PROJEKTZIELE FEI-FORSCHUNGSPROJEKT

Projektziele

- Entwicklung optimierter TFA-freier Siedefettblend-Prototypen → Siedefett-Toolbox
- Technofunktionell-sensorisches Benchmarking der Siedefett-Prototypen
- Ermittlung verbraucherbezogener sensorischer Akzeptanz-/Präferenzparameter
- Erstellung eines Best-Practice-Leitfadens zum Know-How-Transfer in das Bäckereihandwerk

Forschungsstellen und Sponsor

- HAW Hamburg
- ttz Bremerhaven / HS Bremerhaven

ttz Bremerhaven

Gefördert durch:
Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

AiF
FEI
FORSCHUNGSKREIS DER ERNÄHRUNGSINDUSTRIE E.V.

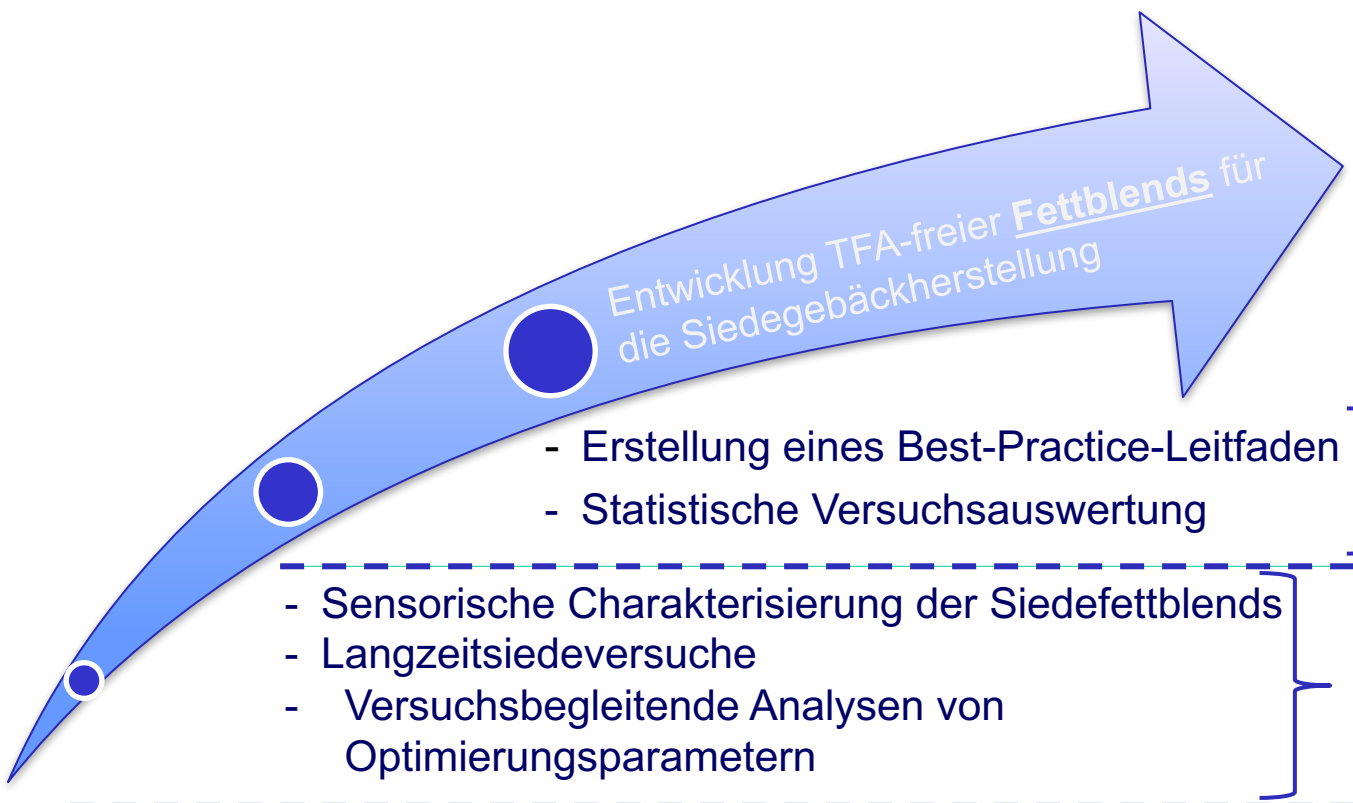
Projektpartner

- Unternehmen und Verbände aus unterschiedlichen Bereichen der Wertschöpfungskette (Saatzucht, ölverarbeitende Industrie, Backbranche)

PROJEKTPLAN

ttz Bremerhaven

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences



Siedefett-Toolbox + Best-Practice-Leitfaden für das Bäckereihandwerk

- Erstellung eines Best-Practice-Leitfaden
- Statistische Versuchsauswertung

Arbeitspaket III

- Sensorische Charakterisierung der Siedefettblends
- Langzeitsiedeversuche
- Versuchsbegleitende Analysen von Optimierungsparametern

Arbeitspaket II

- Entwicklung einer Siedefett-Toolbox
- Chemisch-analytische Charakterisierung und Optimierung der Fettblends
- Analyse aroma-aktiver, leichtflüchtiger Verbindungen

Arbeitspaket I

Anforderungen an Siedefettblend-Prototypen

- TFA-frei, thermostabil
- Vergleichbare (oder bessere) technofunktionell-sensorische Eigenschaften als TFA-haltige Referenzprodukte

Siedefettblend-Toolbox

→ modifizierte Öle / Raffinate bestehend aus

1. flüssigen Komponenten:

