Zürcher Hochschule
für Angewandte Wissenschaften

Life Sciences und
Facility Management

ILGI Institut für Lebensmittel-
und Getränkeinnovation

Zusammenfassung Schlussbericht und Übersichtstabellen der Reduktionsschritte (mehrsprachig)

Zuckerreduktion in Frühstückscerealien: Technologische Machbarkeit und sensorische Wahrnehmung

Projekt SIMAP-Nr.: (17050) 341

Cezanne, M.-L., Julius, N., Brombach, C. und Bongartz, A.

30.01.2020

Abstract (Deutsch)

Mithilfe unterschiedlicher Ansätze wurden in drei verschiedenen Kategorien von Frühstückscerealien (Gebackene Sorten, Flakes und Direct-Expanded Cereals) zuckerreduzierte Varianten des jeweiligen Standardprodukts entwickelt. «A»-«not A»-Tests mit Konsumenten wurden durchgeführt, um zu überprüfen, ob das Ziel einer «stillen» Reduktion mit den gewählten Ansätzen möglich ist. Basierend auf den Ergebnissen dieses Projekts ist für die Gebackenen Sorten der Einsatz eines Bindemittels auf Basis löslicher Fasern am besten für eine Zuckerreduktion geeignet. Eine Reduktion von bis zu 20% zugesetztem Zucker kann hier erreicht werden. Für die Kategorie Flakes kann mit dem Ansatz «Sensorischer Kontrast» eine Reduktion von bis zu 22% zugesetztem Zucker erreicht werden. Mit dem Ansatz «Aroma» kann bei den Direct-Expanded Cereals innerhalb eines Anpassungsschrittes der zugesetzte Zucker ebenfalls um bis zu 20% reduziert werden.

Abstract (English)

Using various approaches, reduced-sugar varieties of standard products from three different categories of breakfast cereals (baked varieties, flakes and direct-expanded cereals) were developed. «A»–«not-A» testing was carried out with consumers to test whether the approaches could achieve a 'silent' reduction in sugar. The results from this project show that the use of a binding agent based on soluble fibres is most suited to reducing sugar in baked varieties, achieving a reduction in added sugar of up to 20%. While in the flake category, a reduction in added sugar of up to 22% was achieved using a sensory contrast approach. Finally, a flavouring approach was also able to reduce the added sugar in direct-expanded cereals by up to 20% within one adjustment step.

Résumé

La teneur en sucre de trois catégories de céréales pour petit-déjeuner (céréales cuites, flocons et céréales directement expansées) a été réduite au moyen de différentes méthodes. Une série de tests «A» – «not A» réalisés auprès de consommateurs a ensuite permis de vérifier l'applicabilité des approches sélectionnées à l'objectif d'une réduction « silencieuse » du sucre. Les résultats montrent que, pour les céréales cuites, l'adjonction d'un liant à base de fibres solubles est la méthode la plus efficace pour diminuer la teneur en sucres ajoutés; la réduction peut atteindre 20 %. Dans la catégorie des flocons (flakes), la méthode du «contraste sensoriel» permet une réduction des sucres ajoutés allant jusqu'à 22 %. Enfin, la méthode «arôme» garantit elle aussi une baisse des sucres ajoutés pouvant atteindre 20 % pour les céréales directement expansées dans le cadre d'une adaptation graduelle.

Abstract (Italiano)

Applicando approcci differenti è stato possibile sviluppare in tre diverse categorie di cereali per la colazione (Cereali tostati, Flakes e Direct-Expanded Cereals) varianti a ridotto contenuto di zucchero del rispettivo prodotto standard. Sono stati condotti test «A»-«not A» con i consumatori per valutare la possibilità di ottenere una riduzione dello zucchero «non percepita» con gli approcci scelti. I risultati del progetto indicano che per i Cereali tostati l'uso di un legante a base di fibre solubili è particolarmente indicato per la riduzione dello zucchero, che in questo caso può raggiungere fino il 20%. Per la categoria Flakes, è possibile ottenere una riduzione degli zuccheri aggiunti fino al 22% con l'approccio «Contrasto sensoriale». Anche per la categoria Direct-Expanded Cereals, con l'approccio «Aroma» gli zuccheri aggiunti possono essere ridotti fino al 20% tramite uno step di adattamento.

Inhaltsverzeichnis

1 Zusammenfassung 5
2 Summary 11
3 Synthèse 17
4 Sintesi 23
5 Übersichtstabellen der Reduktionsschritte 29
6 Overview tables of the reduction steps 34
7 Tableaux synoptiques des étapes de réduction 39
8 Tabelle panoramiche delle tappe di riduzione 44
Abbildungsverzeichnis 49
Tabellenverzeichnis 49

1 Zusammenfassung

Im Zusammenhang mit der Erklärung von Mailand hat das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaft (ZHAW) den Zuschlag für ein Projekt erteilt, eine Studie zur Zuckerreduktion in Frühstückscerealien durchzuführen, wobei neben den technologischen Möglichkeiten auch die sensorische Wahrnehmung der Zuckerreduktion durch Konsumenten untersucht wurden. Folgende Forschungsfragen wurden im Projekt untersucht:

1. Wie resp. mittels welcher Massnahmen kann der Gehalt an zugesetztem Zucker in Frühstückscerealien in relevantem Umfang gesenkt werden?

2. Wie hoch darf die Zuckerreduktion maximal und pro Anpassungsschritt sein, ohne dass Konsumenten und Konsumentinnen diese wahrnehmen?

3. In welchen Zeitintervallen können solche Reduktionsschritte umgesetzt / wiederholt werden?

Die Produktkategorien, die für die Beantwortung der drei Forschungsfragen herangezogen werden sollen, waren vom BLV vorgegeben. Für drei Kategorien (Gebackene Sorten, Flakes, Direct-Expanded Cereals) in jeweils drei Geschmacksrichtungen (Nature, Frucht, Schokolade) sollten ausgehend von drei unterschiedlichen Zuckerausgangswerten verschiedene zuckerreduzierte Produktmuster entwickelt und evaluiert werden. Dafür wurde ausgehend von einer Literaturrecherche (siehe separater Bericht) und in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern ein Versuchsplan erarbeitet und vom BLV genehmigt.

Abbildung 1 (auf der nächsten Seite) zeigt den generellen Projektablauf.

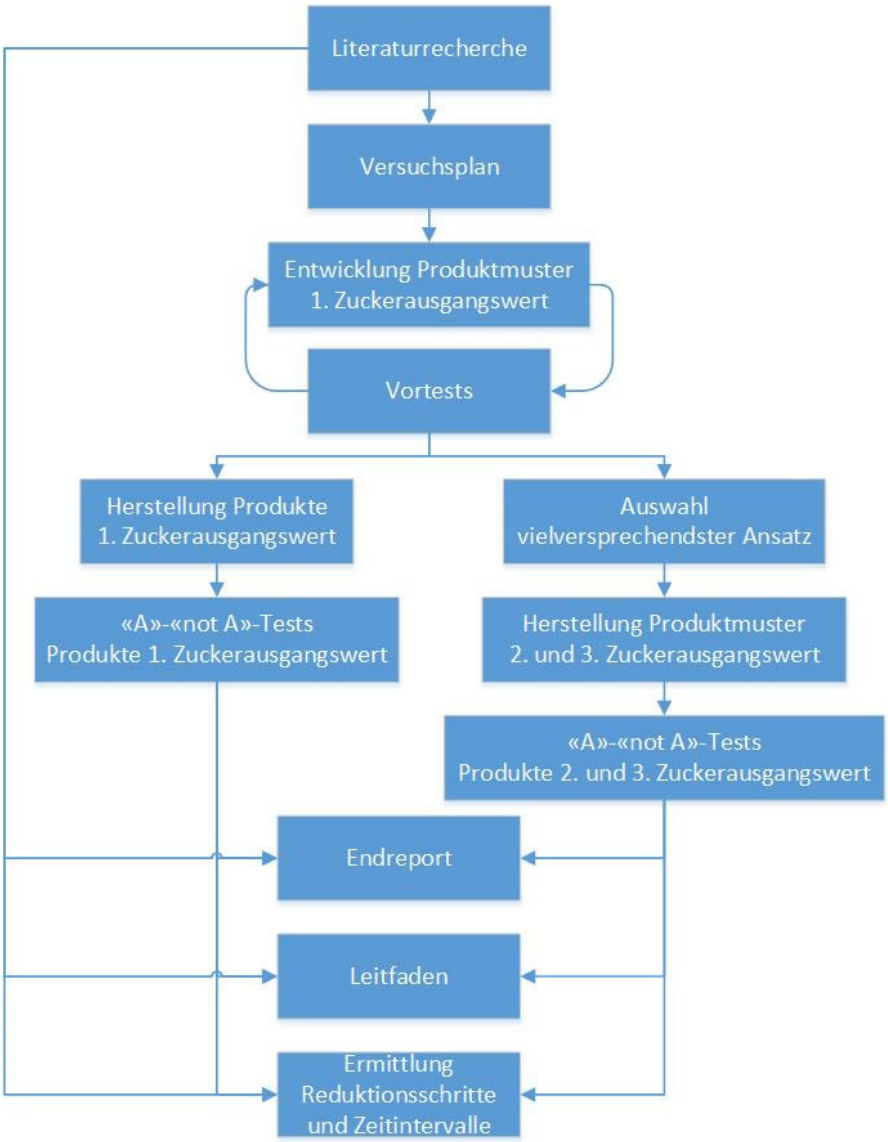

Abbildung 1: Übersicht genereller Projektablauf

Entwicklung der Produktmuster

Die Auswahl der zu testenden Ansätze erfolgte auf Basis der Literaturrecherche in Absprache mit den Projektpartnern. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Ansätze möglichst einfach und kostengünstig sowie für die beteiligten Industriepartner umsetzbar sind. Tabelle 1 zeigt die in dieser Studie betrachteten Ansätze zur Zuckerreduktion.

Tabelle 1: Übersicht betrachtete Ansätze zur Zuckerreduktion

	Ansatz 1	**Ansatz 2**	**Ansatz 3**
Gebackene Sorten (Crunchy, Granola)	Vorverkleisterung	Einsatz von löslichen Fasern als Binder	Sensorischer Kontrast (Schichten mit unterschiedlicher Süsse)
Flakes	Einsatz von $CaCO_3$ in der Masse	Sensorischer Kontrast (Mischung von süssen und weniger süssen Flakes)	Einsatz von Aroma (Vanille) in der Masse
Direct-Expanded Cereals	Einsatz von $CaCO_3$ im Coating	Einsatz von Aroma (modifying Aroma) im Coating	Coating in mehreren Schichten mit unterschiedlicher Süsse

Die Entwicklung der Produktmuster anhand des Versuchsplans war, ausgenommen von einem Ansatz, erfolgreich. Bis auf Ansatz 3 (mehrschichtiges Coating) bei den Direct-Expanded Cereals ist es bei allen Mustern gelungen die vorgeschlagenen Reduktionsmöglichkeiten erfolgreich umzusetzen. Die resultierenden Produkte wurden während der Entwicklungsphase durch trainierte Prüfer in «A»-«not A»-Tests evaluiert. Auf Basis dieser Ergebnisse wurde sowohl entschieden, welche Reduktionsschritte für die «A»-«not A»-Tests mit den Konsumenten geeignet sind, als auch welche Ansätze die vielversprechendsten im Hinblick auf die Zuckerreduktion sind.

In den sensorischen Tests mit den Konsumenten wurden in einer ersten Phase ausgehend von einem ersten Zuckerausgangswert pro Kategorie, Geschmacksrichtung und Ansatz zur Zuckerreduktion jeweils zwei Reduktionsschritte getestet. Anschliessend wurde jeweils der vielversprechendste Ansatz zur Reduktion auf die beiden weiteren Zuckerausgangswerte übertragen (vgl. auch Abbildung 1).

Sensorische Analyse

Zur Evaluation der maximal möglichen Zuckerreduktion pro Anpassungsschritt, ohne dass der Konsument einen Unterschied wahrnimmt, wurden die entwickelten Produkte in sensorischen Prüfungen mit Konsumenten getestet. Hierfür wurde die Methodik des «A»-«not A»-Test gewählt. Der «A»-«not A»-Test ermöglicht eine realitätsnahe Testsituation, da hier – verglichen mit anderen Unterschiedsprüfungen wie z.B. Dreiecksprüfung oder Duo-Trio Test – der Vergleich auf der Erinnerung basiert und kein gleichzeitiger (simultaner) Vergleich zwischen den Proben stattfindet. Das Grundprinzip des «A»-«not A»-Tests besteht darin, dass die Prüfer zunächst ein Produkt «A» erhalten, mit welchem sie sich vertraut machen und anschliessend mehrere Proben einzeln nacheinander erhalten und bei diesen jeweils entscheiden, ob es sich um Probe «A» handelt oder nicht (ISO 8588:2017, DIN 10972:2003). In der vorliegenden Studie handelte es sich bei der Probe «A» jeweils um

das entsprechende Standardprodukt, d.h. ohne Zuckerreduktion. Pro Test wurde eine Gesamtzahl von 50 Prüfern angestrebt, wobei folgende Quoten erfüllt werden sollten:

- 100% konsumieren regelmässig (mind. dreimal pro Woche) Frühstückscerealien
- 50% Frauen, 50% Männer
- Alterskategorien:
    - 25% 6 – 14 Jahre
    - 25% 15 – 19 Jahre
    - 50% > 19 Jahre, davon
        - 50% ohne Kinder im Haushalt
        - 50% mit Kindern im Haushalt

Die Fragestellung innerhalb welcher Zeitintervalle einzelne Reduktionsschritte umgesetzt / wiederholt werden können, wurde auf Basis einer Literaturrecherche beantwortet, da im vorgegebenen Projektzeitraum die Durchführung eigener Studien zur Ermittlung der Zeitintervalle zwischen den einzelnen Reduktionsschritten nicht möglich gewesen wäre.

