



LfL-Hopfenbauversammlungen 2024

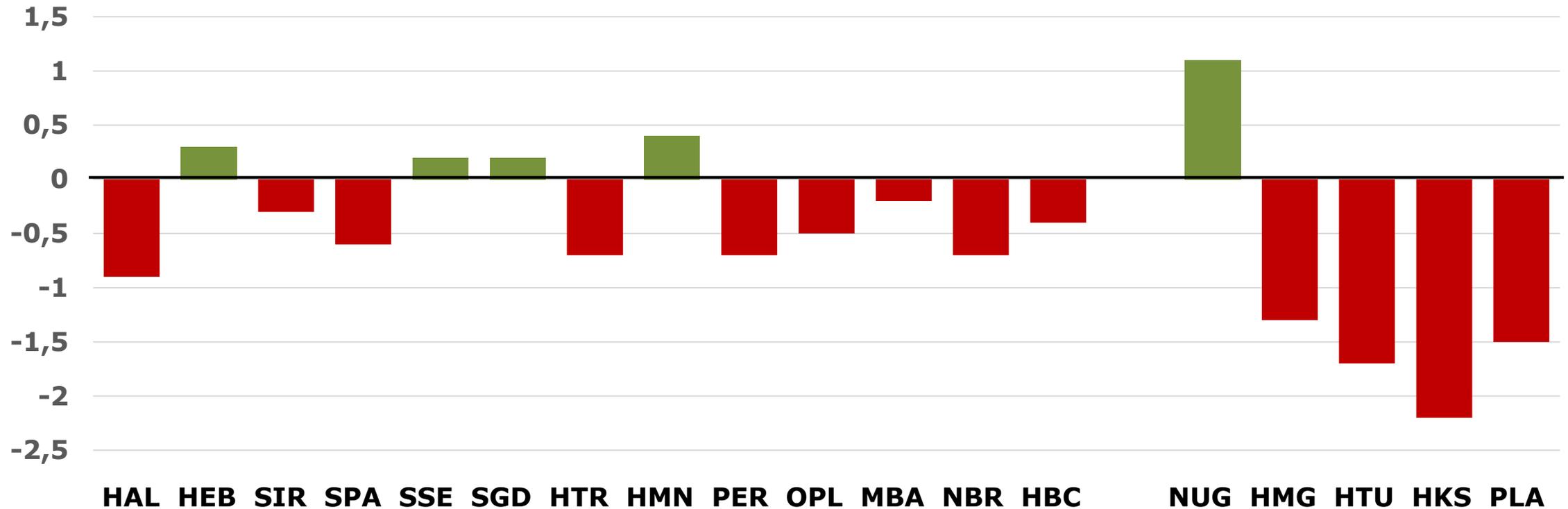
„Mögliche Fehlerquellen bei der Bestimmung des Alphasäuregehalts einer Hopfenpartie“