1.1 **H**igh-**o**leic **S**onnenblumen**ö**l

1.2 **H**igh-**s**tearic **S**onnenblumen**ö**l

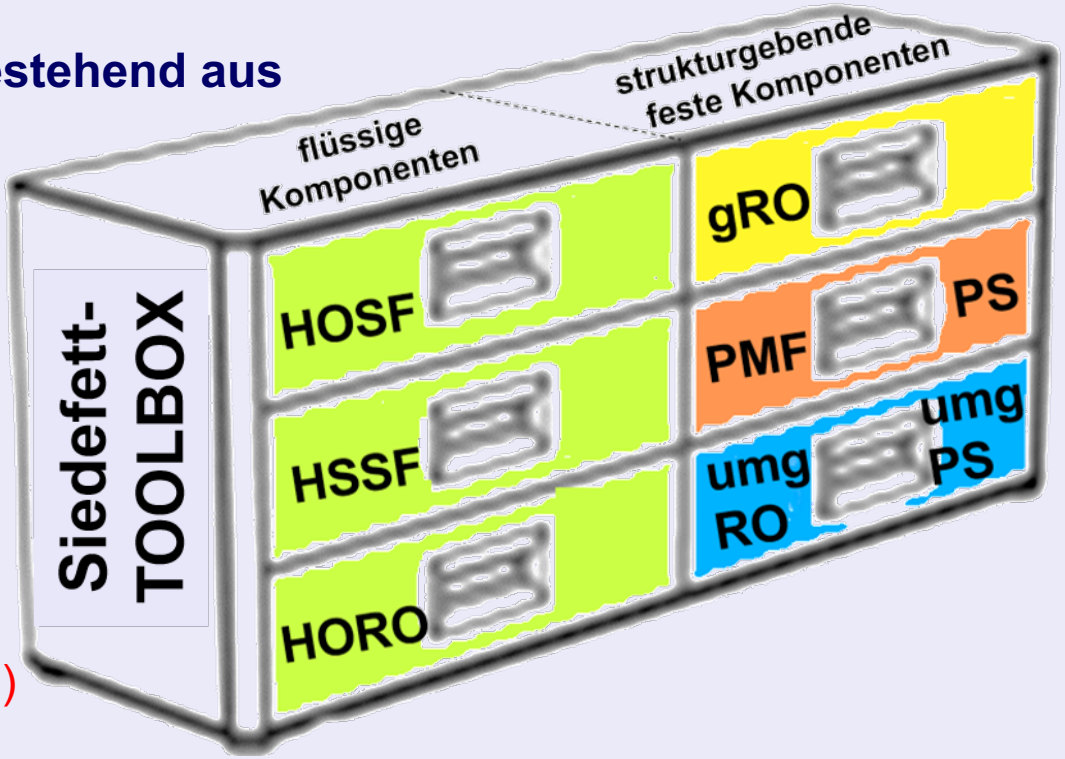
1.3 **H**igh-**o**leic **R**aps**ö**l

2. Strukturgebenden, festen Komponenten:

2.1 vollständig **g**ehärtete **Ö**le

2.2 Fraktionierte Öle (**P**alm**m**ittel**f**raktion; **P**alm**s**tearin)

2.3 **umg**eesterte Pflanzen**ö**le



TFA-haltiges Referenzprodukt im Langzeitsiedeversuch

- TFA+
- Teilgehärtetes Erdnussöl
  (TFA-Gehalt: 41,4 % total FAME)

Kommerzielles Vergleichsprodukt (Siedefett)

- TFA-
- Ungehärtetes, raffiniertes Palmfett

SIEDEFETTBLEND-ENTWICKLUNG

Start-Komposition der Siedefettblend-Prototypen (n = 12):

Blend 1: HOSF/PMF (50/50 v/v)
Blend 2: HORO/PMF (50/50 v/v)

Blend 3: HOSF/PS
Blend 4: HORO/PS

Blend 5: HOSF/gRO (90/10 v/v)
Blend 6: HORO/gRO (90/10 v/v)

Blend 7: HOSF/umgPS
Blend 8: HORO/umgPS (50/50 v/v)

Blend 9: HOSF/umgRO
Blend 10: HORO/umgRO

Blend 11: HSSF/gRO (90/10 v/v)
Blend 12: HSSF/PMF (50/50 v/v)

Entwicklung und Optimierung

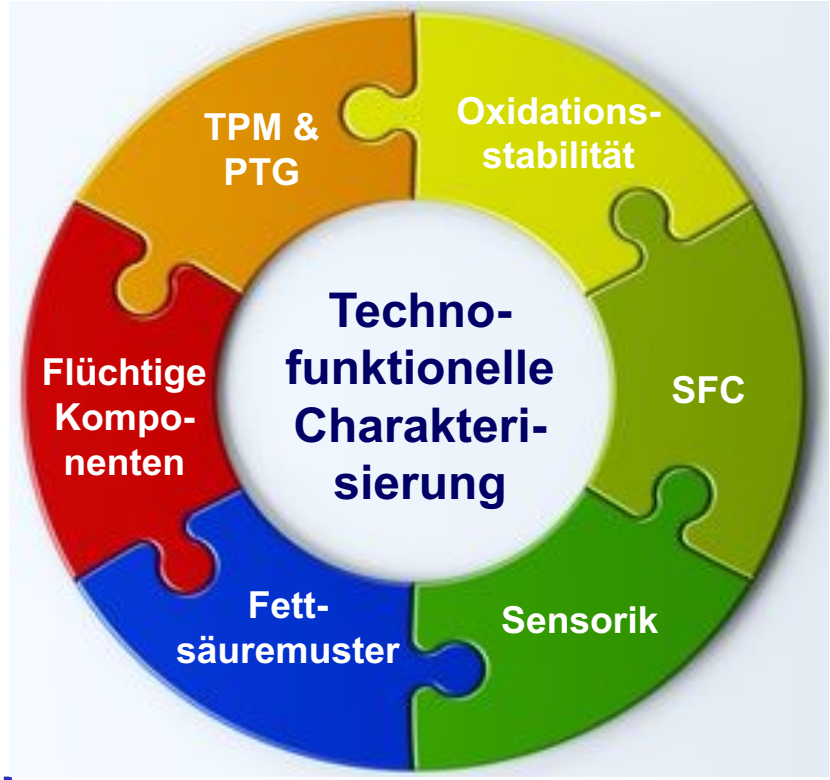
Optimierte Komposition der Siedefettblend-Prototypen (TOP 6) für den Langzeitsiedeversuch:

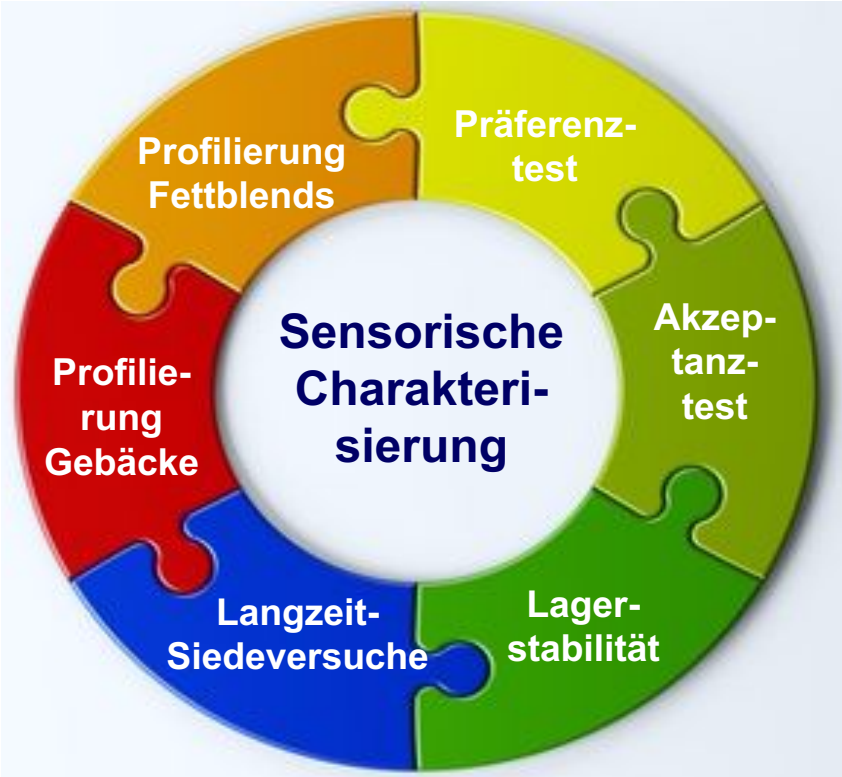
Blend 1: HOSF/PMF (50/50 v/v)
Blend 2opti: HORO/PMF (35/65 v/v)

Blend 5: HOSF/gRO (90/10 v/v)
Blend 6opti: HORO/gRO (75/25 v/v)

Blend 11opti: HSSF/gRO (85/15 v/v)
Blend 12opti: HSSF/PMF (35/65 v/v)

Best-in-class Prinzip für Blendoptimierung





Siedefettblend-Toolbox + Best-Practice-Leitfaden für das Bäckereihandwerk

Langzeitsiedeversuch mit Quarkbällchen und Berlinern

- Bei 170 °C Frittiertemperatur
- Etwa 10 Tage (t1 – t10) bis zum jeweiligen Erreichen des TPM-Grenzwertes (24 %)
- 8 h pro Tag Erhitzen, Wiederauffüllung der Fritteusen
- 4 verschiedene Fette parallel in den 4 Siedegeräten mit einer Sorte Siedegebäck (18 Stück) gesiedet

Versuchsschema:

Woche 1					Woche 2				
Mo	Di	Mi	Do	Fr	Mo	Di	Mi	Do	Fr
t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}

t1 = direkt nach dem Erhitzen, t2 nach 8 h Laufzeit, t3 nach 16 h Laufzeit etc.

Grau hinterlegte Tage = Tage, an denen sensorische Analysen durchgeführt wurden

Technofunktionelle Charakterisierung der TOP 6 Siedefettblend-Prototypen und der Referenzfette aus den Langzeit-Siedeversuchen

- Charakterisierung
  - Fettsäurezusammensetzung gemäß DGF C-VI 10a & C-VI 11d
  - Schmelzverhalten/Festfettanteil (SFC) gemäß DIN EN ISO 8292-2:2010
  - Oxidative Stabilität (Induktionszeit) gemäß DGF C-VI 6f (06)
  - Thermische Stabilität (TPM) gemäß DGF C-III 3e (06)
  - Thermische Stabilität (PTG) gemäß DGF C-III 3c (02)
  - Aroma-aktive, leichtflüchtige Komponenten (inkl. Acrolein) mittels HS-SPME-GC-MS/O* und NTD-GC-MS

*Petersen et al. (2013) Eur. J. Lipid Sci. Technol. 115:935–945

Fettsäurezusammensetzung der TOP 6 Siedefettblend-Prototypen und des TFA-haltigen Referenzfettes aus den Langzeit-Siedeversuchen an t1*