Evaluation Gebackene Sorten (Crunchy/Granola)
Bei den Gebackenen Sorten zeigt sich über alle Geschmacksrichtungen, dass der Ansatz der Vorverkleisterung zwar technologisch umzusetzen war, aber die zuckerreduzierten Proben sich in den sensorischen Tests signifikant von den jeweiligen Standardproben unterscheiden. Auch der Einsatz von löslichen Fasern als Bindemittel ist nicht über alle Geschmacksrichtungen und Zuckerausgangswerte erfolgreich. So ist in der Geschmacksrichtung Nature ausgehend von Zuckerausgangswert (ZAW) 1 eine Reduktion von bis zu 20% zugesetztem Zucker möglich, bei ZAW 2 eine Reduktion von bis zu 10% und bei ZAW 3 waren die für den Test gewählten Reduktionsschritte (-20 % resp. -27%) zu gross. In der Geschmacksrichtung Frucht konnte für die Variante Binder bei ZAW 1 keine Schlussfolgerung gezogen werden, da der erste (kleinere) Reduktionsschritt signifikant unterschiedlich zur Standardprobe war, der zweite (grössere) Reduktionsschritt hingegen nicht. Hinsichtlich ZAW 2 und ZAW 3 waren die gewählten Reduktionsschritte scheinbar zu gross, die Konsumenten konnten die zuckerreduzierten Produkte signifikant vom jeweiligen Standard unterscheiden. Bei der Geschmacksrichtung Schokolade war die Variante Binder bei ZAW1 nicht erfolgreich, bei ZAW 2 und 3 hingegen waren Reduktionsschritte von 12% resp. 9% möglich.

Basierend auf den oben erläuterten Ergebnissen ist für die Gebackenen Sorten der Einsatz eines Bindemittels auf Basis löslicher Fasern am besten für eine Zuckerreduktion geeignet, auch wenn dieser Ansatz nicht bei allen Geschmacksrichtungen resp. Zuckerausgangswerten erfolgreich war. Dies ist wahrscheinlich auf die zu gross gewählten Reduktionsschritte zurückzuführen. Die beiden weiteren getesteten Ansätze (Vorverkleisterung und sensorischer Kontrast) sind weniger erfolgreich, hier konnte für keine Geschmacksrichtung und keinen Zuckerausgangswert eine Empfehlung für einen Reduktionsschritt gegeben werden. Zudem sind diese beiden Varianten in der Umsetzung aufwändiger im Vergleich zur Variante mit dem Bindemittel.

Evaluation Flakes
Hinsichtlich der Kategorie Flakes zeigt sich bei dem Ansatz Aroma zur Zuckerreduktion einzusetzen ein ähnliches Bild wie bei der Variante Vorverkleisterung bei den Gebackenen Sorten: Für alle drei Geschmacksrichtungen war der Ansatz nicht erfolgreich (evtl. gewählte Reduktionsschritte zu gross) resp. lassen die Ergebnisse keine eindeutige Schlussfolgerung zu (erster Reduktionsschritt signifikant unterschiedlich zum Standard, zweiter Reduktionsschritt nicht). Beim Ansatz sensorischer Kontrast hingegen konnte – zumindest bei ZAW 1 – für alle drei Geschmacksrichtungen gezeigt werden, dass hier eine stille Reduktion möglich ist (Nature: -18%, Frucht: -23%, Schokolade: -18%). Bei der Geschmacksrichtung Nature war dieser Ansatz auch bei den beiden weiteren Zuckerausgangswerten erfolgreich, die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass eine Reduktion um 22% (ZAW 2) resp. 13% (ZAW 3) möglich ist. Auch der Ansatz $CaCO_3$ funktioniert bei den Flakes bei allen Geschmacksrichtungen: Ausgehend vom ZAW 2 ist bei der Sorte Nature eine Reduktion von 13.7% möglich, bei der Sorte Frucht von 37.1% (ausgehend von ZAW 1) und bei Schokolade 21.8% (ausgehend von ZAW 1).

Für die Kategorie Flakes ist sowohl der Ansatz $CaCO_3$ als auch sensorischer Kontrast empfehlenswert. Beide Ansätze sind mit wenig Aufwand umzusetzen. Der Ansatz sensorischer Kontrast bietet den Vorteil, dass keine zusätzlichen Rohstoffe benötigt werden.

Evaluation Direct-Expanded Cereals
Bei den Direct-Expanded Cereals ist mit beiden getesteten Ansätzen (Aroma und $CaCO_3$) eine stille Reduktion möglich. Beim Ansatz Aroma ist ausgehend von ZAW 1 ist je nach Sorte eine Reduktion von 12.3% (HoneyBalls) resp. 17.5% (HoneyPops) möglich. Einzig für die ChocoBalls ist für den ZAW 1 bei der Variante Aroma keine eindeutige Schlussfolgerung möglich (erster Reduktionsschritt signifikant unterschiedlich zum Standard, zweiter Reduktionsschritt nicht). Beim ZAW 2 resp. 3 sind folgende stillen Reduktionsschritten möglich: 10.9% resp. 7.3% (HoneyBalls), 12.0% resp. 10.5% (ChocoBalls), 20.4% resp. 13.0% (HoneyPops). Bei dem Ansatz $CaCO_3$ sind die möglichen Reduktionsschritte geringer: 4.4% (HoneyBalls), 6.9% (ChocoBalls), 10.9% (HoneyPops) (jeweils ausgehend von ZAW 1).

Für die Direct-Expanded Cereals können aus Sicht einer stillen Reduktion beide betrachteten Varianten ($CaCO_3$ und Aroma) grundsätzlich empfohlen werden. Mit der Variante Aroma scheint innerhalb eines Anpassungsschrittes eine grössere Reduktion des zugesetzten Zuckers möglich und die Umsetzung ist einfacher als bei der Variante $CaCO_3$. Allerdings entstehen bei der Variante Aroma im Vergleich zur Variante $CaCO_3$ höhere Kosten (bei gleicher Zuckerreduktion).

Vergleich unterschiedlicher Zielgruppen
Weiterhin konnte bei der Betrachtung der Ergebnisse der nach Zielgruppen gesplitteten «A»-«not A»-Tests festgestellt werden, dass Frauen tendenziell bei mehr Tests signifikante Unterschiede gefunden haben im Vergleich zu Männern. D.h. Frauen scheinen sensitiver hinsichtlich der vorhandenen Unterschiede zu sein. Ein ähnliches Bild zeigt sich beim Vergleich Erwachsener mit Kindern im Haushalt und Erwachsener ohne Kinder im Haushalt: erstere erzielen mehr signifikante Ergebnisse und haben vermeintlich eine höhere Sensitivität. Betrachtet man die Ergebnisse der Zielgruppe «Kinder», die von allen Zielgruppen am wenigsten häufig signifikante Unterschiede zwischen der Standardprobe und den zuckerreduzierten Proben feststellen konnten, lässt dies vermuten, dass diese Zielgruppe weniger

sensitiv hinsichtlich der vorhandenen Unterschiede ist. Allerdings ist auch denkbar, dass die Kinder trotz Erläuterung und (im Vergleich zu den anderen Gruppen) intensiveren Betreuung Schwierigkeiten mit der Umsetzung des «A»-«not A»-Tests hatten. Diese Testmethodik setzt voraus, dass sich eine «A»-Probe eingeprägt wird und man die darauffolgenden Proben mit dieser Erinnerung vergleicht. Möglicherweise war diese kognitive Herausforderung für diese Zielgruppe zu anspruchsvoll.

Zeitintervalle

Hinsichtlich der Zeitintervalle, die zwischen den einzelnen Reduktionsschritten liegen sollten, wird eine Zeitspanne von einem halben bis zu einem Jahr empfohlen. Dabei ist die Zeitspanne nicht nur davon abhängig, wie lange es dauert, bis sich ein Konsument an ein neues Zuckerniveau gewöhnt hat, damit die nächste «stille» Reduktion durchgeführt werden kann, sondern auch von Faktoren bei den produzierenden Betrieben. Daher basiert die Empfehlung zum einen auf der technologischen Umsetzbarkeit (vgl. Bericht zur Literaturrecherche, Befragung von Experten) als auch auf Angaben aus der Literatur (Oliveira et al. 2016, de Oliveira Pineli et al. 2016, MacGregor und Hashem 2014) [1].

Wenn man beispielhaft die Reduktion des zugesetzten Zuckers bei den Flakes Nature (mittels Variante Kontrast, vgl. Tabelle 6) betrachtet, könnten innerhalb eines Jahres 4.6 g zugesetzter Zucker eingespart werden (von 25.4 g auf 20.8 g), in einem zweiten Schritt wiederum 4.6 g (von 20.8 g auf 16.2 g) und in einem dritten Schritt 2.1 g (von 16.2 g auf 14.1 g). Über drei Jahre könnte man so mit den entsprechenden Zwischenschritten den zugesetzten Zucker um 11.3 g pro 100 g Frühstückscerealien reduzieren. Setzt man diesen Wert in Relation mit den Verzehrsdaten der menuCH-Studie, heisst dies, dass der aktuelle Zuckerkonsum der Schweizer Bevölkerung innerhalb von drei Jahren pro Tag um 1.17 g gesenkt werden kann, unter der Annahme, dass pro Tag 10.4 g Frühstückscerealien (FSC) konsumiert werden (BLV 2017). Auch wenn dies eine relativ kleine Reduktion an zugesetztem Zucker ist, ist diese für Personen, die FSC in grossen Mengen konsumieren relevant. Mehr Relevanz könnte erreicht werden, wenn in mehreren Produktkategorien (z.B. FSC, Joghurt, Softdrinks, etc.) gleichzeitig Zuckerreduktionen stattfinden würden.

[1] Die aufgeführten Artikel beziehen sich auf Getränke (Orangennektar resp. Schokoladenmilch) resp. auf die Reduktion von Salz. Die Empfehlungen basieren grösstenteils auf Beobachtungen / Erfahrungen und sind nicht auf durchgeführte Studien zurückzuführen.

2 Summary

As part of the Milan Declaration, the Swiss Federal Food Safety and Veterinary Office (FSVO) accepted a bid from the Zurich University of Applied Sciences (ZHAW) for a project to carry out a study on sugar reduction in breakfast cereals, which, in addition to investigating the technological possibilities, would also examine customers' sensory perception of sugar reduction. The following research questions were examined in the project:

1. How and by what means can a reduction in the added sugar content in breakfast cereals be achieved that is relevant from a health perspective?
2. What is the maximum sugar reduction that can be made per adjustment step without consumers noticing?
3. At what intervals can such reduction steps be implemented/repeated?

The product categories used to answer the three research questions were specified by the FSVO. Various reduced-sugar product samples were developed and evaluated for each of the three flavours (plain, fruit, chocolate) from each of the three categories (baked varieties, flakes, direct-expanded cereals), each with different initial sugar values. To this end, a testing plan was developed based on literature research (see separate report) in collaboration with the project partners and approved by the FSVO.

Figure 2 (on the next page) shows the project schedule.

