versuch wird trotzdem fortgeführt und man kann erkennen, dass mit jeder aufgetragenen Schicht die Oberfläche glatter wird.

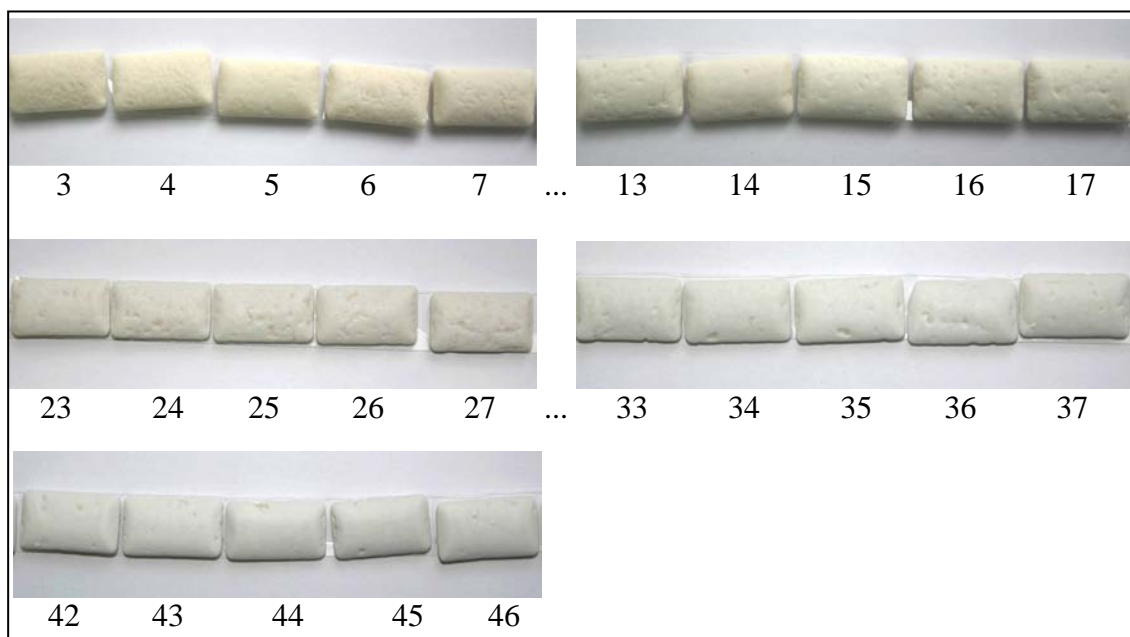


Abb.7: Auszüge einer Dragereihe aus dem Versuch I 13

Es muss laufend in den Prozess manuell eingegriffen werden, um zusammenklebende Kaugummis zu trennen. Durch die Zugabe von Trocknungsluft kann die Dragierhülle schneller trocknen und zusätzlich kann die Bildung von Konglomeraten verhindert werden. Beobachtet wird ebenfalls, dass in den letzten 20 Schichten sich kleine Kügelchen auf den Einlagen festsetzen und zu einer unschönen Dragierdecke führen. Vermutet wird, dass die in der Kesselwand entstandenen Isomaltreste, durch die Trocknung abgesplittert sind und auf den Einlagen vereinzelt kleben blieben.

Der Kessel wird gesäubert und für den Glanzvorgang vorbereitet. In die Trommel werden „Mitnehmer“ befestigt, die das Rutschen der Kaugummis verhindern sollen. Es muss eine Durchmischung gewährleistet sein, damit das Wachs durch die Reibung die Drageedecke versiegelt und gleichzeitig einen Glanz hinterlässt. 1,5g Carnaubawachs werden auf 1kg Dragees aufgetragen. Die Trommelgeschwindigkeit liegt bei ca. 36 min^{-1} . Der gesamte Glanzvorgang dauert ca. 30 min.

Versuch I 14:

Der Versuch I 13 soll optimiert werden, dafür werden die Auftragsdosierungen anders verteilt. Zusätzlich wird die Trommelgeschwindigkeit auf ca. 27 min^{-1} gesenkt, um beobachten zu können, ob die Veränderung der Umdrehungszahl eine andere Auswirkung der Sirupverteilung oder der Trocknung hat.

Die Verteilung ist in den ersten Schichten gut, die Kaugummis trocknen von alleine. Doch ab der 16-ten Schicht trocknen die Einlagen langsamer und fangen an zu kleben, die Zugabe von Luft ist nötig. Beim Trennen der einzelnen Konglomerate entstehen Abplatzlöcher, daher wird nach der 20. Schicht die Kesselgeschwindigkeit auf ca. 36 min^{-1} gestellt, um das Verkleben zu verhindern. Die Auftragsmenge lässt sich jetzt gut auf den Einlagen verteilen und trotz der problematischen Zwischenphase ist ein gutes Ergebnis entstanden. Vereinzelt kann man Löcher, Abplatzstellen und kleine Kügelchen, die von der Kesselwand abfielen, auf den Dragees finden.

Die Einlagen werden am Ende des Prozesses mit Carnaubawachs gegläntzt.

Versuch I 15:

In diesem Versuch soll beobachtet werden, warum und wann sich die Kügelchen bilden, die vereinzelt auf den Einlagen zu einer unebenen Oberfläche führen. Die Lösungsmenge wird wie bei dem Versuch I 13 aufgetragen, denn dort sind weniger Kügelchen entstanden als bei dem Versuch I 14. Es soll überprüft werden, ob die Reduzierung der Menge Sirup

pro Schicht eine Verbesserung mit sich bringt. Zusätzlich zu der Lösung wird ein synthetischer Euroblend 602042 Lemon Yellow Shade zugegeben. Der Blend besteht aus einer Mischung mit (E-104) Chinolin Gelb und (E-110) Gelborange.

Die Kügelchen bilden sich bereits bei der 13. Schicht und setzen sich bis zum Ende des Prozesses in den Einlagen fest. Der hintere Kesselbereich enthält vermehrt Isomalt-Ablagerungen, die durch die Trocknung spröde werden und abfallen.

Im Vergleich zu dem vorherigen Versuch ist die Oberfläche der Kaugummis jedoch nicht mehr so löchrig.

Versuch I 16:

Hier wird die Auftragsmenge noch weiter reduziert, um zu verhindern, dass sich so viel Isomalt an der Kesselwand absetzt.

Zu der Lösung wird der Euroblend 180657 Cherry Shade zugesetzt, der aus (E 124) Ponceau 4R und (E 132) Indigo Carmin besteht. Abgestreut wird nach der ersten, zweiten und nach der fünften Schicht. Die dritte und vierte Schicht trocknen alleine durch die Zugabe von Luft.

Die ersten Kügelchen entstehen bei der 21. Schicht. Durch die Reduzierung der Auftragsmenge kann sich die Lösung nicht optimal verteilen und die vielen entstandenen Löcher können nicht mehr beseitigt werden.

Die Annahme, die Kügelchen entstehen durch die Verminderung der Auftragsverteilung ist damit widerlegt.

Versuch I 17:

Für eine zuckerfreie Anwendung wird ein Farbsystem entwickelt, der aus zwei Farbkomponenten besteht: 952380 Allurarot Lack und 154 Carbo Medicinalis. Dieses Dispersionssystem soll in der Isomaltdragierung ausgetestet werden.

Im Verlauf des Prozesses wird beobachtet, dass die entstehenden Isomalt Kügelchen sich im gesamten Kessel bilden, aber die in der Kesselumrandung viel glatter und fester sind, als die in dem hinteren Kesselbereich. Diese sind kantig und spröde und können leicht bei der Trocknung von der Kesselwand absplintern. Es scheint, dass bei der Rotation die Einlagen aneinander reiben und sowohl die Oberfläche der Dragierhülle als auch die Fläche der Kesselwand geglättet werden. Durch die Reduzierung der Kesselbeladung auf 1kg hat die Durchmischung der Kerne einen anderen Verlauf. Die Einlagen berühren den

hinteren Kesselbereich nur wenig. Dadurch scheinen sich dort vermehrt Isomaltkügelchen zu bilden.

Versuch I 18:

Die Kesselbeladung wird auf 2kg erhöht, um die Theorie des Versuchs I 17 zu überprüfen. Das im Versuch I 17 verwendete Farbstoffsystem soll laut Originalrezeptur ohne Titandioxid angewendet werden.

Die Theorie über die Reibung und der Kesselbeladung hat sich bestätigt. An der Kesselhinterwand entstehen keine Isomaltkügelchen, weil durch die erhöhte Drageemasse eine gleichmäßige Verteilung des Sirups zustande kommt.

Der Versuch wird aufgrund fehlender Zeit abgebrochen, es können nur 39 Schichten gebildet werden.

In der Tab.9 sind die Isomaltversuche I 11 bis I 18 und die Zusammensetzungen aufgelistet.

	I 11	I 12	I 13	I 14	I 15	I 16	I 17	I 18
Isomalt	65%	65%	64,4%	64,4%	64,4%	64,4%	64,4%	65%
Wasser	29,9%	29,9%	30,6%	30,6%	30,6%	30,6%	30,6%	30,9%
GA 50%	4,1%	4,1%	4%	4%	4%	4%	4%	4,1%
TiO₂	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%	-
Gesamt	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Farbstoff	-	-	-	-	EB Lemon Yellow Shade	EB Cherry Shade	Allura Rot + Carbo Mix	Allura Rot + Carbo Mix
Vorgum- Mierung	40% GA	QC	QC	QC	QC	QC	QC	QC
Glanz	-	-	CW	CW	CW	CW	CW	-
Besonder- Heiten								2 kg Ansatz

Tab. 9: Isomaltversuche I 11- I 18

GA- Gummi Arabicum, TiO₂- Titandioxid, CW- Carnaubawachs,
 QC- Quick Coat™, EB- Euroblend

Schlussfolgerungen:

Mit einer Vorgummierung werden die Drageeeinlagen einer Grundbehandlung unterzogen. Die Kerne werden stabilisiert und die Kernoberfläche wird geglättet. Mit dem Einsatz von Quick Coat™ Isomalt kann auf das Trocknen über Nacht verzichtet werden. Die gummierten Kerne können sofort in dem gleichen Kessel dragiert werden, was eine deutliche Erleichterung und eine Zeitersparnis mit sich bringt.

Bei der Dragierung mit Isomalt ist es wichtig, eine optimale Sirupverteilung zu gewährleisten. Eine zu geringe Verteilung sorgt für starke Unebenheiten, die nicht mehr behoben werden können. Eine zu groß gewählte Auftragsmenge ruft dagegen starkes Kleben zwischen den Einlagen hervor. Die Agglomerate können dann nur manuell getrennt werden. Ebenso ist die Anzahl der Schichten ein wichtiges Kriterium, denn die Oberfläche der Kerne wird erst mit den letzten Schichten geglättet, d.h. die während des Prozesses entstanden Unebenheiten können im Laufe des Prozesses noch ausgeglichen werden. Bei der Verteilung spielt das Abstreuen eine wichtige Rolle. Die Pulverbeigabe muss im richtigen Moment erfolgen. Die Kerne dürfen nicht zu früh mit dem Pulver abgestreut werden, denn das verursacht Klümpchenbildung und eine unebene Oberfläche, auf der die folgenden Schichten aufgebaut werden.

Die Zugabe von ca. 2% Gummi Arabicum zu der Dragierlösung wirkt sich positiv auf die Dragiereigenschaften aus. Die Lösung lässt sich optimal auf der Drageeoberfläche verteilen. Das Isomalt kristallisiert nicht so schnell aus und die Einlagen verkleben nicht mehr so stark miteinander.

Das Titandioxid und die Farbstoffe sorgen für ein positives, einheitliches Aussehen der Dragees. Wichtig bei der Verwendung von unlöslichen Pigmenten ist eine homogene Verteilung in der Dragierlösung, deshalb ist der Einsatz einer Dispergiermaschine sinnvoll.

Auch Parameter wie relative Luftfeuchtigkeit und Raumtemperatur können den Prozess beeinflussen, wie z.B. in dem Versuch I 10 beobachtet werden konnte. Die erhöhte relative Luftfeuchtigkeit führte in dem obigen Versuch zu erhöhter Klebeneigung der Dragees.

Besonders in den letzten Versuchen ist es aufgefallen, dass die optimale Kesselbeladung für den Isomaltprozess 2kg beträgt. Deutlich wird es in dem letzten Versuch I 18, wo durch die Erhöhung von 1kg auf 2kg Kesselbeladung, das Absplittern kleiner Isomaltpartikel von der Kesselwand verhindert werden konnte.

Die besten Resultate sind in der Abb. 8 dargestellt.



Abb. 8: Ergebnisse der Versuche I 14, I 15 und I 16

4.2.2. Maltitdragierung

Die Maltitversuche werden aufgrund früherer Sensient Projekte für diese Testreihe ausgewählt. Die Testreihe würde für „Cadbury“- Dänemark durchgeführt.

Verfahren: Das Maltitverfahren unterscheidet sich in der Durchführung kaum von dem Isomaltprozess. Die Dragierkessel werden mit unbehandelten Kaugummieinlagen beladen. Diese werden mit der Maltitdragierlösung befeuchtet und anschließend mit den Maltitpulver in seiner reinen Form abgestreut. Die Sirupmenge wird ebenfalls mit einer Spritze (V= 60ml) aufgetragen, gewogen und notiert.

Lösungsvorbereitung: In den Sensient Projekten wurde eine Maltitdragierung mit einer 70% Sirupkonzentration durchgeführt. Diese Rezeptur wird für den Maltitprozess in gleicher Form übernommen.

Produkt	Bezeichnung	Menge [%]	Hersteller
Maltit	Maltisorb P200	70%	Fa. Roquette Freres F-62136 Lestrem
Wasser		30%	
Gesamt		100%	

Tab.10: Maltitrezeptur

Die im Isomaltprozess verwendeten Geräte werden auch in dem Maltitverfahren eingesetzt (siehe Seite 23).

Das Wasser wird auf 70°C auf einer Heizplatte erwärmt und das Maltit portionsweise hinzugefügt und gelöst. Der Magnetrührstab sorgt dafür, dass sich die gesamte Maltitmenge im Wasser mischt. Nachdem sich das Maltit vollständig aufgelöst hat, wird die Arbeitstemperatur der Lösung auf 60°C eingestellt. In früheren Sensientversuchen, aber auch in einigen Publikationen wird die Siruptemperatur einer Maltitdragierlösung bei der Konzentration von 70% von 60°C empfohlen. Um das Verdampfen des Wassers zu verhindern wird ein Uhrglas als Abdeckung verwendet.

Versuchsablauf:

Versuch M 01: Dieser Versuch ist der erste der gesamten Testreihe und soll als ein Vortest dienen, um die Eigenschaften von Polyolen bei einer Dragierung kennen zu lernen. Es soll getestet werden wie sich Einlagen im rotierenden Kessel nach der Zugabe von einer bestimmten Sirupmenge verhalten, wann die Zugabe von dem Abstreupulver am besten erfolgen soll, welche Kesselgeschwindigkeit für den Dragierungsvorgang optimal ist und was bei der Trocknung mit der Zuluft passiert.

Versuch M 02:

Die Kesselbeladung wird wie in den Isomaltversuchen zuvor (I 09) auf 1kg Einlagen festgesetzt.

Aus der Dissertation (*Haseleu, 2003, S.112*) wird eine Auftragsverteilung gewählt, die speziell auf die Maltiteigenschaften abgestimmt und optimiert wurde.

Die erste Auftragsmenge wird so gewählt, dass die Einlagen gleichmäßig mit der Dragierlösung benetzt werden und nach einer kurzen Verteilungsphase werden die Drageekerne mit Maltitpulver bestäubt. Der Trocknungsprozess kann durch die Zugabe von Zuluft beschleunigt werden, des weiteren wird beobachtet, dass sich kleine Kügelchen bilden, die zusammen mit den Kernen in der Trommel rotieren. Sie entstanden möglicherweise beim Abstreuvorgang, bei dem das Pulver sich nicht mit der bereits trocknen Maltitschicht verbinden konnte. Mit der Luftzufuhr können die meisten Kügelchen aus der Trommel entfernt werden.

Die Menge der nächsten drei Aufträge wird reduziert. Der Auftrag ist so gering, dass die Kerne sofort nach wenigen Kesselumdrehungen trocknen. Ein erneuter Abstreuvorgang ist nicht mehr notwendig.

Wenn zwischen den Aufträgen die Einlagen nicht genug getrocknet wurden, fangen sie leicht an zu kleben. Durch eine vermehrte Trocknung mit der Zuluft kann diese Problematik behoben werden.

Das Maltit trocknet an der Oberfläche aus und bildet dort weiße Kristalle. Je mehr Schichten aufgetragen werden, umso einheitlicher wird die weiße Drageeoberfläche. In dem Versuch können aufgrund der angefertigten Menge Sirup, nur 27 Schichten aufgebaut werden.

Trotzdem ist das Resultat: eine glatte Oberfläche der Dragees und eine gleichmäßige Lösungsverteilung.

Versuch M 03:

Eine Vorgummierung wird vor dem Dragierprozess auf die Kerne aufgetragen. In Sensientversuchen hat man gute Ergebnisse mit dieser Art der Vorbehandlung von Kaugummieinlagen erzielen können. Zur Vorgummierung wird ein Quick Coat™ Maltitol verwendet. Eine 50%-ige Lösung wird hergestellt, indem das Pulver in 70°C heißem Wasser aufgelöst, und anschließend auf den unbehandelten Kernen verteilt wird. Das Quick Coat Maltitol™ Pulver wird zum Abstreuen der Einlagen benutzt.

Nach einer Zwischentrocknung können die Einlagen sofort in den Dragierprozess eingesetzt werden.

Durch die Vorgummierung werden die ersten Schichten gleichmäßiger in der Verteilung. Das Abstreuen erfolgt nach der ersten Schicht und ist mit 2g Pulver sehr gering. Die Einlagen benötigen keine größere Menge zum Abstreuen. Die Oberfläche der Dragees ist glatt.

Da die Vorgummierung zu so guten Ergebnissen geführt hat, wird diese auch in den nächsten Versuchen verwendet.