J. Portner, LfL-IPZ 5a Hopfenbau, Produktionstechnik

Gliederung

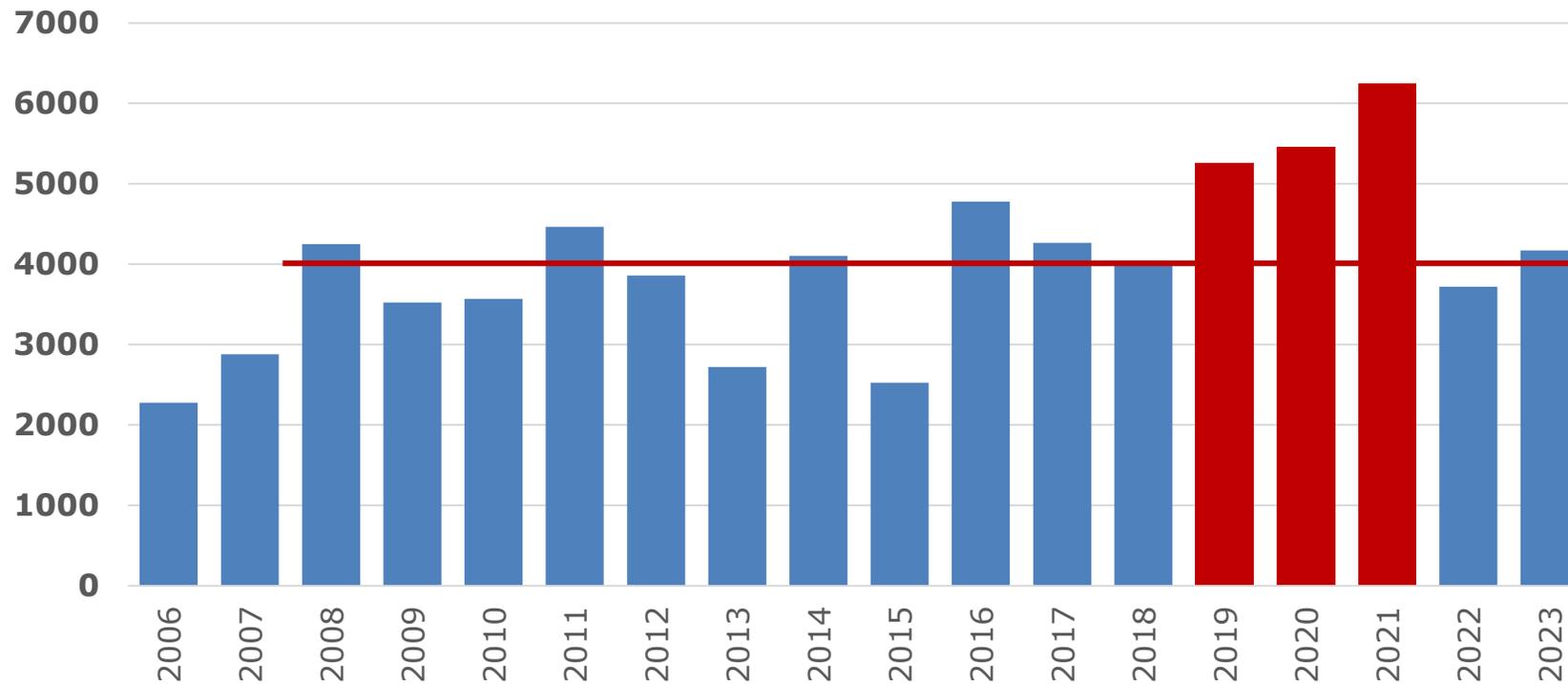
- Alphasäuregehalte der Ernte 2023
- Entwicklung der erzeugten Alphamengen in Deutschland
- Ergebnisse des Forschungsprojekts zu möglichen Fehlerquellen bei der Bestimmung des Alphasäuregehalts

Vergleich der Alphagehalte 2023 mit dem 10-jährigen Mittel



Alphaerzeugung in D

Entwicklung der erzeugten Alphamengen in Deutschland (in t)