Siede-fett	% total fatty acid methyl esters														
	C16:0	C18:0	trans-C18:1	Δ9-cis-C18:1	Δ9-trans,Δ12-trans-C18:2	Δ9-cis,Δ12-trans-C18:2	Δ9-trans,Δ12-cis-C18:2	Δ9-cis,Δ12-cis-C18:2	C20:0	Δ9-cis-C20:1	Δ9-cis,Δ12-cis,Δ15-cis-C18:3	C22:0	SFA	MUFA	PUFA	**TFA**
Blend 1	33.4	4.5	<0.1	53.3	<0.1	0.1	0.1	7.5	0.4	0.2	0.1	0.4	38.7	53.5	7.9	**0.2**
Blend 2	34.0	4.3	<0.1	51.6	<0.1	0.1	0.1	8.7	0.5	<0.1	0.5	0.2	39.0	51.6	9.4	**0.2**
Blend 5	4.3	4.7	<0.1	81.4	<0.1	<0.1	<0.1	9.3	0.3	<0.1	<0.1	<0.1	9.3	81.4	9.4	**<0.1**
Blend 6	5.9	3.5	<0.1	75.2	<0.1	0.2	<0.1	10.9	<0.1	1.4	2.6	0.4	9.9	76.5	13.6	**0.2**
Blend 11	6.5	14.9	0.8	72.3	<0.1	0.1	<0.1	3.3	1.1	0.2	0.2	1.5	23.9	72.5	3.6	**0.1**
Blend 12	35.1	8.1	<0.1	48.9	<0.1	0.1	<0.1	6.2	0.7	0.1	0.2	0.6	44.5	49.0	6.5	**0.2**
TFA+	7.0	8.8	42.9	35.8	<0.1	0.2	<0.1	0.4	1.2	0.9	<0.1	2.9	19.9	79.5	0.6	**43.0**
TFA-	42.8	4.5	<0.1	40.9	<0.1	<0.1	<0.1	10.0	0.5	<0.1	0.2	<0.1	48.8	41.0	10.2	**<0.1**

* Langzeitstudie mit Berlinern

LANGZEITSIEDEVERSUCH

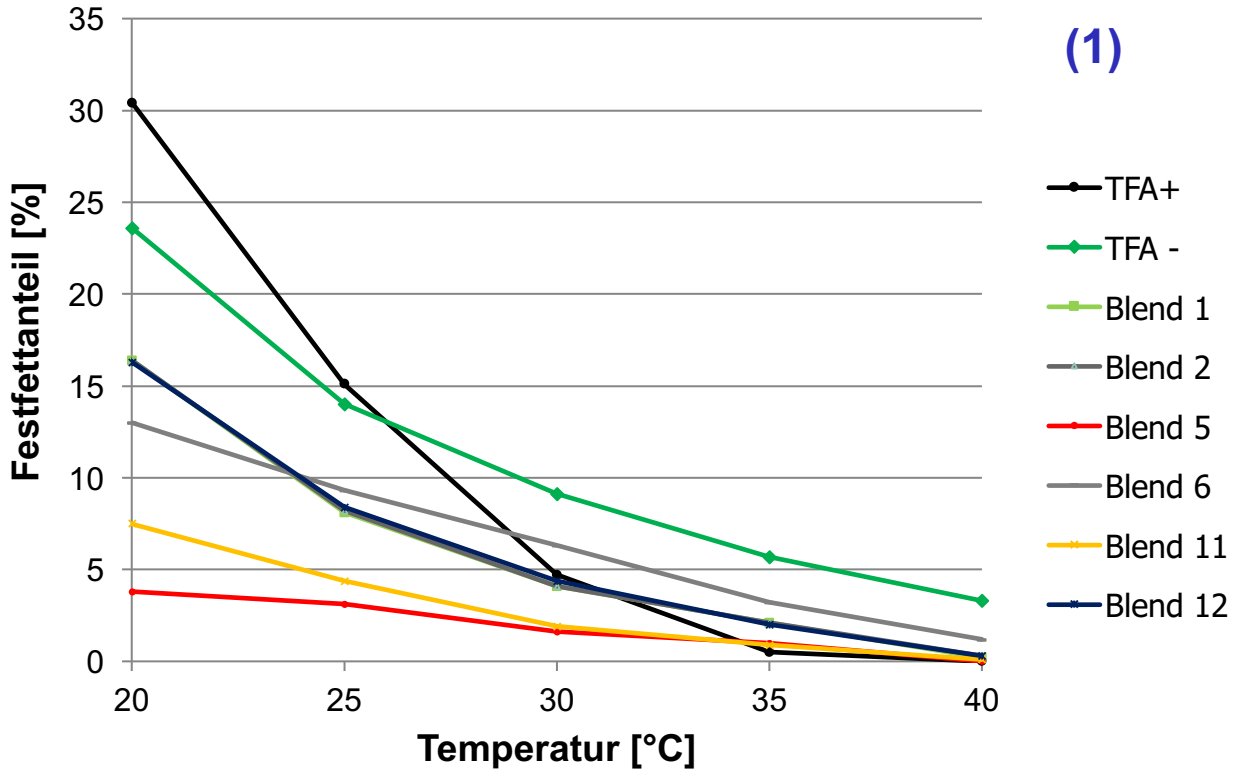
Charakterisierung der TOP 6 Siedefettblends

Fettsäurezusammensetzung der TOP 6 Siedefettblend-Prototypen und des TFA-haltigen Referenzfettes aus den Langzeit-Siedeversuchen an t5*