Versuch M 04:

In diesem Versuch wird zu der Lösung das 311744 Chinolingelb (E104) hinzugefügt. Bei dem Farbstoff handelt es sich um einen reinen synthetischen, wasserlöslichen Farbstoff in Pulverform.

Während des Versuchablaufs traten keine größeren Komplikationen auf. Vereinzelte Konglomerate können durch die Zugabe von Zuluft wieder getrennt werden. Die Farbe ist nach einer Gewichtszunahme von 30% gleichmäßig auf den Dragees verteilt.



Abb. 9. Dragees aus dem Versuch M 04 mit 311744 Chinolingelb

Versuche M 05 a und M 05 b:

Die Versuche M 05a und M 05b werden parallel in zwei Kesseln dragiert.

Eine Lösung wird angesetzt; für Versuch a wird die Lösung mit 312504 Allurarot (E 129) und für Versuch b mit 601305 Apple Green Shade gefärbt. Allurarot ist ein synthetischer, wasserlöslicher Farbstoff in Pulverform, der Apple Green Shade, auch in Pulverform, ist eine standardisierte Farbmischung, die Tartrazin (E102) und Brillantblau (E133) enthält.

Der Versuch M 05a soll im Ablauf, dem des Vorversuches M 04 entsprechen, für den Versuch M 05b soll die Menge Sirup pro Auftrag verringert, aber gleichzeitig die Anzahl der Schichten erhöht werden.

Das Ergebnis der Dragierung mit verringerten Auftragsmengen in Versuch M 05 b fällt positiv aus. Die Einlagen rotieren gleichmäßig im Kessel, und bilden eine glatte Oberfläche. Die Farbe ist leuchtend und die neue Schichtenanzahl wird von 32 auf 42 erhöht. In den vier letzten Schichten wird die Auftragsmenge der Dragierlösung reduziert, um die Einlagen zu glätten.

In diesem Versuch wird das Abstreuen ausgelassen. Die auf den Kernen verteilte Dragierlösung trocknet nur durch die Zugabe von Luft.

Bei Versuch M 05a dagegen kommt es sofort zu Komplikationen, die sich in vermehrter Klebrigkeit der Einlagen darstellen. Es kommt zur Konglomeratbildung aber auch zu starker Klebeneigung an der Kesselwand. Während des ganzen Prozesses müssen die Kerne mit Luftzufuhr getrocknet werden, damit sie nicht verkleben.

Die abgesplitterten Ecken fallen besonders bei diesem Versuch auf. Sie sind möglicherweise durch die vermehrte Trocknung, bei gleichzeitiger Reibung der Kerne, entstanden. Die Drageedecke ist glatt, doch das Aussehen der Oberfläche ist fleckig, was zu diesem Zeitpunkt nicht erklärt werden kann.

Versuch M 06:

Aufgrund der positiven Erkenntnisse aus dem Versuch M 05b wird in diesem Versuch der Prozess wiederholt, d.h. es soll nicht abgestreut werden und die Sirupmenge soll ähnlich wie im Versuch M 05b auf den Einlagen verteilt werden. Die Lösung wird zusätzlich mit dem SL3680 LiquiPure Brilliant Blue FCF gefärbt. Es handelt sich hierbei, um einen flüssigen, wasserlöslichen, synthetischen Farbstoff. Die ersten Schichten verlaufen problemlos, erst ab der 9. Schicht kleben die Einlagen am Kessel fest, was jedoch durch die Zufuhr von Luft behoben werden kann. Mit der zunehmenden Schichtenzahl reduziert sich das Klebeverhalten der Einlagen.

Die Farbverteilung in der Drageedecke ist gleichmäßig, die Oberfläche ist glatt. Bei den fertigen Dragees sind jedoch die Ecken abgeschliffen, sodass der Kern sichtbar wird. Nach einem Tag Lagerung verändert sich das Aussehen der Drageeoberfläche. Auf der Drageedecke sind jetzt weiße Flecken entstanden. Zudem fällt besonders auf, dass vereinzelte Einlagen keine bzw. minimale Punkte haben, andere dagegen große und deutlich sichtbare Fleckenbildung aufweisen.

Die Kaugummis werden sensorisch überprüft, und es wird festgestellt, dass die Dragees mit starker Fleckenbildung ein fruchtiges Aroma in dem Kern enthalten. Bei den Dragees, die kaum Flecken zeigen, handelt es sich dagegen um Pfefferminz-Einlagen.



Abb. 10. Versuch M 06 mit den unterschiedlichen Einlagen und den Auswirkungen auf die Farbgebung

Versuch M 07:

Der Versuch M 06 soll wiederholt, jedoch mit der Zugabe von 500095 Titandioxid (E 171) durchgeführt werden.

Die Rezeptur für diesen Versuch ist in der Tab. 11 dargestellt.

Produkt	Menge [%]
Maltit	69,3
Wasser	29,7
Titandioxid	0,95
Farbstoff SL3680	0,05
Gesamt	100

Tab. 11: Maltitrezeptur mit Titandioxid und Brillant Blau

Nachdem das Titandioxid zu der Lösung zugegeben wurde, wird diese mit dem Ultra Turrax ca. 5 min auf Stufe 3 dispergiert.

Die Sirupverteilung ist gleichmäßig auf den Einlagen, die gebildete Drageedecke ist eben und die Ecken sind geschlossen. Nach dem Prozessabschluss gibt es keine erkennbaren Flecken, diese werden am nächsten Tag auf der Drageeoberfläche sichtbar.

Versuch M 08:

In diesem Versuch wird die Dragierlösung mit dem 503006 β -Carotin (E 160a) gefärbt. Es ist ein emulgiertes 1,7%-iges β -Carotinpulver, das wasserlöslich ist.

Da keine weitere Prozessoptimierung nötig zu sein scheint, wird während des Versuches die Trocknungszeit der einzelnen Schichten gemessen und notiert.

Die aufgetragene Dragierlösung verteilt sich problemlos auf den rotierenden Einlagen. Bis zu der 14. Schicht wird sogar ohne Zuluft gearbeitet. Erst nachdem die ersten Einlagen bei Schicht 15 vereinzelt aneinander kleben, wird das Gebläse eingesetzt.

Die Dragees sehen gut aus, die Lösungsverteilung ist optimal, die Ecken sind geschlossen und es ist keine Fleckenbildung aufgetreten.

Die gesamte Dragierung dauert ca. 4 Stunden.

Versuch M 09:

Hier wird das 952380 Allurarot LD, ein Lack, als Färbemittel verwendet. Es soll geprüft werden, wie sich die Färbung mit einem Lack auf das Dragierergebnis auswirkt. Dafür muss der Lack mit dem Ultra Turrax in den Sirup dispergiert werden.

Bei dem Prozess muss ab der ersten Schicht mit Luft getrocknet werden, da die Einlagen dazu neigen aneinander zu kleben. Die Erklärung dafür, kann in der leicht erhöhten relativen Luftfeuchtigkeit liegen, oder der möglicherweise nicht genügend getrockneten Quick Coat™ -Vorgummierung.

Nach ca. 20 Schichten verringert sich die Klebrigkeit der Einlagen, trotzdem müssen die Dragees bei jedem Auftrag mit Luft getrocknet werden.

Das Dragierergebnis fällt positiv aus. Die Drageedecke ist glatt und die Farbverteilung ist gleichmäßig, es ist keine Fleckenbildung auf der Drageeoberfläche sichtbar.

Der Glanzprozess:

Am nachfolgenden Tag werden alle farbigen Maltitdragierergebnisse gegläntzt. Dazu werden „Mitnehmer“ an die Kesselwand angebracht. Der Glanzprozess dauert ca. 30 min bei einer Kesselgeschwindigkeit von ca. 36 min⁻¹. Die Ergebnisse des Glänzens sind in der Tab. 12 dargestellt.

	M 04	M 05a	M 05b	M 06	M 07	M 08	M 09
Farbe	gelb	rot	grün	blau	blau	gelb	rot
Carnaubawachs [g/kg]	0,5	-	0,75	0,5	0,5	0,75	0,6
Capol Glanzmittel [g/kg]	-	C1.= 3,1 C2.= 0,8	-	-	-	-	-
Kesseldrehzahl [min⁻¹]	36	36	36	36	36	27	36
Glanz	wenig	kein	kein	ja	kein	kein	wenig
Ergebnis	milchig	Farbe ausgewaschen, trüb	milchig,		Ecken und Kanten splintern stark ab	Ecken und Kanten splintern ab	Milchig, vereinzelt Absplitterungen

Tab. 12: Glanzprozess mit allen Parametern und Ergebnissen

C 1 = Capol 4933 - wasserbasierende Stärkelösung

C 2 = Capol 425 M – Schellack

Das gesamte Glanzergebnis fällt unter diesen Bedingungen negativ aus. Alle Dragierungen zeigen eine Verschlechterung der Drageeoberfläche z.T. sogar eine Zerstörung der Drageedecke. Das Glänzen mit dem Schellack führt zu dem schlechtesten Resultat. Die Maltitdragierung löst sich auf und die Farbe setzt sich an der Kesselwand fest.

Das milchige Aussehen bei einigen Versuchen, kann aufgrund einer Verschmutzung im Kessel entstanden sein. Zwischen den ersten Versuchen wurde der Kessel nicht gesäubert (Ausnahme vor und nach dem Schellack). Der durch Absplitterungen entstandener Staub kann zu der Trübung der Oberfläche geführt haben.

Das starke Absplittern der Ecken und Kanten wird vor allem beim Versuch M 07 deutlich, in dem das Titandioxid zusätzlich zu der Farbe zugegeben wurde. Ob das Titandioxid für das starke Absplittern der Drageedecke verantwortlich ist, kann nicht festgestellt werden. Zudem sind die zeitlichen Abschnitte zwischen den einzelnen Dragierungen und dem Glanzprozess sehr unterschiedlich, die größte Zeitspanne liegt bei 9 Tagen. Veränderungen in der Maltitdecke sind daher möglich.

Nach ausführlichen Überlegungen wurde beschlossen, die folgenden Versuche sofort nach dem Dragierprozess zu glänzen.

Schlussfolgerungen:

Der Maltitprozess ist leicht in der Durchführung. Bei einer optimalen Lösungsverteilung und einer ausreichenden Trocknung auch mit der Zugabe von Zuluft können sehr gute Ergebnisse erzielt werden.

Eine Vorgummierung mit dem Quick CoatTM Maltitol wirkt sich positiv auf das Dragierergebnis aus. Die einzelnen Dragierschichten können gleichmäßig auf dem Kern aufgebaut werden.

Der Abstreuvorgang ist nicht notwendig, wenn der Auftrag so gewählt wird, dass alle Einlagen von der Lösung befeuchtet werden, aber trotzdem eine gleichmäßige Durchmischung im Kessel gewährleistet ist. Die Kerne können dann von alleine oder in einigen Fällen durch die Zugabe von Luft trocknen.

Die eingesetzten Farben unterscheiden sich stark in der Maltitdragierung. Bei den hellen Farben, wie Chinolingelb oder β - Carotin, ist eine gleichmäßige Farbverteilung zu erkennen. Je dunkler die Farbe, umso deutlicher kann man eine Fleckenbildung beobachten.

Auch die Einlagen können ein unterschiedliches Ergebnis liefern, das besonders in dem Versuch M 06 deutlich wird. Die Pfefferminz-Einlagen haben eine gleichmäßig gefärbte Drageedecke, bei den fruchtigen Einlagen dagegen ist eine vermehrte Fleckenbildung zu

erkennen. Es wird vermutet, dass durch Migration entweder die Säure oder das Aroma aus dem Kern in die Drageedecke diffundiert ist, und dort die Flecken verursacht hat. Die Vorgummierungsschicht, die als eine Schutzschicht zwischen dem Kern und der Dragierdecke dienen sollte, konnte die Entstehung der Flecken nicht verhindern. Möglicherweise kann eine sofort aufgetragene Glanzschicht die Säuremigration und Fleckenbildung hier verzögern oder sogar verhindern.

Die Ergebnisse aus dem Glanzprozess lassen sich unterschiedlich deuten. Zum einen kann die verstärkte Sprödigkeit der Drageedecke durch die Lagerungszeit, die zwischen dem Dragierprozess und dem Glanzvorgang lag, entstanden sein. Die Maltitdragierung kann sich möglicherweise in dieser Zeit, durch verschiedene Parameter (relative Luftfeuchtigkeit, Raumtemperatur) begünstigt, verändert haben.

Zum anderen konnte die Zugabe von Titandioxid in einer Maltitdragierung zur Veränderung der Kristallisation führen. Die in Versuch M 07 beobachtete verstärkte Sprödigkeit der Decke beim Glanzvorgang kann vielleicht mit dem Einsatz von Titandioxid zusammenhängen. Um diese Theorie zu stützen, müssten weitere Versuche mit Titandioxid durchgeführt werden.

Das in Versuch M 05 eingesetzte Schellack ist für eine Glanzschicht in einer Maltitdragierung nicht geeignet. Die Farbe wird abgewaschen, was eine weiße, trübe Schicht auf der Oberfläche hinterlässt. Ein optimales Glanzresultat könnte mit Carnaubawachs erzielt werden.

4.2.3. Xylit/Mannitdragierung

Auf eine Kundenanfrage, der Firma „RBV Leaf“ aus Holland soll eine Xylit/Mannitdragierung mit verschiedenen Farbstoffen durchgeführt werden. Die im Isomalt- und Maltitprozess verwendeten Geräte werden auch in dem Xylit/Mannitverfahren eingesetzt (siehe S.)

Verfahren: Es liegen keine Erfahrungswerte über den Verlauf einer Dragierung mit dem Xylitol/Mannitolgemisch vor. Nach der Kundenrezeptur wird eine Xylit/Maltitdragierlösung angefertigt. Die Mengenangaben sind in der Tab.13 aufgelistet. Die Sirupmenge wird wie bei den Prozessen davor mit einer Spritze (V= 60ml) gewogen, aufgetragen, und notiert.

Das Xylit/Mannitverfahren muss in den folgenden Versuchen ermittelt werden. Dafür werden auch die Dragierkessel mit unbehandelten Kaugummieinlagen beladen, die mit der Dragierlösung befeuchtet werden. Der Kunde benutzt keine Vorgummierungsschicht und setzt auch kein Abstreupulver zur Trocknung der Einlagen ein.

Produkt	Bezeichnung	Menge [%]	Hersteller
Xylit	Xylisorb 300	53	Fa. Roquette Freres F-62136 Lestrem
Mannit	Mannit 35	18	s.o.
Wasser	-	26	-
Gummi Arabicum	Instant Gum IRX 40830	3	Fa. CNI Colloides Naturels International 129 Chemin de Croisset BP 4151 F-76723 Rouen Cedex
Gesamt		100	

Tab. 13: Xylit/Mannit Rezeptur

Lösungsvorbereitung: Das Wasser wird auf 90°C erhitzt. Hierbei ist es ganz besonders wichtig, für eine passende Abdeckung des Gefäßes zu sorgen, die verhindert, dass Wasser verdampft. Anschließend wird portionsweise das Xylit hinzugefügt. Xylit löst sich sehr schnell auf, erniedrigt jedoch rapide die Temperatur der Lösung beim Auflösen in Wasser. Aus diesem Grund kann das Xylit nur in kleinen Mengen zugegeben werden, damit die Temperatur der Lösung auf ca. 90°C gehalten werden kann. Nachdem das Xylit sich vollständig im Wasser gelöst hat kann Mannit zu der Lösung zugegeben werden. Mannit hat die geringste Löslichkeit gegenüber den anderen Polyolen. Es muss darauf geachtet werden, dass die Siruptemperatur nicht weniger als 72°C beträgt, da sich bei einer Senkung der Lösungstemperatur Mannitkristalle bilden können, die sich auch durch erwärmen nicht wieder lösen lassen, was die Lösung unbrauchbar macht.

Nachdem die Lösung kristallfrei vorliegt, wird die Arbeitstemperatur von 76°C eingestellt. Das Gummi Arabicum in Pulverform wird portionsweise eingestreut und solange gerührt, bis sich das gesamte Pulver auflöst.

Die Versuche werden mit 1kg Kaugummieinlagen, bei einer Kesselgeschwindigkeit von ca. 36 min⁻¹ durchgeführt.

Versuch X/M 01:

Bei diesem Versuch muss der Prozessablauf zuerst ermittelt werden.

Der Kunde dragiert die Einlagen mit der reinen, ungefärbten Lösung, bis ein bestimmtes Endgewicht erreicht ist. Anschließend werden 3 Schichten mit einem gefärbten Sirup dragiert, um den Kaugummis ein farbiges, attraktives Aussehen zu verleihen. Insgesamt soll der Zuwachs 24% betragen.

Bei einer Sirupzugabe von ca. 10ml auf die ersten zwei Schichten, neigen die Einlagen zur Klebrigkeit, deshalb wird die Menge der Dragierlösung in der dritten Schicht halbiert und in zwei bis drei weiteren Aufträgen langsam wieder gesteigert. Ab der 7. Schicht, nach einer kurzen manuellen Sirupverteilung, werden die Dragees mit Zuluft getrocknet.

Nachdem ein durchschnittlicher Zuwachs von ca. 21% erreicht wird, werden die Einlagen mit einer farbigen Lösung dragiert. Ein Gemisch aus 503253 Carmin und 503006 β -Carotin, welches Gummi Arabicum enthält, soll die Kaugummikissen rot färben. Beide Farbstoffe sind wasserlöslich und in Pulverform. Damit sich der Farbstoff homogen in die Dragierlösung einarbeiten lässt, werden die Farbstoffe mit einigen Tropfen Wasser vorgelöst.

Drei Schichten werden mit der gefärbten Lösung dragiert, wobei pro Schicht ca. 12ml Lösung aufgetragen wird. Eine Reinigung des Kessels ist vor den Farbaufträgen nicht notwendig. Der Gesamtzuwachs beträgt ca. 23,6%.

Die dragierten Kaugummis werden anschließend mit 1,5g/kg Carnaubawachs gegläntzt. Die Drageeoberfläche ist aufgrund einiger Unebenheiten stellenweise löchrig. Deshalb sind an diesen Stellen die weißen Einlagen sichtbar. Abgesehen davon ist die Farbverteilung gleichmäßig.