Alpha in t

Quelle: EU-Berichte

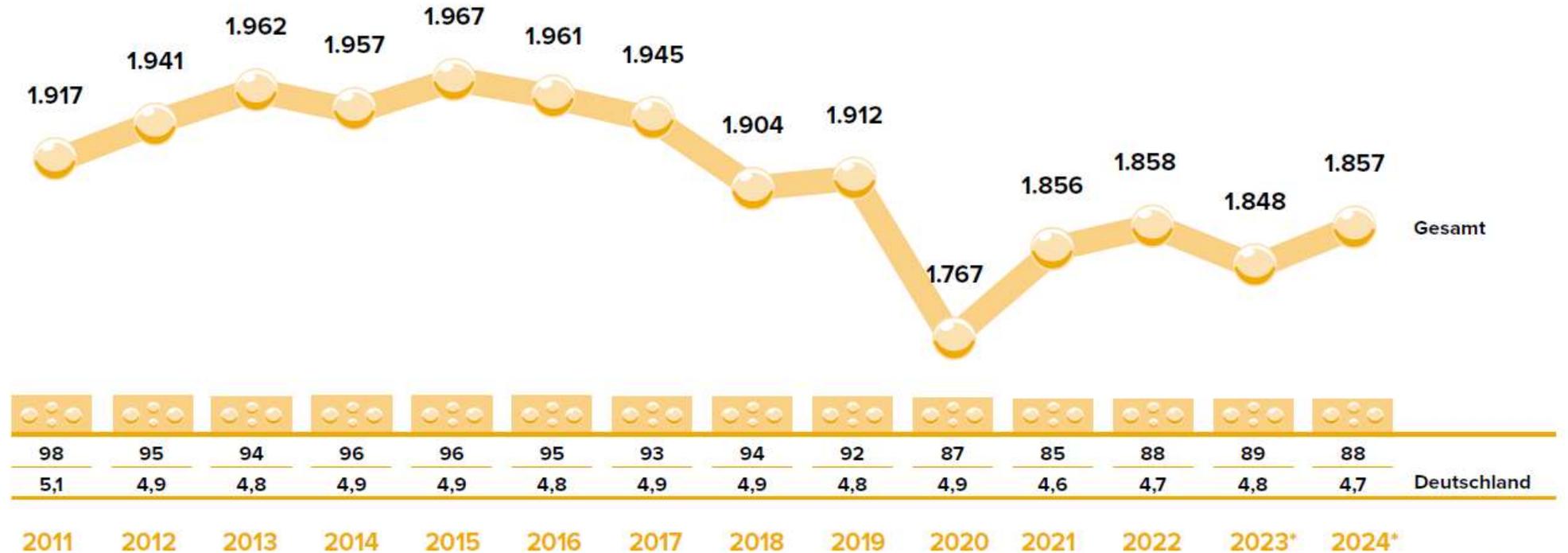
Weltbierproduktion

WELT-BIERPRODUKTION

2011 – 2024

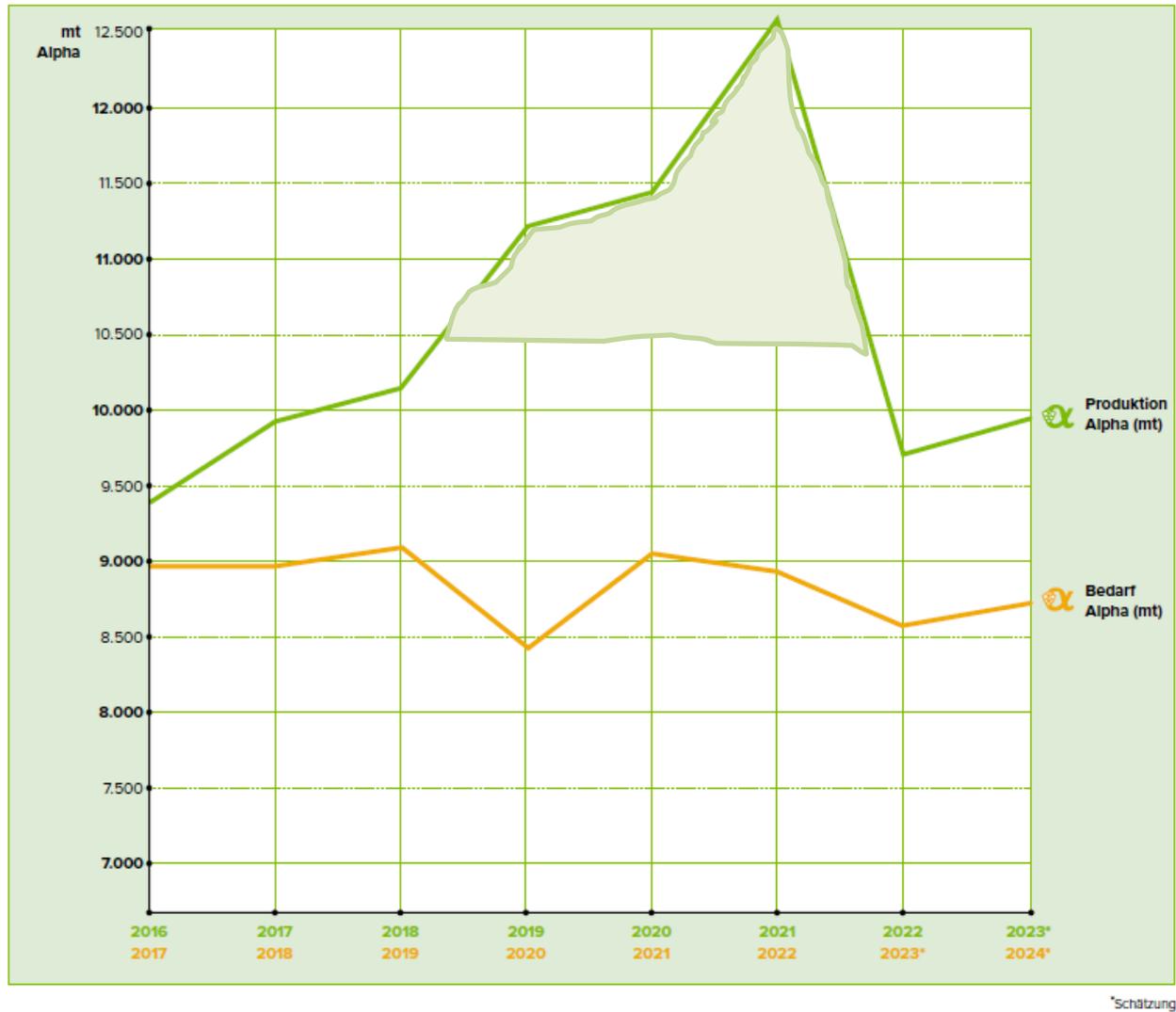
(Mio hl und %-Anteil)