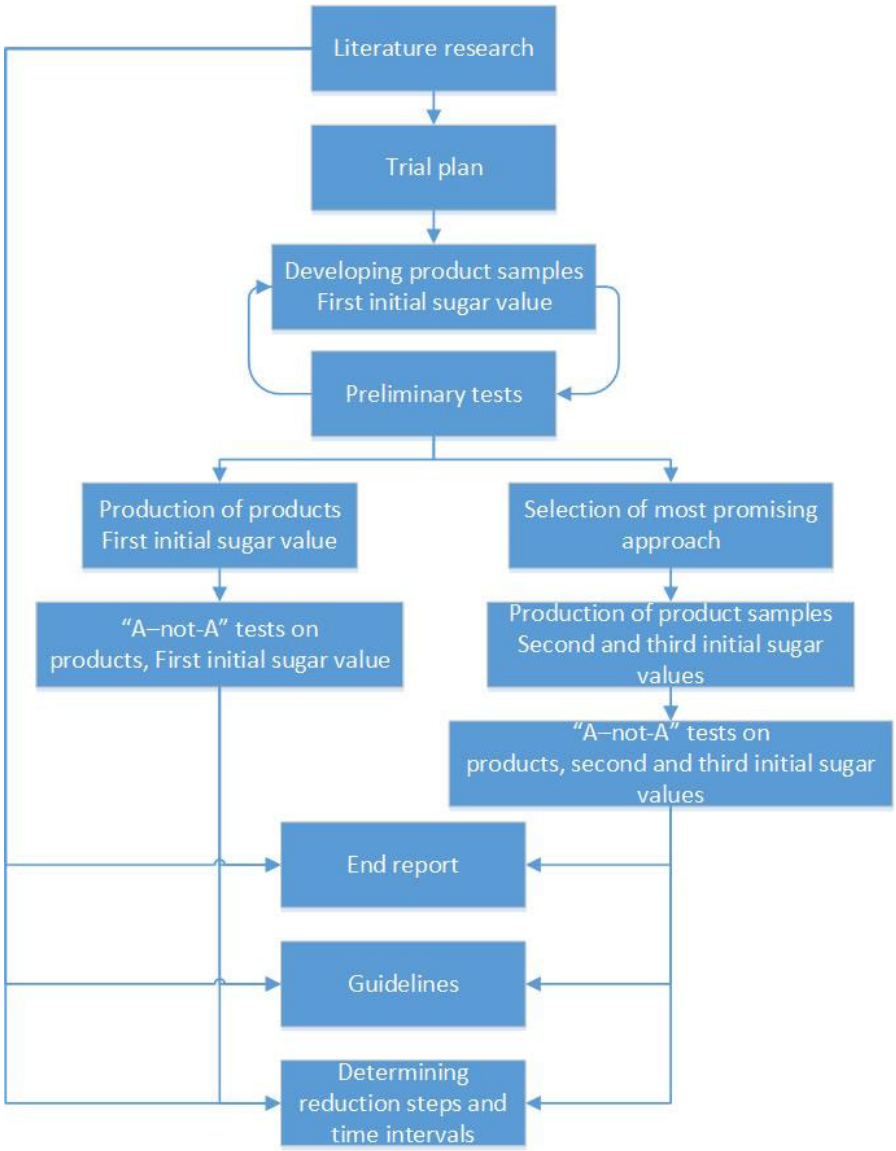

Figure 2: Overview of the project schedule

Development of product samples

The approaches tested were selected based on literature research in consultation with the project partners. In this process, care was taken to ensure that the approaches were as simple and as cost-effective as possible and could also be implemented by the participating industry partners. Table 2 shows the sugar reduction approaches considered in this study.

Table 2: Overview of the sugar reduction approaches considered

	Approach 1	**Approach 2**	**Approach 3**
Baked varieties (Crunchy, Granola)	Pregelatinisation	Use of soluble fibres as a binding agent	Sensory contrast (layers of different levels of sweetness)
Flakes	Use of $CaCO_3$ in the mixture	Sensory contrast (mixture of sweet and less sweet flakes)	Use of flavouring (vanilla) in the mixture
Direct-expanded cereals	Use of $CaCO_3$ in the coating	The use of flavouring (modifying flavouring) in the coating	Coating in several layers with different levels of sweetness

The approaches defined in the testing plan resulted in the successful development of all but one of the product samples. Apart from approach 3 (multi-layered coating) for direct-expanded cereals, it was possible to successfully apply the proposed sugar reduction methods to all of the samples. During the development phase, the resulting products were evaluated in «A»–«not-A» tests by trained testers. These results determined which reduction steps would be suitable for «A»–«not-A» testing with consumers and which would be the most promising approaches for reducing sugar.

In the first phase of the consumer sensory tests, starting from the initial sugar value, two reduction steps were tested for each combination of category, flavour and approach to sugar reduction. For each category and flavour combination, the approach to sugar reduction that delivered the best result in terms of tester perception was then used for the following two sugar reduction steps (see also Figure 2).

Sensory analysis

The developed products were trialled with consumers using «A»–«not-A» sensory tests to evaluate the maximum possible sugar reduction per adjustment step without the consumer noticing a difference. «A»–«not-A» testing creates a realistic test situation because, unlike other differential tests, such as the triangle test or the duo-trio test, the comparison is based on memory and no simultaneous comparison is made between the samples. The basic principle of «A»–«not-A» testing is that the tester first receives a sample of product ‘A’, which they familiarise themselves with, then they are given several individual samples one after another and decide whether these are sample ‘A’ or not (ISO 8588:2017, DIN 10972:2003). In this study, sample ‘A’ was the standard product in each case, i.e. without reduced sugar. A total of 50 testers were envisaged for each test, with the aim of meeting the following criteria:

- 100% consume breakfast cereals regularly (at least three times a week)

- 50% women, 50% men
- Age categories:
    - 25% aged 6-14
    - 25% aged 15-19
    - 50% aged > 19, of which
        - 50% have no children in the household
        - 50% have children in the household

The intervals between reduction steps were decided upon on the basis of literature research, since it would not have been possible to carry out separate studies to determine the time intervals between individual reduction steps in the specified time period for the project.

Evaluation of baked varieties (Crunchy/Granola)
It appears that although the pregelatinisation approach was technologically feasible for all of the baked variety flavours, the testers' perceptions of the reduced-sugar samples differed significantly from their perceptions of the respective standard samples. The use of soluble fibres as a binding agent was also not successful for all of the flavours and initial sugar values. A reduction in added sugar of up to 20% was possible for the plain flavour, based on initial sugar value (ISV) 1. A further reduction of up to 10% was possible based on ISV 2. However, for ISV 3 the reduction steps selected for the test (-20% and -27% respectively) were too large. For the fruit flavour, no conclusion could be drawn for the binding agent option for ISV 1 because after the first (smaller) reduction step, the sensory perception of the sample was significantly different from that of the standard sample, whereas after the second (larger) reduction step this was not the case. With regard to ISV 1 and ISV 3, the reduction steps selected were apparently too large: the consumers could not significantly distinguish the reduced-sugar products from their respective standard product. For the chocolate flavour, the binding agent approach was not successful in achieving a 'silent' reduction in sugar for ISV 1, whereas reduction steps of 12% and 9% were possible for ISV 2 and ISV 3 respectively.

Based on these results, the use of a binding agent based on soluble fibres is most suitable for achieving a 'silent' sugar reduction in baked varieties, even if this approach was not successful for all of the flavours or all of the initial sugar values. This is probably because the reduction steps selected were too large. The two other approaches tested (pregelatinisation and sensory contrast) were less successful and these approaches cannot be recommended for any of the flavours or initial sugar values. Furthermore, both of these options are more expensive to implement compared to the binding agent option.

Evaluation of flakes

In terms of the flake category, using the flavouring approach to reduce sugar produced similar results to the pregelatinisation option for the baked varieties: The approach was not successful for all three flavours (the reduction steps selected were possibly too large) or the results led to no clear conclusion (the first reduction step differed significantly from the standard, the second reduction step did not). With the sensory contrast approach, however, it was shown that, at least for ISV 1, a 'silent' reduction was possible for all three flavours (plain: -18%, fruit: -23%, chocolate: -18%). For the plain flavour, this approach was also successful for the other two initial sugar values. The results show that a reduction of 22% (ISV 2) or 13% (ISV 3) was possible. The $CaCO_3$ approach also worked for all of the flake flavours: based on ISV 2, a reduction of 13.7% was possible for the plain variety, while 37.1% was possible for the fruit variety (based on ISV 1) and 21.8% was possible for the chocolate variety (based on ISV 1).

For the flakes category, both the $CaCO_3$ and sensory contrast approaches can be recommended. Both approaches can be implemented at low cost. Furthermore, the advantage of the sensory contrast approach is that no additional raw materials are required.

Evaluation of direct-expanded cereals

For the direct-expanded cereals, a 'silent' reduction was possible using both of the tested approaches (flavouring and $CaCO_3$). For the flavouring approach based on ISV 1, a reduction of 12.3% (HoneyBalls) or 17.5% (HoneyPops) was possible, depending on the variety. The only variety for which it was not possible to draw any clear conclusions with ISV 1 using the flavouring approach was ChocoBalls (sensory perceptions after the first reduction step varied significantly from those of the standard product, while this was not the case after the second reduction step). For ISV 2 and 3, the following 'silent' reduction steps were possible: 10.9% and 7.3% (HoneyBalls), 12.0% and 10.5% (ChocoBalls), 20.4% and 13.0% (HoneyPops). For the $CaCO_3$ approach, the possible reduction steps were lower: 4.4% (HoneyBalls), 6.9% (ChocoBalls), 10.9% (HoneyPops) (each based on ISV 1).

In principle, both options under consideration ($CaCO_3$ and flavouring) can be recommended to achieve a 'silent' reduction in direct-expanded cereals. With the flavouring option, a greater reduction in added sugar appeared to be possible within one adjustment step and it also is easier to implement than the $CaCO_3$ option. However, the flavouring option is associated with higher costs than the $CaCO_3$ option (for the same level of sugar reduction).

Comparison of different target groups

When considering the results of the «A»–«not-A» tests, which were split according to target group, it was found that women tended to notice significant differences in more tests than men. This means that women appear to be more sensitive to differences in sugar content. A similar outcome was revealed when comparing adults with children at home to adults without children at home: the former produced more significant results and apparently have a higher degree of sensitivity to sugar. A closer look at the results for the youngest target group (ages 6-13), who less frequently distinguished noticeable differences between the standard sample and the reduced-sugar samples than all the other target groups, leads us to assume that this target group is less sensitive to differences in sugar content. Having said that, it is also plausible that the children, despite explanations and more intensive support

(compared to the other groups), experienced difficulties in applying the «A»–«not-A» test. This test method assumes that the 'A' sample will be remembered by the testers and that they will compare the following samples with this memory. It is possible that this cognitive challenge was too demanding for this target group.

Time intervals

It is recommended that a time interval of between six months and one year should be left between individual reduction steps. This time period is not just dependent on how long it takes for a consumer to become used to a new level of sugar so that the next 'silent' reduction can be carried out, but also on factors at the production facilities. For this reason, the recommendation is based on technological feasibility (see report on the literature research, survey of experts) as well as on information from the literature (Oliveira et al. 2016, de Oliveira Pineli et al. 2016, MacGregor and Hashem 2014) [2].

If, for example, a reduction in added sugar in plain flakes is being considered (using the contrast option, see Table 9), 4.6 g of added sugar could be removed in one year (from 25.4 g to 20.8 g), followed by a further 4.6 g in a second step (from 20.8 g to 16.2 g) and 2.1 g in a third step (from 16.2 g to 14.1 g). Over a period of three years, the added sugar could therefore be reduced by 11.3 g per 100 g of breakfast cereal by implementing the relevant intermediate steps. If this is considered in relation to consumption data from the menuCH study, this means that the current pro capita level of sugar consumption in Switzerland could be reduced by 1.17 g per day within three years, based on the assumption that 10.4 g of breakfast cereal is consumed per day (FSVO 2017). Even if this a relatively small reduction in added sugar, it is relevant for people who consume breakfast cereals in large quantities. Furthermore, a higher degree of relevance could be achieved if the sugar were to be reduced in several product categories (e.g. breakfast cereals, yoghurts, soft drinks, etc.) at the same time.

[2] The listed articles relate to salt reduction in drinks (orange nectar and chocolate milk). The recommendations are predominantly based on observations/experience and not from scientific studies.

3 Synthèse

Dans le contexte de la déclaration de Milan, l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) a mandaté la Haute école spécialisée zurichoise (ZHAW) pour réaliser une étude sur la réduction de la teneur en sucre dans les céréales pour petit-déjeuner. Outre les possibilités technologiques, ce projet s'est penché sur la perception sensorielle des consommateurs. Les questions étudiées par le groupe de projet étaient les suivantes:

1. Quelles sont les méthodes et mesures permettant de réduire significativement la teneur en sucres ajoutés dans les céréales pour petit-déjeuner?

2. Quel peut être le taux de réduction maximal à chaque palier sans que les consommateurs le détectent?

3. Quels sont les intervalles permettant la mise en œuvre/répétition des paliers de réduction?

Les catégories de produits utilisées pour répondre à ces questions ont été prescrites par l'OSAV. Il s'agissait, pour les trois catégories (céréales cuites, flocons et céréales directement expansées) et les trois saveurs (nature, fruits et chocolat) retenues, de développer des échantillons ayant une teneur en sucre réduite par rapport aux produits d'origine, puis de les évaluer sur la base des questions précédentes. Pour ce faire, une série de tests reposant sur une recherche bibliographique (cf. rapport séparé) a été établie en collaboration avec les partenaires du projet puis validée par l'OSAV.

La Figure 3 (cf. page suivante) décrit le déroulement général du projet.