Versuch X/M 02:

Bei der Lösungsherstellung in dem Vorversuch wurde festgestellt, dass die Einarbeitung von pulverisiertem Gummi Arabicum in die Dragierlösung viel Zeit in Anspruch nahm. Deshalb wird in diesem Versuch das Gummi Arabicum in einer 50%-igen Lösung zugegeben, um eine schnellere Auflösung zu gewährleisten.

Das während der Erwärmungsphase verdunstete Wasser muss nachgefüllt werden, damit sich der Trockengehalt der Dragierlösung nicht verändert.

In diesem Versuch soll eine gleichmäßige Sirupverteilung stattfinden, beginnend mit ca. 5ml Dragierlösung und langsam steigend. Es soll zu einer glatten Oberfläche führen,

um die anschließende Farbverteilung gleichmäßiger zu machen. Die Farbschichten sollen verdoppelt werden, damit eine vollständige Überdeckung der Einlage erreicht wird.

Der Versuchablauf verläuft ohne größere Komplikationen, denn die Einlagen werden nach jedem Auftrag ausreichend mit Luft getrocknet. Die Klebrigkeit des vorherigen Versuches kann dadurch verhindert werden.

Nach 30 aufgetragenen Schichten wird die farblose Dragierung beendet. Die Drageeoberfläche ist stellenweise leicht uneben, sie enthält jedoch nicht so viele Löcher, wie die Oberfläche aus dem Versuch X/M 01.

Für die anschließende farbige Dragierung wird zu der Lösung 503065 Riboflavin-5'-Phosphat zugesetzt. Dafür muss das wasserdispergierbare Farbpulver vorher in ein paar Tropfen Wasser vorgelöst werden. Die dragierten Kaugummis werden nach dem Prozess mit 1,5g/kg Carnaubawachs gegläntzt.

Das Resultat der Farbverteilung ist zwar gleichmäßig, die vorher entstandenen Unebenheiten können jedoch nicht alle durch die sechs aufgetragenen Schichten ausgeglichen werden. Vereinzelt wird der weiße Untergrund sichtbar.

Versuch X/M 03:

Damit eine glatte Dragierdecke entsteht, werden die Kaugummis in diesem Versuch mit dem Sirup durchgefärbt. Zu der Lösung wird 957002 Indigo Carmin Lack und 500095 Titandioxid zugegeben. Der Indigo Carmin Lack ist wie auch das Titandioxid wasserunlöslich und muss daher mit dem Ultra Turrax dispergiert werden.

Nachdem die Polyole und das Gummi Arabicum im Wasser gelöst vorliegen wird das TiO₂ und der Lack zu dem Sirup zugefügt. Anschließend wird die Lösung mit dem Ultra Turrax bei Stufe 3 (6400 U min⁻¹) ca. 10 min dispergiert. Die neue Rezeptur ist in der Tab. 14 dargestellt.

Produkt	Menge [%]	Menge [g]
Xylit	53	265
Mannit	18	90
Wasser	21,22	106,1
Gummi Arabicum (50%-ige Lösung)	6	30
500095 Titandioxid	1,5	7,5
957002 Indigo Carmin Lack	0,28	1,4
Gesamt	100	500

Tab. 14: Rezeptur mit Indigo Carmin Lack und Titandioxid

Bereits zu Beginn der Dragierung verteilt sich die Lösung ungleichmäßig auf den Einlagen. Deshalb wird in der dritten Schicht der Auftrag von ca. 6 ml auf 10 ml gesteigert. Der Sirup trocknet sehr schnell aus, dadurch kann sich die Lösung nicht auf allen Einlagen verteilen und hinterlässt somit Unebenheiten auf der Oberfläche.

Der Versuch wird, aufgrund der zu viskosen Dragierlösung und der daraus resultierenden schlechten Verteilung, nach 20 Schichten abgebrochen.

Versuch X/M 04:

Das schlechte Ergebnis des vorherigen Versuches lässt annehmen, dass die Trockensubstanz der Dragierlösung zu hoch war. Aufgrund dessen wird in diesem Versuch zu dem TiO₂ und dem Farbstoff, die gleiche Menge Wasser hinzugegeben. Zusätzlich wird das aus der Lösung verdunstete Wasser weiterhin nachgefüllt, um den Feststoffgehalt nicht zu hoch werden zu lassen.

Produkt	Menge [%] alt	Menge [%] neu
Xylit	53	52
Mannit	18	17,7
Wasser	21,2	22,6
Gummi Arabicum (50%-ige Lösung)	6	5,9
500095Titandioxid	1,5	1,5
500191Carmin Blau	0,3	0,3
Gesamt	100	100

Tab 15: Neue prozentuale Zusammensetzung der Dragierlösung

Die Lösung wird in diesem Versuch mit 500191 Carmin Blau Lack gefärbt und muss genau wie das TiO₂ mit dem Ultra Turrax dispergiert werden.

Der erste Lösungsauftrag beginnt mit einer Menge von ca. 10 ml und wird langsam gesteigert. Die Verteilung ist gleichmäßig und nach 26 Schichten ist die Drageedecke glatt. Die Einlagen werden anschließend mit Caraubawachs ge glänzt.

Am folgenden Tag werden vereinzelt blasse, rote Punkte auf einigen ungeglänzten Dragees sichtbar. Zu diesem Zeitpunkt ist die Vermutung, dass das Farbstoffpulver nicht genügend in der Dragierlösung verteilt worden ist, und diese Farbpartikel die Flecken verursacht haben könnten.

Versuch X/M 05:

Der Versuch wird mit einer geringeren Menge Carmin Blau Lack durchgeführt. Bei der Dispergierung der Farbstoffe wird die Lösungstemperatur gemessen und beobachtet, dass die Lösung unter die vorgeschriebenen 72°C nicht herabsinkt. Aus diesem Grund soll in den folgenden Versuchen während der Dispergierphase eine Heizplatte unter der Lösung aufgestellt werden.

Die Verteilung der Lösung auf den einzelnen Schichten ist gleichmäßig und sorgt für eine glatte Drageeoberfläche. Kurz vor Beendigung der Dragierung werden kleine Kristalle in der Dragierlösung erkennbar, was auf eine Auskristallisierung des Mannits hindeutet. Mit der Lösung wird trotz allem weiter dragiert.

Carnaubawachs wird zum Glänzen der Einlagen nach dem Dragierprozess eingesetzt.

Die Resultate dieses Versuches sind in der Abb. 11 und 12 dargestellt.



Abb. 11: Pfefferminz-Einlagen mit und ohne Glanzschicht

Nach einem Tag bilden sich auf den violettgefärbten Kaugummis vereinzelt helle, rosafarbige Flecken, die besonders stark auf den nicht geblänzten Einlagen sichtbar sind. Eine sensorische Untersuchung ergab, dass sich die Flecken auf den fruchtigen Einlagen gebildet haben, nicht jedoch auf denen mit Pfefferminzgeschmack. Diese Veränderung konnte auch in den Versuchen mit Maltit beobachtet werden, ganz besonders im Versuch M 06 mit SL3680 LiquiPure Brilliant Blue FCF.

Bei den geblänzten Einlagen kann jedoch keine großflächige Fleckenbildung festgestellt werden. Helle, rosafarbige kleine Punkte können auf einigen Kaugummis erkannt werden. Sensorische Tests zeigten in allen Fällen, dass sich die Flecken nur auf den fruchtigen Einlagen gebildet haben, nicht aber auf denen mit Pfefferminzgeschmack.



Abb.12: Frucht-Einlagen mit und ohne Glanzschicht

Versuch X/M 06:

Für den Versuch X/M 06 wird die gleiche Farbmischung (503253 Carmin und 503006 β -Carotin) ausgesucht, wie in dem Versuch X/M 01 verwendet wurde.

Die Lösung wird, wie zuvor erwähnt, während der Dispergierung auf einer Heizplatte warmgehalten, damit die Temperatur des Sirups nicht zu stark herabsinkt.

Wie auch in den Versuchen zuvor wird die Dragierung mit einer Auftragsmenge von ca. 10ml begonnen und schrittweise gesteigert. Nach 25 aufgetragenen Schichten wird der Dragierprozess abgeschlossen und die Einlagen werden gebläut.

Das Ergebnis dieses Versuches ist zufriedenstellend. Die Kaugummis weisen eine glatte, ebene Oberfläche mit einer gleichmäßigen Farbverteilung auf.

Schlussfolgerungen:

Für den optimalen Verlauf einer Xylit/Mannitdragierung ist der Feststoffgehalt der Dragierlösung ein wichtiges Kriterium. Bei diesem Prozess kann ein Teil des Wassers, welches auf bis zu 90°C erhitzt wird, unter Laborbedingungen verdampfen und so die Trockensubstanz der Lösung verändern.

Ebenfalls kann die Zugabe von Feststoffen, wie zum Beispiel TiO_2 , welches mit 1,5% in die Dragierlösung eingesetzt wird, die Trockensubstanz erhöhen.

Der Xylit/Mannitprozess erfordert keine Zugabe vom Anstreupulver. Während des Prozesses leicht klebende Einlage können durch die Zufuhr von Luft problemlos voneinander getrennt werden.

In dem Versuch X/M 05 wird eine starke Fleckenbildung beobachtet. Auf der violettgefärbten Dragierdecke kommen helle, orange bis rosafarbige Punkte zum Vorschein, die das Aussehen des Kaugummis stören. Die schon im Versuch M 07 nach einigen Tagen festgestellte Veränderung in der Drageedecke, die aufgrund unterschiedlicher Einlagen entstand, wurde auch in Versuch X/M 05 beobachtet. Es scheint als würde die Säure, aus den fruchtigen Kernen, den Carmin Lack spalten. Die gebildete Carminsäure könnte dann zu den orangefarbenen Flecken führen.

Bei den geblähten Einlagen ist eine minimale Fleckenbildung erkennbar, was vermuten lässt, dass die Glanzschicht die Dragees vor Aufnahme der Feuchtigkeit geschützt hat und somit die Wechselwirkungen zwischen Kern und Decke verzögern konnte.

Die Bildung einer Vorgummierungsschicht könnte die Ergebnisse verbessern, indem sie den Kern vor dem Dragierungsprozess gut abdichtet.

Der gesamte Dragierungsvorgang ist leicht in der Durchführung und Umsetzung, wobei die Vorbereitung der Lösung durch zu lange Wartezeiten sehr zeitintensiv ist.

4.3. Stabilitätstest

4.3.1. Suntest

In Zusammenhang mit einer Kundenanfrage wird eine Versuchsreihe inklusive Stabilitätstest mit Brillant Blau, Carmin und Titandioxid in einer Xylit/Mannitdragierung durchgeführt. Der Kunde vermutet, dass der Einfluss von Titandioxid in einer Dragierung die Farbstabilität beeinflusst. Die Farbe solle mit Zusatz von TiO_2 unter Lichteinfluss schneller abbauen, was in einer kurzen Zeit auf den Dragees sichtbar würde.

Für diese Testreihe werden vier Versuche durchgeführt:

- **Versuch X/M S 1** – mit 957061 Brillant Blau Lack
- **Versuch X/M S 2** – mit 957061 Brillant Blau Lack + 500095 Titandioxid
- **Versuch X/M S 3** – mit 957061 Brillant Blau Lack + 503254 Carmin
- **Versuch X/M S 4** – mit 957061 Brillant Blau Lack + 503254 Carmin + 500095 Titandioxid

Dragierung:

Die Dragierung verläuft identisch zu dem Xylit/Mannitprozess. Als erstes wird die Lösung angesetzt. Alle vorbereiteten Dragierlösungen werden nach der Zugabe von den Farbstoffen mit dem Ultra Turrax, bei Stufe 3 (6400 U min^{-1}) ca. 10 min dispergiert. Anschließend werden die dragierten Kaugummis mit ca. 1,5g/kg Carnaubawachs gegläntzt.

Stabilitätstest:

Pro Versuch werden 15 Stück dragierter Kaugummis in einer Reihe auf einem Klebestreifen fixiert. In regelmäßigen Zeitabständen (nach 1, 3 und 4 Stunden) wird ein Kaugummi aus jedem Teststreifen entfernt.

Zu Ermittlung der Farbstabilität wird das UV-Strahlgerät Suntest CPS mit einem Kühlaggregat eingesetzt. Alle vier Versuche werden 56 Stunden lang im Suntest-Gerät bestrahlt.

Die eingestellten Geräteparameter für den Stabilitätstest sind:

- $E = 280 \text{ W/m}^2 = \text{Bestrahlungsstärke}$
- Filter C = aus beschichtetem Quarzglas mit Spezial-Fensterglas
- Programm Nr. 4 = Bestrahlungsdauer liegt bei vier Stunden

Die Temperatur im Probenraum wird durch Kühlung reguliert.

Gerät	Bezeichnung	Hersteller
UV- Strahlgerät	Suntest CPS	Fa. Atlas Material Testing Technology BV Postfach 1842 D-63558 Gelnhausen
Klimagerät	Yeti Plus	Fa. Seveso Clima Via XXV Aprile 29 I- 20030 Barlassina MI

Tab.16: Für den Stabilitätstest benutzte Geräte mit Bezeichnung und Herstellerangaben

Auswertung:

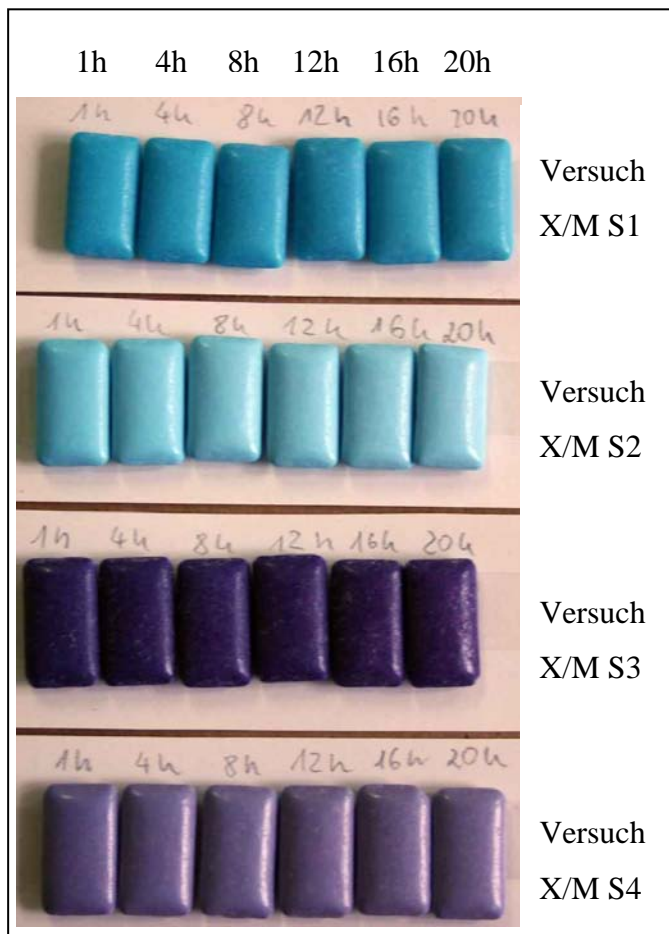


Abb.13: Stabilitätstest nach 20 Stunden

Die Dragees werden nach einer Stunde Bestrahlung und dann alle vier Stunden aus dem Probenraum herausgenommen. In einem Zwischenergebnis nach 20 Stunden Bestrahlung im Suntest-Gerät können keine optischen Veränderungen der Farbstabilität in den durchgeführten Versuchen festgestellt werden. In der Stabilitätstestreihe hat die Zugabe von Titandioxid den Abbau der Farbintensität nicht beeinflusst.

Der Stabilitätstest wird fortgesetzt und nach 56 Stunden beendet. Dabei werden in vierstündigen Abständen die Kaugummis weiter aus dem Suntest entfernt. Das Ergebnis nach 56 Stunden im Vergleich zu einer Stunde Bestrahlung ist in der Abb. 14 dargestellt.

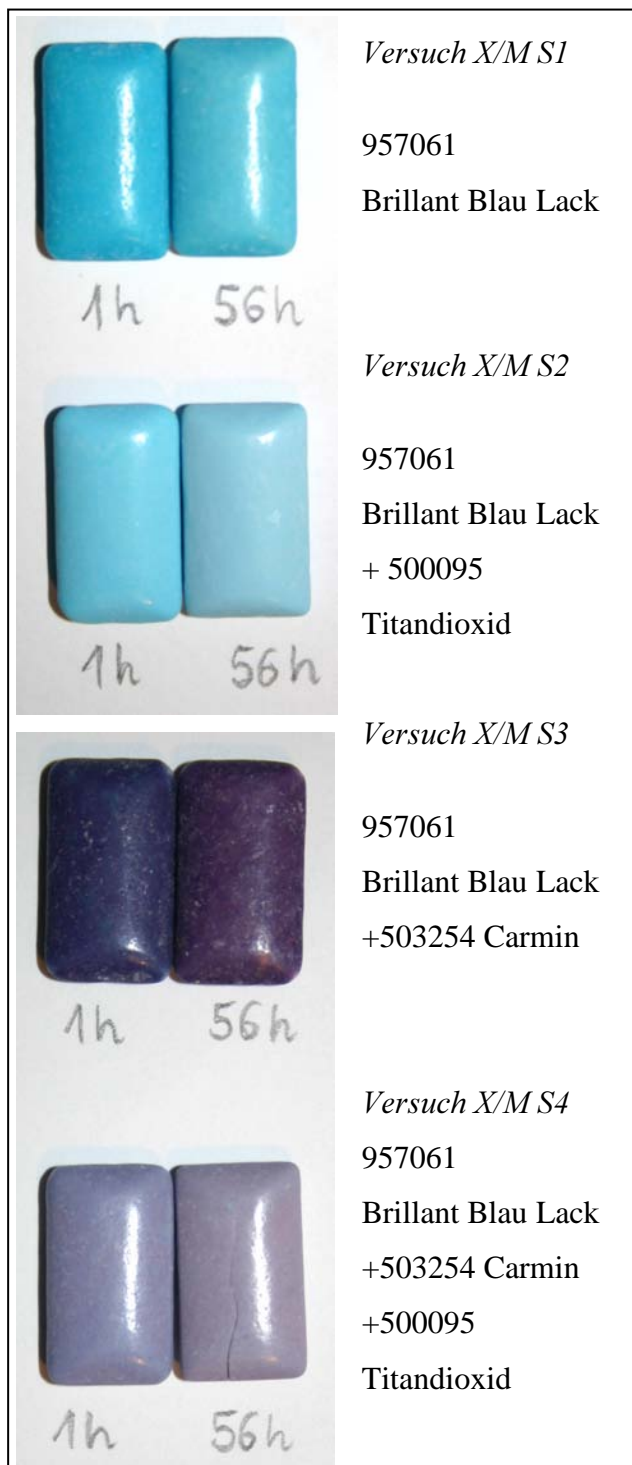


Abb. 14: Farbvergleich nach 1 und 56 Stunden im Sunttest

Nach der 56stündigen Behandlung im Sunttest ist die Farbintensität der Dragees zurückgegangen. Man kann eine Reduzierung der Leuchtkraft bei den länger bestrahlten Einlagen feststellen. Das intensive Blau in den Versuchen X/M S1 und X/M S2 ist deutlich heller als zu Beginn der Testreihe und hat nach der intensiven Bestrahlung einen blau-grauen Farbton angenommen. Bei den Versuchen X/M S3 und X/M S4 wird deutlich, dass die Einlagen mit der Zeit rötlich-violett werden und somit der blaue Anteil zurückgeht. Es kann jedoch die Theorie der Farbbeeinflussung von Titandioxid in einer Xylit/Mannitdragierung nicht bestätigt werden. Der Farbbau verläuft gleichmäßig auf allen bestrahlten Kaugummis.

