

SCHULUNGSHANDBUCH

BEURTEILUNG DER SENSORISCHEN QUALITÄT

Werkzeuge und Methoden für Pflanzenzüchtung, Sortenversuche und
Lebensmittelinnovation



*Wechsle das Saatgut, lass den Unterschied
wachsen!*



TITEL:	BEURTEILUNG DER SENSORISCHEN QUALITÄT Werkzeuge und Methoden für Pflanzenzüchtung, Sortenversuche und Lebensmittelinnovation
HERAUSGEBER:	 Solenne Jourden und Frédéric Rey (ITAB)
AKTUALISIERTE VERSION VON:	Nicolas Enjalbert (SeedLinked)
GUTACHTER:	Julia Cooper (ORC)
ENGLISCHES LEKTORAT:	Dieses Schulungshandbuch wurde im Rahmen des Projekts LiveSeeding erstellt, das von der Europäischen Union, dem Schweizer Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) sowie UK Forschung und Innovation (UKRI) finanziert wurde.
RECHTLICHER HINWEIS:	Vindras C., Sinoir N., Coulombel A., Taupier-Letage B., Rey F. ITAB. 2018. Verkostungsleitfaden: Werkzeuge zur Integration organoleptischer Qualitätskriterien in Züchtungsprogramme. Technisches Merkblatt. Diversifood-Projekt.
ORIGINALVERSION:	Der Großteil der Inhalte wurde im Rahmen der Projekte SOLIBAM und DIVERSIFOOD entwickelt. In dieser aktualisierten Version:
AKTUALISIERTE VERSION:	• Blatt #1 „Einstieg in die sensorische Analyse“ wurde überarbeitet und um allgemeine Empfehlungen zur Durchführung von Prüfungen ergänzt. • Blatt #4 „Sensorische Attribute entwickeln“ wurde auf Grundlage von Elementen des früheren Blatts #2 neu erstellt. • Die Blätter #5, #7 und #12 wurden überarbeitet und mit aktuelleren Screenshots aktualisiert. • Blatt #13 „SeedLinked für die hedonische Bewertung mit Konsumentinnen und Konsumenten nutzen“ ist vollständig neu.
FOTONACHWEISE:	Frédéric Rey (ITAB), Camille Vindras (ITAB), Solenne Jourden (ITAB), Elodie Weber (ITAB)
ZITIERWEISE FÜR DIESES DOKUMENT:	ITAB (2026). Beurteilung der sensorischen Qualität – Schulungshandbuch: Werkzeuge und Methoden für Pflanzenzüchtung, Sortenversuche und Lebensmittelinnovation (aktualisierte Version). LiveSeeding-Projekt, 10.5281/zenodo.21279533
LAYOUT:	IPS Konzalting
KONTAKT:	Frédéric Rey (ITAB), frederic.rey@itab.asso.fr
DATUM:	2026



Die Inhalte dürfen verbreitet, jedoch nicht verändert werden. Bitte nennen Sie die Autorinnen und Autoren. Eine kommerzielle Nutzung ist ohne Genehmigung der Autorinnen und Autoren nicht gestattet.

Zusammenfassung

Dieses Schulungshandbuch bietet praxisorientierte Werkzeuge und Methoden zur Beurteilung der organoleptischen Qualität von Lebensmitteln in Pflanzenzüchtungsprogrammen, Sortenversuchen, der Entwicklung neuer Produkte und weiteren Vorhaben, die darauf abzielen, Qualität zu charakterisieren und zu verbessern oder Verbraucherpräferenzen zu verstehen.

Das Handbuch richtet sich an Züchterinnen und Züchter, Erzeugerinnen und Erzeuger, Forschende sowie Produktentwicklerinnen und -entwickler. Es verbindet wissenschaftliche Grundlagen mit praktischen Anleitungen und ermöglicht sowohl Einsteigerinnen und Einsteigern als auch erfahrenen Anwenderinnen und Anwendern die Durchführung zuverlässiger sensorischer Prüfungen.

Der Leitfaden ist in thematische „Blätter“ gegliedert und behandelt die Grundlagen der sensorischen Analyse, empfohlene Prüfprotokolle, produktspezifische Zubereitungsmethoden und den Einsatz spezieller Softwarewerkzeuge. Ein umfassendes Glossar sorgt für ein einheitliches Verständnis bei allen Nutzergruppen und Fachrichtungen.



PROJEKTÜBERBLICK

LiveSeeding – Ökologisches Saatgut und Pflanzenzüchtung zur Beschleunigung nachhaltiger und vielfältiger Ernährungssysteme in Europa ist eine vierjährige Innovationsmaßnahme, die von der Europäischen Union, dem Schweizer Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI) und UK Research and Innovation (UKRI) finanziert wird. Das Projekt startete im Oktober 2022 und vereint 37 Organisationen aus 16 europäischen Ländern. LiveSeeding liefert wissenschaftlich fundierte Erkenntnisse und Best-Practice-Lösungen, um das Ziel von 100 % ökologischem Saatgut zu unterstützen.

LiveSeeding trägt mit einer **PUSH-PULL-ENABLE-Strategie** zum Übergang zu umweltfreundlichen, klimaneutralen, gesunden und fairen **Ernährungssystemen bei**, um

- die Verfügbarkeit und Eignung von ökologischem Saatgut solcher Sorten zu erhöhen, die für den ökologischen Landbau geeignet sind (PUSH),
- die Marktnachfrage nach ökologischem Saatgut solcher Sorten, die für den ökologischen Landbau geeignet sind, zu steigern und zu stabilisieren (PULL),
- ein förderliches politisches und regulatorisches Umfeld zu schaffen, in dem Nachfrage und Angebot ohne sachfremde Einschränkungen durch rechtliche Vorgaben und/oder regulatorische Fragmentierung konstruktiv und produktiv aufeinander abgestimmt werden können (ENABLE).



LiveSeeding bearbeitet diese Themen mit einem **ganzheitlichen, Multi-Akteurs-, Multi-Stakeholder- und partizipativen Ansatz**. Entlang der Wertschöpfungskette werden Beteiligte in 17 lokalen **Living Labs** (LLs) und drei etablierten Netzwerken für ökologische Züchtung (**ECO-PB**), Saatguterhaltung (**ECLLD**) und den Milan Urban Food Policy Pact (**MUFPP**) eingebunden. 15 europäische Länder decken unterschiedliche pedoklimatische Zonen und sozioökonomische Kontexte ab, darunter Länder in Ost- und Südeuropa, in denen ökologisches Saatgut und ökologische Züchtung bislang weniger entwickelt sind.

Inhaltsverzeichnis

PROJEKTÜBERBLICK.....	2
VORWORT	4
BLATT#1 – Einstieg in die sensorische Analyse: Zentrale Konzepte, Ziele und Nutzen	7
BLATT#2 – Beispiele für die Integration sensorischer Kriterien in den Züchtungsprozess	10
BLATT#3 – Implizites Wissen integrieren: ein forschungsbasiertes Beispiel.....	12
BLATT#4 – Sensorische Attribute entwickeln: Brainstorming für ein relevantes Vokabular	15
BLATT#5 – Produkte mit einer Rangordnungsprüfung charakterisieren: Einfache, schnelle Vergleiche. 16	
BLATT#6 – Ein sensorisches Profil erstellen: Produkteigenschaften abbilden	20
BLATT#7 – Verbraucherpräferenzen verstehen: Sensorische Daten und Gefallen verknüpfen	23
BLATT#8 – Einflussfaktoren mit dem Napping-Test untersuchen: Sensorische Dimensionen erkunden 27	
BLATT#9 – Fallstudie: Beurteilung eines Rohprodukts (Tomate).....	30
BLATT#10 – FALLSTUDIE: BEURTEILUNG GEGARTER PRODUKTE (BROKKOLI).....	36
BLATT#11 – FALLSTUDIE: BEURTEILUNG VERARBEITETER PRODUKTE (BROT)	41
BLATT#12 – VERWENDUNG VON R FÜR DIE SENSORISCHE ANALYSE: INSTALLATION UND ANWENDUNG DER PAKETE SENSOMINER UND FACTOMINER.....	45
BLATT#13 – VERWENDUNG VON SEEDLINKED: EIN KOLLABORATIVES WERKZEUG FÜR ZÜCHTUNG UND HEDONISCHE BEWERTUNG MIT VERBRAUCHERINNEN UND VERBRAUCHERN	47
GLOSSAR: ZENTRALE BEGRIFFE DER SENSORISCHEN ANALYSE, ATTRIBUTE UND STATISTIK	50

VORWORT

Zweck des Schulungshandbuchs

In Landwirtschaft und Lebensmittelproduktentwicklung werden verschiedene Kriterien zur Beurteilung der Qualität pflanzlicher Produkte herangezogen: agronomische, ernährungsphysiologische, organoleptische, kommerzielle usw. Unter diesen beeinflusst die organoleptische Qualität – also die Wahrnehmung eines Produkts über die Sinne – in hohem Maße die Akzeptanz bei Konsumentinnen und Konsumenten sowie den Markterfolg.

Dieses Schulungshandbuch soll dabei helfen, die sensorische Analyse in ein breites Spektrum von Tätigkeiten zu integrieren: Pflanzenzüchtungsprogramme, Sortenversuche, die Entwicklung neuer Lebensmittelprodukte und alle weiteren Vorhaben, die darauf abzielen, Produktqualität zu charakterisieren und zu verbessern oder Verbraucherpräferenzen zu bestimmen. Es bietet sowohl einen methodischen Rahmen als auch praktische Werkzeuge, die an unterschiedliche Kulturarten, Produkttypen und Anwendungskontexte angepasst werden können.

Dieses Handbuch behandelt mehrere sensorische Prüfungen, die in der Pflanzenzüchtung und in Sortenversuchen häufig eingesetzt werden, erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Zielgruppe

Dieses Schulungshandbuch richtet sich an alle, die sensorische Bewertungen in ihre Arbeit integrieren möchten: Züchterinnen und Züchter, Erzeugerinnen und Erzeuger, Projektleitungen, Forschende, Fachberaterinnen und Fachberater, Sensorik-Fachleute und Lebensmittelverarbeiter. Es ist so aufgebaut, dass Einsteigerinnen und Einsteiger alle Informationen finden, die sie zur Durchführung einer sensorischen Bewertung benötigen, während erfahrene Anwenderinnen und Anwender fortgeschrittene Methoden und Hinweise zur Verfeinerung ihrer Protokolle erhalten.

So verwenden Sie dieses Schulungshandbuch

Das Schulungshandbuch ist in eigenständige „Blätter“ gegliedert, sodass die für den jeweiligen Bedarf relevantesten Abschnitte ausgewählt werden können. Personen ohne Vorerfahrung in der sensorischen Analyse wird jedoch empfohlen, die Blätter der Reihe nach zu bearbeiten, um schrittweise in das Thema einzusteigen.

- **Einführungskapitel** (Blätter #1 bis #3) – Vermittelt die Grundlagen der sensorischen Analyse und ihre Anwendung in Pflanzenzüchtung, Sortenversuchen und Produktentwicklung und zeigt anhand von Beispielen, wie diese Methoden Entscheidungsprozesse unterstützen.
- **Technische Merkblätter – Schritt-für-Schritt-Methoden** (Blätter #4 bis #8) – Beschreiben empfohlene sensorische Prüfungen im Detail, von der Vorbereitung von Verkostungssitzungen bis zur Auswertung der erhobenen Daten. Sie enthalten alle erforderlichen Werkzeuge und bebilderte Anleitungen unter Verwendung der Open-Source-Software R.
- **Produktspezifische Merkblätter – Bewertung anpassen** (Blätter #9 bis #11) – Erläutern Methoden zur Probenvorbereitung für unterschiedliche Produkttypen (roh, gegart, verarbeitet), heben produktspezifische sensorische Attribute hervor und beschreiben standardisierte Vorbereitungsverfahren, um zuverlässige und vergleichbare Ergebnisse zu gewährleisten.
- **Software-Merkblätter – Digitale Werkzeuge für die sensorische Analyse** (Blätter #12 und #13) – Bieten Schritt-für-Schritt-Anleitungen zur Nutzung von R und SeedLinked für Datenerhebung, Analyse und Austausch und unterstützen damit fundierte Entscheidungen in Züchtung und Produktentwicklung.
- **Glossar** – Definiert die im Leitfaden verwendete Fachterminologie aus sensorischer Analyse, sensorischen Attributen und Statistik, um ein einheitliches Verständnis über Fachgrenzen hinweg zu gewährleisten.

Für Einsteigerinnen und Einsteiger in die sensorische Analyse bieten das Einführungskapitel (Blätter #1 bis #3) sowie die Blätter #4, #5 und #13 einen vereinfachten Einstieg in vergleichende hedonische Untersuchungen; die statistischen Analysen werden dabei in der SeedLinked-Anwendung automatisch durchgeführt.

Für fortgeschrittene Anwenderinnen und Anwender ermöglichen die in den Blättern #6, #7 und #8 vorgestellten Analysen die Durchführung von Prüfungen zur Beschreibung von Wahrnehmungen anhand objektiver Messgrößen sowie die zugehörigen statistischen Analysen mit der Software R.

ITAB bietet außerdem Online-Schulungen an, die den Einstieg in die Arbeit mit dem Leitfaden erleichtern. Weitere Informationen zu Schulungsbedingungen und Kosten erhalten Sie unter formation@itab.asso.fr.

Auswahl des geeigneten Werkzeugs und der geeigneten Methodik

Je nach Zielsetzung sind unterschiedliche Analysearten erforderlich, beispielsweise zum Verständnis von Verbraucherpräferenzen, zur Charakterisierung eines Produkts, zur Integration sensorischer Kriterien in den Züchtungsprozess oder zum Verständnis der Mechanismen, die Qualitätsmerkmale beeinflussen. Abbildung 1 zeigt, wie abhängig vom konkreten Ziel die geeignete Prüfung ausgewählt werden kann.

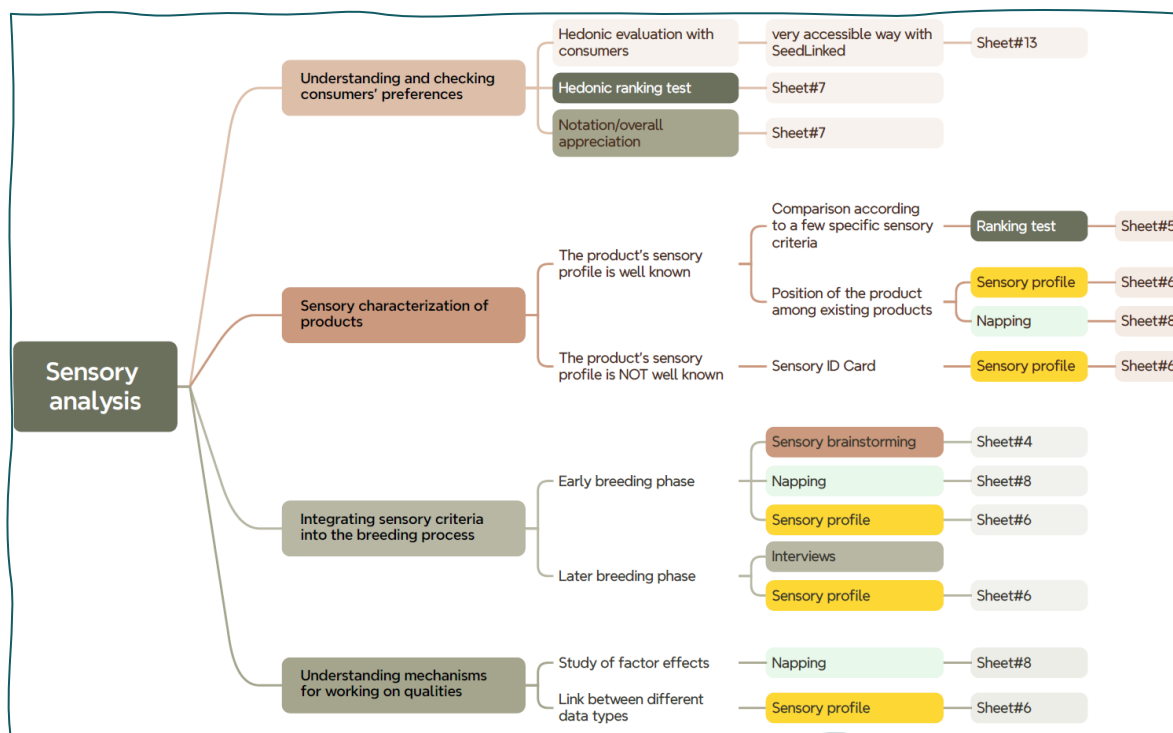


Abbildung 1: Entscheidungsbaum zur Auswahl der geeigneten sensorischen Prüfung in Abhängigkeit vom jeweiligen Ziel (ITAB). In der linken Spalte des Diagramms sind die verschiedenen Ziele aufgeführt; daneben werden die jeweils empfohlene sensorische Prüfung und das zugehörige Blatt dieses Handbuchs angegeben.

Zunächst ist zu klären, welche Art von Qualität bewertet werden soll: hedonisch (bezogen auf Verbraucherpräferenzen) oder objektiv (bezogen auf sensorische Eigenschaften) (weitere Informationen siehe Blatt #1).

Eine Literaturrecherche kann anschließend einen Überblick über den vorhandenen Wissensstand zum Produkt geben und zeigen, ob bereits umfangreiche Untersuchungen zu Verbraucherpräferenzen oder zur sensorischen Analyse durchgeführt wurden. Diese Recherche hilft dabei, die Forschungsfrage zu präzisieren.

