

DIN ISO 29842

ICS 67.240

**Sensorische Analyse –
Prüfverfahren –
Balancierte unvollständige Blockpläne (ISO 29842:2011)**

Sensory analysis –
Methodology –
Balanced incomplete block designs (ISO 29842:2011)

Analyse sensorielle –
Méthodologie –
Plans de présentation en blocs incomplets équilibrés (ISO 29842:2011)

Gesamtumfang 26 Seiten

Normenausschuss Lebensmittel und landwirtschaftliche Produkte (NAL) im DIN

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Spezifikation von balancierten unvollständigen Blockplänen.....	5
5 Datenanalyse	7
5.1 Allgemeines	7
5.2 Varianzanalyse von Bewertungsdaten	7
5.3 Friedmans Summen-Ranganalyse für Rangdaten	9
6 Anwendung in der sensorischen Bewertung	10
Anhang A (informativ) Katalog von unvollständigen Blockplänen	11
Anhang B (informativ) Beispiel eines balancierten unvollständigen Blockplans mit Bewertungsdaten.....	22
Anhang C (informativ) Beispiel eines balancierten unvollständigen Blockplans mit Rangdaten	24
Literaturhinweise	26

Nationales Vorwort

Dieses Dokument DIN ISO 29842:2013-04 enthält unverändert die Internationale Norm ISO 29842:2011, die vom Technischen Komitee ISO/TC 34 „Food products“ [Sekretariat: AFNOR (Frankreich)], Unterkomitee SC 12 „Sensory analysis“ [Sekretariat: IRAM (Argentinien)] erarbeitet wurde. Aufgrund des Beschlusses des Arbeitsausschusses NA 057-01-01 AA „Sensorik“ wurde die Internationale Norm ISO 29842:2011 unverändert in das Deutsche Normenwerk übernommen.

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 3534-1	siehe	DIN ISO 3534-1
ISO 5492	siehe	DIN EN ISO 5492
ISO 6658	siehe	DIN 10950
ISO 8586-1	siehe	DIN 10961
ISO 8586-2	siehe	DIN EN ISO 8586-2
ISO 8587	siehe	DIN EN ISO 8587
ISO 13299	siehe	DIN EN ISO 13299

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 10950, *Sensorische Prüfung — Allgemeine Grundlagen*

DIN 10961, *Schulung von Prüfpersonen für sensorische Prüfungen*

DIN ISO 3534-1, *Statistik — Begriffe und Formelzeichen — Teil 1: Wahrscheinlichkeit und allgemeine statistische Begriffe*

DIN EN ISO 5492, *Sensorische Analyse — Vokabular*

DIN EN ISO 8586-2, *Sensorische Analyse — Allgemeiner Leitfaden für die Auswahl, Schulung und Überprüfung von Prüfpersonen — Teil 2: Sensoriker*

DIN ISO 8587, *Sensorische Analyse — Prüfverfahren — Rangordnungsprüfung*

DIN EN ISO 13299, *Sensorische Analyse — Prüfverfahren — Allgemeiner Leitfaden zur Erstellung eines sensorischen Profils*

Sensorische Analyse — Prüfverfahren — Balancierte unvollständige Blockpläne

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren für die Anwendung von balancierten unvollständigen Blockplänen für sensorische beschreibende und hedonische Prüfungen fest.

Diese Internationale Norm ist anwendbar, wenn die Anzahl der Prüfmuster die Anzahl der Bewertungen überschreitet, die eine Prüfperson in einer einzelnen Prüfsitzung zuverlässig durchführen kann.

Diese Internationale Norm beschreibt außerdem die grundlegenden Merkmale von balancierten unvollständigen Blockplänen und legt Leitlinien für deren Anwendung bei der sensorischen Bewertung fest.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 3534-1, *Statistics — Vocabulary and symbols — Part 1: General statistical terms and terms used in probability*

ISO 5492, *Sensory analysis — Vocabulary*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach ISO 5492, ISO 3534-1 und die folgenden Begriffe.