Quelle: Hopsteiner 2023



*Schätzung

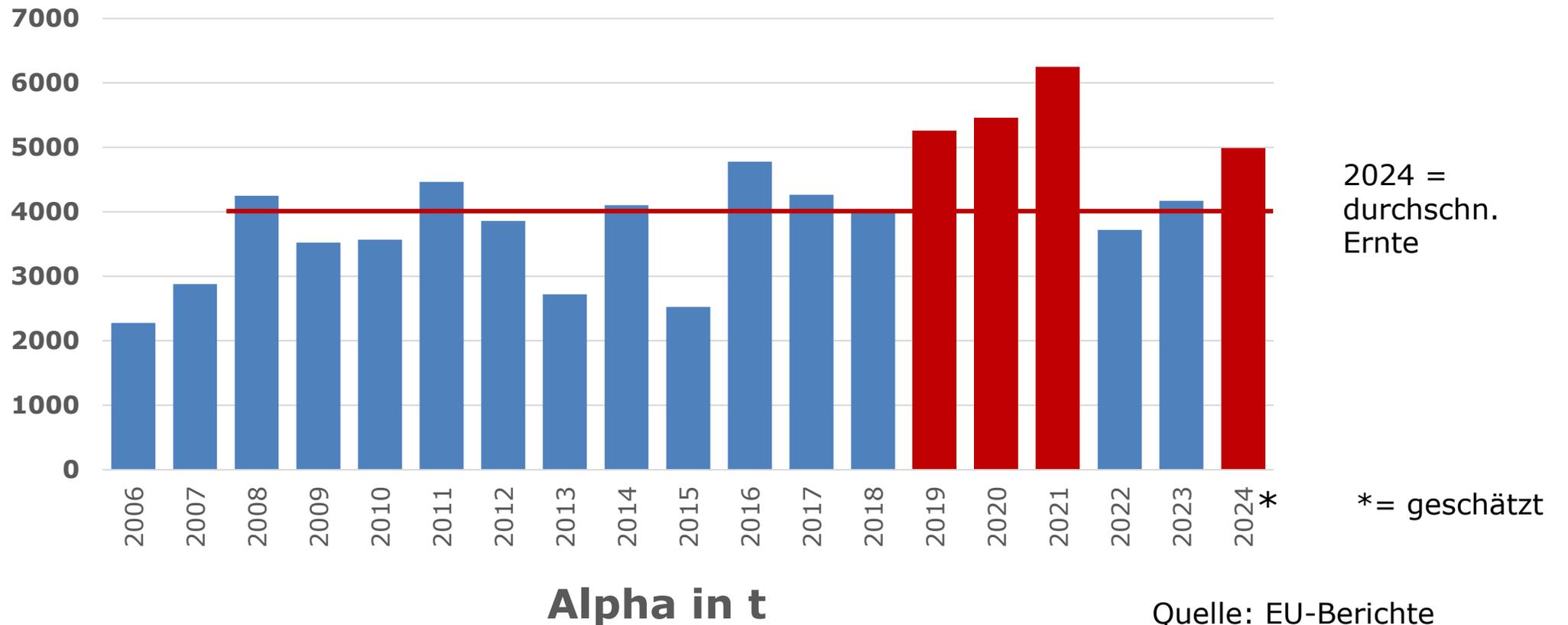
Welthopfenversorgungsbilanz



Quelle: Hopsteiner 2023

Alphaerzeugung in D

Entwicklung der erzeugten Alphamengen in Deutschland (in t)



Ergebnisse des Forschungsprojekts aus 2022:

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

Arbeitsplan (1)

1. Probenahme (Musterziehung)

- 1.1 Probenanzahl
- 1.2 Repräsentanz des Mischmusters für die Partie
- 1.3 Ort der Probenahme im Ballen
- 1.4 Art der Probenahme

2. Transport- und Kühlkette

- 2.1 Kühlkette
- 2.2 Lagerung im heißen Auto

Ergebnisse des Forschungsprojekts aus 2022:

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

Arbeitsplan (2)

3. Agrolab

3.1 Einfluss der Durchläufe im Probenteiler

4. Vermahlung und Vorbereitung der Alphasäurenbestimmung

4.1 Reihenfolge der Sorte bei der Vermahlung

4.2 Temperatureinfluss bei der Vermahlung

4.3 Probenteilung nach der Vermahlung

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

Anzahl : Varianten – Muster - Untersuchungen

Nummer	Variante	Partien (Wdh.)	EB-Muster	Alpha-Unters.
1.1	Probenanzahl	4	92	92
1.2	Repräsentanz des Mischmusters	1	14	8
1.3	Ort der Probenahme im Ballen	5	175	25
