

Allulose als alternativer Zucker zur Kalorienreduktion in Nektaren

| Allulose | Cellobiose | Kalorienreduktion | Nektare | TH OWL | Zucker |

Kalorienreduktion ist weiterhin eines der großen Themen der Lebensmittelindustrie. In Bezug auf Zucker empfiehlt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) eine maximale Obergrenze von weniger als zehn Prozent der Gesamtenergiezufuhr, was bei einem gesunden Erwachsenen einer Zuckerzufuhr von etwa 50 g pro Tag entspricht. Die nationale Verzehrstudie des Max Rubner-Instituts (NVSII) zeigt eine deutlich höhere Aufnahme in Deutschland. Der freie Zucker aus Fruchtsäften und Nektaren macht hierbei bereits 17-19 % der gesamten Zuckeraufnahme aus (MRI). Eine Reduktion dieses Anteils in zuckerhaltigen Getränken kann somit zur Förderung gesunder Ernährung beitragen. Der Verbraucher fordert allerdings kalorienreduzierte Alternativen ohne Einbußen in Geschmack und Qualität. Neuartige kalorienarme Zucker wie beispielsweise Allulose bieten eine Alternative, um Produkte zu entwickeln, die trotz verringertem Brennwert ein zuckerähnliches Geschmacksprofil und volles Mundgefühl mitbringen.

Zucker ist ein entscheidender und wesentlicher Bestandteil der menschlichen Ernährung. Er dient als Energielieferant, Geschmacksträger und je nach Applikation als funktioneller Inhaltsstoff. Doch ein dauerhaft zu hoher Konsum von Zucker kann zu Übergewicht, bis hin zur Adipositas führen und infolgedessen auch Folgekrankheiten wie Diabetes mellitus Typ 2 und kardiovaskuläre Krankheiten hervorrufen, wie beispielsweise Studien von Schulte, H., von Eckardstein, A., Cullen, P. *et al.* belegen. Die derzeitige Situation in der Bundesrepublik Deutschland zeigt alarmierende Zahlen. Die Auswertung der Nationalen Verzehrstudie durchgeführt vom Max-Rubner-Institut (NVS II 2008) belegt das 66 % der Männer und 51 % der Frauen übergewichtig sind. Jeder fünfte Deutsche ist adipös (BMI über 30 kg/m²).

Als Reaktion darauf hat die Bundesregierung die Nationale Reduktions- und Innovationstrategie für Zucker, Fette und Salz in Fertigprodukten in Kooperation mit der Lebensmittelindustrie, dem Handwerk, dem Einzelhandel, sowie Verbraucherorganisationen und Wissenschaft erarbeitet.

Das übergeordnete Ziel der Strategie ist eine Förderung der gesunden Lebensweise und damit eine Senkung des Anteils von Übergewichtigen und Adipösen in der Bevölkerung bei einer zeitgleichen Verringerung der Folgekrankheiten. Erreicht werden soll dieses Ziel durch Maßnahmen zur Reduktion von Zucker und/oder Fetten oder durch die Verringerung der Portionsgrößen.

Um die technische Umsetzbarkeit sowie die Verbraucherakzeptanz zu prüfen, führte die Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft (DLG) 2018 eine Verbraucher- und Expertenbefragung durch. Ein entscheidendes Ergebnis dieser Befragung ist, dass auch bei einer Reduktion von Zucker und Fetten der Genusswert des Lebensmittels Priorität besitzt. Der Einsatz neuer kalorienarmer Zucker könnte hier eine Möglichkeit bieten, kalorienreduzierte Produkte zu entwickeln, die dem Referenzprodukt im Punkt Genuss nicht nachstehen. Im Rahmen eines Innovationsförderprogramms wurde das Forschungsprojekt „Neuartige kalorienarme Zucker in Lebensmitteln“ gestartet. Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung. In diesem Projekt werden die Herstellungsprozesse von Allulose und Cellobiose, sowie die ernährungsphysiologischen, technologischen und sensorischen Aspekte in Lebensmittelreformulierungen unterschiedlicher Applikationen untersucht. Bearbeitet werden die unterschiedlichen Themenbereiche durch ein Joint Venture aus Wirtschaft und Forschung mit der RWTH Aachen, der TH Ostwestfalen-Lippe, Savanna Ingredients GmbH, Pfeifer & Langen und der Krüger GmbH.

Allulose – ein kalorienarmer Zucker

Einer der vielversprechenden neuartigen Zucker ist die Allulose (auch Psicose genannt). Es handelt sich hierbei um ein Monosaccharid und Epimer der Fructose (*Abbildung 1*).