3.1

Blockplan

〈sensorische Analyse〉 Portionsanordnung mit Mehrfach-Proben, bei der eine Prüfperson sämtliche Proben oder eine Teilmenge der Proben in einer Untersuchung bewertet

3.2

Wiederholung

einzelne Durchführung eines Versuchsplans

4 Spezifikation von balancierten unvollständigen Blockplänen

Balancierte unvollständige Blockpläne (BIB, en: balanced incomplete block) sind anwendbar in sensorischen Prüfungen, bei denen die Gesamtzahl der Proben größer ist als die Anzahl der Proben, die ohne sensorische und psychologische Ermüdung bewertet werden können. In BIB-Plänen bewertet jede Prüfperson nur eine Teilmenge der Gesamtzahl von Proben in einer einzelnen Prüfsitzung.

Ein Beispiel für einen BIB-Plan ist in Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1 — Ein BIB-Plan mit fünf Proben und 10 Blöcken/Prüfpersonen

Block (Prüfperson)	Prüfmuster				
	1	2	3	4	5
1	X	X	X	—	—
2	X	X	—	X	—
3	X	X	—	—	X
4	X	—	X	X	—
5	X	—	X	—	X
6	X	—	—	X	X
7	—	X	X	X	—
8	—	X	X	—	X
9	—	X	—	X	X
10	—	—	X	X	X

In einem BIB-Plan bewertet jede Prüfperson eine Teilmenge k der Gesamtzahl von Proben t , wobei $k < t$. Die Teilmenge von Proben, die eine Prüfperson bewertet, wird so gewählt, dass in einer einzelnen Wiederholung des BIB-Plans jede Probe mit der gleichen Häufigkeit bewertet wird und alle möglichen Paare von zwei Proben von der gleichen Anzahl von Prüfpersonen bewertet werden.

In einem BIB-Plan werden meistens folgende Bezeichnungen verwendet:

- t Anzahl der Prüfmuster;
- k Anzahl der Proben, die von einer Prüfperson in einer Prüfsitzung bewertet werden ($k < t$);
- b Gesamtzahl von Blöcken (typischerweise Prüfpersonen) in einer Wiederholung des BIB-Plans;
- r Häufigkeit, mit der jedes Prüfmuster in einer Wiederholung des BIB-Plans bewertet wird;
- λ Häufigkeit, mit der jedes Probenpaar gemeinsam durch dieselbe Prüfperson bewertet wird;
- p Häufigkeit, mit der der grundlegende BIB-Plan wiederholt wird.

Bezeichnungstechnisch bewertet jede Prüfperson k der t Proben ($k < t$). Die Teilmenge von k Proben, die eine Prüfperson bewertet, wird so gewählt, dass in einer einzelnen Wiederholung des BIB-Plans jede Probe mit der gleichen Häufigkeit bewertet wird und alle möglichen Probenpaare durch die gleiche Anzahl von Prüfpersonen bewertet werden. Die Anzahl der Blöcke (Prüfpersonen), die erforderlich ist, um eine einzelne Wiederholung des BIB-Plans abzuschließen, wird mit b bezeichnet. Die Häufigkeit, mit der jede Probe in einer einzelnen Wiederholung des BIB-Plans bewertet wird, wird mit r bezeichnet, und die Häufigkeit, mit der beide Proben eines Paares gemeinsam bewertet werden, wird mit λ bezeichnet.

Um für die Untersuchung ein angemessen hohes Präzisionsniveau zu erreichen, kann es notwendig sein, den gesamten BIB-Plan mehrmals zu wiederholen. Die Anzahl der Wiederholungen des grundlegenden BIB-Plans wird mit p bezeichnet. Die Gesamtzahl der Blöcke (typischerweise Prüfpersonen) beträgt dann $p \cdot b$ und die Gesamtzahl der Bewertungen je Probe beträgt dann $p \cdot r$. Die Gesamtzahl, mit der jedes Probenpaar gemeinsam auftritt, ergibt sich aus $p \cdot \lambda$.