Im Kontext partizipativer Forschung ist ein zentraler Aspekt, ob bereits ein Züchtungsprozess besteht, der sensorische Kriterien berücksichtigt – unabhängig davon, ob er von Landwirtinnen und Landwirten, Beratungskräften oder anderen Beteiligten durchgeführt wird. Ebenso ist zu klären, ob untersucht werden muss, ob der Prozess oder die Umwelt die Produktqualität beeinflusst (Untersuchung von Einflussfaktoren). Tabelle 1

fasst die sensorischen Prüfungen zusammen, die in den folgenden technischen Merkblättern ausführlich beschrieben werden, einschließlich ihrer Vor- und Nachteile.

Tabelle 1: Beschreibung verschiedener Methoden der sensorischen Analyse, die bereits in Züchtungsprogrammen erprobt wurden

Sensorische Prüfung	Art der Qualität	Datentyp	Min. Anzahl der Prüfpersonen	Max. Anzahl der Produkte	Erfahrung der Prüfpersonen	Geschätzter Zeitaufwand	Nachteile	Zugehöriges Blatt
Rangordnungsprüfung	Sensorisch	Rangsummen	12	6	Un-geschult	1 h	Nicht mehr als 3 Attribute	Blatt #5
Hedonische Prüfung	Hedonisch	Ränge oder quantitativ	60	7	Un-geschult	7 h	Viele Prüfpersonen erforderlich	Blatt #7
Sensorisches Brainstorming	Sensorisch	Qualitativ	10	-	Un-geschult aber fach-kundig ¹	2/3 h	Nur qualitative Daten	Blatt #4
Sensorisches Profil	Sensorisch	Quantitativ	10	6/ Sitzungen	Geschult	1 h (+7 h Schulungs-sitzung)	Zeit- und kostenintensiv	Blatt #6
Napping	Sensorisch	Sensorische Distanz + qualitativ	10	12	Un-geschult, aber fach-kundig	1 h	Kein Vergleich zwischen Sitzungen möglich	Blatt #8

Warum diese aktualisierte Version?

Dieses Schulungshandbuch entstand im von der Europäischen Union finanzierten Projekt LiveSeeding. Es aktualisiert ein technisches Merkblatt, das zunächst im EU-Projekt SOLIBAM entwickelt und später im Projekt DIVERSIFOOD überarbeitet wurde.

Dieses ursprüngliche Merkblatt – eines der wenigen zu diesem Thema – fand ein relativ großes Publikum und wurde zu einer Referenz. Daher war eine Aktualisierung nötig: Das neue Praxisblatt #13 „SeedLinked für hedonische Verbraucherbewertungen nutzen“ wurde ergänzt und die Blätter #4, #5, #7 und #12 aktualisiert. SeedLinked ist eine benutzerfreundliche, interaktive und kollaborative Plattform für einfache dezentrale Sortenbewertungen. Sie bündelt Multi-Akteurs-Feedback in Echtzeit – von Landwirten bis zu Verbrauchern – und erfasst große, heterogene Datensätze per Smartphone. Damit lassen sich hedonische Verbraucherprüfungen besonders einfach durchführen (Blatt #13).

¹„Fachperson“ bezeichnet eine produktbezogene Fachkraft, z. B. Bäckerinnen und Bäcker bei Brot oder Züchtende bzw. Erzeugende bei Tomaten.

BLATT#1 – EINSTIEG IN DIE SENSORISCHE ANALYSE: ZENTRALE KONZEPTE, ZIELE UND NUTZEN

Von der Sinneswahrnehmung zur sensorischen Analyse

Sensorische Wahrnehmungen entstehen durch die Integration von Informationen aus mehreren Sinnesorganen: Augen, Nase, Ohren, Mund sowie Hände/Haut.

Tabelle 2: Verschiedene Arten von Sinneseindrücken bei der sensorischen Wahrnehmung während des Essens

Wahrnehmung	Organ	Beispiel
Sehen	Augen	Aussehen, Form, Farbe ...
Riechen	Nase	Geruch (Intensität, fruchtig, blumig ...)
	Mund	Aroma (Intensität, fruchtig, blumig ...)
Schmecken	Mund	Geschmack (süß, salzig, sauer, bitter und umami)
Hören	Ohren	Knackig, knusprig ...
Tastsinn	Mund	Textur (glatt, rau), Festigkeit ...
Trigeminale Wahrnehmung	Mund	Kälte-/Hitzeempfindungen, Adstringenz ...

Die Wahrnehmung des Flavours (Geschmack und im Mund wahrgenommenes Aroma) beginnt an den Geschmacksknospen, die überwiegend auf der Zunge und innerhalb der Zungenpapillen liegen (Abbildung 2). Die unterschiedlichen Geschmacksqualitäten, aber auch taktile Empfindungen werden über die Zungenpapillen erfasst:

- **Wallpapillen**, die sich im hinteren Bereich der Zunge befinden,
- **Pilzpapillen** (pilzförmig), die sich auf der Oberseite und an den Seiten der Zunge befinden,
- **Blätterpapillen** (blattförmig), die sich am Zungenrand befinden.
- **Wall-, Pilz- und Blätterpapillen** enthalten Geschmacksknospen.
- **Fadenpapillen** (der zahlenmäßig häufigste Typ) sind für taktile Empfindungen wie Temperatur und Textur verantwortlich, jedoch nicht direkt an der Geschmackswahrnehmung beteiligt. Die taktile Wahrnehmung vervollständigt den sensorischen Gesamteindruck.

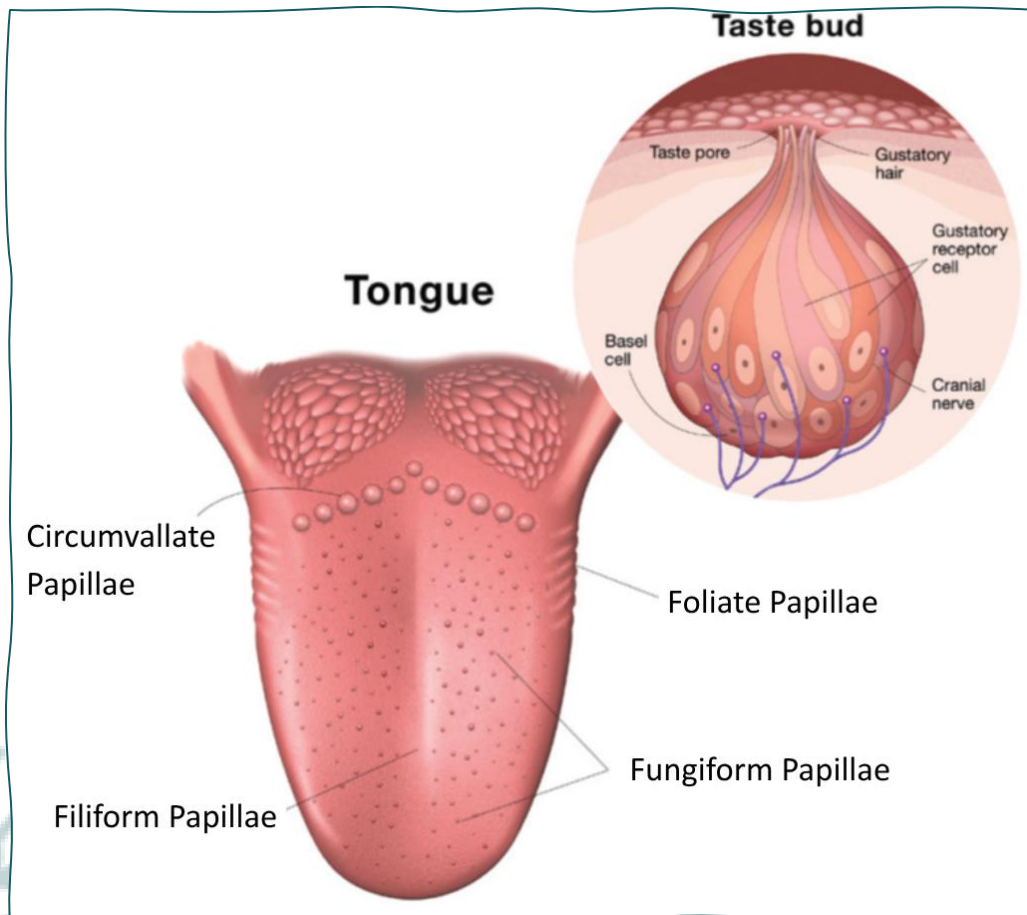


Abbildung 2: Anatomie der menschlichen Zunge mit Papillen und Geschmacksknospen (Gravina et al., 2013)

Die olfaktorische Wahrnehmung wird durch flüchtige Geruchsstoffe ausgelöst, die das Riechepithel in der Nasenhöhle erreichen (Abbildung 3).

Diese Verbindungen können auf zwei Wegen wahrgenommen werden:

- Über die Nase (orthonasaler Weg); diese Wahrnehmung wird als „Geruch“ bezeichnet.
- Über den Mund (retronasaler Weg); dadurch entsteht die als „Aroma“ bezeichnete Wahrnehmung.

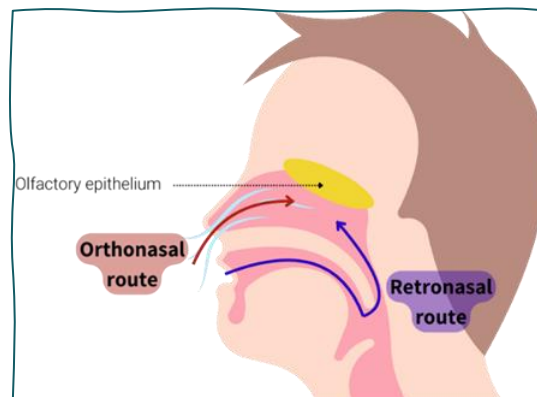


Abbildung 3: Olfaktorische Wahrnehmung (ITAB)

Hedonische Bewertung versus sensorische Analyse

Die hedonische Bewertung dient der Erfassung von Verbraucherpräferenzen. Ungeschulte Prüfpersonen bewerten ein Produkt auf einer Beliebtheitsskala (in der Regel von „gefällt mir überhaupt nicht“ bis „gefällt mir sehr gut“). Diese Bewertung ist subjektiv und erfordert ein großes Verbraucherpanel (mindestens 60 Personen), um repräsentativ zu sein.

Die sensorische Analyse bezieht sich auf die sensorischen Eigenschaften eines Produkts. Geschulte Prüfpersonen können mehrere Produkte anhand definierter sensorischer Attribute voneinander unterscheiden. Diese Analyse ist objektiv und kann mit einer kleineren Anzahl von Prüfpersonen (etwa 10–12) durchgeführt werden. Die Prüfpersonen müssen für die untersuchten Produkte und Attribute geschult werden, damit sie gemeinsame Referenzen verwenden.

Qualitätsmessung: Besonderheiten der sensorischen Qualität

Der Qualitätsbegriff lässt sich in agronomische, kommerzielle, ernährungsphysiologische und sensorische Komponenten unterteilen. Die meisten dieser Komponenten können instrumentell gemessen werden, beispielsweise Farbe, Festigkeit, Saftigkeit, lösliche Trockensubstanz, Säure und Nährstoffzusammensetzung. Die Verfügbarkeit automatisierter Geräte, die mehrere dieser Parameter gleichzeitig messen können, verdeutlicht die technologischen Fortschritte in der Qualitätsmessung. Einige Kriterien beruhen jedoch auf komplexeren Wahrnehmungen, etwa der Mehligkeit von Tomaten oder der Zähigkeit der Grapefruitschale. Für diese Kriterien sind Methoden der sensorischen Analyse erforderlich, die in den technischen Merkblättern beschrieben werden.

Empfehlungen

✓ **Probenauswahl**

Der Auswahl der Proben ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, um die Zuverlässigkeit und Reproduzierbarkeit des Versuchs sicherzustellen. Die Probe muss für die Charge repräsentativ (homogen) und eindeutig beschrieben sein; dazu gehören Angaben zu Art, Sorte, Herkunft, Bewirtschaftungspraxis, Erntedatum, Lagerbedingungen nach der Ernte und physikalisch-chemischen Eigenschaften. Beim Sortenvergleich ist es von entscheidender Bedeutung, dass sich alle Proben im gleichen Reifestadium befinden. Die Einstufung kann anhand des Erscheinungsbilds, der Farbe oder intrinsischer Produkteigenschaften erfolgen (Nahinfrarotspektroskopie, Festigkeit, Säure).

✓ **Verkostungsumgebung und -bedingungen**

Die Verkostungsumgebung ist ein wichtiger Faktor. Ein ruhiger Raum, in dem sich jede Prüfperson auf ihre Aufgabe konzentrieren kann, ist unerlässlich. Die Sitzungen sollten mit ausreichendem Abstand zu einer Mahlzeit stattfinden. Mindestens eine Stunde vor der Sitzung sollten die Prüfpersonen nicht rauchen, nichts essen und außer Wasser nichts trinken.

BLATT#2 – BEISPIELE FÜR DIE INTEGRATION SENSORISCHER KRITERIEN IN DEN ZÜCHTUNGSPROZESS

Beispiel für die Integration sensorischer Qualität in die Gemüsezüchtung

Während des Züchtungsprozesses bei Gemüse können verschiedene sensorische Prüfungen eingesetzt werden, um die Selektion zu unterstützen (Abbildung 4).

Die Napping-Methode sollte zu Beginn und am Ende des Prozesses eingesetzt werden, um Proben zu vergleichen und die Erwartungen der Beteiligten beziehungsweise die sensorischen Eigenschaften der Proben präzise zu charakterisieren. Zu Beginn des Prozesses kann Napping bei der Auswahl interessanter Genotypen helfen; am Ende kann damit überprüft werden, ob sich neue Produkte vom Ausgangsmaterial unterscheiden.

Stages in breeding for sensory quality	Sensory test	Type of taster
Characterization of genetic resources and definition of farmers' expectations	Napping®	Sector's stakeholders Breeders Producers Consumers
Selection of genotype of interest		
First generation of cross	Generating sensory attributes (brainstorming) Characterization of genotypes by sensory descriptors gathering	Internal panel: station employees
Second generation of cross		
Third generation of cross		
Sensory characterization of created genotypes / populations	Napping® Sensory profile	
Distribution	Hedonic test	Consumers, customers

Abbildung 4: Vorgeschlagener Rahmen zur Integration sensorischer Qualität in die Gemüsezüchtung (ITAB)

Um die Integration sensorischer Kriterien in den Züchtungsprozess zu erleichtern, kann ein einfaches Brainstorming zur Entwicklung sensorischer Attribute – beispielsweise im Rahmen wöchentlicher Treffen – den Prüfpersonen sensorische Definitionen und Referenzen vermitteln und zu ihrer Schulung beitragen.

Vor der Vermarktung neuer Sorten kann eine hedonische Prüfung durchgeführt werden, um die Verbraucherakzeptanz der neuen Produkte zu bestätigen.

Beispiel für die Integration sensorischer Qualität in die Getreidezüchtung

Versuche aus früheren Projekten zeigten zwei gegensätzliche Züchtungsstrategien, die von Landwirtinnen und Landwirten verfolgt wurden (Abbildung 5).

Diese beiden Ansätze erfordern spezifische sensorische Werkzeuge und bringen jeweils besondere Einschränkungen mit sich. Beide Ansätze befassen sich mit der Herausforderung, aus einer großen Zahl von Genotypen diejenigen wenigen auszuwählen, die am besten zu den landwirtschaftlichen und backtechnischen Verfahren passen.

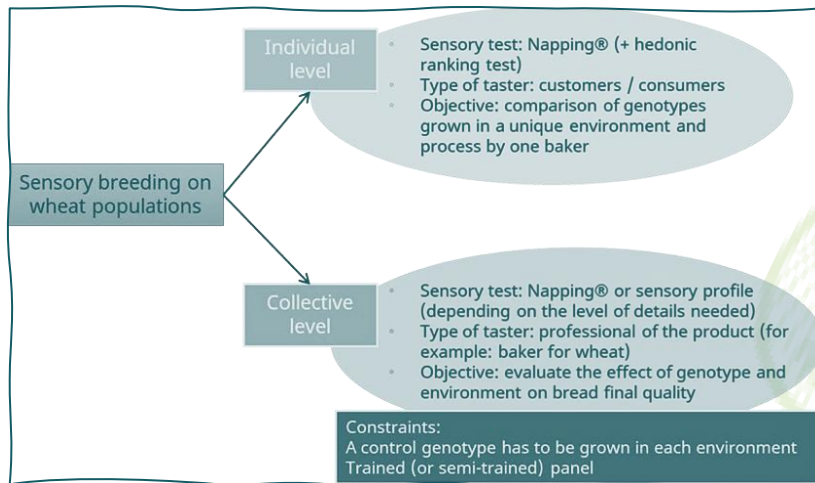


Abbildung 5: Sensorische Prüfungen zur Einbeziehung der sensorischen Qualität von Getreide in den Züchtungsprozess in Abhängigkeit von unterschiedlichen Zielsetzungen (ITAB)

Der Napping-Test ermöglicht im kollektiven Ansatz die Einbindung der Expertise von Bäckerinnen und Bäckern in eine objektive sensorische Bewertung (mit einem aus Bäckerinnen und Bäckern bestehenden Panel), kann auf individueller Ebene jedoch auch die Erwartungen von Konsumentinnen und Konsumenten berücksichtigen (mit einem aus Konsumentinnen und Konsumenten bestehenden Panel). Die besondere Notwendigkeit einer Kontrollprobe wird bei der Untersuchung von Genotyp-Umwelt-Interaktionen auf kollektiver Ebene zu einer Einschränkung.