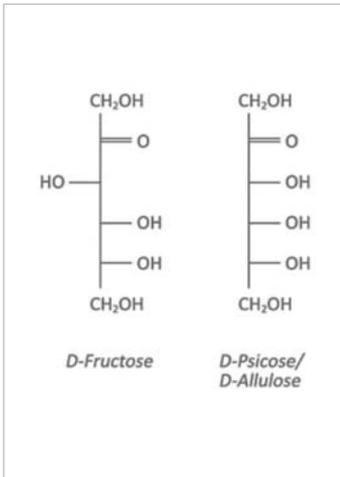


Abbildung 1: Strukturformel für Fructose und Allulose

© alle TH OWL

Sie wird auch als „rare sugar“ (seltener Zucker) klassifiziert, was auf das geringere natürliche Vorkommen (beispielsweise in Rosinen oder Feigen) zurückzuführen ist. Die relative Süßkraft von Allulose im Vergleich zu Saccharose liegt zwischen 60-70 %. Durch den geringen Brennwert von 0,2 kcal/g, der sensorischen Qualität und den guten Verarbeitungseigenschaften könnte Allulose eine interessante Alternative zu Saccharose und anderen Zuckern sein.

Durch den niedrigen glykämischen Index bietet dieser Zucker eine Alternative für Diabetiker und wird als zahnfreundlich eingestuft. Die Studien in Amerika im Zusammenhang mit dem Zulassungsverfahren (GRAS-Status) haben eine gute Verträglichkeit gezeigt. In Europa ist Allulose zurzeit noch nicht als Lebensmittel zugelassen, die Zulassung bei der EFSA aber bereits beantragt.

Kalorienreduktion durch Allulose am Beispiel Bananenektar

Ein Teilbereich des Projektes „Neuartige Zucker in Lebensmitteln“ befasst sich mit der Prüfung der Einsatzmöglichkeiten von Allulose in fruchtsafthaltigen Getränken. Neben der Entwicklung von Rezepturen und deren sensorischem Vergleich werden auch die Prozessstabilität und Lagerstabilität analytisch und sensorisch betrachtet. Verglichen werden die kalorienreduzierten Rezepturen mit einem Vollzuckerstandard.

Die *Tabelle 1* zeigt eine Aufstellung von Rezepturen am Beispiel Bananenektar, die einem sensorischen und analytischem Vergleich unterzogen wurden. Es handelt sich um drei unterschiedliche Varianten. Eine Vollzuckervariante auf Basis von Invertzuckersirup mit einem handelsüblichen Anteil von 80 Gramm Invertzuckersirup pro Liter Fertiggetränk. Bei Variante 2 wird der gesamte Anteil an Invertzuckersirup gegen Allulosesirup ausgetauscht. Um ein Produkt mit vergleichbarer Süßeintensität zu entwickeln, bedarf es einer Überdosierung der Allulose. Zusätzlich wurde eine Variante mit reduziertem Anteil an Invertzuckersirup entwickelt, sodass eine 30 %ige Kalorienreduktion erreicht wird. Die fehlende Süße wurde in der Rezeptur mit Allulosesirup kompensiert.

Variante 1	Variante 2	Variante 3
Vollzucker	Vollaustausch	Teilaustausch
keine Kalorienreduktion	maximale Kalorienreduktion	30 % Kalorienreduktion
zugesetzter Zucker: Invertzucker	zugesetzter Zucker: Allulose	zugesetzter Zucker: Invertzucker & Allulose
Süßreferenz	Isosüße zu Referenz	Isosüße zu Referenz

Tabelle 1: Übersicht zum Aufbau der Rezepturen mit unterschiedlichen Invertzuckersirup- und Alluloseanteilen

Technologisch ist ein Austausch von Invertzucker- mit Allulosesirup möglich. Bei der Herstellung im Technikumsmaßstab zeigten sich im Ausmischen der Varianten mit Alluloseanteil sowie mit Invertzucker keine relevanten Unterschiede.

Sensorische und analytische Auswirkungen eines Teil- und Vollaustausches

Neben der technischen Machbarkeit sollten die sensorischen und analytischen Auswirkungen eines Voll- und Teilaustausches in Bananenektar untersucht werden.

Die unterschiedlichen Varianten sind in *Abbildung 2* dargestellt. Visuell führt ein Austausch von Saccharose durch Allulose nicht zu einem für das menschliche Auge wahrnehmbaren Unterschied. Auch eine objektive Farbmessung mittels Spektralphotometrie zeigt Farbabstände unterhalb der menschlichen Wahrnehmung.