Zusätzlich wurde nach einigen Tagen beobachtet, dass auf den ungeglänzten Dragees erneut eine Fleckenbildung auftrat. Es handelt sich dabei um die Versuche X/M S3 und X/M S4 mit der Zugabe von Carmin. Die Flecken haben in diesen Versuchen einen hellen, blauen Farbton.



Abb. 15: Fleckenbildung auf ungeglänzten Dragees der Versuche X/M S3 und X/M S4

Wie auch bei den Versuchen zuvor, wird sensorisch die Kernzusammensetzung der Kaugummis auf Art der Einlage überprüft. Die fruchtigen Einlagen weisen in beiden Versuchen eine vermehrte hellblaue Fleckenbildung auf, was auf die Aufspaltung des Carmins durch innere Kernbestandteile hindeutet. Die Säure oder das Aroma reagieren durch Feuchtigkeitseinfluss mit dem Carmin in der Drageedecke und spaltet es auf. Ein hellblauer Untergrund wird sichtbar, was auf den Brillant Blau Lack, der „freigelegt“ wird, hindeutet.

Auf den Pfefferminz- Einlagen ist der Farbton nach mehreren Tagen unverändert.

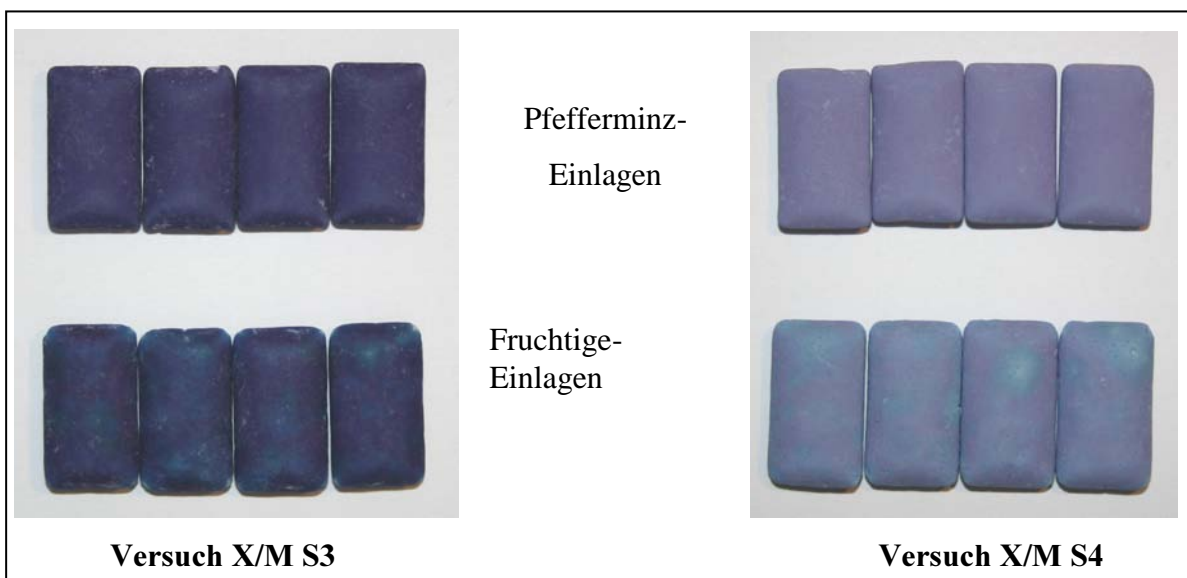


Abb.16: Fleckenbildung auf ungeglänzten, fruchtigen und Pfefferminz-Einlagen aus den Versuchen X/M S3 und X/M S4

4.3.2. Stabilität von Carmin

Um das Verhalten von Carmin in saurem pH- Bereich zu überprüfen, werden die in der Xylit/Mannittestreihe verwendeten Carmine in zwei verschiedenen pH-Bereichen getestet. Carmin weist laut Sensient „The Colour Book“ keine gute Fruchtsäurestabilität auf.

(Sensient, 2003 S.32 f.)

In einem neutralen Bereich (Leitungswasser) und in einer sauren Lösung (Leitungswasser + Citronensäure) werden die Carmine 503253, 503254 und 500191 Carmin Lack angesetzt und beobachtet.

Die Carmine 503253 und 503254 sind wasserlöslich und zeigen sowohl im neutralen als auch im sauren Bereich ein ähnliches Verhalten, was die Abb. 17 zeigt (hier 503253). Bild 1 zeigt die Farbunterschiede sofort nach der Auflösung, Bild 2 das Verhalten nach ca. 15 Stunden. Nach der Auflösung sind beide Carmine im pH 7 kräftig rot mit leichtem Blaustich, und im pH 3 haben sie einen orangefarbenen Ton.

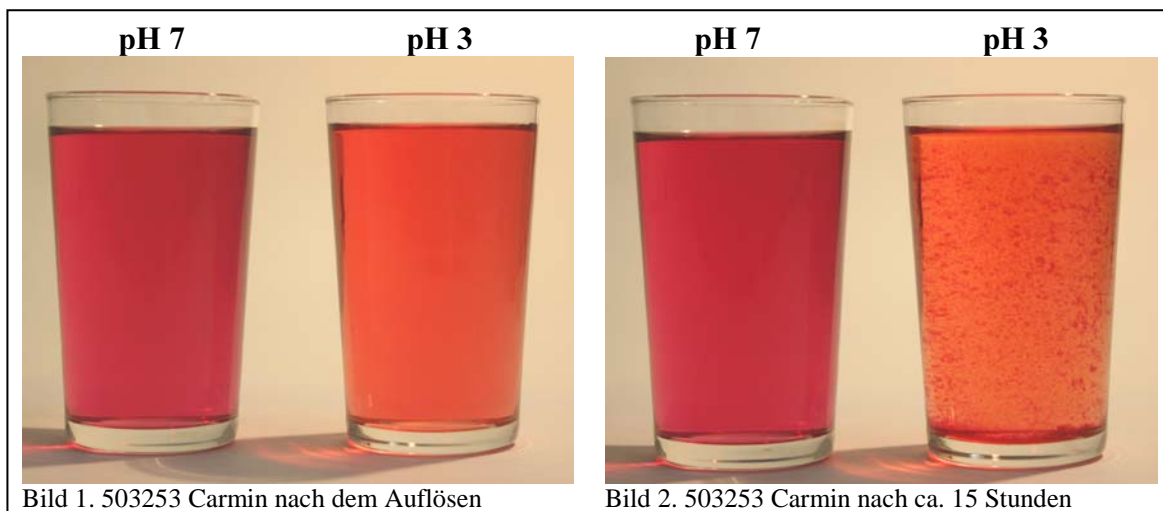


Abb. 17: Carminverhalten bei pH 7 und pH 3

Im saurem pH fällt das Carmin aus, sedimentiert als Niederschlag auf dem Glasboden und setzt sich auch an der Glaswand ab.

Der in der Testreihe verwendete 500191 Carmin Lack ist nicht wasserlöslich und muss deshalb in wässrigen Anwendungen dispergiert werden. Für diesen Test wird nur das violette Pulver in die zwei pH-Lösungen hineingegeben, etwas mit einem Spatel vermischt und beobachtet. Beide Lösungen sind schwach violett gefärbt, doch der größere Teil des Farbstoffpulvers löst sich nicht auf, sondern setzt sich am Glasboden ab.

Die Abb. 18 zeigt den violetten, sehr feinen 500191 Carmin Lack in den zwei verschiedenen pH- Lösungen, angesetzt nach ca. 15 Stunden. In dem neutralen Bereich ist keine Veränderung im Vergleich zur sofortigen Farbstoffzugabe erkennbar. Die ungelösten, feinen Carminpartikel sind als Bodensatz in beiden Lösungen zu sehen. Dagegen entstand bei pH 3 ein deutlicher Farbumschwung, die zuvor blass violett gefärbte Lösung zeigt nach ca.15 Stunden einen leuchtenden, orangefarbenen Farbton. Der Carminlack wird von der Citronensäure gespalten und die Carminsäure wird frei, welche im sauren pH-Bereich einen rötlich bis orangefarbenen Farbton aufweist.

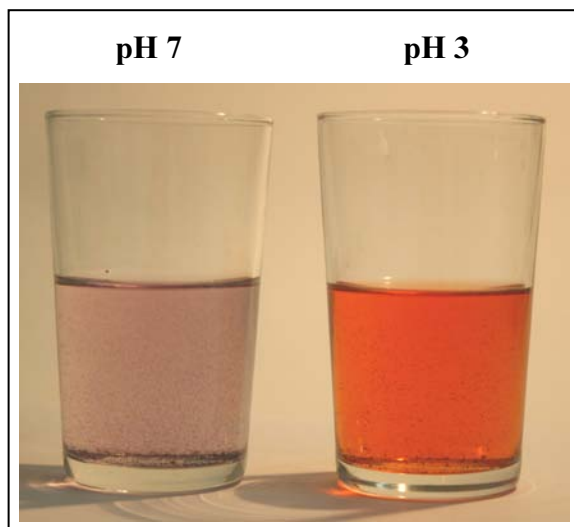


Abb.18: 500191 Carmin Lack nach ca. 15 Stunden bei pH 7 und pH 3

5. Diskussion und Auswertung der Ergebnisse

5.1. Verschiedene Polyole in einer zuckerfreien Dragierung

Das Verhalten der Polyole Isomalt, Maltit und Xylit/Mannit beim Dragieren und die daraus resultierende Produktqualität ist im direkten Vergleich untereinander von großem Interesse. In dieser Arbeit wurden drei unterschiedliche Dragierprozesse optimiert und auf die bestehenden Laborbedingungen angepasst.

Es wurde deutlich, dass ein direkter Vergleich der Prozesse mit einander allerdings nur schwer möglich ist, weil jedes verwendete Polyol seine einzigartigen Eigenschaften besitzt und sich im Prozess unterschiedlich verhält.

Das Isomalt GS, was speziell für das Dragieren von Süßwaren entwickelt wurde, ist gut wasserlöslich, wenig hygroskopisch und kristallisiert sehr schnell aus. In dieser Anwendung bedarf es jedoch einer großen Sorgfaltspflicht und der Zugabe mehrerer Hilfsmittel, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

Aufgrund der schnellen Kristallisation des Isomalts kann die aufgetragene Dragierlösung sich nicht gleichmäßig auf allen Einlagen verteilen und sorgt für eine unebene, löchrige Oberfläche auf den Dragees (siehe Versuchsreihe I 01- I 09). Zudem erschwert die häufige Konglomeratbildung den Dragierprozess und sorgte für eine unnötige Verlängerung der Dragierzeit.

Nachdem Gummi Arabicum zu der Dragierlösung gegeben wurde, konnte die Isomalkristallisation verzögert werden, sodass eine gleichmäßige Lösungsverteilung stattfinden konnte, die zu einer glatten Drageeoberfläche führte.

Maltit eignet sich ebenso gut für das Dragieren. Es kristallisiert relativ einfach auf den Einlagen aus, und bildet eine weiße Oberfläche. Zusätzlich besitzt es eine vergleichbare Süße wie Saccharose, ist gut wasserlöslich und nicht hygroskopisch.

Für den Maltitprozess wurde eine bestehende Rezeptur verwendet und der Dragierprozess optimiert, indem eine Auftragsverteilung aus einer Dissertation (*Haseleu, 2003, S. 112*) übernommen wurde, die speziell auf die Maltitdragierbedingungen angepasst worden ist. Diese Auftragsverteilung wird im Laufe der Versuchreihe leicht verändert, indem die Anzahl der Schichten vergrößert, die Auftragsmenge pro Schicht verringert und nicht abgestreut wird.

Durch diese Veränderung entsteht ein einheitliches, aufeinander aufbauendes Schichtensystem, welches zu einer festen und glatten Dragierdecke führt.

Um zufrieden stellende Dragiererfolge mit Maltit zu erreichen, bedarf es einer sehr hohen Reinheit des Produktes. Werte von 96% reinen Maltits oder noch höher sind erforderlich, damit es zu keinen unerwünschten Ergebnissen im Dragierprozess kommt. (*Boutin, 2004, S.37*)

Xylit wird vor allem wegen seiner kariostatischen Wirkung in Kaugummis eingesetzt, aber auch wegen seiner vergleichenden Süßkraft mit Saccharose. Es ist gering hygroskopisch und kann zusammen mit anderen Polyolen oder Süßstoffen synergistische Effekte erzielen. In einer Dragieranwendung ist Xylit wegen der schnellen Kristallisation mit Isomalt vergleichbar. Um diese Kristallbildung zu verzögern, wird Mannit zugegeben, welches in der Süßwarenindustrie häufig für diesen Zweck eingesetzt wird. (*von Rymon Lipinski, 1991, S. 322*)

Allerdings bedarf Mannit wegen seiner geringeren Löslichkeit einer sehr hohen Verarbeitungstemperatur. Somit muss bei der Dragierlösungsherstellung insbesondere darauf geachtet werden, dass nicht zu viel Wasser aus dem Sirup verdampft bzw. das verdunstete Wasser nachgefüllt wird. Das verdunstete Wasser kann die Viskosität der Lösung stark erhöhen und somit eine gleichmäßige Lösungsverteilung auf den Dragees verhindern. Das Ergebnis dieser schlechten Lösungsverteilung ist in dem Versuch X/M 03 deutlich zu erkennen, der aufgrund einer zu hoch viskosen Lösung bereits nach 20 Schichten abgebrochen wurde.

Für das Xylit/Mannitverfahren wurde ein bestehender Prozess verwendet. Zusätzlich wurde zu der Dragierlösung 1,5% - 1,8% mehr Wasser, je nach Trockensubstanz der zugegebenen Farbstoffe, zugesetzt, um eine optimale Sirupverteilung zu gewährleisten.

Eine Beurteilung des Aussehens hat ergeben, dass die Produkte mit Isomalt im Vergleich zu Maltit und Xylit/Mannit das beste Ergebnis liefern. Die Oberflächenbeschaffenheit ist glatt, die Farbe ist gleichmäßig verteilt, und durch den Glanz bekommen die farbigen Kaugummis mehr Intensität und Leuchtkraft. Ebenfalls wurde ein stärkerer Crunch als bei den anderen Dragierungen festgestellt.

Aufgrund dieser Tatsachen hat die Firma „Wrigley“ ein Patent (*US Patent Nr. 5,665,406*) auf die Dragieranwendung mit Isomalt erhoben und sich die verbunden positiven Eigenschaften dieses Verfahrens gesichert. Diese Tatsache macht es notwendig, weitere zuckerfreie Dragierprozesse zu optimieren, um das Segment für andere Kaugummianbieter attraktiver zu machen und um den Markt zu erweitern.

In der Versuchsdurchführung wurde schätzungsweise eine Dragierzeit der jeweiligen Polyole ermittelt, die sich im folgendem darstellt:

Dragierzeit: Xylit/Mannit < Maltit < Isomalt

Die Prozessdurchführung mit Isomalt ist am zeitintensivsten. Für die gesamte Dragierung mit der Lösungsvorbereitung wurden ca. 5-6 Stunden benötigt. Der schnellste Prozess dagegen ist der mit dem Xylit und Mannit. Hier beträgt die Dragierzeit ca. 2- 2,5 Stunden. Dabei ist allerdings ca. 1 Stunde für die Zubereitung der Dragierlösung mitberücksichtigt.

Es gibt Erkenntnisse, die für jeden Prozess Gültigkeit haben. Grundsätzlich konnte man in den verschiedenen Dragierprozessen erkennen, dass je mehr Schichten aufgetragen wurden, desto glatter war später die Drageeoberfläche und eine gleichmäßige Farbverteilung konnte erzielt werden.

Auch die Zufuhr von Luft hatte auf den Dragierverlauf eine positive Auswirkung. Die Einlagen wurden schneller trocken und für die nächste Auftragsschicht bereit, was die gesamte Dragierzeit verkürzte.

Parameter wie Kesselumdrehungszahl oder Kesselbeladung können den Dragierprozess mit beeinflussen. Bei einem Laborkessel mit einer maximalen Kesselbeladung von 4 kg kann eine Füllmenge von 1 kg die Durchführung vereinfachen. Die Menge lässt sich besser kontrollieren als eine größere Beladung. In dem Isomaltprozess sorgte die kleinere Kesselbeladung hingegen für einen zusätzlichen Störfaktor. Durch die geringere Kesselbeladung konnten sich Isomaltpartikel an der Kesselwand absetzen und später zu Oberflächenunebenheiten auf den Dragees führen. Für den Isomaltprozess ist eine höhere Füllmenge der Einlagen von mindestens 2 kg entscheidend. Sie sorgt für eine gleichmäßige Durchmischung im Kessel, und die damit zusammenhängende Reibung verhindert die Bildung der Isomalkügelchen.