1.4	Art der Probenahme	7	196	28
2.1	Kühlkette	7	98	14
2.2	Lagerung im heißen Auto	1	14	14
3.1	Durchläufe im Probenteiler	1	40	36
4.1	Reihenfolge bei der Vermahlung	je 1 (2 Sorten)	16	16
4.2	Temperatureinfluss bei der Vermahlung	1	8	8
4.3	Probenteilung nach der Vermahlung	4	20	8
Summe			673	249

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

Methodik:



Einzelballenmuster
mit Hohlbohrer



Verschluss



Partienbeutel



Probenteiler



Verpackung
gleicher Muster

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

Methodik:



Einfrieren vor der Vermahlung



Hammermühle (Fa. Lausmann)



Verpackung des vermahlenden Musters



Probenteilung des vermahlenden Musters

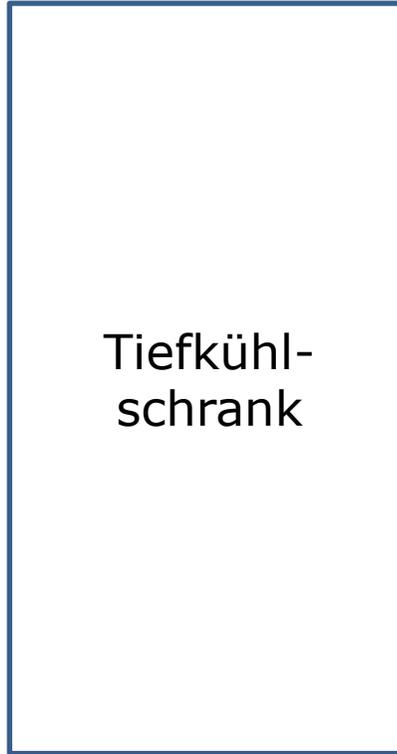


Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

Methodik:



Abpacken des vermahlenden und geteilten Musters



Tiefkühl-
schrank

Tiefkühlung der für die Alphauntersuchung vermahlenden Muster



Alphauntersuchung der vermahlenden Muster (Doppelbestimmung)

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

1. Probenahme (Musterziehung)

1.1 Probenanzahl

Pflichtenheft: Muster aus jedem 7. Ballen

Varianten: Muster aus jedem 3. bzw. 7. Ballen
4 Partien HKS (= 4 Wdh.)