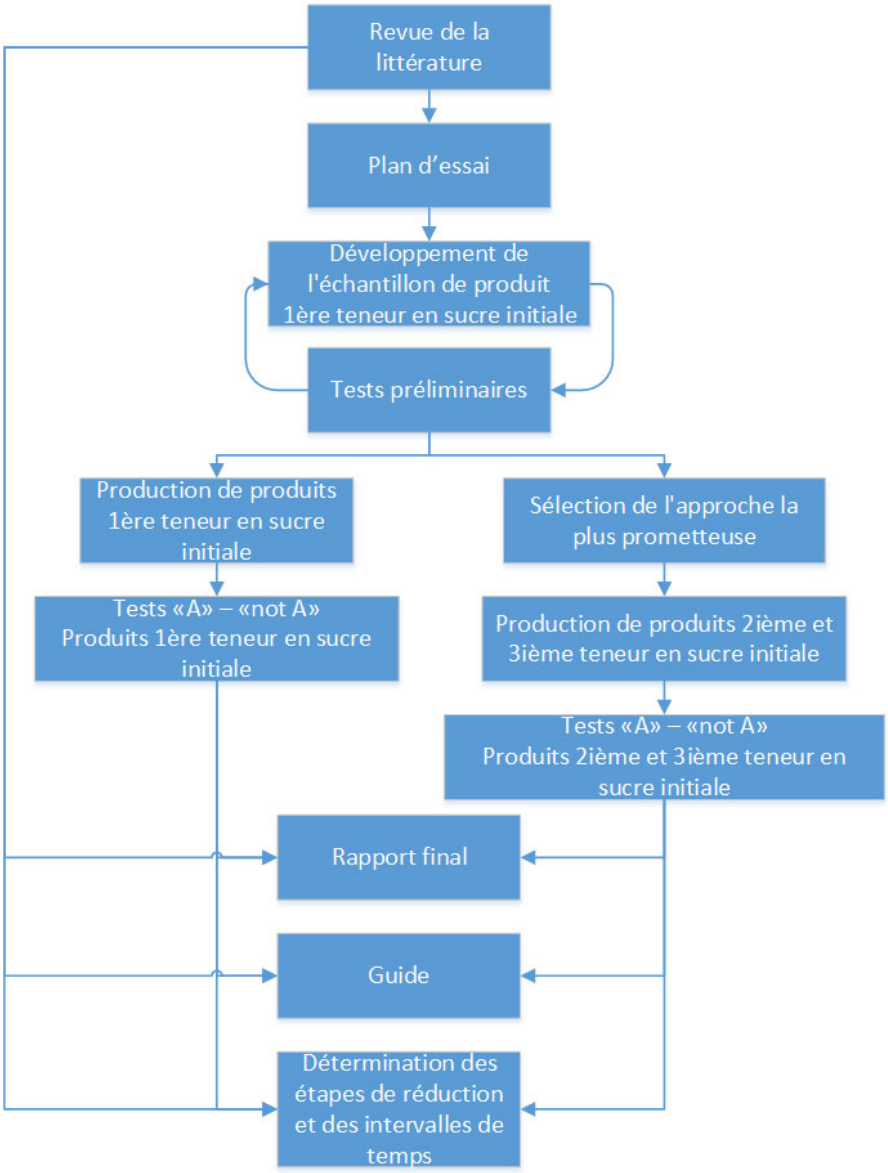

Figure 3: schéma du déroulement du projet

Mise au point d'échantillons

Les méthodes testées ont été sélectionnées en collaboration avec les partenaires du projet sur la base d'ouvrages de référence. Les approches retenues devaient être simples, abordables et applicables par les partenaires industriels. Le Tableau 3 reproduit les méthodes de réduction du sucre utilisées dans cette étude.

Tableau 3: méthodes de réduction du sucre utilisées

	Méthode 1	**Méthode 2**	**Méthode 3**
Céréales cuites (Crunchy, Granola)	Prégélatinisation	Utilisation de liants basés sur des fibres solubles	Contraste sensoriel (couches avec différents taux de sucre)
Flocons	Utilisation de $CaCO_3$ dans la préparation	Contraste sensoriel (mélange de flocons présentant un taux de sucre variable)	Utilisation d'arôme (vanille) dans la préparation
Céréales directement expansées	Utilisation de $CaCO_3$ dans l'enrobage	Utilisation d'arôme (modificateur) dans l'enrobage	Enrobage constitué de plusieurs couches ayant des taux de sucre différents

La mise au point d'échantillons pour la série de tests a été concluante, à une exception près. Il a en effet été possible d'appliquer les mesures de réduction proposées, sauf pour la méthode 3 appliquée aux céréales directement expansées (enrobage multicouche). Les produits obtenus ont été évalués lors la phase de développement par des testeurs confirmés sur la base de tests «A» – «not A». Les résultats ont permis de définir les réductions par paliers devant être soumises aux tests «A» – «not A» par des consommateurs ainsi que les méthodes les plus prometteuses en termes de réduction du sucre.

Pendant la première phase des tests sensoriels avec les consommateurs, deux paliers de réduction ont été évalués sur la base d'une première teneur en sucre initiale par catégorie, pour différentes saveur et en appliquant différentes méthodes de réduction du sucre. La méthode de réduction la plus prometteuse a ensuite été appliquée aux deux autres teneurs initiales en sucre (cf. Figure 3).

Analyse sensorielle

Les produits développés ont fait l'objet de tests sensoriels auprès de consommateurs afin d'estimer la réduction de sucre maximale possible à chaque palier sans que le consommateur perçoive la différence. La méthode appliquée est celle du test «A» – «not A». Celle-ci garantit des conditions réalistes puisque, contrairement à d'autres tests discriminatifs tels le test triangulaire ou le test duo-trio, la comparaison repose sur le souvenir et non sur un examen parallèle (simultané) des produits soumis. Le principe de base du test «A» – «not A» consiste à remettre aux testeurs un premier produit «A» avec lequel ils doivent se familiariser. Ils reçoivent ensuite plusieurs échantillons et doivent dire chaque fois s'il s'agit ou non du produit «A» (ISO 8588:2017, DIN 10972:2003). Dans la présente étude, l'échantillon «A» représentait le produit standard, c'est-à-dire le produit sans réduction de sucre. Chaque test comprenait 50 testeurs et remplissait les conditions suivantes:

- consommation régulière (c'est-à-dire au moins trois fois par semaine) des céréales pour petit-déjeuner par 100 % des testeurs
- part égale d'hommes et de femmes (50 %)
- classes d'âge:
    - 6 – 14 ans: 25 %
    - 15 – 19 ans: 25 %
    - plus de 19 ans: 50 %, dont
        - 50 % sans enfants
        - 50 % avec enfants

La question de l'intervalle entre la mise en œuvre et la répétition des paliers de réduction s'est appuyée sur les données des ouvrages de référence, car les études nécessaires n'auraient pu être réalisées dans le temps imparti au projet.

Évaluation des céréales cuites (Crunchy, Granola)
Il apparaît ici, toutes saveurs confondues, que la méthode de la prégélatinisation est certes faisable du point de vue technologique, mais que les échantillons réduits en sucre divergent notablement des produits standard dans les tests sensoriels. De même, l'utilisation de liants basés sur des fibres solubles n'est pas concluante pour toutes les saveurs et les teneurs en sucre initiales (TSI). Dans la variété «nature», la réduction des sucres ajoutés peut ainsi atteindre 20 % pour la TSI 1 et 10 % pour la TSI 2. Pour la TSI 3, les taux de réduction choisis (20 % et 27 %) se sont avérés trop élevés. Pour la variété aux fruits, aucune conclusion n'a pu être tirée en utilisant la méthode des liants associée à la TSI 1; en effet, le premier palier de réduction (moindre diminution) divergeait significativement de l'échantillon standard, contrairement au deuxième (diminution plus forte). Pour les TSI 2 et 3, il semble que les taux de réduction choisis aient été trop élevés puisque les consommateurs ont pu identifier très aisément les produits réduits en sucre. Pour la variété au chocolat, la méthode des liants s'est avérée infructueuse pour la TSI 1, mais a permis une réduction de respectivement 12 et 9 % pour la TSI 2 et la TSI 3.

Les résultats susmentionnés montrent que l'adjonction aux céréales cuites d'un liant basé sur des fibres solubles s'impose comme la méthode la plus efficace pour diminuer la teneur en sucre, même si elle n'a pas porté ses fruits pour toutes les saveurs et teneurs en sucre initiales. Ce constat s'explique probablement par les diminutions trop fortes lors des paliers de réduction. Les deux autres méthodes testées (prégélatinisation et contraste sensoriel) sont moins probantes et aucun palier de réduction n'a pu être recommandé pour les saveurs et TSI utilisées. De plus, la mise en œuvre technique de ces deux approches est plus complexe que celle du produit liant.

Évaluation des flocons
La méthode «arôme» donne ici des résultats similaires à la prégélatinisation pour les céréales cuites: la méthode n'a fonctionné pour aucune saveur (taux de réduction éventuellement trop élevés) car les résultats obtenus ne permettent aucune conclusion probante (écart significatif entre le premier palier de réduction et le standard, pas d'écart après le second). En revanche, la méthode du contraste sensoriel a montré, tout au moins pour la TSI 1, qu'une réduction silencieuse était possible dans les trois saveurs (nature: 18 %, fruits: 23 %, chocolat: 18 %). Si l'on considère la variété «nature», cette méthode a également été concluante pour les deux autres teneurs en sucre initiales, avec une réduction possible de 22 % (TSI 2) resp. 13 % (TSI 3). La méthode $CaCO_3$ est elle aussi probante pour les flocons de toutes les saveurs: une réduction de 13,7 % est possible pour la variété nature (TSI 2), de 37,1 % pour la variété aux fruits (TSI 1) et de 21,8 % pour la variété au chocolat (TSI 1).

Les méthodes «carbonate de calcium» et «contraste sensoriel» peuvent donc être recommandées pour la catégorie flocons. Ces solutions peuvent en outre être mises en œuvre sans charge de travail particulière. Le contraste sensoriel présente l'avantage de ne nécessiter aucune matière première supplémentaire.

Évaluation des céréales directement expansées
Dans cette catégorie, une réduction silencieuse est possible avec les deux méthodes testées (arôme et $CaCO_3$). Associée à la TSI 1, la méthode «arôme» permet une réduction du sucre de 12,3 % (HoneyBalls) et 17,5 % (HoneyPops). Aucune conclusion probante n'est en revanche possible pour les ChocoBalls (écart significatif entre le premier palier de réduction et le standard, pas d'écart après le second). Les paliers de réduction silencieuse possibles avec les TSI 2 et 3 sont les suivants: 10,9 % et 7,3 % (HoneyBalls), 12,0 % et 10,5 % (ChocoBalls), 20,4 % et 13,0 % (HoneyPops). Les taux de réduction possibles avec la méthode «carbonate de calcium» sont moins élevés: 4,4 % (HoneyBalls), 6,9 % (ChocoBalls) et 10,9 % (HoneyPops) pour la TSI 1.

Dans l'optique d'une réduction silencieuse, les deux méthodes considérées (carbonate de calcium et arôme) peuvent être recommandées pour les céréales directement expansées. La méthode «arôme» semble permettre une plus grande réduction des sucres ajoutés par paliers et sa mise en œuvre est plus simple que celle de la méthode $CaCO_3$. Les coûts induits par cette approche sont toutefois plus élevés (pour une réduction de sucre similaire).

Comparaison des groupes cibles
L'analyse des résultats des tests «A» – «not A» par groupe cible montre que les femmes ont généralement perçu les variations de la teneur en sucre plus souvent que les hommes. Elles semblent donc plus sensibles aux différences. Un constat similaire s'impose pour la comparaison entre les ménages avec et sans enfants: les premiers semblent avoir une perception plus fine, leurs résultats sont plus différenciés. L'analyse des résultats du groupe cible des «enfants», qui ont été les moins réceptifs aux écarts entre produits standard et échantillons réduits en sucre, indique une moindre sensibilité aux variations. Mais il est également possible que les enfants aient eu quelques difficultés à réaliser le test «A» – «not A» malgré les explications et l'encadrement plus intensif que ceux des autres groupes. Dans cette méthode, le testeur doit s'imprégner d'un échantillon A puis comparer les

échantillons suivants avec son souvenir. Il est possible que ce défi cognitif se soit avéré trop difficile pour le groupe des enfants.

Intervalles
Un intervalle de six mois à un an est conseillé entre chaque palier. Il est nécessaire non seulement en raison de la période d'accoutumance nécessaire au consommateur avant le prochain palier de réduction silencieuse, mais aussi pour de facteurs propres aux fabricants. Cette recommandation repose donc aussi bien sur la faisabilité technologique (cf. rapport sur la recherche bibliographique, consultation d'experts) que sur des données documentées (Oliveira et al. 2016, d'Oliveira Pineli et al. 2016, MacGregor et Hashem 2014)[3].