Die äußeren Parameter, wie relative Luftfeuchtigkeit und Raumtemperatur sind ebenfalls wichtig zur Erzielung optimaler Drageeergebnisse. Eine ca. 56%-ige relative Luftfeuchtigkeit (siehe Versuch I 10) kann durch eine vermehrte Konglomeratbildung den Prozess erschweren.

Optimale Bedingungen z.B. für eine Zuckerdragierung liegen bei einer Temperatur von 18°C-21°C und einer relativen Luftfeuchtigkeit von ca. 35%- 45%. (*Bogusz, 2004, S.40*) Ähnliche Bedingungen sollten möglicherweise auch bei zuckerfreien Dragierungen Bestand haben. Um vergleichbare Ergebnisse erzielen zu können, ist es ratsam, auf standardisierte Parameter zu achten.

5.2. Einfluss der Einlagen auf das Dragierergebnis

Werden Drageeergebnisse miteinander verglichen, sollte nicht nur die äußere Form der Einlagen bei jedem Versuch gleich sein (z.B. rund, eckig, klein oder groß), sondern auch die Zusammensetzung der Einlagen.

Während der Prozessoptimierung mit Maltit konnten Unterschiede in der Farbverteilung und -intensität einiger Einlagen festgestellt werden. Der Versuch M 06 z.B. bestand aus zwei verschieden zusammengesetzten Einlagen. Einige enthielten Fruchtaroma und waren sauer, andere hatten Pfefferminzaroma ohne Säure. Da sie äußerlich gleich aussahen, wurden sie vor den Versuchen nicht unterschieden. Erst nach der Versuchsdurchführung und einer Lagerung von einem Tag wurde die unterschiedliche Zusammensetzung anhand der Farbveränderungen, speziell bei den Dragees mit Carmin, erkennbar.

Die Farbverteilung war auf den Pfefferminz-Einlagen homogener als auf den fruchtigen Einlagen. Die fruchtigen Dragees zeigten dagegen eine vermehrte Fleckenbildung, was die gleichmäßige Farbwiedergabe in der Drageedecke zerstörte.

Die genaue Rezeptur der Kaugummikissen ist nicht bekannt. Es wird angenommen, dass es zu Wechselwirkungen zwischen den Kerninhaltsstoffen und der Dragierdecke kommt und dass die sensorisch in den fruchtigen Einlagen festgestellte Säure einen sehr großen Einfluss auf die Farbwiedergabe zu haben scheint.

Auf die Wechselwirkung zwischen der Säure aus dem Kern und den Farben in der Drageedecke wird im nächsten Kapitel näher eingegangen.

5.3. Farbvergleich

Die Farbauswahl entstand überwiegend im Zusammenhang mit Firmenprojekten, bei denen bestimmte Farbtöne und Farbstoffeigenschaften vorgegeben wurden.

In den meisten Fällen wurden synthetische Farbstoffe für die Versuchsdurchführung ausgesucht. Es handelt sich bei diesen Farbstoffen um reine Farben, die frei von Zusätzen sind, welche den Dragierprozess zusätzlich beeinflussen könnten.

Aufgrund der zeitintensiven Prozessoptimierung, konnten keine direkten Farbvergleiche zwischen den Prozessen durchgeführt werden.

Die in den *Isomalt*- Versuchen I 15- I 18 verwendeten Farben: 602042 EB Lemon Yellow Shade, 180657 EB Cherry Shade sind synthetisch und bis auf Titandioxid wasserlöslich und somit gut in der Dragierlösung einsetzbar. Die Versuchsergebnisse zeigen keine Veränderungen in der Oberflächenbeschaffenheit der Drageedecke. Sowohl die ungeglänzten als auch die geglänzten Kaugummis besitzen die gleiche Leuchtkraft und Farbintensität.

Die eingesetzten Farbstoffe in dem *Maltitprozess* sind bis auf eine Ausnahme nämlich mit β -Carotin alle synthetisch. Es handelt sich meist um wasserlösliche Farben, die sich nach der Zugabe homogen in der Dragierlösung verteilen lassen. Der in Versuch M 09 verwendete Allura Rot Lack und das im Versuch M 07 eingesetzte Titandioxid müssen, um eine homogene Verteilung im Sirup zu gewährleisten, mit dem Ultra Turrax dispergiert werden.

Gute Farbergebnisse wurden im diesem Prozess mit 311744 Chinolin Gelb, mit 503006 β -Carotin und 952380 Allura Rot Lack erzielt. Bei den Versuchen mit 312504 Allura Rot, 601305 EC Apple Green Shade und SL3680 Liqui Pure Brillant Blue entstanden Wechselwirkungen zwischen den Kernbestandteilen und der Drageeoberfläche. Nach einem Tag Lagerung wird eine Fleckenbildung auf der Drageedecke festgestellt, die besonders deutlich auf den Dragees aus dem Versuch M 06 zu sehen war. Die in diesem Versuch entdeckten Unterschiede zwischen fruchtigen und pfefferminzhaltigen Einlagen, führen zu der Annahme, dass die Säure aus den fruchtigen Kernen die Drageedeckenfarbe verändert.

Es wird angenommen, dass die unterschiedlichen Ergebnisse durch den Prozessverlauf oder durch die Farbstoffzusammensetzung zu erklären sind.

- a) **Gummi Arabicum:** Nur der Versuch M 08 aus der Maltitreihe wurde mit einem natürlichen Farbstoff 503006 β -Carotin gefärbt und zeigt eine sehr homogene Farbverteilung. Dieses Produkt enthält einen Gummi Arabicum Anteil, der möglicherweise den Farbstoff vor Wechselwirkungen aus dem Kern schützt.
- b) **Lack:** Der 952380 Allura Rot Lack führt im Zusammenhang mit der Maltitdragierung auch zu einer gleichmäßigen Farbverteilung auf den Dragees. Es waren keine Flecken sichtbar. Es ist anzunehmen, dass der Lack wegen seiner kompakten Struktur gut gegen äußere Einflüsse geschützt ist.
- c) **Maltit:** Die Farbstoffe Allura Rot, Brillant Blau und Apple Green Shade gelten als relativ säurestabil. Warum diese Produkte eine Farbveränderung aufweisen, kann noch nicht abschließend geklärt werden. Möglicherweise verändert sich das Maltit in Zusammenhang mit einer starken Säure. Weitere Tests mit Maltit sollten durchgeführt werden, um die Stabilität von diesem Polyol bezüglich Säureeinfluss zu untersuchen.

Die Farben für den *Xylit/Mannitprozess* wurden bezüglich Kundenanfragen ausgesucht. Es wurden vorwiegend synthetische Lacke aber auch wasserlösliche, natürliche Farbstoffe eingesetzt.

Die synthetischen Lacke 957002 Indigo Carmin oder 957061 Brillant Blau eignen sich gut in dieser Anwendung. Besonders das Brillant Blau zeigt eine gleichmäßige Farbverteilung und eine leuchtende Farbe auf den Kaugummis.

Die natürlichen Farbstoffe 503006 β -Carotin in Kombination mit 503253 Carmin und das 503065 Riboflavin-5'-Phosphat alleine eingesetzt, zeigen ebenfalls eine homogene Farbverteilung und eine intensive Farbwiedergabe.

Bei den Versuchen X/M 04 und X/M 05 sowie den Stabilitätsversuchen X/M S3 und S4 mit Carmin konnten Veränderungen in der farbigen Drageedecke beobachtet werden. Wie auch bei den Maltitversuchen zuvor kam es hier zu einer unregelmäßigen Fleckenbildung. Die dort eingesetzten Farbstoffe waren 500191 Carmin Blau Lack und 503254 Carmin zusammen mit 957061 Brillant Blau Lack.

Auch die Versuche X/M S3 und X/M S4 enthalten neben Brillant Blau Lack und Titandioxid ein 503254 Carmin, welches flüssig und wasserlöslich ist. Auch in diesem Fall ist die Fleckenbildung nur auf den fruchtigen Einlagen zu erkennen. Die dort entstandenen Flecken sind nicht orange, sondern blau. Das Carmin scheint verblasst zu sein und nur Brillant Blau wird auf der Drageeoberfläche sichtbar.

Das in den Versuchen X/M 01 und X/M 06 verwendete 503253 Carmin wird nicht von der Säure angegriffen. Es wurde in Kombination mit 503006 β -Carotin eingesetzt, was eventuell einen positiven Schutzeffekt hatte. Die Farbverteilung ist auf allen Einlagen homogen und eine Fleckenbildung ist nicht erkennbar, wobei sensorisch sowohl fruchtige als auch pfefferminzhaltige Einlagen festgestellt worden sind.

Das 503006 β -Carotin enthält Gummi Arabicum. Möglicherweise konnte dieses Gummi Arabicum sich positiv auf das 503253 Carmin ausgewirkt haben. Es fungiert als eine indirekte Schutzschicht vor unerwünschten Säureangriffen aus dem Kern und kann damit das Carmin stabilisieren.

In dem Artikel „Sugarless Hard Panning“ werden allgemein Farbstoffe in einer Dragierlösung als mögliche Kristallisationsinitiatoren beschrieben, vor allem das Titandioxid. In Abhängigkeit von der Dosierung und dem Polyoltyp können laut Boutin die Farbstoffe die Kristallisation beschleunigen und zu einer grobkörnigen Kristallbildung in Endprodukt führen. Sie könnten aber auch eine spontane Kristallisation in der Dragierlösung erzeugen, wodurch die Lösung unbrauchbar wird. (*Boutin, 2004, S. 39 f.*)

Während der Temperierung des Sirups konnte eine vermehrte Kristallisation der Dragierlösung in Zusammenhang mit einer Viskositätserhöhung beobachtet werden. Bei einem zu hohen Wasserverlust, hat sich die Trockensubstanz des Sirups verändert und die Viskosität stieg. Boutin bezeichnet die Sirupviskosität als einen Schlüsselparameter für eine erfolgreiche Dragierung. Die Schwierigkeit der Polyole im Vergleich zu Saccharose ist, dass mit steigender Temperatur die Viskosität der Saccharose sinkt, die Viskosität der Polyole dagegen steigt. (*Boutin, 2004, S. 35 f.*)

Die Farbwiedergabe eines dragierten Kaugummis kann nicht nur durch die Säure, sondern auch durch die Feuchtigkeit beeinflusst werden. Mit zusätzlichen Dragierschichten, wie

z.B. einer Vorgummierungsschicht oder einer abschließenden Glanzschicht können die dragierten Kaugummis vor äußeren Einflüssen geschützt werden.

5.4. Zusätze und mögliche Einflüsse

Vorgummierung

In der Vergangenheit wurde das Gummieren als ein wesentlicher Prozessschritt betrachtet, weil es die Qualität und die Stabilität des Endproduktes erhöhte. Um jedoch Produktionskosten zu senken, fällt dieser Prozessablauf heute oft weg. Doch das Gummieren spielt in der Tat eine wichtige Rolle und erfüllt mehrere Funktionen gleichzeitig. So schützt es die Drageedecke vor einer Öl- oder Wassermigration aus den Einlagen und stabilisiert weiche Kerne vor der Dragierung in automatischen Anlagen. Es sichert die perfekte Adhäsion der Dragierlösung auf den Einlagen und verleiht somit eine glatte Oberfläche. (*Zeitschrift: Food Design, 2004, S. 37 f.*)

Während der Versuchsdurchführung wurden verschiedene Arten von Gummierungsmassen verwendet. Es wurden zwei verschiedene Gummi Arabicum Lösungen und ein fertiges Gummierprodukt das Quick CoatTM zuckerfrei ausprobiert. Die traditionelle Methode mit dem Gummi Arabicum besteht aus den Schritten: Anfeuchten, Abstreuen und über Nacht trocknen. Bei der Anwendung mit Quick CoatTM entfällt das zeitintensive Trocknen und die gummierten Einlagen können sofort weiter verarbeitet werden. Es besteht aus einer Mischung von Zuckeralkoholen und Hydrokolloiden.

Bei dem Isomalt-Prozess wurden sowohl die Gummi Arabicum Gummiermassen als auch das Quick CoatTM verwendet, wobei mit dem Quick CoatTM bessere Ergebnisse erzielt wurden.

In der Maltittestreihe wurde nur das Quick CoatTM verwendet, wobei es trotz der Gummierungsschicht in einigen Versuchen zu Wechselwirkungen mit dem Kern und der Einlage kam.

Die Aktivkomponente Säure in den Drageeeinlagen konnte nicht vollständig isoliert werden, wodurch es zu Farbveränderungen an der Drageeoberfläche kam. (siehe Versuch M 06)

In den Versuchen mit Xylit/Mannit wurde keine Vorgummierung eingesetzt, die möglicherweise in einigen Fällen eine Wechselwirkung mit dem Kern und der Farbe verhindert hätte.

Gummi Arabicum

Einen entscheidenden Einfluss auf die optimale Lösungsverteilung im Dragee hat besonders für den Isomaltprozess Gummi Arabicum. Das wird in den Versuchen I 11- I 18 deutlich, in dem die Zugabe einer 50%-Gummi-Arabicum-Lösung den Prozess verbesserte. Gummi Arabicum verzögert das schnelle Kristallisationsverhalten von Isomalt und sorgt somit auf den Einlagen für eine gleichmäßige Sirupverteilung. Das Ergebnis ist eine glatte Drageeoberfläche.

Auch in einigen Veröffentlichungen wird die Zugabe von Bindemittel zu einer Isomaltlösung als vorteilhaft gesehen. Boutin empfiehlt eine Zugabe von ca.1 bis 3 % Gummi Arabicum (oder auch anderer Zusätze wie Gelatine oder hydrierte Stärkehydrolysate = HSH) zu der Dragierlösung. Der Einsatz dieser Produkte kann den Prozess erleichtern, aber gleichzeitig auch die Trocknungszeiten der einzelnen Schichtaufträge verlängern. (*Boutin, 2004, S.39*)

Glanzmittel

Drageeprodukte sollten in einem separaten Kessel geblänzt werden. Dabei sollte der Glanzprozess sofort nach den Dragiervorgang geschehen, da die Hülle der Dragees schnell trocknet und bei einem zeitlich entfernten Glanzprozess stauben kann. Das bewirkt in dem Endprodukt ein mattes, trübes Aussehen und somit eine verschlechterte Farbwiedergabe. (*Bogusz, 2004, S.44*)

Das am häufigsten verwendete Glanzmittel in der zuckerfreien Kaugummiherstellung ist das Carnaubawachs. Es wird als Überzugsmittel E903 deklariert. Die Vorteile gegenüber Schellack liegen in der Anwendung. Zum einen benötigt die Schellackschicht eine Vorbehandlung mit einer wasserbasierenden Stärkelösung, welche zusätzlich Zeit in Anspruch nimmt. Zum anderen dürfen einige große Produktionsanlagen Schellack aufgrund des Alkoholgehalts nicht anwenden.

Das Carnaubawachs sorgte in den Isomaltversuchen für eine vollständige Versiegelung der Drageedecke, und der entstandene Glanz erzeugte eine leuchtende Farbwiedergabe. Das

Kaugummi wird vor äußeren Einflüssen geschützt, hat gleichzeitig ein gutes Aussehen und einen ausgeprägten Crunch.

In der Versuchsreihe mit Xylit/Mannit konnte die Glanzschicht die Dragees vor Aufnahme von Feuchtigkeit schützen und somit die Wechselwirkungen zwischen Kern und Decke verzögern oder verhindern. In dem Versuch X/M 05 wurde eine geringere Fleckenbildung auf geglänzten Kaugummis beobachtet, als auf ungeglänzten. Die Glanzschicht hat als eine Schutzbarriere vor dem Eindringen von Wasser fungiert und konnte somit die Säuremigration verlangsamen.

Aufgrund einer zeitlichen Verzögerung zwischen dem Dragiervorgang und dem Glanzauftrag können die Ergebnisse aus dem Maltitprozess mit den anderen Prozessen nicht direkt verglichen werden. Während des Glanzvorgangs konnten vermehrt Absplitterungen der Drageedecke beobachtet werden. Durch diese Sprödigkeit bildete sich im Kessel ein feiner Staub, der sich auf den Dragees absetzte und die Farbe milchig und trüb erscheinen ließ. Vermutlich könnten bessere Glanzergebnisse sofort nach dem Dragierprozess erzielt werden, oder möglicherweise ist das Carnaubawachs für diese Maltitanwendung nicht geeignet.

6. Ausblick auf weiterführende Arbeiten

In dieser Arbeit wurde anhand von vier Polyolen: Isomalt, Maltit, Xylit und Mannit drei unterschiedliche Dragierprozesse durchgeführt und optimiert. Darüber hinaus wurde die Eignung von Lebensmittelfarbstoffen in dieser zuckerfreien Anwendung untersucht. Die Verwendung von Lebensmittelfarbstoffen ist im Zusammenhang mit einer zuckerfreien Dragierung in der Literatur und Praxis nur selten beschrieben.

Insbesondere wurde der Einfluss der Kerninhaltsstoffe auf die Farbeigenschaften der Drageedecke während der Versuchsreihe festgestellt und sollte in weiterführenden Arbeiten näher untersucht werden. Parallelversuche könnten auf unterschiedlichen Einlagen (fruchtig und pfefferminzhaltig) gezielte Aussagen über die Farbstoffe liefern. Ebenfalls wurde anhand der Versuche bestätigt, dass der Einfluss einer Vorgummierungsschicht von großer Bedeutung ist, um ein optimales Drageeergebnis zu erzielen. Weitere Untersuchungen sollten auf verschiedenen Einlagen mit und ohne Gummierungsschicht durchgeführt werden, um die möglichen Wechselwirkungen zwischen der Drageeoberfläche und den Kerninhaltsstoffen genauer beobachten zu können. Auch die Rezeptur der Kaugummieinlagen könnte zur Erklärung der Farbstoffstabilität in einer zuckerfreien Dragierung dienlich sein.