BLATT#3 – IMPLIZITES WISSEN INTEGRIEREN: EIN FORSCHUNGSBASIERTES BEISPIEL

In einigen Fällen haben Landwirtinnen und Landwirte bereits einen Züchtungsprozess begonnen, bei dem sensorische Kriterien berücksichtigt werden. Um das Wissen der Landwirtinnen und Landwirte zu identifizieren und zu validieren und entsprechende Ergebnisse als Hypothesen oder experimentelle Leitlinien in Forschungsprozesse zu integrieren, sollten verschiedene Werkzeuge eingesetzt werden. **Dieses Blatt zeigt am Beispiel der Verbesserung der Brotqualität, wie implizites Wissen integriert werden kann.** Morphologische und sensorische Charakterisierungen der in halbstrukturierten Interviews identifizierten „Weizenmischungen zur Brotherstellung“ der Landwirtinnen und Landwirte wurden genutzt, um Genotypen mit interessanten sensorischen Eigenschaften anhand morphologischer Merkmale zu identifizieren.

Festlegung der Kriterien der Landwirtinnen und Landwirte

Elf landwirtschaftliche Betriebe mit eigener Bäckerei und/oder Getreideanbau wurden zu ihren Züchtungspraktiken befragt. Die Stichprobe umfasste sowohl jüngere als auch erfahrene Landwirtinnen und Landwirte. Die Interviews wurden in fünf französischen Regionen (Rhône-Alpes, Bretagne, Pays de la Loire, Aquitanien und Languedoc-Roussillon) durchgeführt, um ein breites Spektrum sozio-kultureller und pedoklimatischer Kontexte abzudecken. Alle bauen ihre eigene „Weizenmischung zur Brotherstellung“ an. Dieser Punkt ist von großer Bedeutung, um mögliche Züchtungskriterien im Zusammenhang mit der Gebrauchseignung zu identifizieren und die integrierte Wertschöpfungskette sämtliche Prozessstufen umfasst.

Zur Identifizierung von Züchtungskriterien im Zusammenhang mit der Gebrauchseignung wurden halbstrukturierte Interviews durchgeführt. Die Fragen waren so gestaltet, dass die Landwirtinnen und Landwirte nicht ausdrücklich zur Reflexion über ihre Züchtungspraxis aufgefordert wurden, sondern vielmehr der von ihnen verfolgte allgemeine Ansatz erfasst wurde. Daher wurden offene Fragen eingesetzt, um die Verbalisierung impliziten Wissens zu fördern. Die erste Frage bezog sich auf das Ideotyp-Konzept für Brot und Weizen; die folgenden Fragen konzentrierten sich auf praktische Beobachtungen zur Genotyp- und Brotqualität. Anschließend wurde nach Veränderungen gefragt, die erforderlich waren, um Verbraucherwartungen zu erfüllen. Menschliche Werte sind von großer Bedeutung und wurden ebenfalls untersucht, da sie Entscheidungen der Landwirtinnen und Landwirte begründen können.

Während der Interviews wurde ein Raster mit morphologischen Merkmalen ausgefüllt, anhand derer die sechs Weizenmischungen bewertet werden konnten, um Unterschiede bei den Züchtungskriterien innerhalb der Gruppe zu dokumentieren (Abbildung 6). Die aufgeführten Merkmale dienten der Charakterisierung der morphologischen Vielfalt und basierten auf früheren Arbeiten zu bretonischen Landsorten. Der Fokus auf Vielfalt spiegelt die übergeordnete Hypothese wider, dass Vielfalt zur Stabilisierung quantitativer und qualitativer Leistungen beitragen sollte.

	Agronomische Leistung							Erscheinungsbild				Soziales		Brotherstellung	Geschmack	Gesundheit	
Landwirtinnen/Landwirte Bäckerinnen/Bäcker	Ährendicke	Ährenlänge	Stroh	Bestockungstrieb	Lagenneigung	Korndicke	Anpassung	Vielfalt	Farbe	Grannen	Krümmung	Tradition	Austausch	Technische Eig.	Aroma	Nährwert	Verdaulichkeit
SR	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
CD	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
RB	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
JB	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0
M	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0
PR	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0
FG	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
NS	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1
JFB	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
AP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
GG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1

Abbildung 6: In Interviews ermittelte Züchtungskriterien der Landwirtinnen und Landwirte (0: Kriterium wird nicht berücksichtigt, 1: wichtiges Kriterium für die Landwirtin bzw. den Landwirt) – (ITAB)

Züchtungsstrategie unter Einbeziehung sensorischer Qualität

Ziel dieser Untersuchung war es, Züchtungsstrategien mit Ausrichtung auf die Gebrauchseignung für die elf landwirtschaftlichen Bäckereibetriebe/Züchtenden zu identifizieren. Drei Züchtungsstrategien wurden ermittelt:

✓ *Genetische Vielfalt zur Stabilisierung agronomischer und sensorischer Eigenschaften*

Aus agronomischer Sicht konzentrierten sich diese Landwirtinnen und Landwirte auf die Anpassung an pedoklimatische Bedingungen. Sie setzten auf genetische Vielfalt, um sowohl die agronomische Anpassungsfähigkeit als auch die organoleptische Qualität zu sichern. Sie wussten nicht genau, welche Genotypen in ihren Mischungen enthalten waren, fügten jedoch regelmäßig moderne oder alte Sorten hinzu, um die morphologische Vielfalt zu erhalten.

✓ *Anbau von Genotypen mit spezifischen sensorischen Eigenschaften*

Diese Strategien stützten sich bei der qualitätsorientierten Züchtung auf bestimmte Genotypen mit spezifischen sensorischen Eigenschaften. Auf diese Weise versuchten die Landwirtinnen und Landwirte, die Brotqualität zu steuern und ihr Produkt von anderen zu differenzieren. Die geringe Zahl an Genotypen vereinfachte das Management der Weizenmischung, da Genotypen, die erneut eingebracht werden mussten, leicht identifiziert werden konnten. Bei diesen Strategien konnten die Genotypen als Mischung auf dem Feld angebaut werden (Herstellung eines Mehls aus verschiedenen Weizengenotypen) und/oder nach dem Mahlen zu unterschiedlichen Mehlen in der Bäckerei gemischt werden.

✓ *Genetische Anpassung durch den Anbau von Landsorten*

Die übrigen Landwirtinnen und Landwirte boten lokale Produkte an und gingen davon aus, dass Landsorten (alte Weizensorten, die früher in der Region angebaut wurden) am besten an ihre Umweltbedingungen angepasst waren. Diese Strategien zeigten eine Verbundenheit mit der überlieferten Kulturlandschaft und betonten die soziale Verbindung mit den Praktiken des ökologischen Landbaus.

Sensorische Charakterisierung der Produkte der Landwirtinnen und Landwirte

Um das Wissen der Landwirtinnen und Landwirte zu validieren und ihre Strategien zu vergleichen, wurden deskriptive sensorische Prüfungen (siehe Blatt #6) an den „Weizenmischungen zur Brotherstellung“ von vier der elf befragten Betriebe sowie an einer Landsorte und einer Reinzuchtlinie durchgeführt.

Jede Genotypenmischung und die Landsorte wiesen charakteristische sensorische Eigenschaften auf und bestätigten damit das Potenzial einer auf sensorische Qualität ausgerichteten Weizenzüchtung. Das unter Einbeziehung der Expertise von Bäckerinnen und Bäckern erstellte sensorische Profil erwies sich als geeignetes Werkzeug, um Brottypen anhand ihrer sensorischen Eigenschaften voneinander zu unterscheiden. Diese Eigenschaften sollten mit morphologischen Merkmalen wie der Kornfarbe verknüpft werden, um die Selektion zu erleichtern. Die Charakterisierung weiterer Genotypen sollte fortgesetzt werden, um das Verständnis der Qualitätsbildungsprozesse zu verbessern.

Die Validierung impliziten Wissens war ein zentrales Ergebnis dieses Prozesses. Ein geeignetes Beobachtungssystem, das von Landwirtinnen und Landwirten genutzt werden kann, ist entscheidend, um dieses Wissen effizient zu erfassen. Ein zusätzlicher Nutzen des Prozesses könnte darin liegen, dieses Wissen mit neuen Landwirtinnen und Landwirten zu teilen.

BLATT#4 – SENSORISCHE ATTRIBUTE ENTWICKELN: BRAINSTORMING FÜR EIN RELEVANTES VOKABULAR

Ein nützliches Werkzeug zur Festlegung einer Liste sensorischer Attribute

Brainstorming ist ein Verfahren zur Entwicklung von Ideen und Lösungen durch intensive und offene Gruppendiskussion. Alle Teilnehmenden werden ermutigt, möglichst frei zu denken und möglichst viele Ideen einzubringen. Brainstorming kann dazu beitragen, sensorische Kriterien in den Züchtungsprozess zu integrieren:

- Prüfpersonen mit dem sensorischen Produktraum vertraut machen
- Geschmackliche Referenzen kennenlernen und Verkostungskompetenz entwickeln
- Eine an einen spezifischen Produktraum angepasste Liste sensorischer Attribute erstellen

Durchführung

Für jedes Produkt werden die Teilnehmenden gebeten, die Probe zunächst einzeln zu verkosten und anschließend drei sensorische Attribute auf drei Post-it-Zettel zu schreiben (ein Attribut pro Post-it). Sobald jede Person drei Begriffe notiert hat, bittet die Moderation eine Prüfperson, ihre drei Attribute zu nennen, und fragt alle Teilnehmenden nach ähnlichen Begriffen. Die Moderation gruppiert die sensorischen Attribute nach ihrer Ähnlichkeit und stellt sicher, dass alle Prüfpersonen ihre Begriffe an der Wand angebracht haben. Abschließend fasst die Moderation die produktspezifischen sensorischen Attribute zusammen und beginnt mit dem nächsten Produkt einen neuen Durchgang.

Für die Einigung auf eine Liste sensorischer Attribute sollte die Auswahl anhand folgender Kriterien erfolgen:

- Redundanz: Attribute, die sich auf dieselbe Eigenschaft beziehen, sollten zu einem Attribut zusammengefasst werden.
- Objektivität: Attribute, die eine hedonische Bewertung ausdrücken, sollten entfernt werden.
- Gemeinsames Merkmal: Attribute, die bei allen Produkten wahrgenommen wurden, sollten ausgewählt werden (beschreibt ein Attribut dagegen nur ein einzelnes Produkt, sollte es entfernt werden).

Benötigte Ausstattung

- Eine weiße Wand, an der die individuellen Post-it-Zettel der Prüfpersonen befestigt werden können.

Für jede Prüfperson:

- Ein Glas Wasser,
- Ein Filzstift (zum Notieren der Produktnummern und sensorischen Attribute auf der Tischunterlage)
- Post-it-Zettel



Panel

Die Prüfpersonen müssen nicht geschult sein. Ein Panel mit 15 Personen ist groß genug, um eine breite Sammlung sensorischer Attribute zusammenzutragen.

BLATT#5 – PRODUKTE MIT EINER RANGORDNUNGSPRÜFUNG CHARAKTERISIEREN: EINFACHE, SCHNELLE VERGLEICHE

Tabelle 3: Merkmale der Rangordnungsprüfung

	Art der Prüfung	Unterschiedsprüfung
	Datentyp	Ordinal (Rang)
	Prüfperson	Teilgeschult
	Kosten/Schwierigkeit	€ € €
	€/ * = kostengünstig/einfach, €/ ** = eher teuer/mittlerer Schwierigkeitsgrad, €/€/*** = teuer/sehr schwierig.	* * *

Ziel der Prüfung ist es, sensorische und agronomische Merkmale in den Züchtungsprozess zu integrieren. Sie ist einfach durchzuführen und liefert eine Rangordnung der Produkte für ein bestimmtes sensorisches Attribut (zum Beispiel die Zartheit einer Tomate).

Dieses Protokoll wurde im Rahmen des SOLIBAM-Projekts für die Ziele der organoleptischen Aufgabe entwickelt und kann auf alle Arten von Partnern und Produkten angewendet werden.

Vorgehensweise

Vor Durchführung der Prüfung sollte eine Recherche zum betreffenden Produkt erfolgen, um Faktoren wie die Marktsegmentierung (Studien zu Lebensmittelpräferenzen usw.) und die Erwartungen der Konsumentinnen und Konsumenten zu verstehen.

Durchführung der Rangordnungsprüfung

Ein Panel vergleicht mehrere Produkte gleichzeitig und ordnet sie nach der wahrgenommenen Ausprägung eines bestimmten sensorischen Merkmals (z. B. Säure, Faserigkeit). Diese Methode hat den Vorteil, dass sie einfach durchzuführen ist. Idealerweise besteht das Panel gemäß ISO 8587 aus zwölf teilgeschulten Prüfpersonen (Konsumentinnen und Konsumenten mit einer Einführung in die sensorische Analyse; siehe Kasten unten),² wobei signifikante Unterschiede auch mit einer geringeren Zahl von Prüfpersonen festgestellt werden können.

Wesentliche Merkmale:

- Die Produkte werden gleichzeitig präsentiert;
Dafür muss der gesamte zu prüfende Probensatz gleichzeitig verfügbar sein. Einige Gemüsearten unterscheiden sich deutlich in ihrer Frühzeitigkeit (z. B. Brokkoli); daher ist darauf zu achten, dass die Proben beim Vergleich das gleiche Reifestadium aufweisen. Es wird empfohlen, pro Sitzung nicht mehr als sechs Proben zu prüfen.
- Die Prüfpersonen können so viel verkosten, wie sie benötigen;
- Bei der Beantwortung dürfen Prüfpersonen nicht zwei Produkte demselben Rang zuordnen; alle vergebenen Ränge müssen eindeutig sein.

²ISO 8587:2006 ist eine Norm der International Organization for Standardization, die ein Verfahren zur sensorischen Beurteilung beschreibt, bei dem eine Reihe von Prüfproben in eine Rangfolge gebracht wird.

Wie wird ein Panel eingewiesen?

Im ersten Schritt wird das Panel mit den Methoden und Konzepten der sensorischen Analyse vertraut gemacht: Blatt #1 vermittelt die erforderlichen Grundlagen.

Im zweiten Schritt wird das Panel mithilfe von ein oder zwei einfachen Prüfungen wie Napping oder Brainstorming geschult (siehe Blätter #8 und #4). Dies soll die Auswahl des sensorischen Attributs für die Rangordnungsprüfung unterstützen.

Datenanalyse

Tabelle 4: Beispiel für Ergebnisse einer Rangordnungsprüfung

Prüfpersonen/Sorten	A	B	C	D
1	1	2	3	4
2	2	1	3	4
3	2	1	4	3
4	1	4	2	3
5	1	3	4	2
6	1	2	4	3
7	1	4	3	2
Mittelwert	1.3	2.4	3.3	3.0

Tabelle 4 zeigt beispielhaft die Ergebnisse einer Rangordnungsprüfung: Sieben Prüfpersonen haben vier Tomatensorten (A–D) entsprechend ihrer wahrgenommenen Zartheit eingeordnet.

Tabelle 5: Beispiel für eine Häufigkeitsverteilung

Ränge / Sorten	A	B	C	D
1	5	2	0	0
2	2	2	1	2
3	0	1	3	3
4	0	2	3	2

Tabelle 5 zeigt die Häufigkeit, mit der jeder Rang von den sieben Prüfpersonen den einzelnen Sorten zugeordnet wurde. Sie wurde aus Tabelle 4 abgeleitet.

Die Datenanalyse besteht aus zwei Schritten.

✓ **Schritt 1: Sorten nach der Intensität des vorgegebenen sensorischen Merkmals in eine Rangfolge bringen**

Statistische Analyse: Friedman-Test

Nullhypothese (H0): Alle Sorten weisen exakt die gleiche Zartheit auf (die mittleren Ränge sind gleich).

Der Friedman-Test (nichtparametrischer Test für k unabhängige Stichproben) führt auf Grundlage eines α -Werts ($< 0,05$) zur Ablehnung oder Annahme dieser Hypothese.

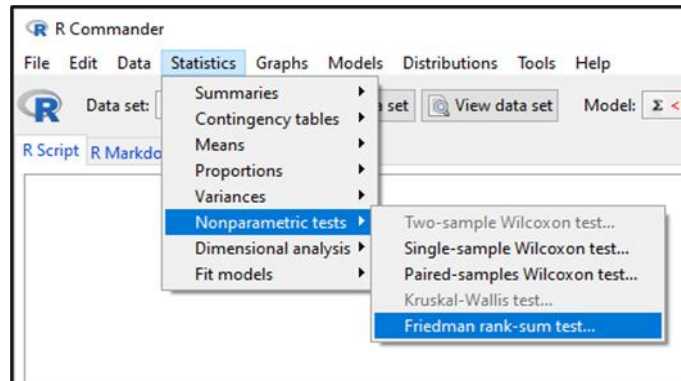


Abbildung 7: Screenshot von R Commander zur Durchführung eines Friedman-Tests

Die vier Variablen (Sorten) werden im Dialogfeld ausgewählt. Abbildung 8 zeigt ein Beispiel für Ergebnisse, die mit der Software R Commander erzielt werden können (siehe Blatt #12).

In diesem Beispiel zeigen die Ergebnisse des Friedman-Tests, dass sich die Sorten hinsichtlich ihrer wahrgenommenen Zartheit unterscheiden ($p\text{-Wert} = 0,019 < \alpha = 0,05$): Unterschiede zwischen den Sortenmittelwerten können Zufallseffekten zugeschrieben werden.

```
> .Responses <- na.omit(with(VIANDE, cbind(A, B, C, D)))
> apply(.Responses, 2, median)
A B C D
1 2 3 3
> friedman.test(.Responses)

Friedman rank sum test

data: .Responses
Friedman chi-squared = 9.8571, df = 3, p-value = 0.01982
```

Abbildung 8: Screenshot der Ergebnisse nach Durchführung eines Friedman-Tests.

Dies zeigt außerdem, dass das Prüfpanel insgesamt angemessen gearbeitet hat und eine akzeptable Homogenität aufweist.