Die konstanten Werte von r und λ für sämtliche Proben im BIB-Plan implizieren wichtige statistische Eigenschaften der mit Hilfe des Plans erfassten Daten. Der konstante Wert für r stellt sicher, dass die Mittelwerte sämtlicher Proben mit der gleichen Präzision geschätzt werden. Der konstante Wert für λ stellt sicher, dass sämtliche paarweisen Vergleiche zwischen jeglichen Probenpaaren gleich variabel sind.

5 Datenanalyse

5.1 Allgemeines

Mit balancierten unvollständigen Blockplänen können zwei Arten von Daten gesammelt werden. Wenn Prüfpersonen eine Skala verwenden, um die wahrgenommenen Intensitäten der Merkmalseigenschaften oder Eindrücke, die sie bewerten, anzugeben, werden Bewertungsdaten oder Punktzahlen erfasst. Rangdaten werden ermittelt, wenn Prüfpersonen die Proben vom niedrigsten bis zum höchsten Rang (oder umgekehrt) in Bezug auf die zu bewertende Merkmalseigenschaft ordnen. Für Bewertungsdaten und Rangdaten werden unterschiedliche Datenanalyseverfahren angewendet.

5.2 Varianzanalyse von Bewertungsdaten

Die Varianzanalyse (ANOVA, en: analysis of variance) wird verwendet, um aus dem BIB-Plan ermittelte Bewertungsdaten zu analysieren. Die im ANOVA-Modell für den BIB-Plan ausgewiesenen Varianzursachen sind die gleichen wie diejenigen, die in einem randomisierten (vollständigen) Blockplan ausgewiesen werden. In beiden Fällen wird die gesamte Variabilität in die separaten Einflüsse von Blöcken (typischerweise Prüfpersonen), Behandlungen (typischerweise Proben) und Fehlern unterteilt. Weil jede Prüfperson nur eine Teilmenge der Gesamtzahl von Prüfmustern bewertet, sind komplexere Gleichungen erforderlich, um die ANOVA-Quadratsumme für den BIB-Plan zu berechnen, als beim randomisierten (vollständigen) Blockplan. Der sensorische Analytiker muss sicherstellen, dass das zur Durchführung der Analyse verwendete Programm BIB-Pläne verarbeiten kann. In vielen statistischen Computer-Programmpaketen gilt das ANOVA-Verfahren nur für vollständige Pläne, d. h. für Untersuchungen, in denen jede Prüfperson sämtliche Prüfmuster bewertet. Für unvollständige Pläne, wie beispielsweise BIB-Pläne, ist das Verfahren nach dem allgemeinen linearen Modell (en: general linear model, GLM) oder einem gemischten Modell erforderlich.

Die Form der zum Analysieren der BIB-Daten angewendeten ANOVA hängt davon ab, wie der Plan durchgeführt wird.

Wenn das Experiment die Form des in Tabelle 1 dargestellten Beispiels mit einer einmaligen Wiederholung des Plans aufweist, dann ergibt sich die in Tabelle 2 dargestellte ANOVA-Tabelle.

Tabelle 2 — ANOVA-Tabelle für einen balancierten unvollständigen Blockplan (eine Wiederholung)

Ursache der Variation	Freiheitsgrade (en: degrees of freedom, DF)	Summe aller Quadrate (en: sum of squares, SS)	Mittleres Quadrat (en: mean square, MS)	<i>F</i>
Gesamt	$\nu_T = t^*r - 1$	S_T		
Prüfpersonen	$\nu_B = b - 1$	S_B		
Proben (angepasst für Prüfpersonen)	$\nu_S = t - 1$	S_S	$MS_S = S_S/\nu_S$	MS_S/MS_E
Fehler	$\nu_E = t^*r - t - b + 1$	S_E	$MS_E = S_E/\nu_E$	