Siede-fett	% total fatty acid methyl esters														
	C16:0	C18:0	trans-C18:1	Δ9-cis-C18:1	Δ9-trans,Δ12-trans-C18:2	Δ9-cis,Δ12-trans-C18:2	Δ9-trans,Δ12-cis-C18:2	Δ9-cis,Δ12-cis-C18:2	C20:0	Δ9-cis-C20:1	Δ9-cis,Δ12-cis,Δ15-cis-C18:3	C22:0	SFA	MUFA	PUFA	**TFA**
Blend 1	36.0	4.9	0.3	52.6	<0.1	<0.1	<0.1	5.1	0.4	0.2	<0.1	0.4	41.7	53.0	5.3	**0.4**
Blend 2	36.4	4.5	<0.1	50.8	<0.1	<0.1	<0.1	6.3	0.5	0.6	0.6	0.2	41.6	51.4	7.1	**0.2**
Blend 5	4.6	5.2	<0.1	81.8	<0.1	<0.1	<0.1	6.8	0.4	<0.1	<0.1	0.9	10.7	81.8	6.9	**<0.1**
Blend 6	5.9	8.1	<0.1	73.4	<0.1	0.5	<0.1	8.7	<0.1	1.2	1.7	0.4	14.4	74.7	10.9	**0.5**
Blend 11	7.2	16.7	<0.1	69.3	<0.1	<0.1	<0.1	3.6	1.2	0.2	0.1	1.7	26.7	69.5	3.8	**<0.1**
Blend 12	37.7	8.7	<0.1	47.8	<0.1	<0.1	<0.1	4.1	0.7	0.1	<0.1	0.7	47.8	47.9	4.3	**0.1**
TFA+	7.5	9.4	42.0	35.3	<0.1	0.2	<0.1	0.3	1.3	0.9	<0.1	3.2	21.4	78.2	0.5	**42.2**
TFA-	46.7	4.8	0.1	39.7	<0.1	<0.1	<0.1	6.8	0.5	<0.1	<0.1	<0.1	53.2	39.9	6.9	**0.1**

* Langzeitstudie mit Berlinern

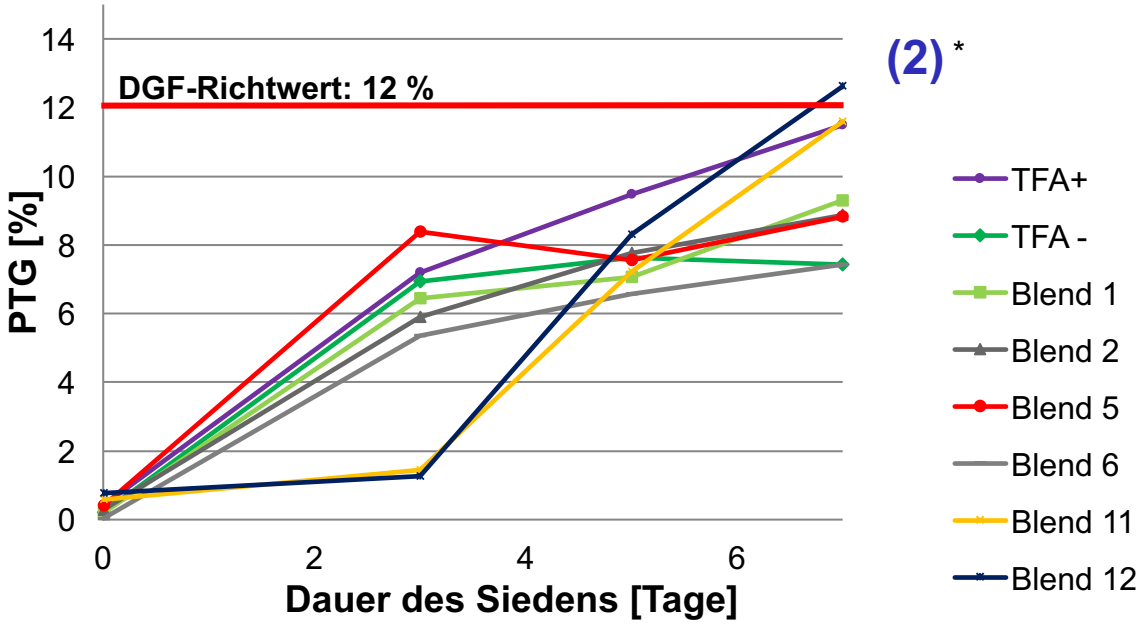
Schmelzverhalten (1) der TOP 6 Siedefettblend-Prototypen und der Referenzfette aus den Langzeit-Siedeversuchen



Alle Siedefettblend-Prototypen weisen ein vergleichbares Schmelzverhalten wie die TFA-haltige Referenz und das kommerzielle TFA-arme Referenzprodukt auf.