Zunächst sollten diverse synthetische und natürliche Farbstoffe auf ihre Eignung für die Anwendung in zuckerfreier Dragierung geprüft werden. Jene Farbstoffe, die sich in der praktischen Anwendbarkeit bewährt haben, können in weiterführenden Versuchen miteinander verglichen werden. Interessant wäre in diesem Zusammenhang eine Gegenüberstellung von synthetischen und natürlichen Farbstoffen, aber auch ein Vergleich von wasserunlöslichen mit wasserlöslichen synthetischen Pigmenten.

7. Abstract

These days, chewing gum consumers prefer sugar-free confectionery products, and this is why sugarless coated pellet gums have become very popular in many countries.

This diploma thesis discusses the suitability of several food colours in three sugarless hard panning processes with different polyols.

Polyols like Isomalt, Maltitol, Xylitol and Mannitol used in these panning procedures were systematically optimised. Trials confirmed that the addition of special ingredients like Gum Arabic, Quick Coat™, Carnauba wax improves the processing ease, shows a smooth, shiny surface on the outside of a pan coated chewing gum and creates a hard, crunchy shell.

The food colours used in these approaches were mostly synthetic for example: Brilliant Blue, Quinoline Yellow and Allura Red but also some naturals like: β -Carotene, Carmine and Titanium Dioxide were tested.

During the approaches it was demonstrated that parameters like gum pellets consistency, colour formulation and syrup viscosity are very important factors in successful panning. Interactions between acid in the centers and acid sensitive colours were detected.

Literaturverzeichnis

- [1] Belitz, H.-D.; Grosch, W.: *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*
4. Aufl., Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1992
- [2] Bénech, A.: *Tool Box für Süßes*,
In: Food Design, April 2004, S.37- 39
- [3] Bertram, B.: *Farbstoffe in Lebensmitteln und Arzneimitteln*
Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft GmbH, Stuttgart, 1989
- [4] Bogusz, J.: *Sucrose Hard Panning*,
In: The Manufacturing Confectioner, August 2004, S.39-46
- [5] Boutin, R.; Kannan, A.T.; Warner, J.: *Sugarless Hard Panning*,
In: The Manufacturing Confectioner, November 2004, S.35-42
- [6] Eisenbrand, G.; Schreier, P.: *Römpp Lexikon Lebensmittelchemie*,
9. Aufl., Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 1995
- [7] Haseleu, A.: *Materialwissenschaftliche Untersuchung des Dragierverhaltens von Zuckeralkoholen*,
Dissertation, Technische Universität Berlin, 2003
- [8] Henry, B.S.: *Natural food colours*
In: Natural Food Colorants, edited by Hendry G.A.F. and Houghton J.D. , 1996
- [9] Hoffman, H.; Mauch, W.; Untze, W.: *Zucker und Zuckerwaren*
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1985
- [10] Le Bot, Y.: *Sugar-Free Coated Confectionery*,
In: Food, Marketing & Technology, Vol.18 No.2, April 2004, S.16-17

- [11] (Hrsg.) Lebensmittelchemische Gesellschaft: *Zuckeralkohole und Süßstoffe*
Behr's Verlag, Hamburg, 1992
- [12] Otterstätter, G.: *Die Färbung von Lebensmitteln, Arzneimitteln, Kosmetika*,
2.Aufl., Behr's Verlag, Hamburg, 1995
- [13] Otterstätter, G.: *DRAGOCOLOR-Farbenlexikon*
Broschüre, 2001
- [14] (Hrsg.) Palatinit Süßungsmittel GmbH Mannheim: *Isomalt Infopac/ What is Isomalt?*
Broschüre, 2001
- [15] Reed, M.A. et al.: *Polyol coated chewing gum having improved shelf life and method of making*
US Patent Nr. 5,665,406, (1997)
- [16] Schwedt, G.: *Chemie und Analytik der Lebensmittelzusatzstoffe*,
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1986
- [17] Stock, K.-W.; Meiners, A.: *Spezial-Handbuch für die Drageeherstellung*
Silesia-Essenzenfabrik Gerhard Hanke K.G., Düsseldorf, 1973
- [18] (Hrsg.) VEB Fachbuchverlag Leipzig: *Technologie Zuckerwaren*,
Fachbuchverlag Leipzig, 1983
- [19] von Rymon Lipinski, G.-W.; Schiweck, H.: *Handbuch Süßungsmittel- Eigenschaften und Anwendung*,
Auflage 1991, Behr's Verlag, Hamburg, 1991
- [20] FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)
Compendium of food additive specifications
FAO Food and Nutrition Paper 52/1

[21] Anonym: *Sugar-Free Trends in Chewing Gums*

In: Food, Marketing & Technology Vol.17 No.2, April 2003, S. 8-11

[22] Anonym: *Die Zuckerfreien aus Zucker*

in: Süßwaren, November 2000

<http://www.foodmultimedia.de/suesswaren/>

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

(Agnes Kapuscinski)

ANHANG

Anlagen: Tabellen

Tabellen 1- 21:	Versuchsdurchführung mit Isomalt Versuche I 01- I 20.....	3
Tabellen 22- 31:	Versuchsdurchführung mit Maltit Versuche M 01- M 09.....	21
Tabellen 32- 37:	Versuchsdurchführung mit Xylit/Mannit Versuche X/M 01- X/M 06.....	31
Tabellen 38- 41:	Versuchsdurchführung mit Xylit/Mannit Versuche Suntest X/M S1- X/M S4.....	35

Versuch Nr.: I 01		16.08.2004				
Dragierlösung	Isomalt GS					
pH-Wert Lösung	6,68					
Temperatur Lösung [°C]	60					
Raumtemperatur [°C]	27					
Luftfeuchtigkeit [%rel.]	54					
Trommelgeschwindigkeit [min-1]	36					
Parameter						
	Auftrag	Verteilungszeit	Abstreuen	Verteilungszeit	Trocknungszeit	Bemerkungen
Schicht	[g]	[min]	[g]	[min]	[min]	
1	26,9	1	8	3	15	Luft
2	19,91	1	9,86	3	20	"
3	17,6	3	10,5	1	10	"
		Abbruch	falsches Abstreupulver			

Tab. 1: Versuch I 01

Versuch Nr.: I 02		16.08.2004				
Dragierlösung	Isomalt GS					
pH-Wert Lösung	6,7					
Temperatur Lösung [°C]	50					
Raumtemperatur [°C]	28					
Luftfeuchtigkeit [%rel.]	52					
Trommelgeschwindigkeit [min-1]	36					
Parameter						
	Auftrag	Verteilungszeit	Abstreuen	Verteilungszeit	Trocknungszeit	Bemerkungen
Schicht	[g]	[min]	[g]	[min]	[min]	
1	30,13	2	24,5	2	10	Luft
2	20,2	1	25,12	1	8	"
3	20,07	1	15,9	1	5	"
4	18,82	1			10	
5	20,25	2			5	rutschen
6	15,7	<1			7	wieder mit Luft
7	16,43	<1			7	"
8	11,41	<1			8	"
9	10,97	<1			7	"
10	15,5	<1			7	"
11	15,1	<1			8	"
12	14,14	<1			9	"
13	15,26	<1			9	"
14	14,29	<1			9	"
15	15,11	<1			8	"
16	14	<1			8	"
17	13,01	<1			8	"
18	13,08	<1			8	"
19	13,78	<1			8	"
20	13,43	<1			9	"
21	12,64	<1			10	"
22	13,68	<1			8	"
23	12,83	<1			8	"
	359,83					

Tab. 2: Versuch I 02

Versuch Nr.: I 03		17.08.2004				
Dragierlösung		Isomalt GS				
pH-Wert Lösung		6,4				
Temperatur Lösung [°C]		50				
Raumtemperatur [°C]		26				
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		56				
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36				
Brix		68				
Parameter						
	Auftrag	Verteilungszeit	Abstreuen	Verteilungszeit	Trocknungszeit	Bemerkungen
Schicht	[g]	[min]	[g]	[min]	[min]	
1	28,69	1	25,4	2	8	ca. die letzten 3
2	27,4	1	25,9	2	8	min mit Luft
3	26,7	1	27,4	2	8	"
4	18,67	1	17,95	2	8	"
5	18,9	1	20,08	2	8	"
6	18,85	1	16,96	2	8	"
7	19,12	<1			7	"
8	19,07	<1			7	rutschen
9	14,81	<1			7	
10	15,3	<1			8	
11	14,74	<1			8	
12	14,85	<1			3	ab hier vermehrt
13	15,45	<1			5	Luft
14	15,02	<1			5	
15	14,43	<1			5	
16	15,12	<1			5	
17	16,32	<1			5	
18	16,74	<1			5	
19	16,64	<1			5	
20	17,38	<1			5	
21	17,37	<1			5	
22	18,11	<1			5	
23	18,88	<1			5	
24	18,91	<1			5	
25	19	<1			5	
26	18,85	<1			5	
27	18,94	<1			5	
28	18,89	<1			5	
29	18,3	<1			5	
30	18,88	<1			5	
31	18,73	<1			5	
32	18,98	<1			5	
33	18,9	<1			5	
34	18,76	<1			5	
35	18,77	<1			5	
36	19,06	<1			5	
37	18,9	<1			5	
38	18,65	<1			5	
39	18,51	<1			5	
40	19,31	<1			5	
	738,9					

Tab. 3: Versuch I 03

Versuch Nr.: I 04		18.08.2004		Vorgummierung:	
Dragierlösung		Isomalt GS		2% GA-Lsg.: 19,12g auf 2kg Einlagen	
pH-Wert Lösung		6,69			
Temperatur Lösung [°C]		50			
Raumtemperatur [°C]		28			
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		55			
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36			
		Brix		66	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen		
Schicht	[g]	[g]			
1	27,99	51,82	"Mitnehmer"		
2	24,62	40,7			
3	24,31	29,55			
4	18,58	16,97			
5	17,92	10,82			
6	15,16		rutschen		
7	19,5				
8	17,8				
9	18,7		"Mitnehmer"	raus	
10	18,61				
11	18,91				
12	17,7				
13	18,31				
14	18,47				
15	18,51				
16	18,61				
17	13,56		Auftrag	verringert, um zu sehen, ob die Einlagen	
18	15,74		nicht rutschen,	keine Veränderung	
19	18,61				
20	18,76				
21	18,52				
22	18,76				
23	18,57				
24	18,89				
25	18,14				
26	18,61				
27	18,68				
28	18,15				
29	18,94				
30	18,62				
	566,25				

Tab. 4: Versuch I 04

Versuch Nr.: I 05a		19.08.2004	
Dragierlösung		Isomalt GS	
pH-Wert Lösung		6,85	
Temperatur Lösung [°C]		50	
Raumtemperatur [°C]		28	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		49	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36	
Parameter		Brix	67
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen
Schicht	[g]	[g]	
1	29,69	42,35	
2	27,3	54,88	
			Abbruch
			neuer Versuch
			gleiche Lösung

Tab. 5: Versuch I 05a

Versuch Nr.: I 05b		19.08.2004		Vorgummierung: 40% GA-Lsg.: 16,08g/ 2kg Einlagen Farbstoff: 409169 Apocarotinal 7,2g/ 1,5kg Lösung			
Dragierlösung		Isomalt GS					
pH-Wert Lösung		6,85					
Temperatur Lösung [°C]		50					
Raumtemperatur [°C]		28					
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		49					
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36					
Parameter		Brix	67				
	Auftrag	Abstreuen				Auftrag	Bemerkungen
Schicht	[g]	[g]	Schicht			[g]	
1	25,08	39,19	17	28,86			
2	32,29	44,52	18	22,71			
3	25,09	30,01	19	22,44			
4	23,05	28,23	20	22,25			
5	22,81		21	25,19			
6	22,55		22	25,3			
7	22,72		23	25,36			
8	23,02		24	25,43			
9	22,65		25	24,75			
10	21,18		26	25,64			
11	22,53		27	25,18			
12	22,05		28	24,99			
13	22,45		29	25,11			
14	22,59		30	25,22			
15	22,34			723,19			
16	22,36						

Tab. 6: Versuch I 05b

Versuch Nr.: I 06		23.08.2004		Vorgummierung: 40% GA-Lsg.: 19,97g/ 2kg Einlagen	
Dragierlösung		Isomalt GS		Farbstoff:	
pH-Wert Lösung				503110 Paprika Extrakt 8g/kg Lösung	
Temperatur Lösung [°C]		50		409050 Paprika Extrakt 9,6g/kg Lösung	
Raumtemperatur [°C]		24			
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		49			
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36			
		Brix		67	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen		
Schicht	[g]	[g]			
1	36,29	30	der Auftrag ist zu groß		
2	24,06	21,04	von Beginn mit Luft	gearbeitet	
3	22,44	20,28			
4	21,83	20,22			
5	23,56				
6	24,16		rutschen		
7	24,12				
8	24,04				
9	23,72				
10	25,38				
11	28,81				
12	29,8				
13	29,33				
14	31,17				
15	30,03				
16	29,31				
17	29,92				
18	28,7				
19	30,1				
20	30,42				
21	29,3				
22	30,27				
23	30,36				
24	26,2				
25	27,11				
26	26,01				
27	25,48				
28	24,91				
29	25,35				
30	25,1				
31	24,99				
32	24,3				
33	23,65				
	890,22				

Tab. 7: Versuch I 06

Versuch Nr.: I 07		25.08.2004		Vorgummierung: 40% GA-Lsg.: 23g/ 2kg Einlagen Isomalt ST-PF 25g/ 2kg Einlagen	
Dragierlösung			Isomalt GS		
pH-Wert Lösung			6,71		
Temperatur Lösung [°C]			50		
Raumtemperatur [°C]			24		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			54		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36		
			Brix		66
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen		
Schicht	[g]	[g]			
1	29,4	30,15			
2	21,37	20,15			
3	20,08	29,07	lange	Trocknungsphase	
4	19,82	20,15			
5	21,48				
6	21,37				
7	21,97				
8	22,63				
9	22,74				
10	22,56				
11	22,91				
12	23,84				
13	25,38				
14	25,25				
15	27,54				
16	27,44				
17	29,54				
18	28,94				
19	28,94				
20	30,09		zu viel Auftrag,	kleben an einander	
21	27,01				
22	27,02				
23	26,44				
24	26,92				
25	26,85				
26	24,89				
27	25,28				
28	24,81				
29	24,94				
30	24,8				
31	24,81				
32	24,99				
33	24,61				
34	18,23				
	844,89		ganze Lösung		

Tab. 8: Versuch I 07

Versuch Nr.: I 08		27.08.2004		Vorgummierung: 40% GA-Lsg.: 10,25g/ 2kg Einlagen Einlagen: kleine Schokolinsen	
Dragierlösung		Isomalt GS			
pH-Wert Lösung				6,9	
Temperatur Lösung [°C]				50	
Raumtemperatur [°C]				26	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]				50	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]				36	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen		
Schicht	[g]	[g]			
1	16,19	13,54			
2	18,11	20,13			
3	18,55	37,48	kleben	zusammen	
4	12,03				
5	10,89				
6	16,2				
7	15,48				
8	14,96				
9	13,31				
10	17,76				
	153,48	Abbruch			

Tab. 9: Versuch I 08

Versuch Nr.: I 09		31.08.2004		Vorgummierung: 2% GA-Lsg.: 13,34g/ 2kg Einlagen Isomalt ST-PF: 20g/ 2kg Einlagen	
Dragierlösung		Isomalt GS			
pH-Wert Lösung				6,73	
Temperatur Lösung [°C]				50	
Raumtemperatur [°C]				25	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]				51	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]				36	
		Brix		66	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen		
Schicht	[g]	[g]			
1	19,84	18,93	Luft 21°C		
2	15,67	27,79	kleben sehr		
3	15,39	16,8			
4	15,36	21,16			
5	15,44				
6	15,32				
7	15,24				
8	17,4				
9	17,28				
10	17,65				
11	17,2				
12	17,86				
13	18,21				
14	17,88				
15	17,73				
16	17,54				
17	14,12				
18	14,13				
19	19,87				
20	19,84				
21	20,31				
22	20,01				
23	19,9				
24	20,17				
25	20,14				
26	20,02				
27	19,6		Luft 40°C		
28	19,83				
29	20,01				
30	20,24				
31	25,63				
32	25,7				
33	25,55				
34	25,81				
35	20,04	17,71	abgestreut, da Einlagen kleben	sehr am Kessel	Luft wieder 21°C
36	20,14				
37	19,82				
38	19,86				
39	19,8				
40	14,9	10,33	abgestreut		
41	18,2				
42	19,02				
793,67					

Tab. 10: Versuch I 09

Versuch Nr.: I 10		01.09.2004		Vorgummierung: 2% GA-Lsg.: 15,75g/ 2kg Einlagen Isomalt ST-PF: 20g/ 2kg Einlagen 1kg Ansatz	
Dragierlösung		Isomalt GS			
pH-Wert Lösung		6,81			
Temperatur Lösung [°C]		50			
Raumtemperatur [°C]		24			
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		51			
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		250			
				Brix 67	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen		
Schicht	[g]	[g]			
1	12,41	9,75	ohne Luft		
2	9,36	8,92	"		
3	9,55	9,24	"		
4	9,58	8,74	"		
5	9,43		ca. doppelte	Trocknungsphase	
6	9,5		Luft 40°C		
7	9,4				
8	8,99				
9	11,38				
10	10,88				
11	10,68				
12	10,89				
13	10,54				
14	10,38				
15	10,66				
16	10,65				
17	8,21				
18	7,99				
19	12,54	11,44			
20	12,57		verkürzte	Trocknungszeit	
21	12,79				
22	12,54				
23	12,65				
24	12,48				
25	12,45				
26	12,36				
27	12,49	8,38	kleben am Kessel		
28	12,51				
29	12,53				
30	12,36				
31	12,49				
32	12,22				
33	16,38				
34	16,17				
35	16,32				
36	16,42				
37	16,4				
38	12,1				
39	12,54				
40	16,29				
41	16,3				
	494,38				