Einzelmusteruntersuchung auf Alpha (92) und stat. Verrechnung der Mittelwerte

Ergebnis: $V_3 = 13,34 \text{ a}$
 $V_7 = 13,50 \text{ a}$

 kein signifikanter Unterschied

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

1. Probenahme (Musterziehung)

1.2 Repräsentanz des Mischmusters für die Partie

Pflichtenheft: EB-Muster aus jedem 7. Ballen > Mischmuster im Agrolab > Alphauntersuchung

Varianten: 2 EB-Muster aus jedem 7. Ballen > Probenteiler (PT)
2 identische EB-Muster
> **E**inzelmusteruntersuchung auf Alpha (7) und stat. Verrechnung der Mittelwerte
> Weg über **A**grolab und Untersuchung des Mischmusters (1) auf Alpha in Hüll

Ergebnis: **VE** = 14,52 a
VA = 14,45 a

 kein signifikanter Unterschied

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

1. Probenahme (Musterziehung)

1.3 Ort der Probenahme im Ballen

Pflichtenheft: Muster aus der Mitte von jedem 7. Ballen

Varianten: Muster aus jedem 7. Ballen
Probenahme an 5 verschiedenen Stellen (oben-mitte-unten-zu- und abgewandte Seite zum Förderband)
Mischmuster (PT) von jeder Stelle für Alphauntersuchung
5 Partien HKS (= 5 Wdh.)
Untersuchung des Partiemusters von jeder Stelle auf Alpha (25) und stat. Verrechnung der Mittelwerte

Ergebnis:

- $V_o = 14,13 \text{ a}$
- $V_m = 13,94 \text{ a}$
- $V_u = 13,90 \text{ a}$
- $V_z = 14,04 \text{ a}$
- $V_a = 14,02 \text{ a}$

 kein signifikanter Unterschied

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

1. Probenahme (Musterziehung)

1.4 Art der Probenahme

Pflichtenheft: Muster aus jedem 7. Ballen

Varianten:

Muster aus jedem 7. Ballen

- > **sa**uberer Schnitt mit wenig Beschädigungen
- > **st**umpfer Schnitt, viele Umdrehungen und Doldenbeschädigungen

Je 2 Mischmuster (PT) von jeder Variante für Alphauntersuchung

- > Untersuchung des 1. Mischmusters **so**fort auf Alpha (14) und stat. Verrechnung der Mittelwerte
- > Untersuchung des 2. Mischmusters nach 1 Woche **wa**rmer Lagerung (<18°C) auf Alpha (14)

7 Partien HKS (= 7 Wdh.)

Ergebnis:

V **sa** = 14,54 a

V **st** = 14,36 a

V **so** = 14,65 a

V **wa** = 14,25 b



signifikanter Unterschied bei warmer Lagerung über 1 Woche, evtl. verstärkt durch stumpfen Schnitt

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

2. Transport- und Kühlkette

2.1 Kühlkette (Vgl. der gekühlten Probenlagerung mit der Aufbewahrung bei Raumtemperatur)

Pflichtenheft: EB-Muster > Transport tägl. zum Agrolab > Rücktransport des Mischmuster zur Käuferfirma > Alphauntersuchung (innerhalb 1 Woche, Lagerung unter 18°C)

Varianten: 2 EB-Muster aus jedem 7. Ballen > Probenteiler (PT)
7 Partien HKS (= 7 Wdh.)
2 identische Mischmuster je Partie
> 1. Mischmuster wird 1 Woche kühl gelagert
> 2. Mischmuster wird 1 Woche bei Zimmertemperatur (< 18°C) warm gelagert
Beide Mischmuster werden zeitgleich auf Alpha untersucht (14) und stat. verrechnet

Ergebnis: $V_{kü} = 14,23 \text{ a}$
 $V_{wa} = 14,02 \text{ a}$

 kein signifikanter Unterschied

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

2. Transport- und Kühlkette

2.2 Lagerung im heißen Auto (Vgl. der Probenlagerung am Tag der Musterziehung im heißen Auto mit der Aufbewahrung bei Raumtemperatur)