Zum Vergleich der entwickelten Bananenektar-Varianten mit anteilmäßiger Kalorienreduktion wurden Profil-



Abbildung 2: Bananenektar mit unterschiedlichen Anteilen an Invertzucker- und Allulosesirup (Variante 1 = Vollzuckervariante; Variante 2 = maximale Kalorienreduktion (etwa 50 %); Variante 3 = 30 % Kalorienreduktion)

prüfungen durchgeführt. Als Prüfparameter wurden Süßeintensität, Mundgefühl, Fruchtigkeit, Säure, Nachgeschmack (brandig/karamellartig) und Off-Flavour festgelegt. Ein geschultes Panel von 13 Personen bewertete die Proben anhand einer 5 Punkte-Skala.

In *Abbildung 3* sind die Geschmacksprofile der Rezepturen mit vollen Zuckeranteil (Variante 1) im Vergleich zur Variante mit dem Vollaustausch von Invertzuckersirup durch Allulose (Variante 2) und zur der um 30 % kalorienreduzierten Rezeptur (Variante 3) anhand der Mittelwerte dargestellt.

Die Profile ähneln sich untereinander, zeigen aber Abweichungen in unterschiedlichen Merkmalsausprägungen.

Auffällig sind die Abweichungen im Bereich des Mundgefühls, des brandigen Nachgeschmacks und auch des Off-Flavours. Durch eine Auswertung der Ergebnisse mittels Varianzanalyse kann eine Aussage über statistisch

signifikante Unterschiede getroffen werden. *Tabelle 2* führt die Signifikanzen der Unterschiede in den Prüfmerkmalen im Vergleich zur Vollzuckervariante als Standard auf.

Die statistische Auswertung stellt die Signifikanz der Unterschiede im Bereiche Mundgefühl, Off-Flavour und Nachgeschmack zwischen der Vollzuckervariante und dem Vollaustausch heraus. Bei einem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ besteht mit einer 95 %igen Wahrscheinlichkeit ein Unterschied in diesen Merkmalen und somit auch insgesamt ein signifikanter Unterschied zwischen den Produkten. Im Vergleich der Vollzuckervariante zu der 30 % kalorienreduzierten Variante besteht hingegen kein signifikanter Unterschied ($\alpha=0,05$).

Ein Teilaustausch von Invertzuckersirup durch Allulose zum Erreichen einer 30 %igen Kalorienreduktion im Bananennektar ist demnach sensorisch ohne signifikante Unterschiede möglich. Beim Vollaustausch bedarf es