Sorte A ist am zartesten, gefolgt von Sorte B. Zwischen den Sorten C und D lässt sich dagegen kein Unterschied feststellen. Dies könnte auf eine zu geringe Zahl von Prüfpersonen zurückzuführen sein (die Norm ISO 8587 empfiehlt zwölf Prüfpersonen). Mithilfe dieser Analyse können die Sorten ausgewählt werden, die den Erwartungen der angesprochenen Konsumentinnen und Konsumenten am besten entsprechen.

✓ **Schritt 2: Homogenität des Prüfpanels überprüfen**

Statistische Analyse: hierarchisch-agglomerative Clusteranalyse (HAC)

Mit dieser Analyse können die Prüfpersonen bewertet werden: Jeder identifizierte Cluster kann als Ausdruck eines Konsenses betrachtet werden. Zur Verbesserung der Rangordnung zeigt die HAC-Technik das Vorliegen von Ausreißern an; diese Personen haben die Anweisungen zur sensorischen Bewertung möglicherweise nicht verstanden.

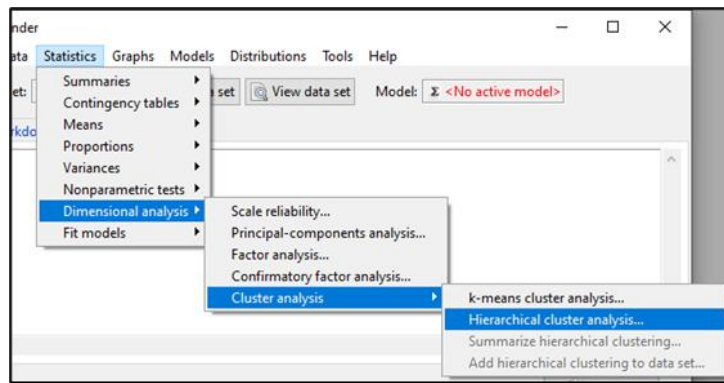


Abbildung 9: Screenshot von R Commander zur Durchführung einer hierarchisch-agglomerativen Clusteranalyse (HAC)

Die Prüfung kann nach einer erneuten Erläuterung der Anweisungen wiederholt werden, um festzustellen, ob sich das Problem dadurch beheben lässt.

Für die Durchführung der HAC sollten im Dialogfeld als Klassifikationsmethode die Parameter der „Ward-Methode“ und als Distanzmaß „euklidisch“ ausgewählt werden. Anschließend sind die vier Variablen auszuwählen.

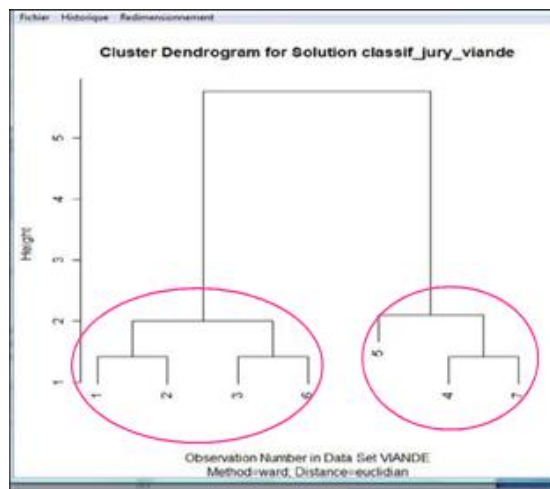


Abbildung 10: Screenshot des Dendrogramms nach Durchführung einer hierarchisch-agglomerativen Clusteranalyse (HAC) mit zwei Clustern von Prüfpersonen

Die HAC zeigt zwei Cluster innerhalb des Prüfpanels (Abbildung 10). Die Prüfpersonen 1, 2, 3 und 6 stimmen bei der Rangfolge der ersten beiden und der letzten beiden Proben überein. Die Prüfpersonen 5, 4 und 7 unterscheiden sich hinsichtlich der Rangfolge der letzten drei Sorten.

BLATT#6 – EIN SENSORISCHES PROFIL ERSTELLEN: PRODUKTEIGENSCHAFTEN ABBILDEN

Tabelle 6: Merkmale der deskriptiven Analyse

	Art der Prüfung	Deskriptive Analyse
	Datentyp	Diskret
	Prüfperson	Qualifiziert
	Kosten/Schwierigkeit	€ € €
	€/ * = kostengünstig/einfach, €/ ** = eher teuer/mittlerer Schwierigkeitsgrad, €/€/*** = teuer/sehr schwierig.	* * *

Diese Analyse dient dazu, Unterschiede zwischen Sorten abzugrenzen und eine sensorische Beschreibung des Produkts zu erstellen.

Diese Prüfung ist kostenintensiv: Sie erfordert ein qualifiziertes Panel (idealerweise zehn Prüfpersonen), das für jedes spezifische Produkt geschult wurde. Die Prüfung muss in einem Sensoriklabor unter kontrollierten Bedingungen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Licht) stattfinden. Darüber hinaus sind die europäischen Normen (ISO 11035, ISO 13299:2003) einzuhalten.

Integrierter Ansatz

Die deskriptive Analyse ist Bestandteil der zweiten Stufe der sensorischen Analyse innerhalb eines Züchtungsprozesses und dient der Validierung des ersten Schritts (siehe Blatt #2). Sie wird am Ende des Züchtungsprozesses durchgeführt und nur dann, wenn die Unterschiedsprüfung signifikante Unterschiede zwischen den Produkten ergeben hat. Die Durchführung ist anspruchsvoll, da die Schulung zeitintensiv ist: Auf eine Grundschulung von etwa 5 bis 10 Stunden folgt eine produktspezifische Schulung von rund 30 Stunden (Entwicklung und Auswahl sensorischer Attribute sowie Anleitung zur Verwendung von Skalen).

Bei dieser Prüfung quantifiziert das Expertenpanel die wahrgenommene Intensität sensorischer Attribute auf einer abgestuften Skala. Jedes Attribut beruht auf einem Konsens der Fachpersonen; die Intensitätsmessungen werden anschließend in einem Radardiagramm (Abbildung 11) und einem Histogramm (Abbildung 12) dargestellt.

Ziel dieser Stufe ist es, die sensorischen Eigenschaften des Produkts präzise zu definieren und dadurch eine zuverlässige sensorische Beschreibung zu entwickeln, die für alle verständlich ist.

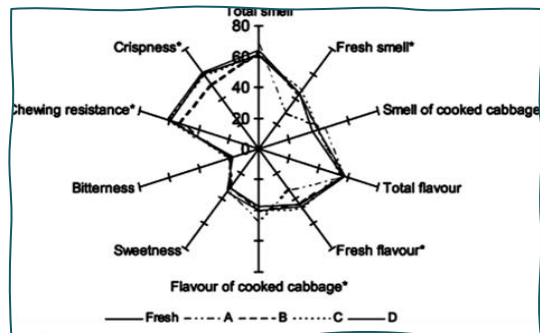


Abbildung 11: Radardiagramm zur Darstellung der Intensität der einzelnen Attribute eines sensorischen Kohlprofils

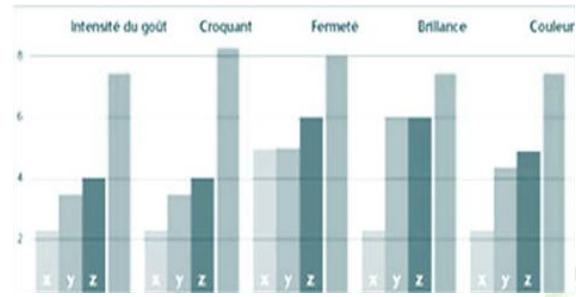


Abbildung 12: Intensitätswerte für 4 Produkte und 5 sensorische Attribute

Datenanalyse

Die ausgegebenen Daten ähneln denen der hedonischen Prüfungen (siehe Blatt #7). Für jedes Attribut erfolgt eine statistische Auswertung mittels multifaktorieller Varianzanalyse (Probe, Prüfperson, Wiederholung), um festzustellen, ob sich die mittleren Ränge der einzelnen Proben signifikant unterscheiden oder zufällig zustande gekommen sein könnten.

✓ Schritt 1: Leistung des Panels anhand von drei Kriterien bewerten

Statistische Analyse: dreifaktorielle ANOVA (Produkt, Prüfperson, Wiederholungen und Interaktionen)

Tabelle 7: Ergebnisse einer dreifaktoriellen ANOVA mit Interaktion für das Attribut „Bitterkeit“. Die kursiv gesetzten Teile sind für eine erste Interpretation der Ergebnisse nicht wesentlich.

	df	SME	F (Fisher)	Wahrscheinlichkeit
Faktor Produkt (S)	25	65.61	27.56	<0.0001
<i>Faktor Prüfpersonen (A)</i>	12	64.58	27.12	<0.0001
<i>Faktor Wiederholungen (R)</i>	2	9.07	3.81	0.0227
Interaktion S*A	300	4.69	197	<0.0001
Interaktion S*R	50	1.65	0.69	0.946

Tabelle 7 zeigt die Ausgabe der ANOVA. Die folgenden drei Punkte beziehen sich auf unterschiedliche Zeilen der Tabelle.

Differenzierung zwischen den Proben

Damit ist die Fähigkeit gemeint, Unterschiede zwischen Proben wahrzunehmen. Hauptziel eines sensorischen Profils ist es, Unterschiede in der Attributintensität zwischen Proben für ein bestimmtes sensorisches Merkmal zu bestimmen. Hat das Produktattribut einen signifikanten Einfluss auf die Variabilität (p -Wert < 0,05), sollte es in die Bewertungsliste aufgenommen werden. Bei einem p -Wert > 0,05 kann dieses sensorische Attribut entfernt werden.

Im Beispiel zeigt die Varianzanalyse ein gutes Differenzierungsvermögen für „Bitterkeit“ (p < 0,0001).

Übereinstimmung im Panel

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Panelleistung ist die Homogenität der Prüfpersonen bei der Bewertung einer Probe. Sie kann über den Interaktionsterm Produkt $\times$ Prüfperson (S*A) im Modell geschätzt werden.

Unterschiede in den Bewertungsmustern der Prüfpersonen (d. h. unterschiedliche Antworten für dieselbe Probe und dasselbe Attribut) zeigen sich durch eine signifikante Interaktion Produkt × Prüfperson ($p < 0,05$), wie im Beispiel in Tabelle 7.

Tabelle 8: Ergebnisse des Friedman-Tests für das Attribut „Bitterkeit“

$\sum(\sum(\text{Ränge}))^2$	8110526,5
F (Fisher)	395,9097
p-Wert	<0.0001

In diesem Fall kann ein Friedman-Test (Tabelle 8) verwendet werden, um die Gründe für die mangelnde Homogenität zu untersuchen. Ein signifikantes Ergebnis zeigt, dass das Panel weiter in der Verwendung der Bewertungsskala geschult werden muss. Ist

das Ergebnis nicht signifikant, besteht vollständige Uneinigkeit zwischen den Prüfpersonen und die Schulung muss von vorne beginnen. In diesem Beispiel bestätigt der Friedman-Test eine mangelnde Homogenität bei der Nutzung der Skala.

Reproduzierbarkeit der Bewertung

Präzision ist ein wichtiger Aspekt der Leistung der Prüfpersonen und bezieht sich auf die Variabilität der Bewertungswerte bei Wiederholungen derselben Probe. Die Wahrscheinlichkeit für die Interaktion Probe × Wiederholungen muss größer als 0,05 sein, damit – wie in Tabelle 7 gezeigt – von einer guten Reproduzierbarkeit ausgegangen werden kann.

✓ Schritt 2: Zusammenfassen

Nach der Bewertung der Panelleistung können die Mittelwerte für jedes bewertete Attribut verglichen werden. Eine multivariate Analyse (HAC oder PCA) ermöglicht es, die Produktergebnisse unter Berücksichtigung aller Attribute zueinander in Beziehung zu setzen und darzustellen.

Abbildung 13 zeigt ein Beispiel für Ergebnisse eines sensorischen Profils als Boxplot für ein Attribut.

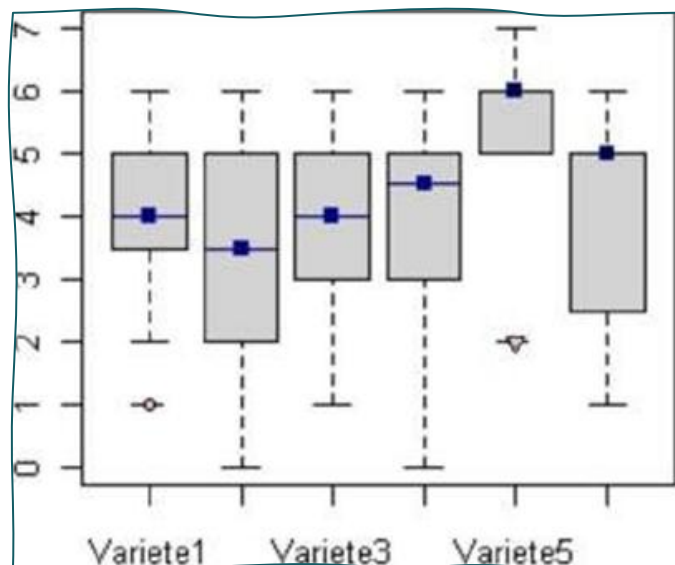


Abbildung 13: Mittelwert des Röstaromas für sechs Weizenbrotsorten

BLATT#7 – VERBRAUCHERPRÄFERENZEN VERSTEHEN: SENSORISCHE DATEN UND GEFALLEN VERKNÜPFEN

Tabelle 9: Merkmale der hedonischen Rangordnungsprüfung

	Art der Prüfung	Hedonisch
	Datentyp	Ordinal (Rang)
	Prüfperson	Ungeschult (Konsument/in)
	Kosten/Schwierigkeit €/ * = kostengünstig/einfach, €/ / ** = eher teuer/mittlerer Schwierigkeitsgrad, €/€/ / *** = teuer/sehr schwierig.	€ € €
		* * *

Diese einfache und kostengünstige Prüfung ermöglicht es, **Verbraucherpräferenzen** zu verstehen.

Diese Prüfung ist in der letzten Phase des Züchtungsprogramms von zentraler Bedeutung, um zu überprüfen, ob das Ziel einer Verbesserung der organoleptischen Qualität erreicht wurde.

Obwohl eine große Zahl von Konsumentinnen und Konsumenten erforderlich ist (60 bis 90 pro Kategorie), kann die Prüfung in mehreren Sitzungen durchgeführt werden, sofern die Prüfbedingungen jedes Mal exakt gleich sind. Mit dieser Prüfung können die Erwartungen der Endnutzerinnen und Endnutzer berücksichtigt werden; sie kann parallel zu anderen Prüfungen stattfinden.

Hedonischer Bewertungstest versus hedonische Rangordnungsprüfung

Beim hedonischen Bewertungstest werden Konsumentinnen und Konsumenten gebeten, ihre Präferenz für drei bis vier produktspezifische sensorische Attribute auf einer Skala von 1 („gefällt mir überhaupt nicht“) bis 9 („gefällt mir sehr gut“) zu bewerten.

Das Gesamtgefallen wird zu Beginn des Fragebogens erfasst, um die Konsumentinnen und Konsumenten nicht zu beeinflussen und möglichst nahe an typischen Verzehrsbedingungen zu bleiben. Anschließend werden Präferenzen hinsichtlich Geschmack, Textur, Geruch usw. abgefragt. Am Ende der Prüfung werden zusätzliche Angaben zu Geschlecht, Alter und Häufigkeit des Konsums von Bio-Produkten erhoben, um die Stichprobe zu charakterisieren. Nach Abschluss der formalen Bewertung können die Konsumentinnen und Konsumenten zu jedem Produkt weitere Kommentare abgeben.

Die hedonische Rangordnungsprüfung ist eine Alternative zum hedonischen Bewertungstest. Sie beruht auf denselben Grundsätzen wie in Blatt #5 beschrieben, entspricht jedoch stärker einer Verbraucherprüfung. Die Rangordnung basiert auf dem Gefallen (relative Präferenz) und erfordert mindestens 60 Prüfpersonen. Die Konsumentinnen und Konsumenten müssen die Produkte entsprechend ihren Präferenzen in eine Rangfolge bringen. Nach Abschluss der formalen Bewertung können sie zu jedem Produkt weitere Kommentare abgeben.

Datenanalyse

Ein Hauptziel hedonischer Prüfungen besteht darin, Unterschiede im Grad der Präferenz für ein bestimmtes Attribut innerhalb einer Gruppe von Proben zu bestimmen (zum Beispiel Unterschiede zwischen Sorte 1 und 2 beim Attribut „Textur“).

Datenerhebung und Visualisierung können mit der Software SeedLinked (siehe Blatt #13) erfolgen, die eine einfache Erfassung der Daten von Konsumentinnen und Konsumenten ermöglicht.

Die Datenanalyse kann auch mit der Software „R“ nach den folgenden Schritten durchgeführt werden. Zunächst werden die Daten je nach Art der durchgeführten Prüfung (hedonische Bewertung oder Rangordnung) gemäß Tabelle 10 beziehungsweise Tabelle 11 formatiert.

Tabelle 10: Beispiel für Daten aus einem hedonischen Bewertungstest von vier Tomatensorten für 3 Attribute, bewertet zwischen 1 („gefällt mir überhaupt nicht“) und 9 („gefällt mir sehr gut“)

Nummer der Prüfperson	Probennummer	Gesamtgefallen	Geschmack	Textur
Prüfperson 1	Probe 1	1	5	1
	Probe 2	4	3	5
	Probe 3	5	5	5
	Probe 4	8	6	9
Prüfperson 2	Probe 1	2	7	1
	Probe 2	4	3	6
	Probe 3	6	5	9
	Probe 4	7	5	8
Prüfperson 3 ...	Probe 1	2	1	4

Tabelle 11: Beispiel für Daten aus einer hedonischen Rangordnungsprüfung von Tomaten für das Attribut Textur

Prüfperson	Sorte1	Sorte 2	...
S1	1	3	
S2	3	3	
S3	3	2	
...			