Si l'on considère, par exemple, la réduction de la teneur en sucres ajoutés dans les flocons nature (par la méthode du contraste, cf. Tableau 12), l'économie réalisée pourrait être de 4,6 g la première année (25,4 g à 20,8 g), de 4,6 g la deuxième (20,8 g à 16,2 g) et de 2,1 g la troisième (16,2 g à 14,1 g). En l'espace de trois ans, la mise en œuvre de paliers intermédiaires réfléchis pourrait donc permettre de réduire la teneur en sucres ajoutés des céréales pour petit-déjeuner de 11,3 g/100 g. Considérant les données sur la consommation de l'enquête menuCH, cela signifierait, en trois ans, une baisse de 1,17 g/jour de la quantité de sucre actuellement consommée en Suisse (dans l'hypothèse d'une consommation de 10,4 g de CPD par jour, source OSAV 2017). Bien que relativement modérée, cette réduction de la teneur en sucres ajoutés est déterminante pour les personnes consommant une quantité importante de CPD. Un résultat plus ciblé pourrait être obtenu par une réduction de sucre simultanée dans plusieurs catégories de produit (par exemple CPD, yaourts, boissons sans alcool, etc.).

[3] Les articles référencés portent sur des boissons (nectar d'orange et lait chocolaté) et sur la réduction de la teneur en sel. Les recommandations émises reposent en grande partie sur des observations ou des expériences, et non sur des études.

4 Sintesi

Facendo seguito alla Dichiarazione di Milano, l'Ufficio federale della sicurezza alimentare e di veterinaria (USAV) ha assegnato alla Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaft (ZHAW) l'appalto per un progetto di ricerca sulla riduzione dello zucchero nei cereali per la prima colazione. Oltre alle possibilità tecnologiche, è stata studiata anche la percezione sensoriale della riduzione dello zucchero da parte dei consumatori. Nell'ambito del progetto sono stati esaminate le seguenti domande di ricerca:

1. Come e con quali misure è possibile ridurre in modo significativo il contenuto di zuccheri aggiunti nei cereali per la prima colazione?
2. Qual è la quantità massima di riduzione dello zucchero che si può raggiungere per ogni tappa di adattamento senza che i consumatori notino una differenza?
3. A che intervalli possono essere realizzate / ripetute queste tappe di adattamento?

Le categorie di prodotti da considerare per rispondere alle tre domande di ricerca sono state specificate dall'USAV. Per tre categorie (cereali tostati, flakes e Direct-Expanded Cereals), a loro volta suddivise in tre gusti differenti (naturale, frutta, cioccolato), sono stati sviluppati e valutati vari campioni a ridotto contenuto di zucchero, partendo da tre valori iniziali di zucchero diversi. A tal fine, attraverso una ricerca nella letteratura scientifica (cfr. rapporto separato) e in collaborazione con i partner di progetto è stato messo a punto un piano sperimentale, che ha ricevuto l'approvazione dell'USAV.

Figura 4 (nella pagina successiva) fornisce una panoramica generale dello svolgimento del progetto.

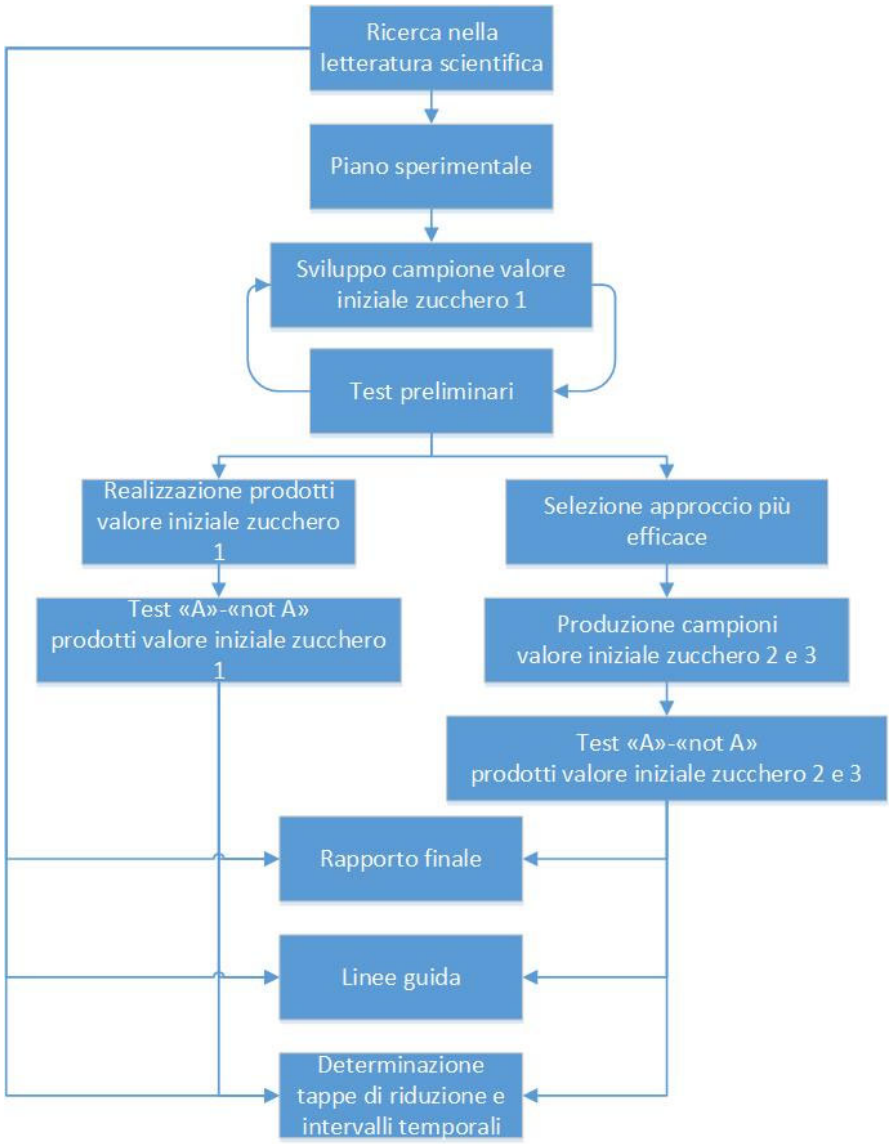

Figura 4: panoramica generale dello svolgimento del progetto

Sviluppo dei campioni

La scelta degli approcci da testare è avvenuta sulla base della ricerca nella letteratura scientifica, consultazione con i partner industriali. Si è posto l'accento sugli approcci più semplici ed economici, e nel contempo più facilmente realizzabili per i partner industriali coinvolti. Tabella 4 mostra gli approcci considerati nel corso di questo studio per la riduzione dello zucchero.

Tabella 4: panoramica degli approcci considerati per la riduzione dello zucchero

	Approccio 1	**Approccio 2**	**Approccio 3**
Cereali tostati (crunchy, granola)	Pregelatinizzazione	Aggiunta di fibre solubili come ingrediente legante	Contrasto sensoriale (strati con grado diverso di dolcezza)
Flakes	Aggiunta di $CaCO_3$ nell'impasto	Contrasto sensoriale (miscela di fiocchi dolci e meno dolci)	Aggiunta di aroma (vaniglia) nell'impastoo
Direct-Expanded Cereals	Aggiunta di $CaCO_3$ nella copertura	Aggiunta di aroma (modificatore di aroma) nella copertura	Copertura a più strati, di grado diverso di dolcezza

Tranne in un caso (approccio 3, copertura a più strati, per la categoria Direct-Expanded Cereals) lo sviluppo dei campioni in base al piano sperimentale è andato a buon fine. Per tutti i campioni è stato possibile implementare con successo le opzioni di riduzione proposte. I prodotti così ottenuti sono stati valutati durante la fase di sviluppo da giudici esperti, con l'ausilio del test «A»-«not A». Alla luce dei risultati di queste valutazioni sono stati definiti sia le tappe di riduzione opportune per i test «A»-«not A» con i consumatori, che gli approcci più promettenti in termini della riduzione auspicabile dello zucchero.

Durante i test sensoriali con i consumatori sono stati esaminati in una prima fase due gradi di riduzione partendo da un primo valore iniziale di zucchero predefinito per ogni combinazione di categoria, gusto e approccio per la riduzione dello zucchero. Successivamente l'approccio potenzialmente più efficace è stato applicato a entrambi gli altri valori iniziali di zucchero (cfr. anche Figura 4).

Analisi sensoriale

Per definire la massima riduzione possibile dello zucchero per ogni fase di adattamento, senza che il consumatore percepisca alcuna differenza, i prodotti sviluppati sono stati sottoposti a test sensoriali con i consumatori. A tal fine sono stati condotti test «A»-«not A». Questo tipo di test crea una situazione sperimentale quanto mai realistica poiché, rispetto ad altri metodi discriminanti come ad esempio il test triangolare o il test duo-trio, il confronto è basato sul ricordo e non sulla comparazione contestuale (simultanea) di due campioni. Sostanzialmente, con il test «A»-«not A» i giudici ricevono in un primo momento un prodotto «A» con il quale devono familiarizzare, e successivamente vari altri campioni in successione, e per ciascun campione devono indicare se lo percepiscono uguale o diverso da «A» (ISO 8588:2017, DIN 10972:2003). Nello studio in esame il campione «A» corrispondeva al prodotto standard, vale a dire al prodotto senza riduzione dello zucchero. Per ciascun test è stato fissato un numero complessivo di 50 giudici, con le seguenti quote da rispettare:

- 100% consuma regolarmente (almeno tre volte alla settimana) cereali per la prima colazione
- 50% donne, 50% uomini
- Distribuzione per fasce d'età:
    - 25% 6-14 anni
    - 25% 15-19 anni
    - 50% > 19 anni, di cui
        - 50% senza figli nell'economia domestica
        - 50% con figli nell'economia domestica

Il quesito relativo agli intervalli temporali entro cui possono essere realizzati / ripetuti i singoli gradi di riduzione ha trovato una risposta grazie a una ricerca nella letteratura scientifica, visto e considerato che nel periodo predefinito per lo svolgimento del progetto non sarebbe stato possibile condurre studi propri per la valutazione degli intervalli temporali tra i singoli gradi di riduzione.

Valutazione cereali tostati (crunchy / granola)
Per quanto concerne i cereali tostati è emerso per tutti i gusti che, sebbene l'approccio pregelatinizzazione sia risultato idoneo sul piano tecnologico, i campioni a contenuto ridotto di zucchero presentavano delle differenze significative rispetto ai campioni standard nei test sensoriali. Anche l'uso di fibre solubili come leganti non è stato efficace per tutti i gusti e valori iniziali di zucchero. Per quanto riguarda il gusto Naturale, è stato possibile ridurre il valore iniziale di zucchero (VIZ) 1 fino al 20% e il VIZ 2 fino al 10%, mentre per il VIZ 3 le tappe di riduzione fissati per il test (-20% e -27%) sono risultati eccessivamente sovrastimati. Per il gusto Frutta, con la variante Legante, il test sul VIZ 1 non ha fornito risultati significativi in quanto la prima (più contenuta) tappa di riduzione ha generato un prodotto molto diverso dal campione standard, mentre il prodotto ottenuto con la seconda (più consistente) tappa di riduzione è risultato più simile allo standard. Per i VIZ 2 e 3 le tappe di riduzione scelte sono risultate apparentemente troppo grandi, dal momento che i consumatori hanno percepito una differenza significativa tra i prodotti a ridotto contenuto di zucchero e i rispettivi campioni standard. Nel caso del gusto cioccolato, con l'approccio 2 (legante), il test sul VIZ 1 non è andato a buon fine, mentre per i VIZ 2 e 3 è stata raggiunta una riduzione rispettivamente del 12% e del 9%.

Alla luce dei risultati fin qui illustrati, per ottenere una riduzione dello zucchero nei cereali tostati è particolarmente indicato l'uso di un legante a base di fibre solubili, sebbene questo approccio non sia efficace per tutti i gusti e per tutti i valori iniziali di zucchero, quest'ultima osservazione lascia supporre che le tappe di riduzione siano state probabilmente troppo grandi. Gli altri due approcci testati (pregelatinizzazione e contrasto sensoriale) appaiono meno efficaci, dal momento che non è possibile consigliare una tappa di riduzione per alcun gusto e alcun valore iniziale di zucchero. Inoltre, queste due varianti sono più complesse da implementare rispetto all'approccio 3 (legante).