Tab. 11: Versuch I 10

Versuch Nr.: I 11	07.09.2004	Vorgummierung: 50% Quick Coat Lsg.: 14,66g/ 1kg Einlagen Quick Coat Pulver: 10,26g/ 1kg Einlagen		
Dragierlösung	Isomalt GS			
pH-Wert Lösung		6,87		
Temperatur Lösung [°C]		50		
Raumtemperatur [°C]		26		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		56		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36		
	Brix	66		
Parameter				
	Auftrag	Abstreuen	Trocknungszeit	Bemerkungen
Schicht	[g]	[g]	[min]	
1	12,1	12	4	"Mitnehmer"
2	9,96	10,12	4	
3	9,8	9,99	4,5	
4	10,15	10,01	7	"Mitnehmer" raus
5	11,32		5	Luft
6	11,2		4	
7	11,15		4	
8	11,18		4	
9	11,25			
10	7,8			
11	7,53		5	
12	9,33		2,5	
13	9,37		2,5	
14	9,12		3	
15	9,11			
16	8,84		3	
17	9,08		3	
18	9,47		3	
19	8,88		4	
20	8,55			
21	9,18			
	204,37	Abbruch		

Tab. 12: Versuch I 11

Versuch Nr.: I 12		30.09.2004		Vorgummierung: 40% GA-Lsg.: 12,33g/ 1kg Einlagen Isomalt ST-PF: 9,33g/ 1kg Einlagen	
Dragierlösung	Isomalt GS				
pH-Wert Lösung			-	Farbstoff:	
Temperatur Lösung [°C]			50	500095 TiO2 10g/ 1kg Lösung	
Raumtemperatur [°C]			22		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			51		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36		
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen		
Schicht	[g]	[g]			
1	9,36	5,33			
2	8,48	2,9	Luft, da Einlagen rutschen		
3	8,27	2,01			
4	8,21				
5	9,41				
6	8,37		Kesselgeschwindigkeit auf 27	dauert sehr lange	
7	8,32			"	
8	8,56			"	
9	9,89			"	
10	9,73		Kesselgeschwindigkeit wieder	auf 36	
11	10,01				
12	9,67				
13	9,48				
14	10,2				
15	9,71				
16	9,26				
17	7,91				
18	8,07				
19	11,63				
20	11,47				
21	11,93				
22	11,87				
23	11,91				
24	11,82				
25	11,57				
26	11,45				
	256,56	Abbruch	Lösung zu viskos		

Tab. 13: Versuch I 12

Versuch Nr.: I 13	19.10.2004	Vorgummierung: 10% Quick Coat Isomalt Lsg.: 12,5g/ 1kg Einlagen Quick Coat Isomalt Pulver: 30,73g/ 1kg Einlagen Farbstoff: 500095 TiO2 6g/ 600g Lösung			
Dragierlösung	Isomalt GS				
pH-Wert Lösung			-		
Temperatur Lösung [°C]			50		
Raumtemperatur [°C]			22		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			50		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36		
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:		
Schicht	[g]	[g]			
1	11,95	9,57	rutschen		
2	8,55	9,15	"		
3	9,58	8,84	"		
4	9,58	8,51	rutschen Anfangs,	dann laufen frei	
5	9,54		zum Glätten	Menge erhöht,	
6	9,51		Laufzeit verlängert		
7	10,97				
8	10,98				
9	7,32				
10	5,95				
11	6,06				
12	6,58				
13	7,78				
14	8,61				
15	8,85				
16	10,25		Lösung ist	auskristallisiert	
	142,06	Abbruch			

Tab. 14: Versuch I 13

Versuch Nr.: I 14	19.10.2004	keine Vorgummierung			
Dragierlösung	Isomalt GS		Lösung von 28a		
pH-Wert Lösung					
Temperatur Lösung [°C]			50		
Raumtemperatur [°C]			22		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			50		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36		
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:		
Schicht	[g]	[g]			
1	12,37	9,67	sehr lange Trocknungsphase	ca.1h nach dem Abstreuen	
2	8,59	8,72	haben sich kleine Kügelchen	gebildet	
3	8,85	7,77			
4	8,45	7,16			
5	8,73				
	46,99	Abbruch		Lösung auskristallisiert	

Tab. 15: Versuch I 14

Versuch Nr.: I 15	21.10.2004	Vorgummierung: 50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 8,07g/ 1kg Einlagen Quick Coat Isomalt Pulver: 5,65g/ 1kg Einlagen + 50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 7,67g/ 1kg Einlagen Quick Coat Isomalt Pulver: 7,29g/ 1kg Einlagen Farbstoff: 500095 TiO2 6g/ 600g Lösung	
Dragierlösung	Isomalt GS		
pH-Wert Lösung		6,5	
Temperatur Lösung [°C]		50	
Raumtemperatur [°C]		22	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		55	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36	
Parameter			
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:
Schicht	[g]	[g]	
1	12,46	10,29	
2	8,49	7,22	
3	8,73	6,86	
4	8,58	7,01	
5	10,06		
6	9,82		
7	10,23		
8	9,89		
9	11,37		
10	7,53		
11	7,68		
12	9,63		
13	9,91		kleben ziemlich stark an einander
14	7,45	weniger Auftrag,	weniger kleben
15	7,56		Luftzugabe
16	7,53		
17	7,27		
18	7,64		
19	7,49		
20	7,62		
21	10,16		
22	9,88		
23	9,97		
24	10,24		
25	9,61		
26	9,42		
27	9,56		
28	9,67		
29	9,3		
30	9,28		
31	9,44		
32	10,05		
33	10,25		
34	10,39		
35	10,31		
36	10,34		
37	10,32		
38	10,51		
39	10,33		
40	10,32		
41	10,21		
42	10,51		
43	10,23		
44	10,14		
45	10,35		
46	10,11		
47	10,07		
	447,91		

Tab. 16: Versuch I 15

Versuch Nr.: I 16	22.10.2004	Vorgummierung: 50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 8,41g/ 1kg Einlagen Quick Coat Isomalt Pulver: 6,13g/ 1kg Einlagen Farbstoff: 500095 TiO2 6g/ 600g Lösung	
Dragierlösung	Isomalt GS		
pH-Wert Lösung	-		
Temperatur Lösung [°C]	50		
Raumtemperatur [°C]	22		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]	48		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]	27		
Parameter			
Schicht	Auftrag [g]	Abstreuen [g]	Bemerkungen:
1	11,2	10,56	
2	8,77	8,65	kleine Kügelchen
3	8,82	7,71	im Kessel
4	8,72	8,43	
5	9		
6	8,68		
7	8,98		
8	9,21		
9	10,28		
10	9,87		
11	10,2		
12	10,01		
13	9,94		Luftzugabe zur schnelleren Trocknung
14	10,53		
15	10,21		
16	10,27		Kleben! Vereinzelt
17	7,81		
18	7,37		wieder Kügelchen
19	11,23		
20	11,55		Geschwindigkeit auf 36, da die Einlagen sehr kleben
21	11,16		
22	11,43		
23	11,28		
24	11,73		
25	11,49		
26	11,48		
27	11,52		
28	11,56		
29	11,66		
30	15,48		
31	14,64		
32	14,66		
33	14,7		
34	14,52		
35	14,67		
36	14,42		
37	14,47		
38	14,6		
39	14,7		
40	14,68		
41	14,62		
42	14,81		
43	14,73		
44	14		
45	7,57		
46	7,51		
47	7,42		
48	6,27		
49	5,37		
	549,8		

Tab. 17: Versuch I 16

Versuch Nr.: I 17	28.10.2004	Vorgummierung:	
Dragierlösung	Isomalt GS	50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 10,04g/ 1kg Einlagen	
pH-Wert Lösung	5,53	Quick Coat Isomalt Pulver: 9,92g/ 1kg Einlagen	
Temperatur Lösung [°C]	50	50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 8,96g/ 1kg Einlagen	
Raumtemperatur [°C]	21	Quick Coat Isomalt Pulver: 14,15g/ 1kg Einlagen	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]	50	Farbstoff:	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]	36	500095 TiO2 6g/ 600g Lösung	
	Brix	602042 EB Lemon Yellow Shade 0,4g/600g	
		67	
Parameter			
Schicht	Auftrag [g]	Abstreuen [g]	Bemerkungen:
1	12,07	10,69	
2	8,71	6,01	
3	9,06	7,06	
4	9,21	7,59	
5	9,65		
6	9,44		
7	9,79		
8	9,38		
9	9,8		kleben, Absplittern Luft
10	10,11		
11	10,41		
12	10,15		
13	10,4		kleine Kügelchen
14	10,45		
15	10,2		
16	10,1		
17	7,88		
18	7,81		
19	8,61		weniger Auftrag, kleben weniger
20	10,13		
21	10,57		
22	10,53		
23	10,37		
24	10,47		
25	10,44		
26	10,75		
27	10,43		
28	10,27		
29	10,31		
30	10,34		
31	10,36		
32	10,28		
33	10,65		
34	10,18		
35	10,45		
36	10,56		
37	10,49		
38	10,64		
39	10,61		
40	10,44		
41	10,55		
42	10,6		
43	10,71		
44	10,21		
45	10,26		
	454,83		

Tab. 18: Versuch I 17

Versuch Nr.: I 18		29.10.2004		Vorgummierung:	
Dragierlösung		Isomalt GS		50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 8,06g/ 1kg Einlagen	
pH-Wert Lösung		-		Quick Coat Isomalt Pulver: 7,68g/ 1kg Einlagen	
Temperatur Lösung [°C]		50		50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 6,67g/ 1kg Einlagen	
Raumtemperatur [°C]		21		Quick Coat Isomalt Pulver: 6,33g/ 1kg Einlagen	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		52		Farbstoff:	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36		500095 TiO2 6g/ 600g Lösung	
		Brix		180657 EB Cherry Shade 0,065g/600g	
Parameter		68			
Schicht	Auftrag [g]	Abstreuen [g]	Bemerkungen:		
1	11,35	10,35			
2	10,35	6,98			
3	9,14		kein Abstreuen,	Trocknung mit Luft	
4	8,94		"		
5	8,12	5,02			
6	7,95				
7	8,07				
8	6,91				
9	6,78				
10	6,84				
11	7,71				
12	8,04				
13	7,92				
14	7,68				
15	7,91				
16	7,9				
17	8,13				
18	7,89				
19	7,85				
20	8,46				
21	9,27		kleine Kügelchen		
22	8,92				
23	9,35				
24	9,17				
25	8,99				
26	9,03				
27	10,46		kleben		
28	10,32				
29	10,41				
30	10,54				
31	10,43				
32	10,74				
33	10,65				
34	10,52				
35	10,35				
36	10,47				
37	10,42				
38	10,49				
39	10,59				
40	11,81				
41	10,43				
42	10,55				
43	10,77				
44	10,36				
45	10,96				
46	10,52				
47	10,53				
	440,99				

Tab. 19: Versuch I 18

Versuch Nr.: I 19	25.11.2004	Vorgummierung: 50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 8,89g/ 1kg Einlagen Quick Coat Isomalt Pulver: 8,44g/ 1kg Einlagen 50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 6,97g/ 1kg Einlagen Quick Coat Isomalt Pulver: 7,85g/ 1kg Einlagen Farbstoff: 500095 TiO2 6g/ 600g Lösung Mischung Allura Rot + Carbomed 1g Mischung/ 600g Lsg.	
Dragierlösung	Isomalt GS		
pH-Wert Lösung	-		
Temperatur Lösung [°C]	50		
Raumtemperatur [°C]	20		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]	40		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]	36		
Parameter			
Schicht	Auftrag [g]	Abstreuen [g]	Bemerkungen:
1	12,75	10,98	
2	9,19	7,43	
3	9,21	6,63	
4	9,12	7,22	
5	9,13		
6	9,07		
7	8,22		
8	7,81		
9	8,15		
10	8,09		
11	8,34		
12	7,88		
13	8,17		
14	9,24		
15	9,32		
16	9,19		
17	9,35		
18	9,4		
19	9,38		
20	9,39		Kügelchen
21	9,4		
22	9,42		
23	9,26		
24	6,52		
25	6,95		
26	6,87		
27	10,23		
28	10,51		
29	10,39		
30	10,54		
31	10,56		
32	10,45		
33	10,7		
34	10,3		
35	10,7		
36	10,4		
37	10,54		
38	10,18		
39	10,44		
40	10,43		
41	10,89		
42	10,39		
43	10,96		
44	10,67		
45	10,61		
46	8,05		
47	8,16		
	444,92		

Tab. 20: Versuch I 19

Versuch Nr.: I 20	26.11.2004	Vorgummierung: 50% Quick Coat Isomalt Lsg.: 17,38g/ 2kg Einlagen Quick Coat Isomalt Pulver: 19,88g/ 2kg Einlagen Farbstoff: Mischung Allura Rot + Carbomed 4g Mischung/ 1200g Lsg.
Dragierlösung	Isomalt GS	
pH-Wert Lösung	-	
Temperatur Lösung [°C]	50	
Raumtemperatur [°C]	20	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]	40	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]	36	

Parameter

	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:
Schicht	[g]	[g]	
1	25,61	23,56	2kg Einlagen
2	18,42	17,59	
3	18,28	13	
4	18,68	15,82	
5	17,98		
6	18,04		
7	18,31		
8	18,12		
9	19,37		
10	19,31		
11	19,21		
12	19,05		
13	18,97		
14	13,21		
15	13,32		
16	12,84		
17	18,31		
18	17,93		
19	17,73		
20	18,07		
21	19,03		
22	19,43		
23	18,96		
24	19,38		
25	19,18		
26	19,07		
27	19,26		
28	19,1		
29	19,47		
30	20,51		
31	20,48		
32	20,52		
33	20,42		
34	20,25		
35	20,51		
36	20,52		
37	20,41		
38	21,61		
39	21,62		
	740,49		

Tab. 21: Versuch I 20

Versuch Nr.: M 01 13.08.2004				
Dragierlösung		Maltit		
pH-Wert Lösung		6,16		
Temperatur Lösung [°C]		60		
Raumtemperatur [°C]		27		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		54		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36		
Parameter				
	Auftrag	Abstreuen	Trocknungszeit	Bemerkungen:
Schicht	[g]	[g]	[min]	
1	23,8	21,8		
2	40,4			
3	33,3	12,1		
4	26,2			
5	20,8			
6	20,8		10	
7	20,8		3	Luft
8	19,9		10	
9	20,6		10	
10	20,2		5	
11	20,1		5	28 min-1
12	20,6		10	kleben
13	20,8		10	"
14	21,3		10	"
15	17		10	"
16	16,8		7	wieder 36 min-1
17	16,8		7	
18	17		7	
19	16,6		7	
20	16,5		7	
21	16,8		7	
22	17		7	
23	20		7	
24	17,3		7	
25	17,7		7	
26	16,7		7	
27	17,1		7	
28	17,1		7	
29	17,4		7	
30	18,4		7	
	605,8			

Tab. 22: Versuch M 01

Versuch Nr.: M 02 08.09.2004				
Dragierlösung		Maltit		
pH-Wert Lösung		7,13		
Temperatur Lösung [°C]		60		
Raumtemperatur [°C]		25		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		49		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36		
		Brix	73	
Parameter				
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:	
Schicht	[g]	[g]		
1	13,02	5,76	es bilden sich Kügelchen	Luft
2	6,5			
3	6,43			
4	6,42			
5	12,92		kleben	
6	12,87			
7	12,63			
8	12,2		mit Luftstrom lange	getrocknet, die nächsten
9	12,23		Schichten kleben	nicht mehr so
10	12,15			
11	10,52			
12	10,42			
13	17,87			
14	15,13			
15	16,65			
16	16,5			
17	16,44			
18	23,29		sehr lange Trocknungs-	und Verteilungsphase
19	20,59			
20	18,38			
21	20,79			
22	19,69			
23	19,84			
24	19,88			
25	22,01			
26	22,03			
27	23,59			
	420,99			

Tab. 23: Versuch M 02

Versuch Nr.: M 03		09.09.2004		Vorgummierung: 50% Quick Coat Maltitol Lsg.: 13,98g/1kg Einlagen Quick Coal Maltitol Pulver: 6,06g/ 1kg Einlagen	
Dragierlösung		Maltit			
pH-Wert Lösung				7,01	
Temperatur Lösung [°C]				60	
Raumtemperatur [°C]				24	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]				47	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]				250	
		Brix		70	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:		
Schichten	[g]	[g]			
1	14,69	2,04			
2	6,22				
3	6,68				
4	6,87				
5	12,67				
6	13,07				
7	12,67				
8	12,8				
9	12,42				
10	13,11				
11	9,98				
12	10,16				
13	16,49				
14	16,48				
15	16,33				
16	16,44				
17	16,27				
18	21,2				
19	21,7				
20	21,66				
21	21,57				
22	22,19				
23	25,26				
24	25,45				
25	24,97				
26	24,99				
27	25,19				
28	25,51				
29	25,35				
30	22,23				
31	25,94				
	546,56				

Tab. 24: Versuch M 03

Versuch Nr.: M 04 13.09.2004			Vorgummierung: 50% Quick Coat Maltitol Lsg.: 14,23g/1kg Einlagen Quick Coal Maltitol Pulver: 5,05g/ 1kg Einlagen Farbstoff: 311744 Chinolin Gelb 0,3g/600g	
Dragierlösung	Maltit			
pH-Wert Lösung	-			
Temperatur Lösung [°C]			60	
Raumtemperatur [°C]			24	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			50	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36	
Brix			70	
Parameter				
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:	
Schicht	[g]	[g]		
1	17,86	7,44	zu viel Lösung, anstelle	von 12ml -14ml
2	6,37			
3	6,42			
4	6,31			
5	12,86			
6	12,75			
7	13,14			
8	12,89			
9	12,74			
10	12,32			
11	10,45			
12	10,15			
13	16,59			
14	16,74			
15	16,33			
16	16,75			
17	16,11			
18	19,41			
19	19,27			
20	19,26			
21	19,51			
22	18,84			
23	21,01			
24	21,22			
25	18,5		Brix 73	
26	18,73			
27	19,27			
28	19,78			
29	19,59			
30	18,29			
31	20,24			
32	19,28			
	508,98			