Dieser Datensatz zeigt Ergebnisse eines hedonischen Bewertungstests, der 2006 von einem französischen Verband des ökologischen Landbaus (BioCIVAM 11) mit Tomaten durchgeführt wurde.

✓ Schritt 1: Datenverteilung prüfen, um die am besten geeigneten statistischen Tests auszuwählen

Statistische Analyse: Normalverteilung mit dem Shapiro-Wilk-Test prüfen

Nullhypothese (H₀): Die Daten folgen einer Normalverteilung.

Die Datenverteilung bestimmt, welche Tests zur Analyse des Datensatzes verwendet werden sollten. Bei normalverteilten Daten kann eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) durchgeführt werden, um Unterschiede zwischen den Sorten (Proben) hinsichtlich der Mittelwerte der einzelnen Attribute zu prüfen. Ziel ist eine abschließende Rangfolge der Sorten auf Grundlage der Verbraucherpräferenzen. In diesem Beispiel liegt der p-Wert unter 0,05 ($p = 2,257e-05$), was bedeutet, dass die Daten normalverteilt sind.

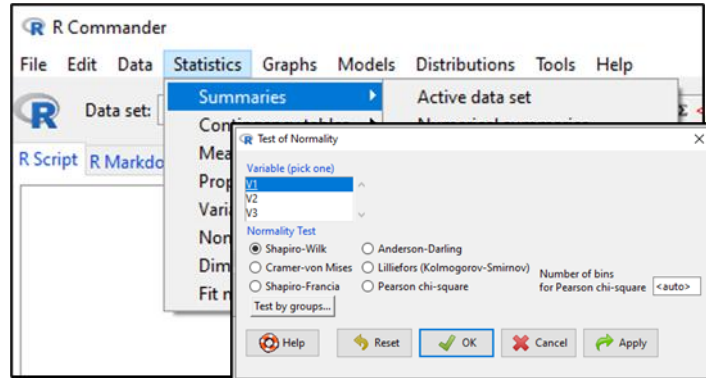


Abbildung 14: Screenshots von R Commander zur Durchführung eines Tests auf Normalverteilung

Die einfaktorielle ANOVA kann somit zum Vergleich der Mittelwerte der einzelnen Sorten verwendet werden. Zunächst müssen die Variablen umkodiert werden: Proben, die ursprünglich als „variety“ bezeichnet sind, werden zu einem Faktor mit der Bezeichnung „var“.

Folgt der Datensatz keiner Normalverteilung, sollte ein Friedman-Test auf den Rängen verwendet werden, um zu prüfen, ob die Sorten von den Prüfpersonen unterschiedlich wahrgenommen werden.

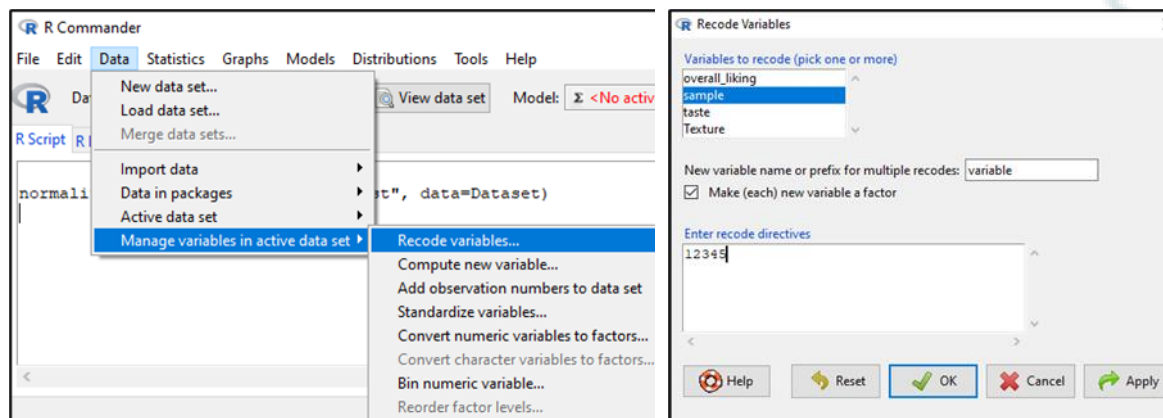


Abbildung 15: Screenshots von R Commander zur Umkodierung von Variablen

✓ Schritt 2: Verbraucherpräferenzen bewerten

Statistische Analyse: einfaktorielle ANOVA (Sorte)

Nullhypothese (H₀): Die Mittelwerte sind gleich (zwischen den Sorten bestehen keine Unterschiede in der Präferenz).

Die Faktoren „var“ werden unter „Groups“ ausgewählt; als Antwortvariablen dienen die Bewertungswerte der Prüfpersonen für das Attribut „taste“.

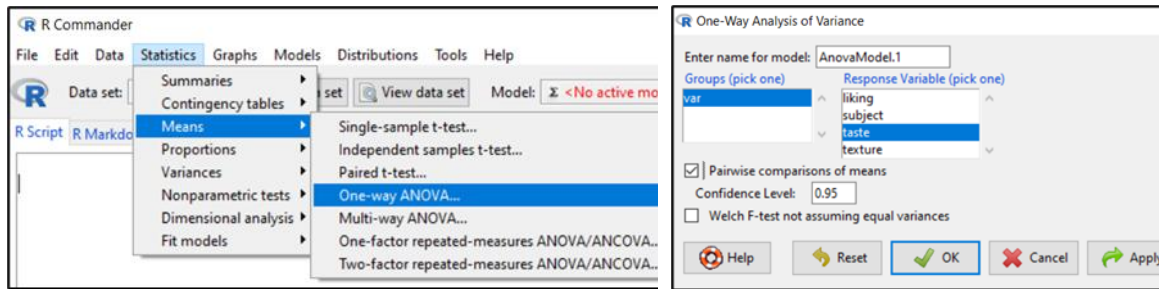


Abbildung 16: Screenshots von R Commander zur Durchführung einer einfaktoriellen ANOVA

Abbildung 17 zeigt, dass der Test signifikant ist (p-Wert = 0,01589).

Die verschiedenen Sorten werden von den Prüfpersonen daher unterschiedlich wahrgenommen. Die abschließende Betrachtung der Mittelwerte zeigt, dass Sorte 2 gegenüber Sorte 1 bevorzugt wird.

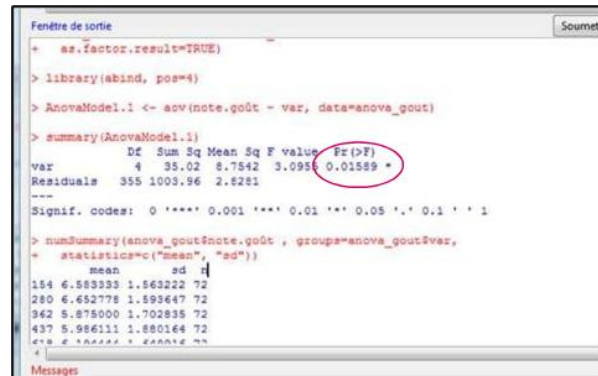


Abbildung 17: Screenshot der Ergebnisse nach Durchführung einer einfaktoriellen ANOVA

✓ Schritt 3: Homogenität des Verbraucherpanels prüfen

Statistische Analyse: hierarchisch-agglomerative Clusteranalyse (HAC)

Die HAC (siehe Blatt #5) zeigt für das Attribut „Textur“ deutlich zwei Antwortcluster (Abbildung 18). Für jede Gruppe wurde der Mittelwert der Proben berechnet, um die beobachteten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen besser zu verstehen.

In diesem Beispiel entsprechen die beiden Cluster Konsumentinnen und Konsumenten, die zarte beziehungsweise feste Tomaten bevorzugen.

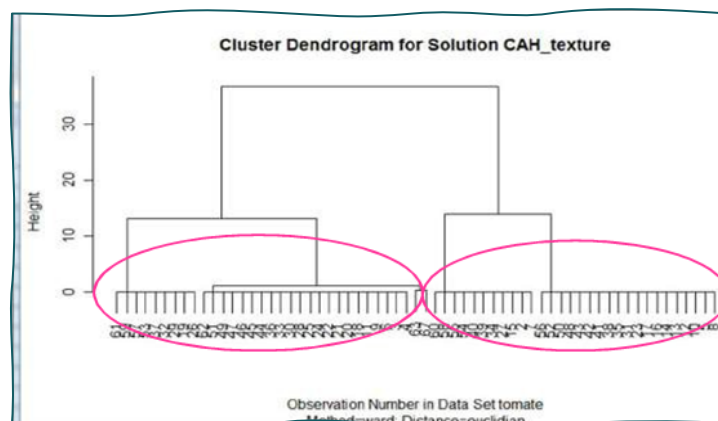


Abbildung 18: Screenshot des Dendrogramms nach Durchführung einer hierarchisch-agglomerativen Clusteranalyse (HAC) für das Attribut Textur mit zwei Verbraucherclustern.

BLATT#8 – EINFLUSSFAKTOREN MIT DEM NAPPING-TEST UNTERSUCHEN: SENSORISCHE DIMENSIONEN ERKUNDEN

Tabelle 12: Merkmale des Napping-Tests

	Art der Prüfung	Unterschiedsprüfung
	Datentyp	Diskret
	Prüfperson	Teilgeschult
	Kosten/Schwierigkeit €/ * = kostengünstig/einfach, €/ ** = eher teuer/mittlerer Schwierigkeitsgrad, €/€/ *** = teuer/sehr schwierig.	€ € €
		* * *

Diese Prüfung kann zur Beschreibung der sensorischen Qualität einer Produktgruppe eingesetzt werden, allerdings weniger detailliert als ein sensorisches Profil. Insbesondere kann damit untersucht werden, ob Züchtungs- und Anbauverfahren die organoleptische Qualität der Sorten beeinflussen.

Diese vorgeschlagene Unterschiedsprüfung sollte als erster und letzter Schritt des Züchtungsprozesses durchgeführt werden, um ein erstes Screening zu ermöglichen und die Züchtungsmethodik zu validieren. Mit dem Napping-Test lassen sich sensorische Unterschiede zwischen Produkten identifizieren. Die Unterschiede beziehen sich auf globale sensorische Eigenschaften und sollten durch Freitextkommentare ergänzt werden, um ihre Interpretation zu erleichtern. Die Methode ist besonders flexibel, da kein geschultes Panel erforderlich ist.

Vorgehensweise

✓ **Sortieraufgabe:**

Jede Prüfperson wird gebeten, den gesamten Produktsatz auf einem leeren Papierbogen (einer Tischunterlage) entsprechend der wahrgenommenen Ähnlichkeit beziehungsweise Unähnlichkeit anzuordnen. Zwei Produkte liegen dabei nahe beieinander, wenn sie als ähnlich wahrgenommen werden, und weit auseinander, wenn sie als unterschiedlich wahrgenommen werden. Jede Prüfperson verwendet ihre eigenen Kriterien.

✓ **Beschreibungsaufgabe:**

Nach der Napping-Aufgabe werden die Prüfpersonen gebeten, die Produkte zu beschreiben, indem sie ein oder zwei sensorische Attribute notieren, die jede Produktgruppe auf der Karte charakterisieren.

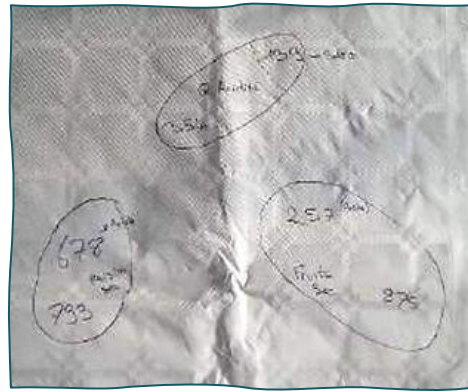
Durchführung des Napping-Tests

Benötigte Ausstattung

Für diese Prüfung ist ein geräumiger Raum erforderlich, damit jede Prüfperson den gesamten Probensatz vor sich auf der Tischunterlage anordnen kann.

Für das gesamte Panel

- Ein Schneidebrett und ein Messer
- Geruchsneutraler, wasserfester Filzstift zur Kennzeichnung der Proben



Für jede Prüfperson

- Weiße Papiertischunterlage im Format 40 cm × 60 cm
- Ein Glas Wasser
- Ein Filzstift (zum Notieren der Produktnummern und sensorischen Attribute auf der Tischunterlage)
- So viele Post-it-Zettel wie Produkte, um die Proben zu kennzeichnen

Panel

Das Panel sollte je nach Produkterfahrung der Prüfpersonen und den Versuchszielen aus 12 bis 25 Personen bestehen. Beispielsweise reichen zwölf landwirtschaftliche Bäckereibetriebe in der Regel aus, um verlässliche Ergebnisse zu erhalten, da sie an die sensorische Beurteilung von Brot gewöhnt sind. Bei Konsumentinnen und Konsumenten ist ein Panel von etwa 20 Personen besser geeignet.

Probenvorbereitung und -präsentation

Pro Sitzung sollten nicht mehr als zehn Produkte bewertet werden. Jeder Probe sollte ein zufälliger dreistelliger Code zugewiesen werden. Die Proben werden gleichzeitig präsentiert, und die Prüfpersonen können so viel verkosten, wie sie benötigen.

Bei Getreide sollte der Prozess der Brotherstellung an die Ziele der Untersuchung angepasst werden. Liegt der Schwerpunkt der Prüfung auf Genotypen, beispielsweise für ein sensorisches Screening mehrerer Genotypen, die unter einheitlichen Umweltbedingungen angebaut wurden, muss der Backprozess die Ausprägung der Getreideeigenschaften im Brot optimal ermöglichen (Hydratationsgrad, Fermentationsdauer ...). Soll der Einfluss verschiedener Faktoren (Umwelt, Genotyp usw.) untersucht werden, sollte der Prozess der Brotherstellung standardisiert werden.

Bei Gemüse ist besonders bei der Bewertung heterogener Sortenstrukturen auf eine homogene Probenahme zu achten. Hierzu sollte zunächst ein sortenspezifischer „Ideotyp“ definiert werden (Farbe als Reifeindikator, Form usw.), um die Probenahme zu erleichtern.

Datenanalyse

Napping-Daten ergeben eine quantitative Tabelle, in der die Zeilen die geprüften Produkte darstellen. Tabelle 13 zeigt beispielhaft für jede der i Prüfpersonen zwei Spalten mit den horizontalen (X_j) und vertikalen (Y_j) Koordinaten (X, Y) der einzelnen Proben.

Die sensorischen Attribute wurden mithilfe einer Kontingenztafel Produkt $\times$ Attribut codiert. In der Tabelle wurde erfasst, wie oft jedes Attribut für jedes Produkt genannt wurde. Die Kontingenztafel wurde in relative Häufigkeiten umgerechnet; diese Häufigkeiten wurden als qualitative Variablen verwendet, wobei die Anzahl der genannten Begriffe die jeweiligen Ausprägungen bildete.

Tabelle 13: Struktur der Napping-Daten aus einer sensorischen Bewertung von Brot

Brot	X1	Y1	X2	Y2	...	Würzig	Holzig	Sauer	Süß
315	14.18	28.21	11.77	29.89	22.86	0.08	0.00	0.00	0.20
749	10.50	21.03	28.09	43.47	16.03	0.00	0.20	0.33	0.00
174	32.82	41.63	26.91	6.22	32.01	0.42	0.20	0.00	0.00
276	9.08	22.31	22.67	11.28	36.04	0.00	0.00	0.00	0.20
181	5.35	41.72	11.25	14.42	8.53	0.17	0.00	0.17	0.00
935	15.38	9.95	26.01	38.77	27.10	0.08	0.20	0.33	0.20
378	34.27	18.17	22.64	24.79	38.17	0.08	0.40	0.17	0.40
RdC	19.06	46.11	23.27	7.17	18.17	0.17	0.00	0.00	0.00

Zur Analyse dieser Art von Daten sollte eine Multiple Faktorenanalyse (MFA) durchgeführt werden. Jede Prüfperson repräsentiert eine Gruppe von zwei nicht standardisierten Variablen, die ihren Napping-Koordinaten (Positionen auf der Tischunterlage) entsprechen. Die MFA liefert eine Konsensdarstellung (Kompromisskarte) der Konfigurationen der Prüfpersonen. Zwei Produkte liegen auf der Karte nahe beieinander, wenn die meisten Prüfpersonen sie während der Napping-Aufgabe nahe beieinander platziert haben. Je größer der Anteil der durch die ersten beiden MFA-Komponenten erklärten Varianz ist, desto stärker ist die Übereinstimmung zwischen den Prüfpersonen. Die Häufigkeitstabelle Produkt $\times$ Attribut wurde als Gruppe ergänzender Variablen einbezogen. Diese Variablen wurden nicht zur Konstruktion der MFA-Achsen verwendet; ihre Korrelationen mit den MFA-Dimensionen wurden jedoch berechnet und dargestellt, analog zur Hauptkomponentenanalyse (PCA). Abbildung 19 zeigt ein Beispiel für eine mit der MFA erzeugte Darstellung. Die mit Betrieb, Genotyp und Bäckerin bzw. Bäcker codierten Produkte sind auf den ersten beiden Dimensionen verteilt. Eine Faktorkarte der Kontingenztabelle zeigt die sensorischen Attribute, die zur Beschreibung des Produkts verwendet wurden. Durch Überlagerung der beiden Karten lassen sich sensorische Distanzen mit sensorischen Attributen verknüpfen (hier nicht dargestellt).