Valutazione Flakes

Per quanto riguarda la categoria Flakes, l'approccio 2 (aroma) genera uno scenario analogo all'approccio pregelatinizzazione nel caso dei Cereali tostati: per tutti e tre i gusti l'approccio non è stato efficace (probabilmente perché sono state scelte fasi di riduzione troppo consistenti) o i risultati non forniscono informazioni significative (primo step di riduzione nettamente diverso dallo standard, secondo più simile). Con l'approccio contrasto sensoriale si è invece potuto dimostrare, almeno per il VIZ 1, che è possibile ottenere una riduzione «non percepita» del contenuto di zucchero per tutti e tre i gusti (Naturale: -18%, Frutta: -23%, Cioccolata: -18%). Per il gusto naturale questo approccio è risultato efficace anche per i due successivi valori iniziali di zucchero (-22% VIZ 2 e -13% VIZ 3). Anche l'approccio $CaCO_3$ produce risultati significativi per tutti i gusti nella categoria Flakes: partendo dal VIZ 2 è stata raggiunta una riduzione del 13,7% per la varietà naturale, mentre partendo dal VIZ 1 è stata possibile una riduzione del 37,1% per la varietà Frutta e del 21,8% per la varietà cioccolato.

Per la categoria Flakes sono indicati sia l'approccio $CaCO_3$ che il contrasto sensoriale. Entrambi i metodi sono applicabili con un minimo sforzo. L'approccio contrasto sensoriale offre il vantaggio di non richiedere l'uso di ulteriori materie prime.

Valutazione Direct-Expanded Cereals

Per la categoria Direct-Expanded Cereals è stata possibile una riduzione «non percepita» con entrambi gli approcci testati (aroma e $CaCO_3$). Con l'approccio aroma, partendo dal VIZ 1, il contenuto di zucchero è stato ridotto del 12,3% nel caso di HoneyBalls e del 17,5% nel caso di HoneyPops. Solo con la varietà ChocoBalls per il VIZ 1 non è stato raggiunto un risultato significativo in quanto la prima tappa di riduzione si è rivelata nettamente diversa dal campione standard, questo nel era il caso per la seconda tappa. Per i VIZ 2 e 3 sono stati ottenuti le seguenti tappe di riduzione «non percepite»: 10,9% e 7,3% (HoneyBalls), 12,0% e 10,5% (ChocoBalls) e 20,4% e 13,0% (HoneyPops). Con l'approccio $CaCO_3$ le tappe di riduzione possibili diminuiscono: 4,4% (HoneyBalls), 6,9% (ChocoBalls) e 10,9% (HoneyPops), sempre partendo dal VIZ 1.

Per la categoria Direct-Expanded Cereals sono sostanzialmente raccomandabili entrambi gli approcci esaminati ($CaCO_3$ e aroma) ai fini della riduzione «non percepita» dello zucchero,. Va precisato che con l'approccio aroma appare possibile ottenere una riduzione più grande degli zuccheri aggiunti all'interno di una singola tappa di riduzione e la procedura è più semplice rispetto all'approccio $CaCO_3$. Tuttavia, a parità di riduzione dello zucchero, l'approccio aroma è più costoso rispetto alla variante $CaCO_3$.

Confronto tra diversi gruppi target

Inoltre, dall'analisi dei risultati dei test «A»-«not A» suddivisi per gruppi target è emerso che le donne tendono a percepire significativamente più differenze in un numero maggiore di test rispetto agli uomini. Le donne appaiono dunque più sensibili alle differenze sensoriali presenti nei campioni. Un quadro analogo emerge raffrontando gli adulti con e senza figli nella propria economia domestica: i primi forniscono risultati più significativi e sembrano essere maggiormente sensibili alle differenze. Se si analizzano i risultati forniti dal gruppo target «bambini», si evince che questa categoria è meno sensibile alle differenze presenti nei campioni, dal momento che ha riscontrato il minor numero di

differenze significative tra il campione standard e i campioni a ridotto contenuto di zucchero. Tuttavia si può anche ipotizzare che, nonostante le spiegazioni fornite e il maggiore supporto ricevuto rispetto agli altri gruppi, i bambini abbiano avuto difficoltà nell'attuazione del test «A»-«not A». Questo tipo di test presuppone infatti la capacità di memorizzare il campione «A» e di confrontare i campioni successivi con questo ricordo. È possibile che questa sfida cognitiva si sia dimostrata troppo impegnativa per questo gruppo target.

Intervalli temporali

Per quanto riguarda gli intervalli temporali che dovrebbero intercorrere tra le varie fasi di riduzione, si raccomanda un arco di tempo compreso tra sei mesi e un anno. Questo intervallo non dipende unicamente dal periodo necessario al singolo consumatore per abituarsi a un nuovo livello di zucchero e poter così passare alla successiva tappa di riduzione «non percepita», ma anche da fattori imposti dalle aziende produttrici. Pertanto la suddetta raccomandazione si basa da un lato sulla fattibilità tecnologica (cfr. rapporto sulla ricerca nella letteratura scientifica, consultazione di esperti) e dall'altro sui dati forniti dalla letteratura (Oliveira et al. 2016, de Oliveira Pineli et al. 2016, MacGregor e Hashem 2014) [4].

Se ad esempio si analizza la riduzione degli zuccheri aggiunti nella categoria Flakes, varietà Naturale, mediante l'approccio contrasto (cfr. Tabella 15), in un anno si potrebbero eliminare 4,6 g di zuccheri aggiunti (da 25,4 g a 20,8 g), in un secondo step altri 4,6 g (da 20,8 g a 16,2 g) e in una terza fase 2,1 g (da 16,2 g a 14,1 g). In un'ottica triennale, con le opportune tappe intermedie sarebbe dunque possibile una riduzione di 11,3 g di zuccheri aggiunti per ogni 100 g di cereali per la prima colazione. Raffrontando questo valore con i dati sul consumo rilevati dal sondaggio nazionale sull'alimentazione menuCH, è possibile constatare che l'attuale consumo di zucchero della popolazione svizzera può essere ridotto nell'arco di tre anni di 1,17 g al giorno, supponendo che vengano consumati giornalmente in media nazionale 10,4 g di cereali per la colazione (USAV 2017). Sebbene si tratti di una riduzione degli zuccheri aggiunti relativamente contenuta, per le persone che consumano grandi quantità di cereali per la colazione rappresenta un dato rilevante. Si potrebbe ottenere un risultato ancora più significativo riducendo gli zuccheri in più categorie di prodotti contemporaneamente (ad es. cereali per la colazione, yogurt, bibite ecc.).

[4] Gli articoli riportati si riferiscono alle bevande (nettare d'arancia e latte al cioccolato) e alla riduzione di sale. Le raccomandazioni si basano perlopiù su osservazioni ed esperienze e non su studi condotti.

5 Übersichtstabellen der Reduktionsschritte

Hinsichtlich der Zeitintervalle, die zwischen den einzelnen Reduktionsschritten liegen sollten, wird eine Zeitspanne von einem halben bis zu einem Jahr empfohlen. Dabei ist die Zeitspanne nicht nur davon abhängig, wie lange es dauert, bis sich ein Konsument an ein neues Zuckerniveau gewöhnt hat, damit die nächste «stille» Reduktion durchgeführt werden kann, sondern auch von Faktoren bei den produzierenden Betrieben sowie von den am Point of Sale und im Haushalt verfügbaren Restbeständen. Daher basiert die Empfehlung zum einen auf der technologischen Umsetzbarkeit (vgl. Bericht zur Literaturrecherche) als auch auf Angaben aus der Literatur (Oliveira et al. 2016[5], de Oliveira Pineli et al. 2016[6], MacGregor und Hashem 2014[7])[8].

In Kombination mit den Ergebnissen aus den sensorischen Tests werden die in Tabelle 5, Tabelle 6 und Tabelle 7 dargestellten Reduktionsschritte (ausgehend von ZAW 1) pro Zeitintervall (1 Jahr) empfohlen, welche «still» möglich sein sollten. Diese Empfehlungen basieren auf den Erkenntnissen des Projekts, sind aber in dieser Form teilweise nicht explorativ analysiert worden.

[5] Oliveira, D., Reis, F., Deliza, R., Rosenthal, A., Giménez, A. und Ares, G. (2016): Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. Food Research International 89, 448-453.

[6] de Oliveira Pineli, L. L., de Aguiar, L. A., Fiusa, A., Braz de Assunçao Botelho, R., Zandonadi, R. P. und Melo, L. (2016): Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. Appetite 96, 239-244.

[7] MacGregor, G. A., und Hashem, K. M. (2014): Action on sugar—lessons from UK salt reduction programme. The Lancet, 383(9921), 929-931.

[8] Die aufgeführten Artikel beziehen sich auf Getränke (Orangennektar resp. Schokoladenmilch) resp. auf die Reduktion von Salz. Die Empfehlungen basieren grösstenteils auf Beobachtungen / Erfahrungen und sind nicht auf durchgeführte Studien zurückzuführen.

Tabelle 5: Empfehlung für Reduktionsschritte und Zeitintervalle Gebackene Sorten

<table>
<tr><th></th><th colspan="3">Variante Vorverkleisterung</th><th colspan="3">Variante Binder</th><th colspan="3">Variante Kontrast</th></tr>
<tr><th></th><th>Nature</th><th>Frucht</th><th>Schokolade</th><th>Nature</th><th>Frucht</th><th>Schokolade</th><th>Nature</th><th>Frucht</th><th>Schokolade</th></tr>
<tr><td>Ausgangswert zugesetzter Zucker pro 100 g [g]</td><td>21.5</td><td>21.6</td><td>26.6</td><td>21.5</td><td>21.6</td><td>26.6</td><td>21.5</td><td>21.6</td><td>26.6</td></tr>
<tr><td>Reduktion Jahr 1</td><td colspan="3" rowspan="2">Nicht erfolgreich</td><td>-20%</td><td>-20%</td><td>-10%</td><td>-14%</td><td>-14%</td><td rowspan="2">Nicht erfolgreich</td></tr>
<tr><td>Gehalt an zugesetztem Zucker nach 1 Jahr [g]</td><td>17.2</td><td>17.3</td><td>23.9</td><td>18.5</td><td>18.6</td></tr>
<tr><td>Reduktion Jahr 2</td><td colspan="3" rowspan="4"></td><td>-10%</td><td rowspan="4">Nicht erfolgreich</td><td>-12%</td><td colspan="3" rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>Gehalt an zugesetztem Zucker nach 2 Jahren [g]</td><td>15.5</td><td>21.1</td></tr>
<tr><td>Reduktion Jahr 3</td><td rowspan="2">Nicht erfolgreich</td><td>-9%</td></tr>
<tr><td>Gehalt an zugesetztem Zucker nach 3 Jahren [g]</td><td>19.2</td></tr>
</table>

Legende: Grau hinterlegte Felder = Produkte nicht im Test

Tabelle 6: Empfehlung für Reduktionsschritte und Zeitintervalle Flakes

	Variante Aroma			Variante $CaCO_3$			Variante Kontrast		
	Nature	Frucht	Schokolade	Nature	Frucht	Schokolade	Nature	Frucht	Schokolade
Ausgangswert zugesetzter Zucker pro 100 g [g]	25.4	15.1	25.2	20.4	15.1	25.2	25.4	15.1	25.2
Reduktion Jahr 1		Nicht erfolgreich		-14%	-37%	-22%	-18%	-23%	-18%
Neuer Ausgangswert 1 [g]	20.4[9]	11.1[14]	20.2[14]	17.5	9.5	19.7	20.8	11.6	20.7
Reduktion Jahr 2	Nicht erfolgreich	-33%	Nicht erfolgreich			-28	-22%	-10%	Nicht erfolgreich
Neuer Ausgangswert 2 [g]		7.4				14.2	16.2	10.5	
Reduktion Jahr 3							-13%		
Gehalt an zugesetztem Zucker nach 3 Jahren [g]							14.1		

Legende: Grau hinterlegte Felder = Produkte nicht im Test

[9] wenn höhere ZAW's nicht im Test waren oder kein erfolgreiches Testergebnis erzielt wurde, wurde von dem nächst niedrigeren ZAW ausgegangen

Tabelle 7: Empfehlung für Reduktionsschritte und Zeitintervalle Direct-Expanded Cereals

	Variante Aroma			Variante $CaCO_3$		
	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops
Ausgangswert zugesetzter Zucker pro 100 g [g]	33.8	29	29.6	33.8	29	29.6
Reduktion Jahr 1	-12%	-13%	-17%	-4%	-7%	-11%
Neuer Ausgangswert 1 [g]	29.7	25.2	24.6	32.4	27.0	26.3
Reduktion Jahr 2	-11%	-12%	-20%			
Neuer Ausgangswert 2 [g]	26.5	22.2	19.7			
Reduktion Jahr 3	-7%	-10%	-13%			
Gehalt an zugesetztem Zucker nach 3 Jahren [g]	24.6	20.0	17.1			

Legende: Grau hinterlegte Felder = Produkte nicht im Test

Aus diesen Daten der Tabelle 5, Tabelle 6 und Tabelle 7 geht hervor, dass die Grösse der Zuckerreduktion nicht nur abhängig vom gewählten Ansatz ist, sondern auch von der Produktkategorie und Sorte.