Tab. 25: Versuch M 04

Versuch Nr.: M 05a		14.09.2004		Vorgummierung: 50% Quick Coat Maltitol Lsg.: 14,25g/1kg Einlagen Quick Coal Maltitol Pulver: 4,76g/ 1kg Einlagen Farbstoff: 312504 Allura Rot 0,2g/600g	
Dragierlösung		Maltit			
pH-Wert Lösung		7,01			
Temperatur Lösung [°C]		60			
Raumtemperatur [°C]		24			
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		50			
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36			
		Brix		70	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:		
Schicht	[g]	[g]			
1	15,46	3,57			
2	6,81				
3	6,51				
4	6,74				
5	12,76				
6	12,96				
7	12,72				
8	13,06				
9	13,03				
10	12,99				
11	10,13				
12	10,38				
13	16,8				
14	16,45				
15	16,84				
16	16,74				
17	17,06				
18	19,12				
19	19,13				
20	19,32				
21	18,99				
22	19,02				
23	19,36				
24	19,15				
25	19,33				
26	19,57				
27	18,99				
28	19,46				
29	18,2				
30	18,13				
31	18,49				
32	19,32		Brix 74		
	503,02				

Tab. 26: Versuch M 05a

Versuch Nr.: M 05b		14.09.2004		Vorgummierung: 50% Quick Coat Maltitol Lsg.: 14,43g/1kg Einlagen Quick Coal Maltitol Pulver: 5,64g/ 1kg Einlagen Farbstoff: 601305 Apple Green Shade 0,25g/600g	
Dragierlösung		Maltit			
pH-Wert Lösung		7,05			
Temperatur Lösung [°C]		60			
Raumtemperatur [°C]		24			
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		50			
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36			
		Brix		70	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:		
Schicht	[g]	[g]			
1	10,46		ohne		
2	4,79		Abstreuen		
3	5,27				
4	5,26				
5	9,25				
6	9,09				
7	8,67				
8	8,85				
9	10,05				
10	8,82				
11	6,52				
12	6,89				
13	10,16				
14	10,34				
15	10,33				
16	10,21				
17	10,55				
18	15,93				
19	15,23				
20	15,58				
21	15,19				
22	15,02				
23	16,58				
24	16,66				
25	16,79				
26	16,78				
27	16,37				
28	16,95				
29	15,48				
30	16,91				
31	16,63				
32	16,64				
33	16,27				
34	16,46				
35	16,23				
36	16,47				
37	16,28				
38	17,28				
39	5,49				
40	5,5				
41	5,12				
42	5,58				
508,93					

Tab. 27: Versuch M 05b

Versuch Nr.: M 06		15.09.2004		Vorgummierung: 50% Quick Coat Maltitol Lsg.: 14,00g/1kg Einlagen Quick Coal Maltitol Pulver: 7,37g/ 1kg Einlagen	
Dragierlösung		Maltit		Farbstoff: SL Liquipure Blue 0,3g/600g	
pH-Wert Lösung		6,86			
Temperatur Lösung [°C]		60			
Raumtemperatur [°C]		24			
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		49			
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36			
Brix		71			
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:		
Schicht	[g]	[g]			
1	10,36		ohne		
2	5,52		Abstreuen		
3	5,46				
4	5,38				
5	9,29				
6	9,38				
7	9,18				
8	9,23				
9	9,06				
10	9,14				
11	6,95				
12	6,77				
13	10,5				
14	10,93				
15	10,32				
16	10,74				
17	10,6				
18	15,61				
19	15,84				
20	15,74				
21	15,71				
22	15,65				
23	17,04				
24	17,13				
25	17,16				
26	16,9				
27	17,01				
28	17,1				
29	16,44				
30	16,64				
31	16,91				
32	16,59				
33	16,8				
34	16,85				
35	17,01				
36	16,48				
37	16,35				
38	16,76				
39	5,14				
40	5				
	506,67				

Tab. 28: Versuch M 06

Versuch Nr.: M 07	16.09.2004	Vorgummierung: 50% Quick Coat Maltitol Lsg.: 14,19g/1kg Einlagen Quick Coal Maltitol Pulver: 10,72g/ 1kg Einlagen Farbstoff: SL3680 Liquipure Blue 0.3g/600g 500095 TiO2 5,9g/600g	
Dragierlösung	Maltit		
pH-Wert Lösung	6,85		
Temperatur Lösung [°C]	60		
Raumtemperatur [°C]	24		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]	50		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]	36		
Parameter			
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:
Schicht	[g]	[g]	
1	10,23		ohne
2	5,72		Abstreuen
3	5,25		
4	5,28		
5	9,04		
6	9,26		
7	8,78		
8	9,22		
9	9,13		
10	9,54		
11	6,66		
12	7,2		
13	10,33		
14	10,62		
15	10,31		
16	10,28		
17	10,48		
18	15,52		
19	15,91		
20	15,89		
21	16,02		
22	15,89		
23	17,04		
24	17,25		
25	17,2		
26	16,97		
27	16,37		
28	17,11		
29	17,1		
30	17,18		
31	17,14		
32	17,44		
33	16,86		
34	17,05		
35	16,94		
36	17,67		
37	17,3		
38	17,02		
39	5,22		
40	5,25		
41	4,6		
42	5,25		
520,52			

Tab. 29: Versuch M 07

Versuch Nr.: M 08		17.09.2004		Vorgummierung: 50% Quick Coat Maltitol Lsg.: 14,20g/1kg Einlagen Quick Coal Maltitol Pulver: 8,18g/ 1kg Einlagen Farbstoff: 503006 β -Carotin 2g/600g Lösung	
Dragierlösung		Maltit			
pH-Wert Lösung		6,82			
Temperatur Lösung [°C]		60			
Raumtemperatur [°C]		23			
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		49			
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36			
		Brix		71	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Trocknungszeit	Bemerkungen:	
Schicht	[g]	[g]	[min]		
1	10,09		8	ohne	
2	4,77		4	Abstreuen	
3	5,03		4		
4	5,39		4		
5	9,22		6		
6	8,84		6		
7	9,24		6		
8	8,96		6		
9	8,87		6		
10	9,17		6		
11	6,39		4,5		
12	6,46		4		
13	10,38		6		
14	10,09		6		
15	10,53		4,5	Luft	
16	10,46		4,5		
17	10,08		5		
18	14,6		7		
19	13,73		6		
20	14,76		6		
21	14,15		-		
22	14,22		7		
23	16,6		7		
24	16,71		7		
25	16,85		7		
26	16,78		7		
27	16,76		7		
28	16,87		7		
29	16,96		7		
30	16,63		6		
31	16,4		6		
32	16,74		6		
33	16,89		6		
34	16,8		6		
35	16,91		6		
36	16,75		6		
37	16,56		6		
38	17,06		5		
39	5,18		2		
40	5,19		2		
41	5,38		2		
42	5,2		2		
504,65					

Tab. 30: Versuch M 08

Versuch Nr: M 09		21.09.2004		Vorgummierung: 50% Quick Coat Maltitol Lsg.: 14,44g/1kg Einlagen Quick Coal Maltitol Pulver: 11,67g/ 1kg Einlagen Farbstoff: Allura Rot Lack 1,6g/600g	
Dragierlösung		Maltit			
pH-Wert Lösung		6,44			
Temperatur Lösung [°C]		60			
Raumtemperatur [°C]		23			
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		52			
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		251			
		Brix		71	
Parameter					
	Auftrag	Abstreuen	Bemerkungen:		
Schicht	[g]	[g]			
1	10,28		ohne	muss die ganze Zeit mit Luft	
2	5,01		Abstreuen	gearbeitet werden, Einlagen	
3	5,22			kleben schon ab der ersten Schicht	
4	5,18				
5	9,09				
6	9,3				
7	9,21				
8	9,08				
9	9,08				
10	9,01				
11	6,54				
12	6,83				
13	10,43				
14	10,59				
15	10,66				
16	10,69				
17	10,48				
18	14,34				
19	14,38				
20	14,48				
21	14,46				
22	14,49				
23	16,88				
24	16,79				
25	16,77				
26	17,01				
27	17,05				
28	17,15				
29	16,9				
30	16,94				
31	16,72				
32	16,84				
33	16,98				
34	16,83				
35	17,22				
36	17,25				
37	16,94				
38	16,94				
39	5,18				
40	5,34				
41	4,97				
42	5,1				
510,63					

Tab. 31: Versuch M 09

Versuch Nr.: X/M 01 01.10.2004			
Dragierlösung		Xylit/Mannit	
pH-Wert Lösung		7,94	
Temperatur Lösung [°C]		76	
Raumtemperatur [°C]		25	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		49	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36	
Parameter			
	Auftrag	Bemerkungen:	
Schicht	[g]		
1	12,49	kein Abstreuen	
2	10,73	kleben an	einander
3	6,3	"	
4	6,2	"	
5	8,66		
6	8,81		
7	8,88	kurze Verteilung	anschließend Trocknung mit Luft
8	10,05		Luftstromtemp.21°C
9	10,12	"	
10	12,46	"	
11	12,58	"	
12	12,63	"	
13	12,53	"	
14	12,4	"	
15	12,31	"	
16	12,26	"	
17	12,69	"	
18	12,31	"	
19	12,51	"	
20	15,04	"	
21	14,68	"	
22	15,2	"	
23	15,01	"	
24	15,27	"	
25	15,25	"	
Summe	297,37		
		Farbstoff:	503253 0,48g/50g Lösung
			503006 1,26g/50g Lösung
26	14,93		
27	15,05		
28	15,17		
Summe	45,15		
Gesamt	342,52		

Tab. 32: Versuch X/M 01

Versuch Nr.: X/M 02		08.10.2004	
Dragierlösung		Xylit/Mannit	
pH-Wert Lösung		-	
Temperatur Lösung [°C]		76	
Raumtemperatur [°C]		24	
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		48	
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36	
		Lufttemperatur 20°C	
Parameter	Auftrag	Bemerkungen:	
Schicht	[g]		
1	6,25		
2	6,18		
3	6,11		
4	8,57		
5	8,72		
6	9,07		
7	8,74		
8	9,94		
9	9,71		
10	9,99		
11	10,02		
12	12,5		
13	12,44		
14	12,4		
15	12,27		
16	12,7		
17	13,54		
18	12,27		
19	13,23		
20	13,62		
21	13,56		
22	14,8		
23	14,87		
24	15,32		
25	14,65		
26	14,93		
27	15,2		
28	14,84		
29	14,95		
30	15,28		
	356,67		
		Farbstoff:	
31	15,9	503065 0,15g/100g	Lösung
32	16,07		
33	16,45		
34	16,42		
35	16,4		
36	16,6		
	97,84		
Gesamt	454,51		

Tab. 33: Versuch X/M 02

Versuch Nr.: X/M 03		11.10.2004		Farbstoff: 957002 Indigo Carmin Lack 1,4g/500g	
Dragierlösung			Xylit/Mannit		
pH-Wert Lösung			-		
Temperatur Lösung [°C]			76		
Raumtemperatur [°C]			22		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			44		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36		
Parameter					
	Auftrag	Bemerkungen:		Auftrag	Bemerkungen:
Schicht	[g]		Schicht	[g]	
1	7,68	Lösung bedeckt nicht vollständig die ganzen Dragees	12	15,59	
2	7,32	"	13	15,36	
3	12,62		14	15,65	
4	10,36		15	15,51	
5	12,95		16	15,66	
6	13,01		17	15,7	
7	13,18		18	16,92	
8	12,96		19	17,16	
9	14,3		20	19,28	
10	14,32			279,77	
11	14,24			Abbruch	Lösung zu dickflüssig

Tab. 34: Versuch X/M 03

Versuch Nr.: X/M 04		12.10.2004		Farbstoff 500191Carmin Lack 1,4g/500g	
Dragierlösung			Xylit/Mannit		
pH-Wert Lösung			-		
Temperatur Lösung [°C]			76		
Raumtemperatur [°C]			24		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			39		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36		
Parameter					
	Auftrag	Bemerkungen:		Auftrag	Bemerkungen:
Schicht	[g]		Schicht	[g]	
1	12,51		15	15,33	
2	12,57		16	15,32	
3	12,53		17	15,36	
4	13,8		18	15,4	
5	13,85		19	15,36	
6	13,9		20	15,34	
7	13,92		21	15,41	
8	13,95		22	16,71	
9	13,88		23	16,58	
10	13,92		24	16,65	
11	13,81		25	16,28	
12	15,28		26	16,53	
13	15,36			384,96	
14	15,41				

Tab. 35: Versuch X/M 04

Versuch Nr.:	X/M 05	13.10.2004	Farbstoff	500191 Carmin Lack 0,4g/500g	
Dragierlösung			Xylit/Mannit		
pH-Wert Lösung			-		
Temperatur Lösung [°C]			76		
Raumtemperatur [°C]			26		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			39		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36		
Brix			70		
Parameter					
	Auftrag	Bemerkungen:		Auftrag	Bemerkungen
Schicht	[g]		Schicht	[g]	
1	12,44		15	15,05	
2	12,38		16	15,36	
3	12,5		17	15,35	
4	12,45		18	15,29	
5	12,57		19	15,51	
6	12,67		20	15,57	
7	13,63		21	15,37	
8	13,44		22	15,35	Lösung kristallisiert aus
9	14,01		23	16,4	
10	14,02		24	16,19	
11	13,99		25	16,5	
12	13,97		26	16,54	
13	14,09		27	16,82	
14	15,19			392,65	

Tab. 36: Versuch X/M 05

Versuch Nr.:	X/M 06	14.10.2004	Farbstoff	503253 Carmin 0,6g/470 503006 β -Carotin 1,575g/470	
Dragierlösung			Xylit/Mannit		
pH-Wert Lösung			-		
Temperatur Lösung [°C]			76		
Raumtemperatur [°C]			24		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]			43		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]			36		
Parameter					
	Auftrag	Bemerkungen:		Auftrag	Bemerkungen
Schicht	[g]		Schicht	[g]	
1	12,54		14	14,12	
2	12,75		15	13,86	
3	12,65		16	15,35	
4	12,57		17	15,6	
5	12,67		18	14,72	
6	12,71		19	15,54	Lösung kristallisiert aus
7	12,89		20	15,37	
8	14,18		21	15,28	
9	14,3		22	15,63	
10	14,2		23	15,49	
11	14,38		24	15,65	
12	14,25		25	15,6	
13	14,17			356,47	

Tab. 37: Versuch X/M 06

Versuch Nr.:	X/M S1	08.12.2004	Farbstoff	957061 Brillant Blau Lack LD
				0,5g/500g Lösung
Dragierlösung		Xylit/Mannit		
pH-Wert Lösung		5,25		
Temperatur Lösung [°C]		76		
Raumtemperatur [°C]		22		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		45		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36		
Parameter		Brix	68-69	
	Auftrag	Bemerkungen:	Auftrag	Bemerkungen
Schicht	[g]		Schicht	[g]
1	12,21		14	14,12
2	12,91		15	14,29
3	12,82		16	14,06
4	12,79		17	15,22
5	12,91		18	15,15
6	12,72		19	15,25
7	12,88		20	15,54
8	14,34		21	15,19
9	13,82		22	15,54
10	14,04		23	15,08
11	14,24		24	15,12
12	14,21		25	15,39
13	14,12		26	15,42
				369,38

Tab. 38: Versuch X/M S1

Versuch Nr.:	X/M S2	09.12.2004	Farbstoff	957061 Brillant Blau Lack LD
				0,5g/500g + 500095 TiO2 7,5g/500g
Dragierlösung		Xylit/Mannit		
pH-Wert Lösung		5,05		
Temperatur Lösung [°C]		76		
Raumtemperatur [°C]		22		
Luftfeuchtigkeit [%rel.]		42		
Trommelgeschwindigkeit [min-1]		36		
Parameter				
	Auftrag	Bemerkungen:	Auftrag	Bemerkungen
Schicht	[g]		Schicht	[g]
1	12,7		15	14,12
2	12,69		16	13,69
3	13,06		17	13,99
4	12,65		18	15,4
5	13,13		19	14,93
6	12,61		20	15,67
7	12,83		21	15,24
8	12,48		22	15,96
9	13,61		23	15,53
10	13,75		24	15,51
11	14,27		25	15,32
12	14,13		26	14,66
13	14,22		27	15,66
14	13,71			381,52

Tab. 39: Versuch X/M S2

Versuch Nr.:	X/M S3	10.12.2004	Farbstoff	957061 Brillant Blau Lack LD 0,5g/500g Lösung + 503254 Carmin 3,5g/500g	
Dragierlösung		Xylit/Mannit			
pH-Wert Lösung					7
Temperatur Lösung [°C]					76
Raumtemperatur [°C]					21
Luftfeuchtigkeit [%rel.]					41
Trommelgeschwindigkeit [min-1]					36
Parameter					
	Auftrag	Bemerkungen:		Auftrag	Bemerkungen
Schicht	[g]		Schicht	[g]	
1	12,91		15	14,05	
2	12,45		16	13,92	
3	12,95		17	14,19	
4	12,92		18	15,4	
5	12,61		19	15,19	
6	12,56		20	15,43	
7	12,74		21	15,3	
8	12,65		22	15,2	
9	14,11		23	15,31	
10	13,95		24	15,4	
11	14,1		25	15,27	
12	13,88		26	15,48	
13	14,41		27	15,26	
14	14,11			381,75	

Tab. 40: Versuch X/M S3

Versuch Nr.:	X/M S4	10.12.2004	Farbstoff	957061 Brillant Blau Lack LD 0,5g/500g + 503254 Carmin 3,5g/500g + 500095 TiO2 7,5g/500g	
Dragierlösung		Xylit/Mannit			
pH-Wert Lösung					7,08
Temperatur Lösung [°C]					76
Raumtemperatur [°C]					23
Luftfeuchtigkeit [%rel.]					40
Trommelgeschwindigkeit [min-1]					36
Parameter					
	Auftrag	Bemerkungen:		Auftrag	Bemerkungen
Schicht	[g]		Schicht	[g]	
1	12,68		14	15,26	
2	12,56		15	14,05	
3	12,49		16	14,01	
4	12,81		17	14	
5	12,81		18	15,51	
6	12,81		19	15,45	
7	12,83		20	15,34	
8	12,73		21	15,45	
9	14		22	15,32	
10	14,04		23	15,42	
11	14,14		24	15,46	
12	14,08		25	15,52	
13	13,92		26	352,69	

Tab. 41: Versuch X/M S4