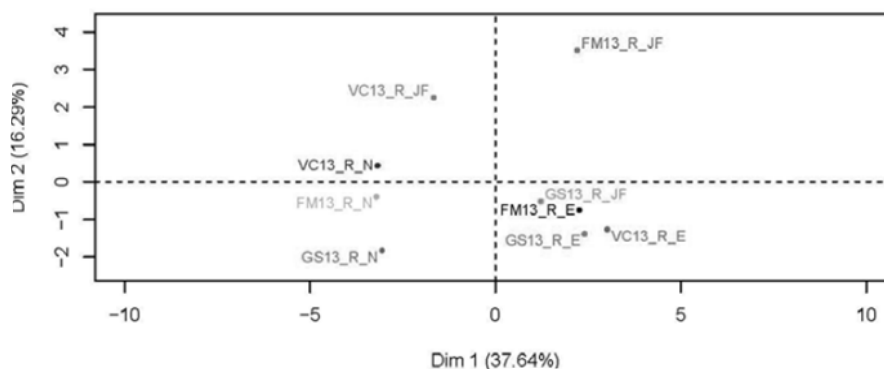


Abbildung 19: Individuelle Faktorkarte der MFA mit der Projektion der Produkte (codiert nach Betrieb, Genotyp und Bäckerin bzw. Bäcker) auf die ersten beiden Dimensionen

BLATT#9 – FALLSTUDIE: BEURTEILUNG EINES ROHPRODUKTS (TOMATE)

Benötigte Ausstattung

Für die Probenvorbereitung

- Ein Schneidebrett und ein Messer
- Geruchsneutraler, wasserfester Filzstift zur Kennzeichnung der Proben

Für jede Prüfstation

- So viele Teller wie Sorten
- 2 Tomaten je Sorte, maximal 8 Sorten

Für jede Prüfperson

- Eine Gabel
- Eine Serviette
- Ein Glas Wasser, ungesalzene Cracker oder Brot zum Neutralisieren des Gaumens zwischen den Proben
- Der zur Prüfung gehörende Fragebogen

Empfohlene Zubereitungsmethode

Die Tomaten werden vier Tage nach der Ernte verkostet; in der Zwischenzeit werden sie 48 h bei 12 °C und anschließend 48 h bei Raumtemperatur (25/30 °C) gelagert.

Früchte mit Unregelmäßigkeiten und/oder Mängeln, etwa grüner Färbung an der Oberseite, werden von der Verkostung ausgeschlossen. Bei begrenzter Probenmenge können solche unregelmäßigen Früchte jedoch verwendet werden, sofern die Mängel entfernt wurden.

Nach Überprüfung von Reifegrad und Homogenität werden die Früchte einschließlich Schale in gleichmäßige Stücke geschnitten.

Liste sensorischer Attribute (nicht abschließend)

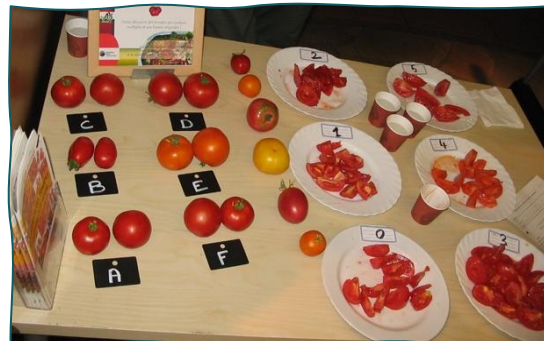
Tabelle 14: Sensorische Attribute für Tomaten

Geruch	Tomatenaroma	Textur	Schalenkonsistenz
Erscheinungsbild	Farbe		Mehligkeit
	Gerippte Schalenoberfläche		Weichheit
Geschmack	Salziger Geschmack		Knackigkeit
	Süßer Geschmack		Saftigkeit
	Gesamtsäure		Festigkeit

Rangordnungsprüfung

Empfohlene Probenpräsentation

Die Proben (halbierte Tomaten) werden gleichzeitig präsentiert und jeweils mit einer Nummer versehen (Blindprüfung). Je nach Größe des Panels werden die Prüfpersonen in Gruppen von jeweils 3/4 Personen pro Arbeitsplatz eingeteilt; während der Prüfung ist durchgehend Ruhe einzuhalten.



Rangordnungsbogen

Bei dieser Prüfung verkostet die Prüfperson die Proben und bringt sie anschließend entsprechend der wahrgenommenen Intensität eines bestimmten sensorischen Merkmals in eine Rangfolge (Rang 1 = höchste Intensität). Es ist wichtig, dass die Prüfpersonen nicht miteinander sprechen, damit die Ergebnisse nicht beeinflusst werden. Zudem gilt: Je mehr Attribute geprüft werden, desto schwieriger ist es, signifikante Unterschiede zu erkennen. Um dieses Problem zu verringern, werden Attribute, die instrumentell gemessen werden können, nicht einbezogen. Der in Abbildung 20 vorgeschlagene Rangordnungsbogen dient als Beispiel; aus der Attributliste in Tabelle 14 können je nach benötigter Information geeignete Attribute ausgewählt werden.



Verkosten Sie die Proben und bringen Sie sie für „süßen Geschmack“ und „Festigkeit“ in eine Rangfolge. Rang 1 = höchste Intensität; Rang 6 = geringste Intensität. Tragen Sie die Probennummer in den jeweiligen Rang ein.

Rank number	1	2	3	4	5	6
Sweet taste						
Firmness						

Abbildung 20: Rangordnungsbogen für die Rangordnungsprüfung (Tomate)

Hedonischer Bewertungstest

Probenpräsentation

Die Proben werden einzeln in randomisierter Reihenfolge präsentiert, um den Reihenfolgeeffekt³ zu begrenzen. Die SensoMineR-Pakete (siehe Blatt #12) enthalten spezielle Funktionen, die diesen Parameter berücksichtigen. Die Sorten werden auf Tellern angerichtet (eine Sorte pro Teller), die jeweils mit der Probennummer gekennzeichnet sind.

Bewertungsbogen

Die Antwortskala des Fragebogens reicht für das Gesamtgefallen an den sensorischen Attributen von 1 („gefällt mir überhaupt nicht“) bis 9 („gefällt mir sehr gut“).

³Der Reihenfolgeeffekt ist eine Bewertungsverzerrung, die auf die Präsentationsreihenfolge der Produkte zurückzuführen ist. Beispielsweise kann eine Prüfperson das Kakaoaroma einer zuerst präsentierten Schokoladenprobe überschätzen

Verkosten Sie die Tomaten und bewerten Sie ihre sensorische Qualität.
Verwenden Sie die Skala von 1–9 (1 = gefällt mir überhaupt nicht; 9 = gefällt mir sehr gut).
Halten Sie die Probenreihenfolge sorgfältig ein.

Tomato XYZ

Overall liking

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Overall taste

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Texture

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tomato XYZ

Overall liking

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Overall taste

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Texture

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Tomato XYZ

Overall liking

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Overall taste

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Texture

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Please specify:

Gender: ☐ Male ☐ Female

Age: ☐ Less than 30 ☐ 30 to 40 ☐ 40 to 50 ☐ Over 50

I buy organic products: ☐ At least once a week ☐ At least once a month ☐ Never

Abbildung 21: Fragebogen für den hedonischen Bewertungstest (Tomate)

Unterschiedsprüfung „2 aus 5“ und/oder Dreiecksprüfung

Probenpräsentation

Bei der „2-aus-5“-Prüfung werden der Prüfperson fünf Produktproben aus zwei Chargen präsentiert. Zwei Proben stammen aus einer der beiden Chargen, drei Proben aus der anderen. Sie werden gleichzeitig präsentiert. Das dreifach vertretene Produkt sollte bei den einzelnen Wiederholungen nicht immer dasselbe sein.

Bei der Dreiecksprüfung werden der Prüfperson drei Produktproben gleichzeitig präsentiert. Zwei Proben stammen aus einer der beiden Chargen, eine Probe aus der anderen. Das dreifach vertretene Produkt sollte bei den einzelnen Wiederholungen nicht immer dasselbe sein.

Das Paket SensoMineR enthält eine Funktion zur Erstellung eines Verkostungsplans. Dafür müssen die Anzahl der Prüfpersonen, die geprüften Produkte und die Anzahl der Wiederholungen je Prüfperson eingegeben werden.

Antwortbogen

Jede Prüfperson muss die Proben gruppieren, die sie als identisch wahrnimmt. Es handelt sich um ein Forced-Choice-Verfahren, da eine Antwort zwingend erforderlich ist. Vorgeschlagen werden zwei Prüfungen, die auf demselben Prinzip beruhen: die „2-aus-5“-Prüfung und die Dreiecksprüfung. Die Dreiecksprüfung eignet sich besser zur Beurteilung des Flavours, muss jedoch wegen möglicher Probleme mit der Chargenhomogenität mit größerer Vorsicht eingesetzt werden (sie ist statistisch weniger robust als die „2-aus-5“-Prüfung).

'2 among 5' test

Zwei Proben stammen aus einer Charge und drei aus einer anderen.
Kreisen Sie die drei Proben ein, die Ihrer Meinung nach aus derselben Charge stammen.

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5
----------	----------	----------	----------	----------

Abbildung 22: Antwortbogen für die „2-aus-5“-Prüfung (Tomate)

Dreiecksprüfung

Eine dieser Proben ist unterschiedlich.
Tragen Sie ihre Nummer in das Feld auf der rechten Seite ein.

Sample 1	Sample 2	Sample 3	?
----------	----------	----------	---

Abbildung 23: Antwortbogen für die Dreiecksprüfung (Tomate)

Deskriptive Prüfung

Probenpräsentation

Diese Prüfung basiert auf einem ausgewogenen Versuchsplan, um Reihenfolgeeffekte zu begrenzen. Das Paket SensoMineR enthält eine Reihe von Funktionen zur Erstellung solcher Versuchspläne und zur Bewertung der Panelleistung.

Bewertungsbogen

Bei dieser Prüfung muss ein Panel aus 10–15 Fachpersonen die Intensität einer Reihe vorgegebener Attribute auf einer abgestuften Skala quantifizieren. Die endgültig vergebenen Bewertungen müssen das Ergebnis eines Konsenses zwischen den Fachpersonen sein.

Veuillez prendre l'échantillon portant le code ci-dessous et répondez pour tous les critères. Passez ensuite à l'échantillon suivant.

Code
734

Levurée	0	1	2	3	4	5	6	7
Pas « pas cuit »	0	1	2	3	4	5	6	7
Pas cuit	0	1	2	3	4	5	6	7
Sucré	0	1	2	3	4	5	6	7
Epicé	0	1	2	3	4	5	6	7
Résineux	0	1	2	3	4	5	6	7
Acide lactique	0	1	2	3	4	5	6	7
Acide acétique	0	1	2	3	4	5	6	7
Fumé	0	1	2	3	4	5	6	7
Torréfié	0	1	2	3	4	5	6	7
Elastique	0	1	2	3	4	5	6	7
Collant	0	1	2	3	4	5	6	7
Longueur en bouche	0	1	2	3	4	5	6	7

Abbildung 24: Beispiel eines Antwortbogens für die sensorische Profilierung von Brot, der durch Auswahl produktspezifischer sensorischer Attribute an andere Lebensmittel, beispielsweise Tomaten, angepasst werden kann.

BLATT#10 – FALLSTUDIE: BEURTEILUNG GEGARTER PRODUKTE (BROKKOLI)

Benötigte Ausstattung

Für die Probenvorbereitung

- Ein Dampfgarer
- Ein Schneidebrett und ein Messer
- Eine Waage
- Salz⁴
- Wasser (zum Garen)
- Geruchsneutraler, wasserfester Filzstift zur Kennzeichnung der Proben
- Ein kleines Gefäß für jede Probe
- 35 g Brokkoli je Sorte, höchstens 6 Sorten

Je Prüfperson

- Eine Gabel
- Eine Serviette
- Ein Glas Wasser, ungesalzene Cracker oder Brot zur Neutralisierung des Gaumens zwischen den Verkostungen
- Der zugehörige Antwortbogen

Zubereitungsmethode

Gegarte Produkte müssen standardisiert und reproduzierbar zubereitet werden. Die Garmethode ist wichtig, damit die Proben zwischen verschiedenen Verkostungssitzungen vergleichbar sind; in manchen Fällen sind Vorversuche zum Garen erforderlich, um die für das zu verkostende Produkt am besten geeignete Methode zu bestimmen.

- Bei gegarten Produkten müssen die Proben beim Servieren an die Prüfpersonen noch heiß sein (40–70 °C). Die Zugabe von Salz (1 g je 100 g Produkt) wird empfohlen, damit die Verkostung typischen Verzehrsbedingungen näherkommt und angenehmer ist.
- Bei gekochten Produkten wird empfohlen, Leitungswasser zu vermeiden, da dessen Geschmack variieren kann. Wenn möglich, sollte zum Garen Quellwasser verwendet werden.

Die Brokkoliröschen werden abgetrennt und beschädigte Teile entfernt. Anschließend werden die Röschen in gleichmäßige Stücke geschnitten. Je nach Versuchsziel kann der Brokkoli roh oder gedämpft verkostet werden. Im zweiten Fall werden die Röschen etwa 15 Minuten gedämpft; dabei sollte der Garzustand kontrolliert werden.

⁴Es ist wichtig, für alle Proben dasselbe Salz zu verwenden, um die Verkostung zu standardisieren.

Liste sensorischer Attribute (nicht abschließend)

Tabelle 15: Sensorische Attribute für Brokkoli

Geruch	Unkrautartig	Geschmack	Gekochter Kohl
	Gekochter Kohl		Süße
	Jodartig		Bitterkeit
	Nussig	Textur	Schwammig
	Erdig		Zart
Erscheinungsbild	Farbe (grün, braun)		Fest
	Kompaktheit		Knackig

Rangordnungsprüfung

Probenpräsentation

Proben von jeweils 35 g werden in Gefäße gegeben, die mit der Probennummer gekennzeichnet sind, und den Prüfpersonen gleichzeitig präsentiert. Je nach Panelgröße werden die Prüfpersonen in Gruppen von 3–4 Personen je Arbeitsplatz eingeteilt; während der Verkostung wird stets geschwiegen.



Bewertung

Die Prüfpersonen verkosten die Proben und ordnen sie anschließend nach der wahrgenommenen Intensität eines vorgegebenen sensorischen Merkmals ein (Rang 1 = höchste Intensität). Es ist wichtig, dass die Prüfpersonen nicht miteinander sprechen, damit die Ergebnisse nicht beeinflusst werden. Zu beachten ist außerdem: Je mehr Attribute geprüft werden, desto schwieriger ist es, signifikante Unterschiede zu erkennen. Um dieses Problem zu minimieren, werden Attribute, die instrumentell gemessen werden können, weggelassen. Der vorgeschlagene Bewertungsbogen ist in Abbildung 25 dargestellt. Aus der Liste in Tabelle 15 können je nach benötigten Informationen geeignete Attribute ausgewählt werden.

Verkosten Sie die Proben und ordnen Sie sie nach „Bitterkeit“ und „zarter Textur“ ein.
Rang 1 = höchste Intensität; Rang 6 = geringste Intensität.
Tragen Sie die Probennummer in den jeweiligen Rang ein.

Rank n°	1	2	3	4	5	6
Bitterness						
Tender texture						

Abbildung 25: Bewertungsbogen für die Rangordnungsprüfung (Brokkoli)

Hedonischer Bewertungstest

Probenpräsentation

Die Proben werden einzeln in randomisierter Reihenfolge präsentiert, um den Reihenfolgeeffekt⁵ zu begrenzen. Die SensoMineR-Pakete (siehe Blatt #12) enthalten spezielle Funktionen, die diesen Parameter berücksichtigen. Die Sorten werden in kleinen Gefäßen präsentiert (eine Sorte je Gefäß), die mit der Probennummer gekennzeichnet sind.

Antwortbogen

Die Antwortskala des Bewertungsbogens reicht für das Gesamtgefallen an den sensorischen Attributen von 1 („gefällt mir überhaupt nicht“) bis 9 („gefällt mir sehr gut“).

Verkosten Sie den Brokkoli und bewerten Sie seine sensorische Qualität.
Verwenden Sie die Skala von 1–9 (1 = gefällt mir überhaupt nicht; 9 = gefällt mir sehr gut).
Halten Sie die Probenreihenfolge sorgfältig ein.

Broccoli XYZ	Broccoli XYZ	Broccoli XYZ	Broccoli XYZ
Overall appreciation 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Overall appreciation 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Overall appreciation 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Overall appreciation 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Overall taste 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Overall taste 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Overall taste 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Overall taste 1 2 3 4 5 6 7 8 9
Sweet taste 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sweet taste 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sweet taste 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Sweet taste 1 2 3 4 5 6 7 8 9
bitterness 1 2 3 4 5 6 7 8 9	bitterness 1 2 3 4 5 6 7 8 9	bitterness 1 2 3 4 5 6 7 8 9	bitterness 1 2 3 4 5 6 7 8 9
tenderness 1 2 3 4 5 6 7 8 9	tenderness 1 2 3 4 5 6 7 8 9	tenderness 1 2 3 4 5 6 7 8 9	tenderness 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Please specify:

Gender: ☐ Male ☐ Female

Age: ☐ Less than 30 yrs. ☐ 30 to 40 yrs. ☐ 40 to 50 yrs. ☐ Over 50 yrs.

I buy organic products: ☐ At least once a week ☐ At least once a month ☐ Never

Abbildung 26: Bewertungsbogen für den hedonischen Bewertungstest (Brokkoli)

⁵Der Reihenfolgeeffekt ist eine Bewertungsverzerrung, die auf die Präsentationsreihenfolge der Produkte zurückzuführen ist. Beispielsweise kann eine Prüfperson das Kakaoaroma einer zuerst präsentierten Schokoladenprobe überschätzen.