Falls die *F*-Statistik in Tabelle 2 den oberen kritischen α -Wert der *F*-Verteilung mit den entsprechenden Freiheitsgraden überschreitet, dann wird die Nullhypothese von äquivalenten mittleren Bewertungen zurückgewiesen. Wenn die *F*-Statistik signifikant ist, muss ein Mehrfachvergleichsverfahren wie beispielsweise Fisher-LSD (en: least significant difference) *L*, angewandt werden, um zu bestimmen, welche Proben sich signifikant voneinander unterscheiden. Die Gleichung für Fisher-LSD, *L*, für eine einmalige Wiederholung dieses BIB-Plans lautet:

$$L = t_{\alpha/2, \nu_E} \sqrt{\frac{2MS_E}{r} \sqrt{\frac{k(t-1)}{(k-1)t}}}$$

Dabei ist

- t, k und r entsprechend der Definition in Abschnitt 4;
- MS_E das mittlere Quadrat für Fehler aus der ANOVA-Tabelle;
- ν_E die Anzahl der Freiheitsgrade für Fehler aus der ANOVA-Tabelle;
- $t_{\alpha/2, \nu_E}$ der obere kritische $\alpha/2$ -Wert der Student- t -Verteilung mit ν_E Freiheitsgraden.

Für die Beurteilung der Signifikanz der F -Statistik und in Fisher-LSD, L , ist derselbe Wert von α zu verwenden.

Der BIB-Plan ist p mal zu wiederholen, um eine angemessene Präzision der Untersuchung zu erreichen. Wenn die Gesamtzahl der Blöcke zu groß ist, dass eine Prüfperson alle Blöcke bewerten kann, muss jede der p^*b Prüfpersonen nur einen Block von k Proben bewerten. Innerhalb jedes Blocks ist die Reihenfolge, in der die k Proben bewertet werden, nach dem Zufallsprinzip zu bestimmen. Die ANOVA-Tabelle für diesen Plan ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3 — ANOVA-Tabelle für einen balancierten unvollständigen Blockplan

(p Wiederholungen durchgeführt von p^*b Prüfpersonen, die jeweils einen einzigen Block von k Proben bewerten)

Ursache der Variation	Freiheitsgrade (DF)	Summe aller Quadrate (SS)	Mittleres Quadrat (MS)	F
Gesamt	$\nu_T = t^*p^*r - 1$	S_T		
Blöcke (Prüfpersonen)	$\nu_B = p^*b - 1$	S_B		
Proben (verifiziert für Prüfpersonen)	$\nu_S = t - 1$	S_S	$MS_S = S_S / \nu_S$	MS_S / MS_E
Fehler	$\nu_E = t^*p^*r - t - p^*b + 1$	S_E	$MS_E = S_E / \nu_E$	

Falls die F -Statistik in Tabelle 3 den kritischen Wert für eine F -Verteilung mit den entsprechenden Freiheitsgraden überschreitet, dann wird die Nullhypothese von äquivalenten mittleren Bewertungen zurückgewiesen. Wenn die F -Statistik signifikant ist, ist ein Mehrfachvergleichsverfahren wie beispielsweise Fisher-LSD, L , anzuwenden, um zu bestimmen, welche Proben sich signifikant voneinander unterscheiden. Die entsprechende Gleichung für Fisher-LSD, L , für einen BIB-Plan lautet:

$$L = t_{\alpha/2, \nu_E} \sqrt{\frac{2MS_E}{pr}} \sqrt{\frac{k(t-1)}{(k-1)t}}$$

Dabei ist

- t, k, p und r entsprechend der Definition in Abschnitt 4;
- MS_E das mittlere Quadrat für Fehler aus der ANOVA-Tabelle;
- ν_E die Anzahl der Freiheitsgrade für Fehler aus der ANOVA-Tabelle;
- $t_{\alpha/2, \nu_E}$ der obere kritische $\alpha/2$ -Wert der Student- t -Verteilung mit ν_E Freiheitsgraden.

Für die Beurteilung der Signifikanz der F -Statistik und in Fisher-LSD, L , ist derselbe Wert von α zu verwenden.