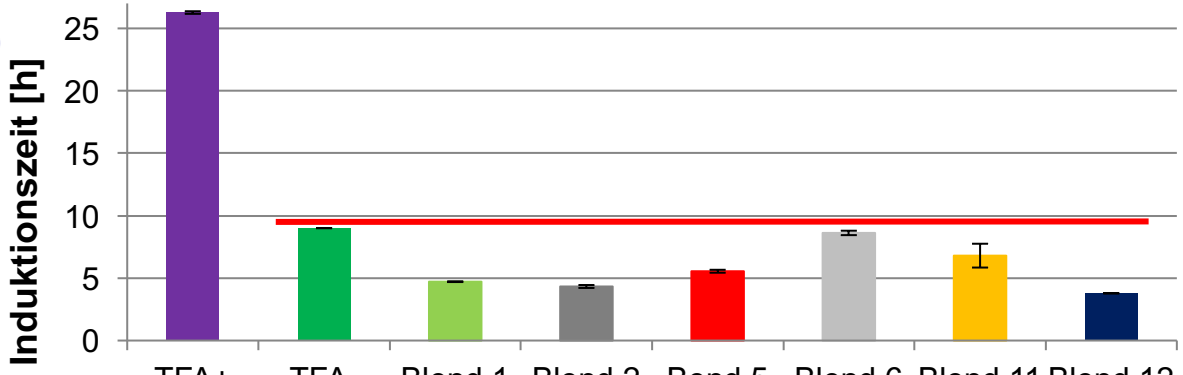
Thermische Stabilität (2) und Oxidative Stabilität (3) der TOP 6 Siedefettblend-Prototypen und der Referenzfette aus den Langzeit-Siedeversuchen

(2) *



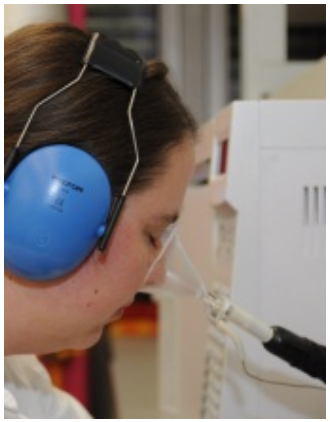
Alle Siedefettblend-Prototypen weisen eine vergleichbare thermische und oxidative Stabilität wie das kommerzielle TFA-arme Referenzprodukt auf.

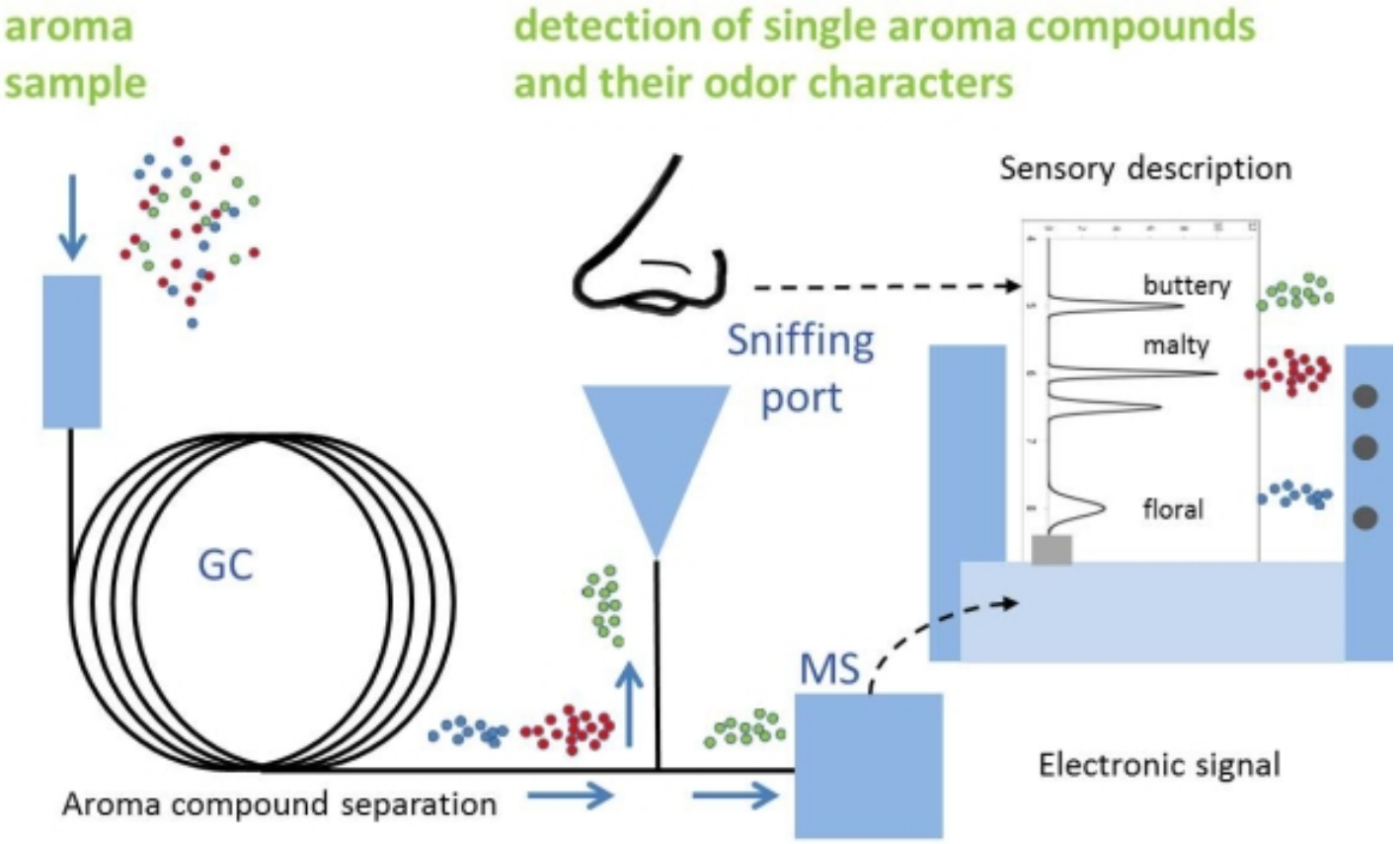
(3)



* Langzeitstudie mit Quarkbällchen

Bestimmung der aroma-aktiven, flüchtigen Verbindungen mittels GC-Olfaktometrie (GC-O)