So ist z.B. bei den Gebackenen Sorten (Tabelle 5) die Variante Binder bei der Sorte Schokolade erfolgreicher im Vergleich zu den Sorten Nature oder Frucht. Über drei Jahre hinweg ist es denkbar – mit den entsprechenden Zwischenschritten – von einem Zuckerausgangswert von 26.6 g zugesetztem Zucker auf 19.2 g zugesetzten Zucker (pro 100 g) zu kommen.

Auch bei den Flakes (Tabelle 6) wird deutlich, dass es keinen allgemein gültigen besten Ansatz zur Zuckerreduktion gibt. Bei der Sorte Nature ist die Variante Kontrast vielversprechend, hier scheint es mit den entsprechenden Zwischenschritten möglich innerhalb von drei Jahren eine Reduktion von 25.4 g zugesetztem Zucker auf 14.1g zugesetztem Zucker (pro 100 g) zu erreichen. Bei der Sorte Schokolade ist eine ähnliche Reduktion (von 25.2 g zugesetztem Zucker auf 14.2 g zugesetztem Zucker / pro 100 g) mit der Variante $CaCO_3$ möglicherweise sogar innerhalb von zwei Jahren umsetzbar.

Bei den Direct-Expanded Cereals (Tabelle 7) scheinen die Ergebnisse etwas weniger abhängig von der jeweiligen Sorte zu sein. Eine mögliche Erklärung ist, dass die Zuckerreduktion bei dieser Produktkategorie über das Coating erfolgte, wodurch – im Vergleich zu den Flakes und den Gebackenen Sorten – weniger Anpassungen hinsichtlich Rezeptur und Herstellung vorgenommen werden mussten. Wie in der Zusammenfassung bereits erläutert, sind sowohl die Variante $CaCO_3$ als auch die Variante Aroma über alle betrachteten Sorten (HoneyBalls, ChocoBalls, HoneyPops) erfolgreich. Bei den HoneyBalls scheint es mit den entsprechenden Zwischenschritten möglich, den zugesetzten Zucker ausgehend von 33.8 g innerhalb von drei Jahren auf 24.6 g zu reduzieren. Auch bei den ChocoBalls (von 29.0 g auf 20.0 g) und HoneyPops (von 29.6 g auf 17.1 g) ist eine Reduktion in einem ähnlichen Masse umsetzbar.

6 Overview tables of the reduction steps

It is recommended that a time interval of between six months and one year should be left between individual reduction steps. This time period is not just dependent on how long it takes for a consumer to become used to a new level of sugar so that the next 'silent' reduction can be carried out, but also on factors at the production facilities as well as on the remaining stock available at the point of sale and in households. For this reason, the recommendation is based on technological feasibility (see report on the literature research) as well as on information from the literature (Oliveira et al. 2016 [10], de Oliveira Pineli et al. 2016[11], MacGregor and Hashem 2014[12])[13].

In combination with the results from the sensory tests, the yearly reduction steps presented in Table 8, Table 9 and Table 10 (based on ISV 1) are recommended to most likely achieve 'silent' reductions. These recommendations are based on the findings from the project but have not been analysed exploratively the recommended 3-year period.

[10] Oliveira, D., Reis, F., Deliza, R., Rosenthal, A., Giménez, A. and Ares, G. (2016): Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. Food Research International 89, 448-453.

[11] de Oliveira Pineli, L. L., de Aguiar, L. A., Fiusa, A., Braz de Assunçao Botelho, R., Zandonadi, R. P. and Melo, L. (2016): Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. Appetite 96, 239-244.

[12] MacGregor, G. A. and Hashem, K. M. (2014): Action on sugar—lessons from UK salt reduction programme. The Lancet, 383(9921), 929-931.

[13] The listed articles relate to drinks (orange nectar and chocolate milk) or the reduction of salt. The recommendations are based, for the large part, on observations/experiences and are not drawn from the studies carried out.

Table 8: Recommendation for reduction steps and time intervals for baked varieties

<table>
<tr><th></th><th colspan="3">Pregelatinisation approach</th><th colspan="3">Binding agent approach</th><th colspan="3">Contrast approach</th></tr>
<tr><th></th><th>Plain</th><th>Fruit</th><th>Chocolate</th><th>Plain</th><th>Fruit</th><th>Chocolate</th><th>Plain</th><th>Fruit</th><th>Chocolate</th></tr>
<tr><td>Initial added sugar value per 100 g [g]</td><td>21.5</td><td>21.6</td><td>26.6</td><td>21.5</td><td>21.6</td><td>26.6</td><td>21.5</td><td>21.6</td><td>26.6</td></tr>
<tr><td>Reduction in year 1</td><td colspan="3" rowspan="2">Unsuccessful</td><td>-20%</td><td>-20%</td><td>-10%</td><td>-14%</td><td>-14%</td><td rowspan="2">Unsuccessful</td></tr>
<tr><td>Added sugar content after 1 year [g]</td><td>17.2</td><td>17.3</td><td>23.9</td><td>18.5</td><td>18.6</td></tr>
<tr><td>Reduction in year 2</td><td colspan="3" rowspan="4"></td><td>-10%</td><td rowspan="4">Unsuccessful</td><td>-12%</td><td colspan="3" rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>Added sugar content after 2 years [g]</td><td>15.5</td><td>21.1</td></tr>
<tr><td>Reduction in year 3</td><td rowspan="2">Not successful</td><td>-9%</td></tr>
<tr><td>Added sugar content after 3 years [g]</td><td>19.2</td></tr>
</table>

Key: Fields with a grey background = products not included in the test

Table 9: Recommendation for reduction steps and time intervals for flakes

	Flavouring approach			$CaCO_3$ approach			Contrast approach		
	Plain	Fruit	Chocolate	Plain	Fruit	Chocolate	Plain	Fruit	Chocolate
Initial added sugar value per 100 g [g]	25.4	15.1	25.2	20.4	15.1	25.2	25.4	15.1	25.2
Reduction in year 1		Unsuccessful		-14%	-37%	-22%	-18%	-23%	-18%
New initial value 1 [g]	20.4[14]	11.1[14]	20.2[14]	17.5	9.5	19.7	20.8	11.6	20.7
Reduction in year 2	Unsuccessful	-33%	Unsuccessful			-28	-22%	-10%	Unsuccessful
New initial value 2 [g]		7.4				14.2	16.2	10.5	
Reduction in year 3							-13%		
Added sugar content after 3 years [g]							14.1		

Key: Fields with a grey background = products not included in the test

[14] If higher ISVs were not included in the test or no successful test result was achieved, the test was started from the next ISV level below it

Table 10: Recommendation for reduction steps and time intervals for direct-expanded cereals

	Flavouring approach			$CaCO_3$ approach		
	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops
Initial added sugar value per 100 g [g]	33.8	29	29.6	33.8	29	29.6
Reduction in year 1	-12%	-13%	-17%	-4%	-7%	-11%
New initial value 1 [g]	29.7	25.2	24.6	32.4	27.0	26.3
Reduction in year 2	-11%	-12%	-20%			
New initial value 2 [g]	26.5	22.2	19.7			
Reduction in year 3	-7%	-10%	-13%			
Added sugar content after 3 years [g]	24.6	20.0	17.1			

Key: Fields with a grey background = products not included in the test

The data in Table 8, Table 9 and Table 10 shows that the level of sugar reduction is not only dependent on the selected approach, but also on the product category and variety.

For the baked varieties (Table 8), for example, the binding agent option for the chocolate flavour was more successful than for the fruit and plain varieties. Over three years, it is conceivable – with the relevant interim steps – that an initial sugar value of 26.6 g of added sugar could be reduced to 19.2 g of added sugar (per 100 g).

It is also clear in the case of the flake varieties (Table 9) that there is no single best approach to 'silently' reducing sugar. For the plain flavour, the contrast option shows promise and might be able to achieve a 'silent' reduction from 25.4 g added sugar to 14.1 g (per 100 g) within three years using the relevant interim steps. For the chocolate flavour, a similar 'silent' reduction (from 25.2 g added sugar to 14.2 g/per 100 g) could possibly even be achieved within two years using the $CaCO_3$ approach.

For direct-expanded cereals (Table 10), the results appear to be somewhat less dependent on the variety. One possible explanation for this is that sugar is reduced in this product category through coating, meaning – in comparison to flakes and baked varieties – fewer adjustments need to be made to the recipe and production process. As already explained in the summary, both the $CaCO_3$ approach and the flavouring approach were successful in achieving 'silent' reductions in all of the varieties examined (HoneyBalls, ChocoBalls, HoneyBalls). For HoneyBalls, it appears to be possible to 'silently' reduce added sugar from 33.8 g to 24.6 g within three years using the relevant interim steps. A similar 'silent' reduction can also be achieved for ChocoBalls (from 29.0 g to 20.0 g) and HoneyPops (from 29.6 g to 17.1 g).

7 Tableaux synoptiques des étapes de réduction

Un intervalle de six mois à un an est conseillé entre chaque palier de réduction. Celui-ci dépend non seulement de la période d'accoutumance nécessaire au consommateur avant le palier suivant de réduction silencieuse, mais aussi de facteurs propres aux fabricants et de l'existence de stocks résiduels aux points de vente et chez les consommateurs. Cette recommandation repose aussi bien sur la faisabilité technologique (cf. rapport sur la recherche bibliographique) que sur des données documentées (Oliveira et al. 2016[15], d'Oliveira Pineli et al. 2016[16], MacGregor et Hashem 2014[17])[18].

Au regard des résultats d'analyse sensorielle, les paliers de réduction indiqués dans Tableau 11, Tableau 12 et Tableau 13 (TSI 1) sont recommandés par intervalle d'un an. Ces réductions devraient pouvoir être introduites sans que le consommateur ne le remarque. Ces recommandations s'appuient sur les résultats du projet et n'ont pas fait l'objet d'analyses prospectives approfondies.

[15] Oliveira, D., Reis, F., Deliza, R., Rosenthal, A., Giménez, A. et Ares, G. (2016): Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. Food Research International 89, 448–453.

[16] de Oliveira Pineli, L. L., de Aguiar, L. A., Fiusa, A., Braz de Assunçao Botelho, R., Zandonadi, R. P. et Melo, L. (2016): Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. Appetite 96, 239–244.

[17] MacGregor, G. A., et Hashem, K. M. (2014): Action on sugar – lessons from UK salt reduction programme. The Lancet, 383(9921), 929–931.

[18] Les articles référencés portent sur des boissons (nectar d'orange et lait chocolaté) et sur la réduction de la teneur en sel. Les recommandations émises reposent en grande partie sur des observations ou des expériences, et non sur des études.

Tableau 11: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les céréales cuites

<table>
<tr><th></th><th colspan="3">Méthode de prégélatinisation</th><th colspan="3">Méthode des liants</th><th colspan="3">Méthode du contraste</th></tr>
<tr><th></th><th>Nature</th><th>Fruits</th><th>Chocolat</th><th>Nature</th><th>Fruits</th><th>Chocolat</th><th>Nature</th><th>Fruits</th><th>Chocolat</th></tr>
<tr><td>Teneur initiale en sucres ajoutés pour 100 g [g]</td><td>21,5</td><td>21,6</td><td>26,6</td><td>21,5</td><td>21,6</td><td>26,6</td><td>21,5</td><td>21,6</td><td>26,6</td></tr>
<tr><td>Réduction 1re année</td><td colspan="3" rowspan="2">Échec</td><td>-20 %</td><td>-20 %</td><td>-10 %</td><td>-14 %</td><td>-14 %</td><td rowspan="2">Échec</td></tr>
<tr><td>Teneur en sucres ajoutés après 1 an [g]</td><td>17,2</td><td>17,3</td><td>23,9</td><td>18,5</td><td>18,6</td></tr>
<tr><td>Réduction 2e année</td><td colspan="3" rowspan="4"></td><td>-10 %</td><td rowspan="4">Échec</td><td>-12 %</td><td colspan="3" rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>Teneur en sucres ajoutés après 2 ans [g]</td><td>15,5</td><td>21,1</td></tr>
<tr><td>Réduction 3e année</td><td rowspan="2">Échec</td><td>-9 %</td></tr>
<tr><td>Teneur en sucres ajoutés après 3 ans [g]</td><td>19,2</td></tr>
</table>

Légende: Champs grisés = produits non testés

Tableau 12: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les flocons

	Méthode de l'arôme			Méthode du $CaCO_3$			Méthode du contraste		
	Nature	Fruits	Chocolat	Nature	Fruits	Chocolat	Nature	Fruits	Chocolat
Teneur initiale en sucres ajoutés pour 100 g [g]	25,4	15,1	25,2	20,4	15,1	25,2	25,4	15,1	25,2
Réduction 1re année		Échec		-14 %	-37 %	-22 %	-18 %	-23 %	-18 %
Nouvelle teneur initiale 1 [g]	20,4[19]	11,1[14]	20,2[14]	17,5	9,5	19,7	20,8	11,6	20,7
Réduction 2e année	Échec	-33 %	Échec			-28	-22 %	-10 %	Échec
Nouvelle teneur initiale 2 [g]		7,4				14,2	16,2	10,5	
Réduction 3e année							-13 %		
Teneur en sucres ajoutés après 3 ans [g]							14,1		

Légende: Champs grisés = produits non testés

[19] En l'absence de TSI plus élevées ou de résultat positif pendant le test, la TSI inférieure suivante a été utilisée.