Unterschiedsprüfung „2 aus 5“ und/oder Dreiecksprüfung

Probenpräsentation

Bei der „2-aus-5“-Prüfung werden den Prüfpersonen fünf Produktproben aus zwei Chargen präsentiert. Zwei Proben stammen aus einer der beiden Chargen, drei Proben aus der anderen. Sie werden gleichzeitig präsentiert. Das dreifach vertretene Produkt sollte bei den einzelnen Wiederholungen nicht immer dasselbe sein.

Bei der Dreiecksprüfung werden der Prüfperson drei Produktproben gleichzeitig präsentiert. Zwei Proben stammen aus einer der beiden Chargen, eine Probe aus der anderen. Das dreifach vertretene Produkt sollte bei den einzelnen Wiederholungen nicht immer dasselbe sein.



Antwortbogen

Die Prüfperson muss die Proben gruppieren, die sie als identisch wahrnimmt. Es handelt sich um ein Forced-Choice-Verfahren, da eine Antwort zwingend erforderlich ist. Vorgeschlagen werden zwei Prüfungen, die auf demselben Prinzip beruhen: Die Dreiecksprüfung eignet sich besser zur Beurteilung des Flavours, muss jedoch wegen möglicher Probleme mit der Chargenhomogenität mit größerer Vorsicht eingesetzt werden (sie ist statistisch weniger robust als die „2-aus-5“-Prüfung).

‘2 among 5’ test

Zwei Proben stammen aus einer Charge und drei aus einer anderen.
Kreisen Sie die drei Proben ein, die Ihrer Meinung nach aus derselben Charge stammen.

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5
----------	----------	----------	----------	----------

Abbildung 27: Antwortbogen für die „2-aus-5“-Prüfung (Brokkoli)

Dreiecksprüfung

Eine dieser Proben ist unterschiedlich.
Tragen Sie ihre Nummer in das Feld auf der rechten Seite ein.

Sample 1	Sample 2	Sample 3	?
----------	----------	----------	---

Abbildung 28: : Antwortbogen für die Dreiecksprüfung (Brokkoli)

Deskriptive Prüfung

Probenpräsentation

Diese Prüfung basiert auf einem ausgewogenen Versuchsplan, um den Reihenfolgeeffekt zu begrenzen. Das Paket SensoMineR enthält eine Reihe von Funktionen zur Erstellung von Versuchsplänen und zur Bewertung der Pannelleistung.

Bewertung

Bei dieser Prüfung muss ein Panel aus Fachpersonen die Intensität einer Reihe vorgegebener Attribute auf einer abgestuften Skala quantifizieren. Die Attribute werden im Konsens einer Gruppe von Fachpersonen ausgewählt. Sie müssen während der spezifischen Schulung des Panels definiert werden.



BLATT#11 – FALLSTUDIE: BEURTEILUNG VERARBEITETER PRODUKTE (BROT)

Benötigte Ausstattung

Produktvorbereitung

- Ein Schneidebrett und ein Messer
- Wasserfester Filzstift zur Kennzeichnung der Proben
- Ein ganzes Brot je Probe.

Je Probe

- Ein Teller je Probe
- Zwei Stücke je Probe

Je Prüfperson

- Eine Serviette
- Ein Glas Wasser
- Der Fragebogen

Zubereitungsmethode

Um Variationsquellen zu reduzieren und die Zubereitungsmethoden zu standardisieren, sollten idealerweise alle geprüften Brote am Verkostungsort auf die gleiche Weise gebacken werden.

Liste sensorischer Attribute

Tabelle 16: Sensorische Attribute für Brot

Erscheinungsbild	Kruste	Aroma	Brot
	Bräunung		Röstaroma
	Glanz	Geschmack	Salzigkeit
	Dicke		Süße
	Krume		Bitterkeit
	Farbe		Säure
	Porengleichmäßigkeit	Textur	Knusprigkeit
	Mittlere Porengröße		Weichheit
	Porendichte/Krumenporung		Elastizität

Rangordnungsprüfung

Empfohlene Probenpräsentation



Je nach den ausgewählten sensorischen Attributen wird das Brot entweder als ganzer Laib (Gesamterscheinungsbild) oder in Scheiben (Textur, Beschreibung der Porung, Geschmacksriterien) präsentiert. Beispielsweise können die Brote 10 Minuten vor der Verkostung in 13 mm dicke Scheiben geschnitten werden. Jede Scheibe sollte in 5 Stücke geteilt werden, wobei jedes Stück sowohl Kruste als auch Krume enthält, damit die sensorischen Gesamteigenschaften beurteilt werden können.

Fragebogen

Die Prüfpersonen verkosten die Proben und ordnen sie anschließend nach der wahrgenommenen Intensität eines vorgegebenen sensorischen Merkmals ein (Rang 1 = höchste Intensität). Es ist wichtig, dass die Prüfpersonen nicht miteinander sprechen, damit die Ergebnisse nicht beeinflusst werden. Zu beachten ist außerdem: Je mehr Attribute geprüft werden, desto schwieriger ist es, signifikante Unterschiede zu erkennen. Um dieses Problem zu minimieren, werden Attribute, die instrumentell gemessen werden können, weggelassen. Der in Abbildung 29 vorgeschlagene Bewertungsbogen ist ein Beispiel; aus der Attributliste in Tabelle 16 können je nach benötigten Informationen geeignete Attribute ausgewählt werden.

Verkosten Sie die Proben und ordnen Sie sie nach „Krumenlockerung“ und „Säure“ ein.
Rang 1 = höchste Intensität; Rang 6 = geringste Intensität.
Tragen Sie die Probennummer in den jeweiligen Rang ein.

Rank n°	1	2	3	4	5	6
Crumb airing						
acidity						

Abbildung 29: Fragebogen für die Rangordnungsprüfung (Brot)

Hedonischer Bewertungstest

Probenpräsentation

Die Proben werden einzeln in einer festgelegten Verkostungsreihenfolge präsentiert, um den⁶ Reihenfolgeeffekt zu begrenzen (ausgewogener Versuchsplan). Die SensoMineR-Pakete (siehe Blatt #12) enthalten spezielle Funktionen, die diesen Parameter berücksichtigen.

Fragebogen

Die Antwortskala des Fragebogens reicht für das Gesamtgefallen an den sensorischen Attributen von 1 („gefällt mir überhaupt nicht“) bis 9 („gefällt mir sehr gut“).

⁶Der Reihenfolgeeffekt ist eine Bewertungsverzerrung, die auf die Präsentationsreihenfolge der Produkte zurückzuführen ist. Beispielsweise kann eine Prüfperson das Kakaoaroma einer zuerst präsentierten Schokoladenprobe überschätzen.

Verkosten Sie die verschiedenen Brote und bewerten Sie ihre sensorische Qualität.
Verwenden Sie die Skala von 1–9 (1 = gefällt mir überhaupt nicht; 9 = gefällt mir sehr gut).
Halten Sie die Probenreihenfolge sorgfältig ein.

Bread XYZ

Overall appreciation

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Wheat bread aroma

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Crispness

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Acidity

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Bread XYZ

Overall appreciation

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Wheat bread aroma

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Crispness

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Acidity

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Bread XYZ

Overall appreciation

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Wheat bread aroma

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Crispness

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Acidity

1	2	3	4	5	6	7	8	9

Please specify:

Gender: ☐ Male ☐ Female

Age: ☐ Less than 30 yrs. ☐ 30 to 40 yrs. ☐ 40 to 50 yrs. ☐ Over 50 yrs.

I buy organic products: ☐ At least once a week ☐ At least once a month ☐ Never

Abbildung 30: Fragebogen für den hedonischen Bewertungstest (Brot)

Unterschiedsprüfung „2 aus 5“ und/oder Dreiecksprüfung

Probenpräsentation

Alle Proben müssen dieselbe Form haben (rund, Baguette ...).

Bei der „2-aus-5“-Prüfung werden der Prüfperson fünf Produktproben (eine Probe = eine Scheibe) aus zwei Chargen präsentiert. Zwei Proben stammen aus einer der beiden Chargen, drei Proben aus der anderen. Sie werden gleichzeitig präsentiert. Das dreifach vertretene Produkt sollte bei den einzelnen Wiederholungen nicht immer dasselbe sein.

Bei der Dreiecksprüfung werden der Prüfperson drei Produktproben gleichzeitig präsentiert. Zwei Proben stammen aus einer der beiden Chargen, eine Probe aus der anderen. Das dreifach vertretene Produkt sollte bei den einzelnen Wiederholungen nicht immer dasselbe sein.

Das Paket SensoMineR enthält eine Funktion zur Erstellung eines Verkostungsplans. Dafür müssen die Anzahl der Prüfpersonen, die geprüften Produkte und die Anzahl der Wiederholungen je Prüfperson eingegeben werden.

Fragebogen

Die Prüfperson muss die Proben gruppieren, die sie als identisch wahrnimmt. Es handelt sich um ein Forced-Choice-Verfahren, da eine Antwort zwingend erforderlich ist. Vorgeschlagen werden zwei Prüfungen, die auf demselben Prinzip beruhen: Die Dreiecksprüfung eignet sich besser zur Beurteilung des Flavours, muss jedoch

wegen möglicher Probleme mit der Chargenhomogenität mit größerer Vorsicht eingesetzt werden (sie ist statistisch weniger robust als die „2-aus-5“-Prüfung).

„2-aus-5“-Prüfung

Zwei Proben stammen aus einer Charge und drei aus einer anderen.
Kreisen Sie die drei Proben ein, die Ihrer Meinung nach aus derselben Charge stammen.

Sample 1	Sample 2	Sample 3	Sample 4	Sample 5
----------	----------	----------	----------	----------

Abbildung 31: Antwortbogen für die „2-aus-5“-Prüfung (Brot)

Dreiecksprüfung

Eine dieser Proben ist unterschiedlich.
Tragen Sie ihre Nummer in das Feld auf der rechten Seite ein.

Sample 1	Sample 2	Sample 3	?
----------	----------	----------	---

Abbildung 32: Antwortbogen für die Dreiecksprüfung (Brot)

Deskriptive Prüfung

Probenpräsentation

Diese Prüfung basiert auf einem ausgewogenen Versuchsplan, um Reihenfolgeeffekte zu begrenzen. Das Paket SensoMineR enthält eine Reihe von Funktionen zur Erstellung solcher Versuchspläne und zur Bewertung der Palleleistung.

Fragebogen

Bei dieser Prüfung muss ein Panel aus Fachpersonen die Intensität einer Reihe vorgegebener Attribute auf einer abgestuften Skala quantifizieren. Die endgültig vergebenen Bewertungen müssen das Ergebnis eines Konsenses zwischen den Fachpersonen sein. Die Attribute müssen während der spezifischen Schulung des Panels definiert werden.

Veuillez prendre l'échantillon portant le code ci-dessous et répondre pour tous les critères.
Passez ensuite à l'échantillon suivant.

	Code
	734

Levurée	0 1 2 3 4 5 6 7
Pas cuit	0 1 2 3 4 5 6 7
Sucré	0 1 2 3 4 5 6 7
Épicé	0 1 2 3 4 5 6 7

Pas « pas cuit » Très « pas cuit »



Abbildung 33: Beispiel eines Bewertungsbogens für ein sensorisches Profil von Brot

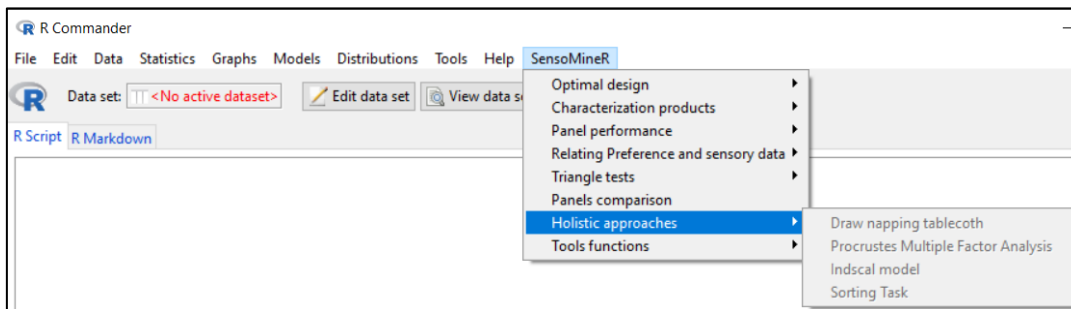
BLATT#12 – VERWENDUNG VON R FÜR DIE SENSORISCHE ANALYSE: INSTALLATION UND ANWENDUNG DER PAKETE SENSOMINER UND FACTOMINER

SensoMineR-/FactoMineR-Pakete: Vorstellung

Für die Analyse wird die Software „R“ empfohlen. Diese Open-Source-Software kann kostenlos heruntergeladen und verändert werden. Die für unsere Untersuchung geeigneten Zusatzpakete in R sind SensoMineR, das speziell für sensorische Analysen entwickelt wurde, und FactoMineR mit Schwerpunkt auf multivariaten Analysen. Sie liefern einfache und übersichtliche Ergebnisse in Form von Grafiken und statistischen Zusammenfassungen.

Installation der Pakete SensoMineR und FactoMineR

Rufen Sie die Webseite <http://sensominer.free.fr/GUI.html> auf und folgen Sie den Anweisungen. R Commander wird automatisch mit einer Registerkarte für SensoMineR geöffnet.



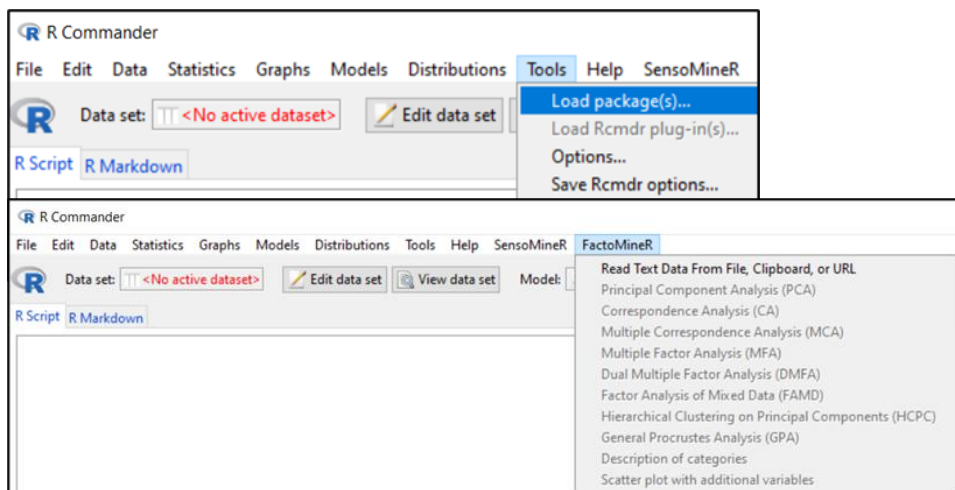
Um anschließend das Paket FactoMineR hinzuzufügen, kopieren Sie die folgende Codezeile und fügen Sie sie ein:

```
install.packages("FactoMineR")  
library(FactoMineR)  
install.packages("RcmdrPlugin.FactoMineR")
```

Laden Sie abschließend das Paket „RcmdrPlugin.FactoMineR“ in R Commander unter „Tools“.

Wenn das FactoMineR-Menü bei jedem Start von Rcmdr verfügbar sein soll, wählen Sie: Tools → → Save Rcmdr options.

Die Menüs von SensoMineR und FactoMineR sind nun in R Commander verfügbar.



Wie wird die grafische Benutzeroberfläche verwendet?

Das SensoMineR-Menü ist nach sensorischen Fragestellungen gegliedert, z. B. Produktcharakterisierung oder Napping-Daten. Das FactoMineR-Menü ist nach Arten statistischer Tests gegliedert.

Datenimport

Nach der Installation müssen die Daten importiert werden. Wählen Sie dazu im R-Commander-Menü „data“, anschließend „Import data, from Excel, Access or DBase data set...“, und wählen Sie den zu analysierenden Datensatz aus.

Analysen sensorischer Profile

Anschließend müssen Variablen umkodiert werden, um Faktoren zu kennzeichnen. Da die Sorte der Faktor ist, wird jede Probe entsprechend umkodiert. Bei sensorischen Profilen können zwei weitere Faktoren hinzukommen: Prüfperson und Sitzung. Wählen Sie im R-Commander-Menü „data“ die Umwandlung numerischer Variablen in Faktoren. Führen Sie dann die Funktion im SensoMineR-Menü „characterization products“ aus. Zur Prüfung der Pannelleistung verwenden Sie dort „panel performance“.

Napping-Analysen

Eine korrekte Datenstruktur ist Voraussetzung für die Analyse. Napping-Daten ergeben eine quantitative Tabelle: Jede Zeile steht für ein Produkt; die Spalten enthalten die X- und Y-Koordinaten, die die Prüfpersonen den Produkten beim Napping zuweisen. Weitere Spalten enthalten aus dem deskriptiven Teil die relative Häufigkeit der für das jeweilige Produkt genannten Attribute. Nach dem Import können die Produktnamen im R-Commander-Menü „data“ festgelegt werden.

Anschließend kann eine Multiple Faktorenanalyse durchgeführt werden, wobei die Koordinaten der Prüfpersonen als aktive Variablen und die Worthäufigkeiten als ergänzende Variablen verwendet werden.