Quelle: http://www.foodprocessing-technology.com/contractor_images/11005/images/145045/large/gas-chromatography-2.jpg

GC-O: Einsatz des menschlichen Geruchssinnes als Detektor in der GC

SIEDEFETTBLEND-CHARAKTERISIERUNG

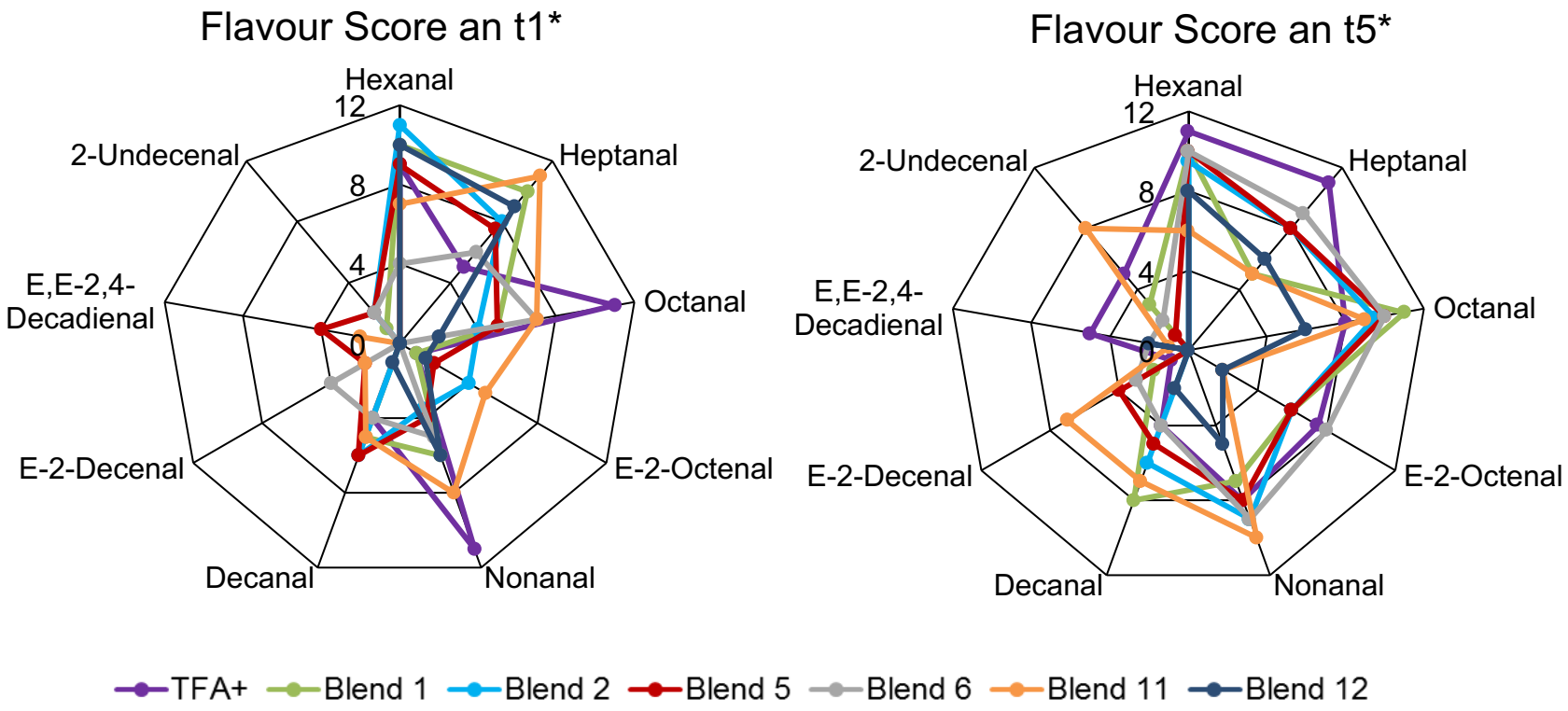
Analyse aroma-aktiver, flüchtiger Komponenten

ttz Bremerhaven

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Die meisten Siedefettblend-Prototypen unterscheiden sich nicht voneinander und von der TFA-haltigen Referenz in Bezug auf die wahrgenommene Geruchsintensität von leichtflüchtigen aromaaktiven Substanzen.

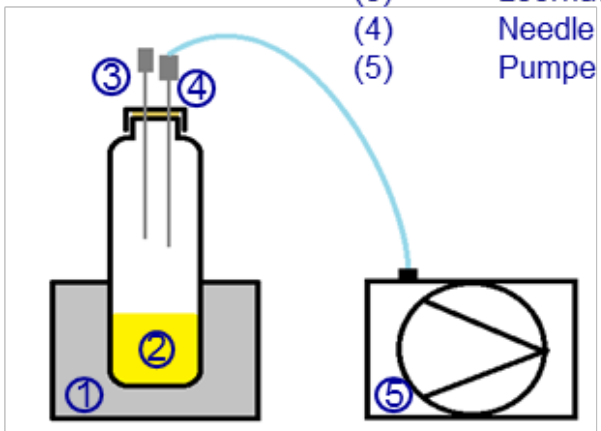
Flavour Score = Häufigkeit der Geruchserkennung * mittlere Geruchsintensität