Tableau 13: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les céréales directement expansées

	Méthode de l'arôme			Méthode du $CaCO_3$		
	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops
Teneur initiale en sucres ajoutés pour 100 g [g]	33,8	29	29,6	33,8	29	29,6
Réduction 1re année	-12 %	-13 %	-17 %	-4 %	-7 %	-11 %
Nouvelle teneur initiale 1 [g]	29,7	25,2	24,6	32,4	27,0	26,3
Réduction 2e année	-11 %	-12 %	-20 %			
Nouvelle teneur initiale 2 [g]	26,5	22,2	19,7			
Réduction 3e année	-7 %	-10 %	-13 %			
Teneur en sucres ajoutés après 3 ans [g]	24,6	20,0	17,1			

Légende: Champs grisés = produits non testés

Comme l'indiquent les valeurs de Tableau 11, Tableau 12 et Tableau 13, le taux de réduction du sucre dépend non seulement de la méthode sélectionnée, mais aussi de la catégorie et de la variété du produit.

Ainsi, pour les céréales cuites (Tableau 11), la méthode des liants associée à la variété au chocolat l'emporte sur les variétés aux fruits ou nature. Sur trois ans, il est possible – moyennant les paliers intermédiaires correspondants – de passer d'une teneur en sucre initiale de 26,6 g à une teneur de 19,2 g (pour 100 g).

Les valeurs obtenues pour les flocons (Tableau 12) révèlent ici aussi qu'il n'existe aucune méthode optimale pour réduire la teneur en sucre. La méthode du contraste s'impose pour la variété nature. Il semble en effet possible, grâce aux paliers intermédiaires, de réduire la part de sucres ajoutés de 25,4 g à 14,1 g pour 100 g en l'espace de trois ans. La méthode du $CaCO_3$, quant à elle, permet une réduction analogue (de 25,2 g à 14,2 g / 100 g) pour la variété au chocolat en deux ans.

Concernant les céréales directement expansées (Tableau 13), les résultats semblent un peu moins dépendants de la variété. Dans cette catégorie de produit, la réduction du sucre était portée par l'enrobage. La modification des recettes et de la fabrication étaient donc moins nombreuses que pour les flocons et les céréales cuites. Comme indiqué à la synthese les méthodes $CaCO_3$ et arôme ont été concluantes pour tous les produits testés (HoneyBalls, ChocoBalls, HoneyPops). Pour les HoneyBalls, il semble possible, grâce aux paliers intermédiaires, de réduire la part de sucres ajoutés de 33,8 g à 24,6 g en trois ans. Une réduction du même ordre est envisageable pour les ChocoBalls (de 29,0 g à 20,0 g) et les HoneyPops (de 29,6 g à 17,1 g).

8 Tabelle panoramiche delle tappe di riduzione

Per quanto riguarda gli intervalli temporali che dovrebbero intercorrere tra le singole tappe di riduzione, si raccomanda un arco di tempo compreso tra sei mesi e un anno. Questo intervallo non dipende unicamente dal periodo necessario al singolo consumatore per abituarsi a un nuovo livello di zucchero e poter così passare alla successiva tappa di riduzione «non percepita», ma anche da fattori imposti dalle aziende produttrici e dalle rimanenze presenti nei punti vendita e in casa. Pertanto la suddetta raccomandazione si basa da un lato sulla fattibilità tecnologica (cfr. rapporto sulla ricerca nella letteratura scientifica) e dall'altro sui dati forniti dalla letteratura (Oliveira et al. 2016[20], de Oliveira Pineli et al. 2016[21], MacGregor e Hashem 2014[22])[23].

Unitamente ai risultati delle analisi sensoriale si raccomandano le tappe di riduzione illustrate nel Tabella 14, Tabella 15 et Tabella 16 (partendo dal VIZ 1) per ciascun intervallo di tempo (1 anno). Queste tappe devono aver luogo senza che il consumatore noti alcuna differenza (riduzioni «non percepite»). Queste raccomandazioni si basano sui risultati del progetto, ma talvolta in questa forma non sono state sottoposte a un'analisi esplorativa.

[20] Oliveira, D., Reis, F., Deliza, R., Rosenthal, A., Giménez, A. e Ares, G. (2016): Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. Food Research International 89, 448-453.

[21] de Oliveira Pineli, L. L., de Aguiar, L. A., Fiusa, A., Braz de Assunçao Botelho, R., Zandonadi, R. P. e Melo, L. (2016): Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. Appetite 96, 239-244.

[22] MacGregor, G. A. e Hashem, K. M. (2014): Action on sugar – lessons from UK salt reduction programme. The Lancet, 383(9921), 929-931.

[23] Gli articoli riportati si riferiscono alle bevande (nettare d'arancia e latte al cioccolato) e alla riduzione di sale. Le raccomandazioni si basano perlopiù su osservazioni ed esperienze e non su studi condotti.

Tabella 14: raccomandazione relativa alle tappe di riduzione e agli intervalli temporali per la categoria Cereali tostati

<table>
<tr><th></th><th colspan="3">Approccio Pregelatinizzazione</th><th colspan="3">Approccio Legante</th><th colspan="3">Approccio Contrasto</th></tr>
<tr><th></th><th>Naturale</th><th>Frutta</th><th>Cioccolato</th><th>Naturale</th><th>Frutta</th><th>Cioccolato</th><th>Naturale</th><th>Frutta</th><th>Cioccolato</th></tr>
<tr><td>Valore iniziale zuccheri aggiunti per 100 g [g]</td><td>21,5</td><td>21,6</td><td>26,6</td><td>21,5</td><td>21,6</td><td>26,6</td><td>21,5</td><td>21,6</td><td>26,6</td></tr>
<tr><td>Riduzione anno 1</td><td colspan="3" rowspan="2">Test inconcludente</td><td>-20%</td><td>-20%</td><td>-10%</td><td>-14%</td><td>-14%</td><td rowspan="2">Test inconcludente</td></tr>
<tr><td>Contenuto di zuccheri aggiunti dopo 1 anno [g]</td><td>17,2</td><td>17,3</td><td>23,9</td><td>18,5</td><td>18,6</td></tr>
<tr><td>Riduzione anno 2</td><td colspan="3" rowspan="4"></td><td>-10%</td><td rowspan="4">Test inconcludente</td><td>-12%</td><td colspan="3" rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>Contenuto di zuccheri aggiunti dopo 2 anni [g]</td><td>15,5</td><td>21,1</td></tr>
<tr><td>Riduzione anno 3</td><td rowspan="2">Test inconcludente</td><td>-9%</td></tr>
<tr><td>Contenuto di zuccheri aggiunti dopo 3 anni [g]</td><td>19,2</td></tr>
</table>

Legenda: campi grigi = prodotti non compresi nel test

Tabella 15: raccomandazione relativa alle tappe di riduzione e agli intervalli temporali per la categoria Flakes

	Approccio Aroma			Approccio $CaCO_3$			Approccio Contrasto		
	Naturale	Frutta	Cioccolato	Naturale	Frutta	Cioccolato	Naturale	Frutta	Cioccolato
Valore iniziale zuccheri aggiunti per 100 g [g]	25,4	15,1	25,2	20,4	15,1	25,2	25,4	15,1	25,2
Riduzione anno 1		Test inconcludente		-14%	-37%	-22%	-18%	-23%	-18%
Nuovo valore iniziale 1 [g]	20,4[24]	11,1[14]	20,2[14]	17,5	9,5	19,7	20,8	11,6	20,7
Riduzione anno 2	Test inconcludente	-33%	Test inconcludente			-28	-22%	-10%	Test inconcludente
Nuovo valore iniziale 2 [g]		7,4				14,2	16,2	10,5	
Riduzione anno 3							-13%		
Contenuto di zuccheri aggiunti dopo 3 anni [g]							14,1		

Legenda: campi grigi = prodotti non compresi nel test

[24] Laddove non siano stati presi in considerazione VIZ più alti o il test non abbia prodotto risultati significativi, si è preso come riferimento il VIZ immediatamente inferiore.

Tabella 16: raccomandazione relativa alle tappe di riduzione e agli intervalli temporali per la categoria Direct-Expanded Cereals

	Approccio Aroma			Approccio $CaCO_3$		
	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops	HoneyBalls	ChocoBalls	HoneyPops
Valore iniziale zuccheri aggiunti per 100 g [g]	33,8	29	29,6	33,8	29	29,6
Riduzione anno 1	-12%	-13%	-17%	-4%	-7%	-11%
Nuovo valore iniziale 1 [g]	29,7	25,2	24,6	32,4	27,0	26,3
Riduzione anno 2	-11%	-12%	-20%			
Nuovo valore iniziale 2 [g]	26,5	22,2	19,7			
Riduzione anno 3	-7%	-10%	-13%			
Contenuto di zuccheri aggiunti dopo 3 anni [g]	24,6	20,0	17,1			

Legenda: campi grigi = prodotti non compresi nel test

Dai dati contenuti nelle tabelle Tabella 14, Tabella 15 et Tabella 16 emerge che la percentuale della riduzione di zucchero non dipende solamente dall'approccio scelto, ma anche dalla categoria e dalla varietà del prodotto.

Nel caso dei Cereali tostati (Tabella 14), ad esempio, la variante Legante presenta risultati migliori per la varietà Cioccolato rispetto alle varietà Naturale e Frutta. Realizzando le opportune tappe intermedie sull'arco di tre anni, è ipotizzabile ridurre il valore iniziale di zucchero da 26,6 g a 19,2 g (per 100 g).

Dai dati (Tabella 15), appare evidente che non esiste un approccio applicabile a tutte le varietà di Flakes per la riduzione dello zucchero. Per la varietà Naturale, l'approccio Contrasto è molto promettente. Infatti, realizzando le opportune tappe intermedie su un arco triennale, risulta possibile ottenere una riduzione degli zuccheri aggiunti da 25,4 g a 14,1 g per 100 g. Per la varietà Cioccolato, una riduzione simile (da 25,2 g a 14,2 g di zuccheri aggiunti per 100 g) è addirittura attuabile in soli due anni con la variante $CaCO_3$.

Nel caso dei Direct-Expanded Cereals (Tabella 16) i risultati appaiono leggermente meno legati alla varietà specifica. Una possibile spiegazione è che per questa categoria di prodotto la riduzione dello zucchero è avvenuta nella copertura, diversamente dai Flakes e dai Cereali tostati, pertanto non è stato necessario apportare modifiche serie alla ricetta e ai processi di produzione. Come già spiegato nella sintesi, i test hanno dato un esito positivo sia nell'approccio $CaCO_3$ che nell'approccio Aroma per tutte le varietà prese in esame (HoneyBalls, ChocoBalls, HoneyPops). Per HoneyBalls, realizzando le opportune tappe intermedie sull'arco di tre anni, è ipotizzabile ridurre il valore iniziale di zucchero da 33,8 g a 24,6 g sull'arco di un triennio. Anche per ChocoBalls e HoneyPops è possibile una riduzione di entità analoga (rispettivamente da 29,0 g a 20,0 g e da 29,6 g a 17,1 g).

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übersicht genereller Projektablauf 6
Figure 2: Overview of the project schedule 12
Figure 3: schéma du déroulement du projet 18
Figura 4: panoramica generale dello svolgimento del progetto 24

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht betrachtete Ansätze zur Zuckerreduktion 7
Table 2: Overview of the sugar reduction approaches considered 13
Tableau 3: méthodes de réduction du sucre utilisées 19
Tabella 4: panoramica degli approcci considerati per la riduzione dello zucchero 25
Tabelle 5: Empfehlung für Reduktionsschritte und Zeitintervalle Gebackene Sorten 30
Tabelle 6: Empfehlung für Reduktionsschritte und Zeitintervalle Flakes 31
Tabelle 7: Empfehlung für Reduktionsschritte und Zeitintervalle Direct-Expanded Cereals 32
Table 8: Recommendation for reduction steps and time intervals for baked varieties 35
Table 9: Recommendation for reduction steps and time intervals for flakes 36
Table 10: Recommendation for reduction steps and time intervals for direct-expanded cereals 37
Tableau 11: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les céréales cuites 40
Tableau 12: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les flocons 41
Tableau 13: paliers de réduction et intervalles recommandés pour les céréales directement expansées 42
Tabella 14: raccomandazione relativa alle tappe di riduzione e agli intervalli temporali per la categoria Cereali tostati 45
Tabella 15: raccomandazione relativa alle tappe di riduzione e agli intervalli temporali per la categoria Flakes 46
Tabella 16: raccomandazione relativa alle tappe di riduzione e agli intervalli temporali per la categoria Direct-Expanded Cereals 47