Brot	X1	Y1	X2	Y2	...	Würzig	Holzig	Sauer	Süß
315	14.18	28.21	11.77	29.89	22.86	0.08	0.00	0.00	0.20
749	10.50	21.03	28.09	43.47	16.03	0.00	0.20	0.33	0.00
174	32.82	41.63	26.91	6.22	32.01	0.42	0.20	0.00	0.00
276	9.08	22.31	22.67	11.28	36.04	0.00	0.00	0.00	0.20
181	5.35	41.72	11.25	14.42	8.53	0.17	0.00	0.17	0.00
935	15.38	9.95	26.01	38.77	27.10	0.08	0.20	0.33	0.20
378	34.27	18.17	22.64	24.79	38.17	0.08	0.40	0.17	0.40
RdC	19.06	46.11	23.27	7.17	18.17	0.17	0.00	0.00	0.00

BLATT#13 – VERWENDUNG VON SEEDLINKED: EIN KOLLABORATIVES WERKZEUG FÜR ZÜCHTUNG UND HEDONISCHE BEWERTUNG MIT VERBRAUCHERINNEN UND VERBRAUCHERN

SeedLinked: Vorstellung

SeedLinked ist eine mehrsprachige digitale Plattform, die derzeit in zehn europäischen Sprachen verfügbar ist und Sortenversuche auf landwirtschaftlichen Betrieben sowie hedonische sensorische Bewertungen mit Verbraucherinnen und Verbrauchern und kulinarischen Fachpersonen unterstützt. Über ein Trial-Manager-Konto lassen sich Verkostungsversuche schnell einrichten, indem die zu bewertenden Sorten und sensorischen Attribute ausgewählt werden (Skala von 1 bis 5).



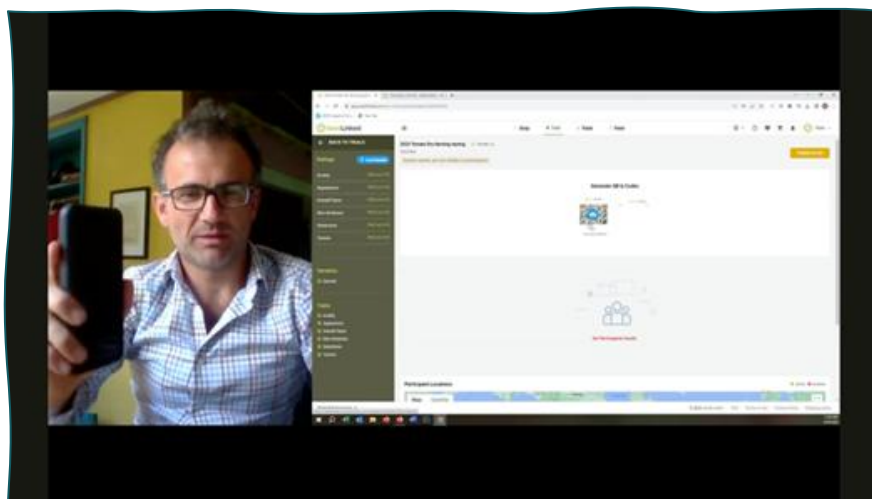
Für jeden Verkostungsversuch erzeugt SeedLinked einen QR-Code, den die Prüfpersonen mit ihrem Smartphone scannen, um ihre Bewertungen und qualitativen Kommentare zu erfassen. Die Verkostungen werden nach strengen methodischen Grundsätzen durchgeführt, darunter Blindbewertungen mit codierten Proben und eine randomisierte Probenreihenfolge für jede Prüfperson, um Verzerrungen und Wechselwirkungen zwischen den Proben zu begrenzen.

SeedLinked ist in erster Linie für mittelgroße bis große, dezentral durchgeführte hedonische Bewertungen mit ungeschulten oder teilgeschulten Prüfpersonen vorgesehen und ergänzt sensorische Analysen mit geschulten Panels, die in anderen Abschnitten dieses Handbuchs beschrieben werden. Für die Nutzung der Plattform ist ein Mobilfunk- oder WLAN-Zugang erforderlich.

Ein wesentlicher Vorteil von SeedLinked ist die Echtzeitvisualisierung der Ergebnisse während der Verkostungssitzungen. Sie fördert Diskussionen, die gemeinsame Interpretation und eine hohe Beteiligung der Prüfpersonen. Die Ergebnisse werden unmittelbar mit allen am Versuch beteiligten Akteuren geteilt und unterstützen so Transparenz und gemeinsames Lernen.

Zum Einstieg stehen drei Tutorials zu SeedLinked zur Verfügung:

- [SeedLinked Tour](#)
- [SeedLinked Tasting Trial Creation](#)
- [SeedLinked Use Cases](#)



Verwendung der SeedLinked-Plattform für die sensorische Analyse

Nachdem Sie ein [Trial-Manager-Konto erstellt haben](#), wählen Sie „**Create your first trial**“ und folgen Sie den nachstehenden Schritten.

Versuchsinformationen

Legen Sie einen Versuchstitel fest, wählen Sie die Kulturart aus der Liste und bestimmen Sie die Vertraulichkeitsstufe. Eine Versuchsbeschreibung ist optional und für hedonische Verkostungssitzungen nicht erforderlich.

Versuchstyp

Wählen Sie „**TASTING**“ als Versuchstyp. Für eine Blindbewertung deaktivieren Sie die Option „**Variety names are visible to participants.**“

Sorten

Fügen Sie die zu bewertenden Sorten hinzu, indem Sie sie aus der vorhandenen Liste auswählen oder neue Einträge anlegen. Es wird empfohlen, pro Verkostungssitzung **nicht mehr als 5 bis 6 Sorten zu bewerten**, um Ermüdung der Prüfpersonen zu vermeiden. Sortencodes sollten nicht manuell erstellt werden, da SeedLinked für Blindverkostungen automatisch randomisierte Codes erzeugt.

Sensorische Attribute

Wählen Sie aus der verfügbaren Liste die sensorischen Attribute aus, die von den Prüfpersonen bewertet werden sollen. Zur Sicherung der Datenqualität und Trennschärfe wird empfohlen, die Anzahl der Attribute auf 6 oder 7 zu **begrenzen**.

Versuchseinrichtung abschließen

Prüfen Sie alle Abschnitte und klicken Sie auf „**Save and exit.**“ Der Versuch wird als Entwurf gespeichert und kann weiterhin geändert werden. Wenn die Verkostungssitzung durchgeführt werden soll, veröffentlichen Sie den Versuch, indem Sie ihn auf „live“ schalten.

Durchführung der Verkostungssitzung

Um den QR-Code zu erzeugen, öffnen Sie die **Registerkarte** „Details“ und wählen Sie „**Generate QR code.**“ Der QR-Code wird anschließend angezeigt oder heruntergeladen und mit den Prüfpersonen geteilt. Für Blindverkostungen kann für die organisierende Person zusätzlich ein Referenzblatt erzeugt werden, das die Probencodes den Sorten zuordnet.

Sobald der Versuch veröffentlicht ist, scannen die Prüfpersonen den QR-Code mit ihrem Smartphone und erfassen ihre Bewertungen in Echtzeit. (WLAN- oder mobile Datenverbindung erforderlich)

Visualisierung und Datenexport

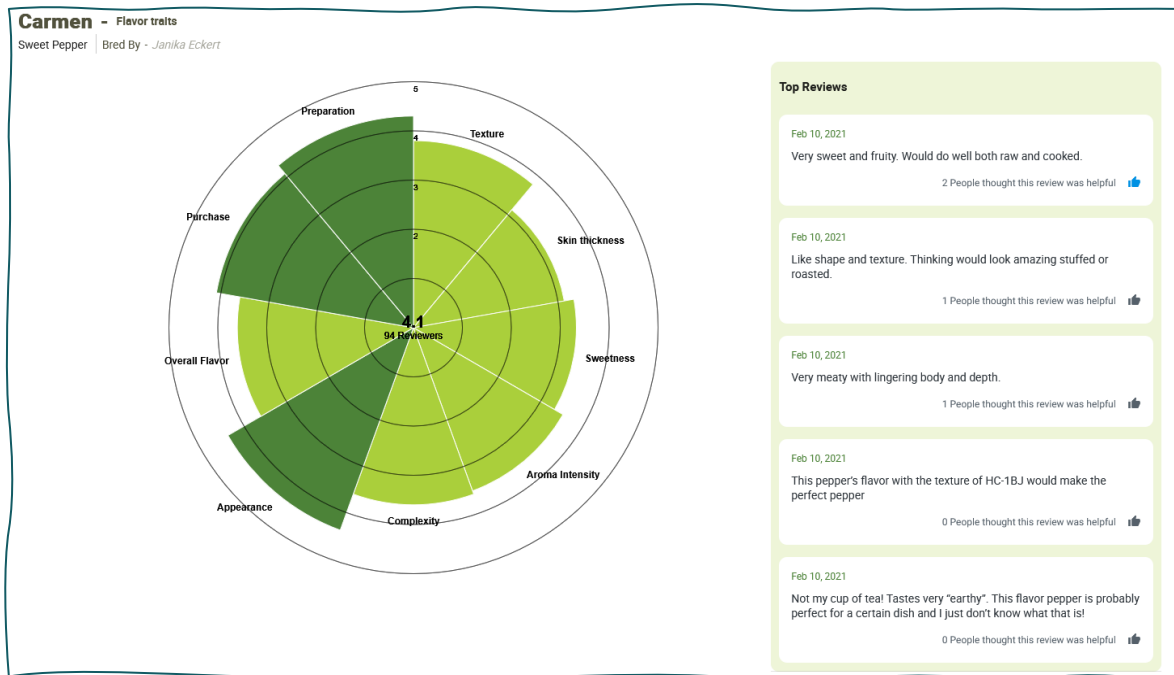
Sobald die ersten Bewertungen erfasst sind, können die Ergebnisse über „Live Results“ visualisiert werden (**Beispiel [hier](#)**). Diese Live-Anzeige kann während der Verkostungssitzungen projiziert werden, um die gemeinsame Diskussion und Beteiligung zu unterstützen. Farben in den Diagrammen kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Proben (gleiche Farbe: kein signifikanter Unterschied; unterschiedliche Farben: signifikanter Unterschied).

Am Ende der Verkostungssitzung können die Daten über die Option „**Export data**“ im Versuchsmenü **im Excel-Format** exportiert werden, sodass bei Bedarf weitere statistische Analysen möglich sind.

Versuch abschließen

Nach Abschluss der Datenerhebung kann der Versuch im Abschnitt „Details“ über „**Complete and close trial**“ geschlossen werden. Versuche können bei Bedarf auch gelöscht werden. Wenn Prüfpersonen vor Beginn der Bewertung ihre E-Mail-Adresse angeben, erhalten sie automatisch eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

Abschließend werden alle erhobenen Daten auf den entsprechenden Sortenseiten aggregiert und mithilfe standardisierter Darstellungen der Flavour-Daten visualisiert (**Beispiel [hier](#)**).



GLOSSAR: ZENTRALE BEGRIFFE DER SENSORISCHEN ANALYSE, ATTRIBUTE UND STATISTIK

Sensorische Analyse

Analysespezifisches Vokabular

Aroma: die beim Essen durch Retronasalriechen wahrgenommene Empfindung.

Attribut: Sensorische Eigenschaften, die für ein Produkt spezifisch sind. Attribute sind die Wörter, mit denen die Prüfpersonen das Produkt beschreiben oder charakterisieren.

Kundenakzeptanz: Grad der Übereinstimmung eines Produkts mit den Qualitätserwartungen der Kundschaft.

Fachperson (Prüfperson): eine qualifizierte Prüfperson mit sehr guter sensorischer Wahrnehmungsfähigkeit, die im Einsatz sensorischer Prüfverfahren geschult wurde. Ihre Zuverlässigkeit wurde sichergestellt.

Flavour: sensorischer Gesamteindruck eines Lebensmittels oder einer anderen Substanz im Mund, der vor allem durch die chemischen Sinne Geschmack und Geruch bestimmt wird. Auch die „trigeminalen Sinne“, die chemische Reize in Mund und Rachen sowie Temperatur und Textur erfassen, sind für die gesamte Flavour-Wahrnehmung von großer Bedeutung.

Hedonisch: auf Genuss bzw. Gefallen bezogen oder dadurch gekennzeichnet.

Ungeschulte Prüfperson: nicht geschulte Prüfperson (gleichbedeutend mit Verbraucherin bzw. Verbraucher).

Organoleptisches Merkmal: Dieser Begriff umfasst alle Produkteigenschaften, die mit den Sinnesorganen wahrgenommen werden können.

Retronasalriechen: das Aroma, das über den retronasalen Weg wahrgenommen wird (Retronasalriechen – die Duftstoffe gelangen aus der Mundhöhle von innen in die Nasengänge). Davon wird der Geruch unterschieden, der direkt über die Nase wahrgenommen wird (also durch Einatmen durch die Nasenlöcher).

Teilgeschulte Prüfperson: Person, die bereits an einer sensorischen Unterschiedsprüfung teilgenommen hat. Eine vorherige Prüferfahrung ist die erforderliche Mindestschulung für eine Unterschiedsprüfung.

Trigeminale Wahrnehmung: Dieser Begriff umfasst Empfindungen wie Reizung, Kribbeln, Brennen, Kühlen usw.

Beschreibung einiger sensorischer Attribute

Tomate

Festigkeit: Widerstand beim Kauen

Saftigkeit: Wahrnehmung von Saft beim Kauen des Produkts

Schalenpersistenz: Dieses Merkmal steht mit der Schalendicke in Zusammenhang und beschreibt, wie lange die Schale nach dem Verzehr im Mund wahrnehmbar bleibt.

Knackigkeit: beim Verzehr des Produkts wahrgenommenes Geräusch

Brokkoli

Kompaktheit: kompakte Beschaffenheit der Brokkoliköpfe

Brot: Kruste

Glanz: Reflexionsvermögen der Oberfläche

Bräunung: Intensität der Krustenfarbe

Dicke: Tiefe des Randbereichs, der im Vergleich zur Krume stärker gebräunt ist.

Brot: Krume

Pore (Plural: Poren): Lufteinschluss bzw. Lufteinschlüsse im Brot

Gleichmäßigkeit der Porung: Einheitlichkeit der Porengröße

Mittlere Porengröße: durchschnittlicher Durchmesser der Poren

Porendichte: Anzahl sichtbarer Poren je Flächeneinheit

Farbe: sensorische Wahrnehmung, die durch die Aufnahme eines von einem Körper reflektierten Lichtstrahls durch die Augen entsteht

Elastizität: Maß, in dem das Brot nach leichtem und gleichmäßigem Druck seine ursprüngliche Form wieder annimmt

Weichheit: Weichheit bei Berührung.

Statistische Analyse

Parametrischer Test: Parametrische Tests treffen Annahmen über die Verteilung der Daten und werden verwendet, wenn die Daten einer Normalverteilung folgen, die durch Parameter wie Mittelwert und Standardabweichung beschrieben werden kann.

Nichtparametrischer Test: Nichtparametrische Tests treffen wenige oder keine Annahmen über die Datenverteilung und werden beim Vergleich diskreter Variablen oder bei geringer Stichprobengröße (n) eines Datensatzes verwendet (z. B. weniger als 60). In diesem Fall können Mittelwert und Standardabweichung nicht zur Beschreibung der Daten verwendet werden, und die Verteilung ist nicht normal.

Hypothesentest: Mit einem Hypothesentest wird anhand statistischer Wahrscheinlichkeiten geprüft, ob eine aufgestellte Hypothese angenommen oder verworfen werden kann. Die Nullhypothese besagt, dass zwischen den beiden betrachteten Gruppen kein Unterschied besteht (d. h. Parameter wie Mittelwert und Standardabweichung sind gleich).

Varianzanalyse (ANOVA): Die Varianzanalyse ist ein statistisches Verfahren, das die Variabilität in Versuchsdaten verschiedenen Quellen zuordnet, beispielsweise experimentellen Faktoren und Zufallsfehlern. Sie zeigt, welcher Anteil der beobachteten Variation auf „tatsächliche“ Unterschiede zwischen Grundgesamtheiten und welcher auf Zufallseffekte zurückzuführen ist. Die ANOVA prüft die Nullhypothese, dass alle Stichproben aus derselben Grundgesamtheit stammen. Zwei Voraussetzungen müssen erfüllt sein: Die Beobachtungen müssen sowohl innerhalb als auch zwischen den Stichproben unabhängig sein, und die Daten müssen normalverteilt sein. Die ANOVA wird häufig verwendet, um zu prüfen, ob sich die mittleren Antworten für verschiedene Stufen eines Faktors signifikant unterscheiden.

Hauptkomponentenanalyse (PCA): Die PCA ist ein multivariates statistisches Verfahren zur Zusammenfassung und Untersuchung von Mustern in Datensätzen mit vielen Variablen. Sie überführt die ursprünglichen korrelierten Variablen in eine kleinere Zahl neuer Variablen, die Hauptkomponenten genannt werden und möglichst viel der Variabilität in den Daten abbilden. Die PCA wird typischerweise auf quantitative (stetige) Variablen angewendet, die an derselben Menge von Beobachtungen gemessen wurden.

Hierarchisch-agglomerative Clusteranalyse (HAC): Dies ist ein multivariates Verfahren, bei dem Beobachtungen oder Prüfpersonen schrittweise entsprechend ihrer Ähnlichkeit gruppiert werden, die anhand eines Ähnlichkeitsmaßes bestimmt wird. Für die Verwendung als Ähnlichkeitsmaß müssen Aggregationskriterien festgelegt werden.

Multiple Faktorenanalyse (MFA): Die MFA ist ein multivariates Verfahren für Daten, die in Variablengruppen gegliedert sind (z. B. verschiedene Prüfpersonen oder unterschiedliche Messarten). Sie erweitert die PCA, indem jede Gruppe gleich gewichtet wird, und erzeugt eine gemeinsame Karte, die die wichtigsten Muster in den Daten zusammenfasst. Die MFA ist für sensorische Untersuchungen besonders nützlich, weil sie Daten mehrerer Prüfpersonen oder unterschiedliche Arten sensorischer Informationen in einer gemeinsamen Konsensdarstellung zusammenführen kann.



Co-funded by
the European Union

Gefördert von der Europäischen Union, dem Schweizer Staatssekretariat für Bildung, Forschung und Innovation (SBFI; Vertragsnummer 22.0412) und UK Research and Innovation (UKRI).



UK Research
and Innovation