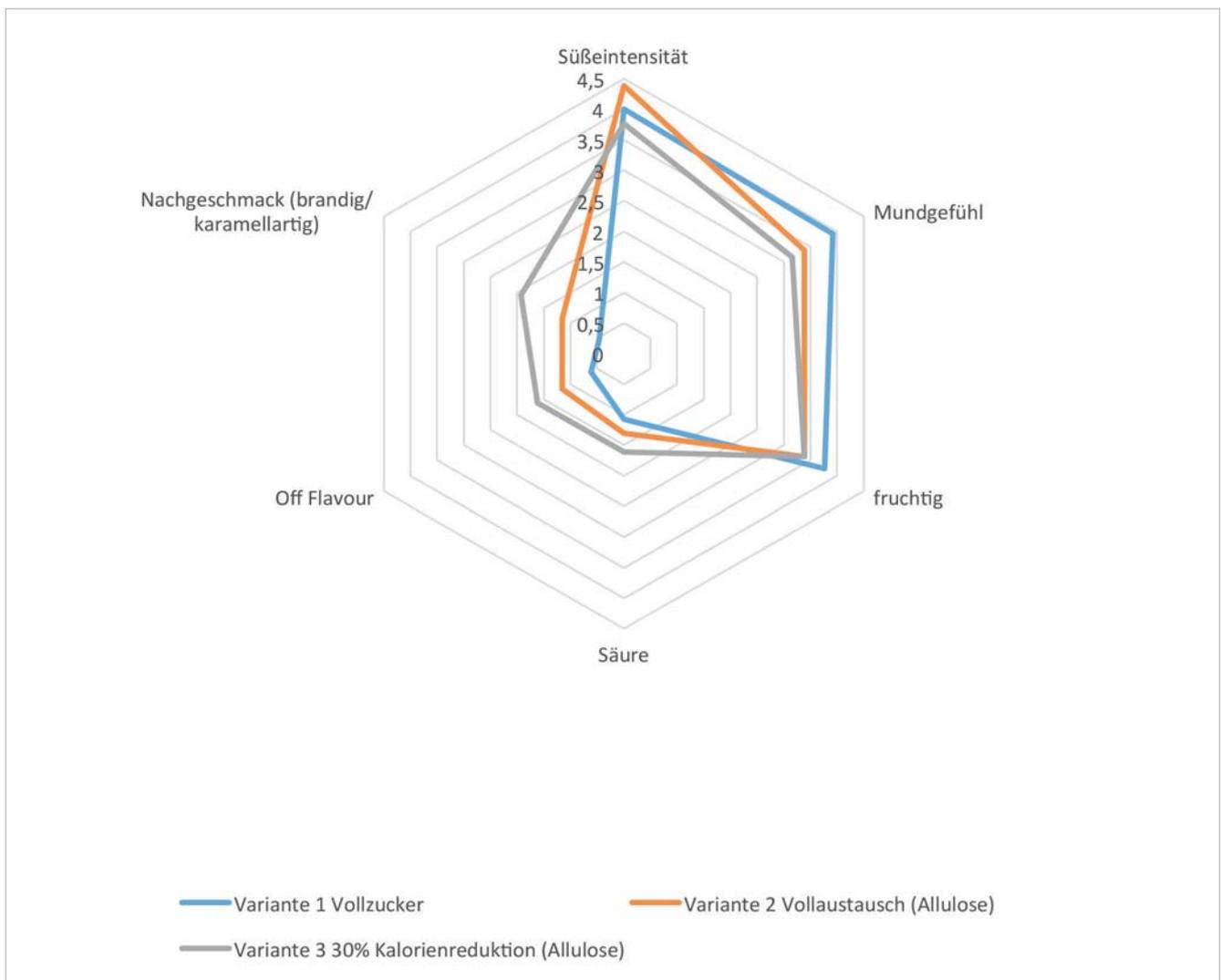


Abbildung 3: Vergleich sensorischen Profile von Bananennektar mit unterschiedlichen Anteilen von Invertzuckersirup und Allulose (konventionelles Profil; n=13); Bewertung der Punkteskala 1-5. Dabei ist 1 eine schwache Ausprägung, 5 entspricht dabei einer starken Intensität der Merkmalsausprägung.

Prüfattribut	Vergleich	
	Variante 1 (Vollzucker) zu Variante 2 (Vollaustausch)	Variante 1 (Vollzucker) zu Variante 3 (30 % Kalorienreduktion)
Süßeintensität	nicht signifikant	nicht signifikant
Mundgefühl	signifikant	nicht signifikant
Fruchtigkeit	nicht signifikant	nicht signifikant
Säure	nicht signifikant	nicht signifikant
Off Flavour	signifikant	nicht signifikant
Nachgeschmack (brandig/karamellartig)	signifikant	nicht signifikant

Tabelle 2: Signifikanzen ermittelt durch Varianzanalyse (ANOVA; Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$) aus den Daten der Profilprüfung bezogen auf die unterschiedlichen Prüfattribute

hingegen deutlichen Anpassungen in der Rezeptur, um die signifikanten Unterschiede auszugleichen.

Des Weiteren wurden der Extraktgehalt, die Dichte, der pH-Wert sowie Viskosität der unterschiedlichen Rezepturen gemessen und verglichen. Ein Vollaustausch, als auch ein Teilaustausch auf Isosüße führt zu einer Zunahme der Dichte und des Extraktgehaltes. Ein messbarer Einfluss auf den pH-Wert ist hingegen nicht feststellbar und muss demnach rezeptorisch nicht ausgeglichen werden. Die Viskositätsmessungen zeigen wiederum Unterschiede. Trotz der Zunahme des Extraktgehaltes und der Dichte sinkt die dynamische Viskosität, sobald Anteile von Invertzucker-sirup durch Allulosesirup ausgetauscht werden.

Fazit

Der Einsatz von Allulose zur Kalorienreduktion in Bananen-nektar ist anwendungstechnologisch grundsätzlich möglich. Ein Vollaustausch führt allerdings zu signifi-kanten Unterschieden im Geschmacksprofil der Nektare im Vergleich zum Vollzuckerstandard. Ein Teilaustausch zum Erreichen einer 30 %igen Kalorienreduktion ist ohne signifikante Unterschiede im Geschmacksprofil durch-

föhrbar. Im Bereich der Viskositätsmessung kommt es zu deutlichen Unterschieden, die gegebenenfalls Einfluss auf Parameter und Kennzahlen der Produktion (wie z. B. Abfüllgeschwindigkeit) haben könnten.

Detaillierte Untersuchungen zur Prozess- und Lager-stabilität laufen zurzeit an der Technischen Hochschule Ostwestfalen-Lippe. Erste Ergebnisse lassen auf gute Stabilitätseigenschaften der Allulose in Bezug auf Erhitzung und gegenüber getränketyptischen, sauren pH-Wert schließen. Abschließende Ergebnisse im Projekt sind Ende 2020 zu erwarten.



Autoren:

**Britta Schattenberg (links),
Kirsten Stake, Prof. Dr. Jan
Schneider**

Technische Hochschule Ostwest-
falen-Lippe (TH OWL)
www.ilt-nrw.de