Pflichtenheft: Sammlung der EB-Muster (Partiebeutel) > Transport tägl. nach 18.00 Uhr zum Agrolab > Lagerung nicht über + 18°C)

Varianten: 2 EB-Muster aus jedem 7. Ballen einer Partie > Probenteiler (PT)
2 identische EB-Mischmuster
> 1. EB-Mischmuster (Partiebeutel) wird 1 Tag heiß im **Auto** (Gewächshaus) zwischengelagert
> 2. EB-Mischmuster (Partiebeutel) wird 1 Tag bei Zimmertemperatur (< 18°C) **kühl** gelagert
Beide Mischmuster werden zeitgleich vermahlen, auf Alpha untersucht (14) und stat. verrechnet

Ergebnis: $V_{\text{kü}} = 14,56 \text{ a}$
 $V_{\text{Au}} = 13,95 \text{ b}$

 signifikanter Unterschied

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

3. Agrolab

3.1 Einfluss der Durchläufe im Probenteiler (Teilung bis zu 3 Mal)

Pflichtenheft: -

Varianten:

2 EB-Muster aus jedem 7. Ballen einer großen Partie > Probenteiler (PT)

2 identische EB-Mischmuster (je 20)

> 1. Hälfte der EB-Muster wird auf **einzel**n auf Alpha untersucht (20) und der Mittelwert stat. verrechnet

> 2. Hälfte der EB-Mischmuster passiert analog der Vorgehensweise im Agrolab so lange den Probenteiler (**1x**, **2x**, **3x**) bis nur noch 4 nahezu gleiche Mischmuster übrig sind. Diese (**3x**) sowie alle anderen verworfenen Einzelmuster aus den Zwischenschritten (**1x** u. **2x**) werden einzeln auf Alpha untersucht (16) und die Mittelwerte der Durchläufe stat. verrechnet

Ergebnis:

V **ei** = 13,47 a

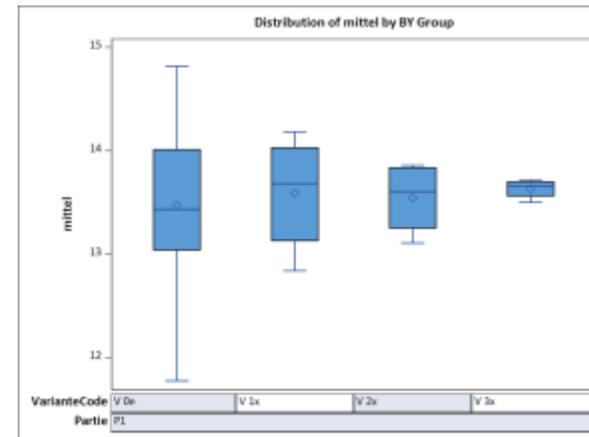
V **1x** = 13,59 a

V **2x** = 13,54 a

V **3x** = 13,63 a



kein signifikanter Unterschied



Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

4. Vermahlung und Vorbereitung der Alphasäurenbestimmung

4.1 Reihenfolge der Sorte bei der Vermahlung (Hochalpha- nach Aromahopfen und umgekehrt)

Pflichtenheft:

Vermahlung mit Hammermühle,

Es ist darauf zu achten, dass sich in der Mühle keine Ablagerungen bilden

Varianten:

Hochalphasorte **HKS** und Aromasorte **HEB**

je 8 EB-Muster > Probenteiler (PT)

je 2x4 identische Mischmuster von HKS und HEB

Vermahlung in der Reihenfolge 4xHKS – 4xHEB und umgekehrt

Alphauntersuchung aller Proben (16) und stat. Verrechnung der Mittelwerte
vor und **nach**

Ergebnis:

V **HKS nach** = 16,59 a

V **HKS vor** = 16,11 b

V **HEB nach** = 3,65 c

V **HEB vor** = 3,29 c



signifikanter Unterschied, aber nicht plausibel erklärbar

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

4. Vermahlung und Vorbereitung der Alphasäurenbestimmung

4.2 Temperatureinfluss bei der Vermahlung

Pflichtenheft:

Vermahlung mit Hammermühle,

Es ist darauf zu achten, dass sich in der Mühle keine Ablagerungen bilden

Varianten:

Hochalphasorte **PLA**

je 8 EB-Muster > Probenteiler (PT)

je 2x4 identische Mischmuster von PLA

Vermahlung von 4 Muster im gefrorenen Zustand und der anderen 4 Muster, die bei Zimmertemperatur gelagert wurden

Alphauntersuchung aller Proben (8) und stat. Verrechnung der Mittelwerte **warm** und **gefroren**

Ergebnis:

V warm = 18,80 a

V gefr = 18,50 a



kein signifikanter Unterschied

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

4. Vermahlung und Vorbereitung der Alphasäurenbestimmung

4.3 Probenteilung nach der Vermahlung

Pflichtenheft: Alphasäurenuntersuchung innerhalb 5 Werkzeuge, Vermahlung mit Hammermühle, Probenteilung für Rückstellmuster (80 g) und Alphauntersuchung (ca. 10 g)

Varianten: 4 versch. Partien (= 4 Wdh.)
je 5 EB-Muster > Probenteiler (PT)
pro Partie je 2 identische Mischmuster
Vermahlung
Gewinnung der Menge für die Alphauntersuchung (10 g) mittels Probeteiler (PT) bzw.
Entnahme mit Teelöffel
Alphauntersuchung (8) und Verrechnung der Mittelwerte beider Varianten

Ergebnis: V PT = 14,95 a
V TE = 14,86 a

 kein signifikanter Unterschied

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

Ergebnisse

Nummer	Variante	Partien (Wdh.)	EB-Muster	Alpha-Unters.	Unterschiede (Signifikanz)
1.1	Probenanzahl	4	92	92	keine
1.2	Repräsentanz des Mischmusters	1	14	8	keine
1.3	Ort der Probenahme im Ballen	5	175	25	keine
1.4	Art der Probenahme	7	196	28	* (sofort – 1 Wo warme Lagerung)
2.1	Kühlkette	7	98	14	keine
2.2	Lagerung im heißen Auto	1	14	14	* (kühl – 1 Tag heißes Auto)
3.1	Durchläufe im Probenteiler	1	40	36	keine
4.1	Reihenfolge bei der Vermahlung	je 1 (2 Sorten)	16	16	* ?
4.2	Temperatureinfluss bei der Vermahlung	1	8	8	keine
4.3	Probenteilung nach der Vermahlung	4	20	8	keine
Summe			673	249	

5. Zusammenfassung und Ausblick

- Die korrekte Bestimmung des repräsentativen Alphasäuregehalts der Hopfenpartie konnte weitgehend nachvollzogen und bestätigt werden
- Mögliche Fehlerquellen konnten in der Zeitdauer zwischen Beprobung und Untersuchung (=natürlicher Alphaabbau) und in der unsachgemäßen Zwischenlagerung der Proben (heiße Temperaturen im Auto) aufgezeigt werden
- Zur weiteren Absicherung sind hier weitergehende Untersuchungen erforderlich
- **Da sich kleine (nicht signifikante) Fehler im ungünstigen Fall aufsummieren können, wird für die Praxis empfohlen:**
 - **Die Partiegrößen zu begrenzen (max. 80-100 Ballen)**
 - **Die Lager- und Transportbedingungen für die Muster nach der Musterziehung zu präzisieren**
 - **Die Zeitdauer von der Musterziehung bis zur Alpha-Untersuchung zu begrenzen**

Detektion möglicher Fehlerquellen bei der Bestimmung des repräsentativen Alpha-Säuregehalts einer Hopfenpartie

6. Danksagung

- HVG: Finanzierung
Vermittlung Betriebe
Bereitstellung Probenteiler und Räumlichkeiten in der HVG-Halle
Dr. K. Becker, Probenvermahlung
- Hopfenring: Materialbereitstellung (S. Grünig)
- Projektbearbeitung: Silvia Huber
Marlena Fischer
- Untersuchungen: IPZ, 5d in Hüll (Dr. K. Kammhuber, S. Beck, M. Hainzmaier, B. Wyschkon)
- Stat. Verrechnung: IPZ 1e in Freising (T. Eckl)