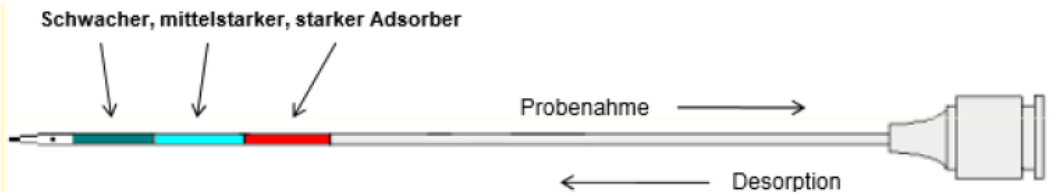


* Langzeitstudie mit Quarkbällchen

Vorgehensweise zur Bestimmung von Acrolein in Siedefettblend-Prototypen mittels NTD-GC-MS

- 5 mg Probe einwiegen
- Nadel konditionieren
- Leerlaufmessung durchführen
- Needle Trap an Pumpe anschließen und auf Dichtigkeit prüfen
- **Probe 15 min bei 60 °C äquilibrieren**
- Extraktion
- GC-MS - Messung





Hein 2011

Vorteile gegenüber SPME*:

- höhere Robustheit
- verbesserte Nachweisgrenzen
- geringeres Probevolumen
- geringere Probenahmezeit
- höhere Adsorptions-kapazität

* Merkle, S.; Kleeberg, K.; Fritsche, J. Recent Developments and Applications of Solid Phase Microextraction (SPME) in Food and Environmental Analysis—A Review. *Chromatography* 2015, 2

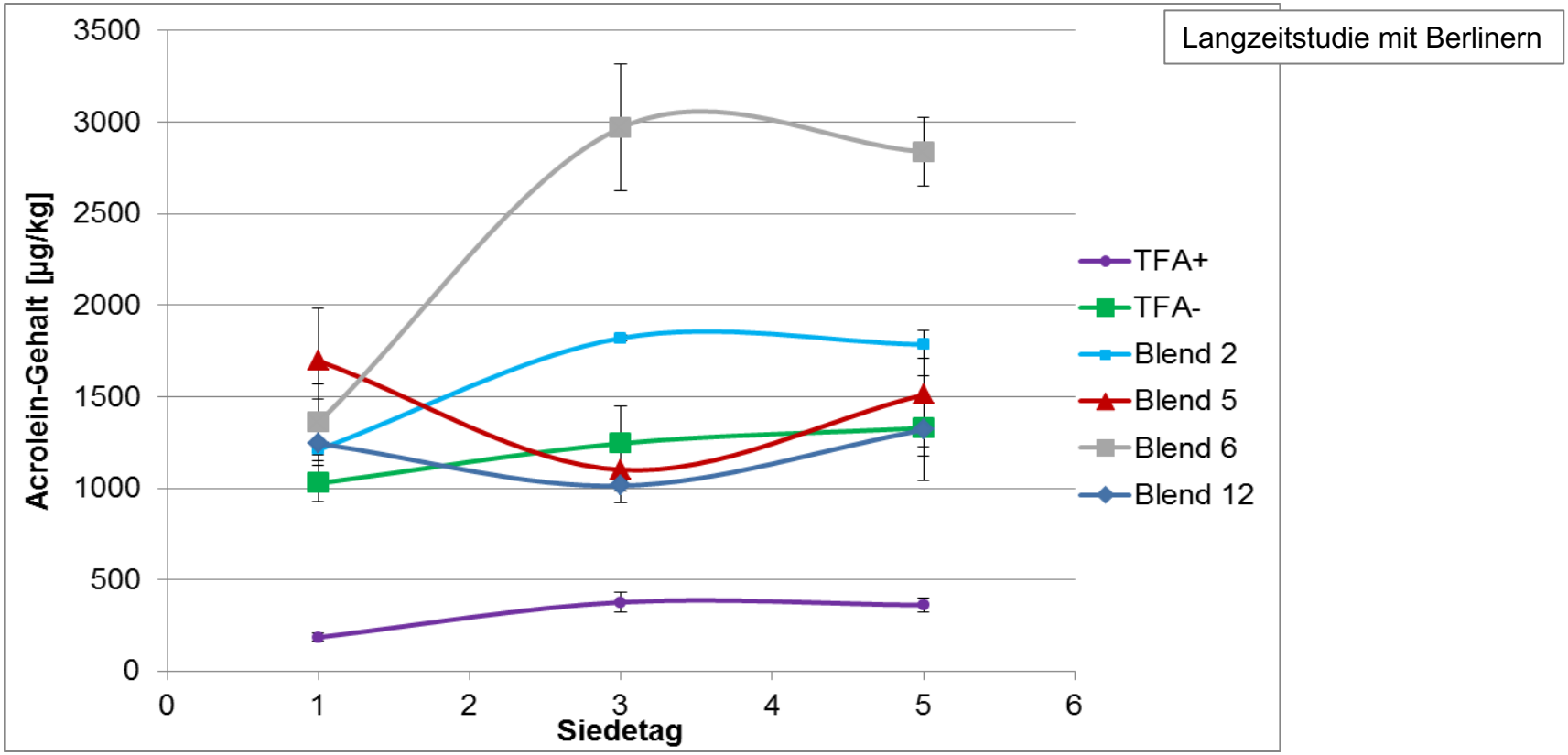
SIEDEFETTBLEND-CHARAKTERISIERUNG

Acrolein-Gehalte

ttz Bremerhaven

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Die Siedefettblend-Prototypen ähneln dem TFA-armen Vergleichsprodukt.



Duldbare tägliche Aufnahme Acrolein: 7,5 µg/kg Körpergewicht (SKLM* 2012)

→ entspricht bei 60 kg-Person 151 g von Blend 6 an t3

→ entspricht ca. 176 Berlinern täglich

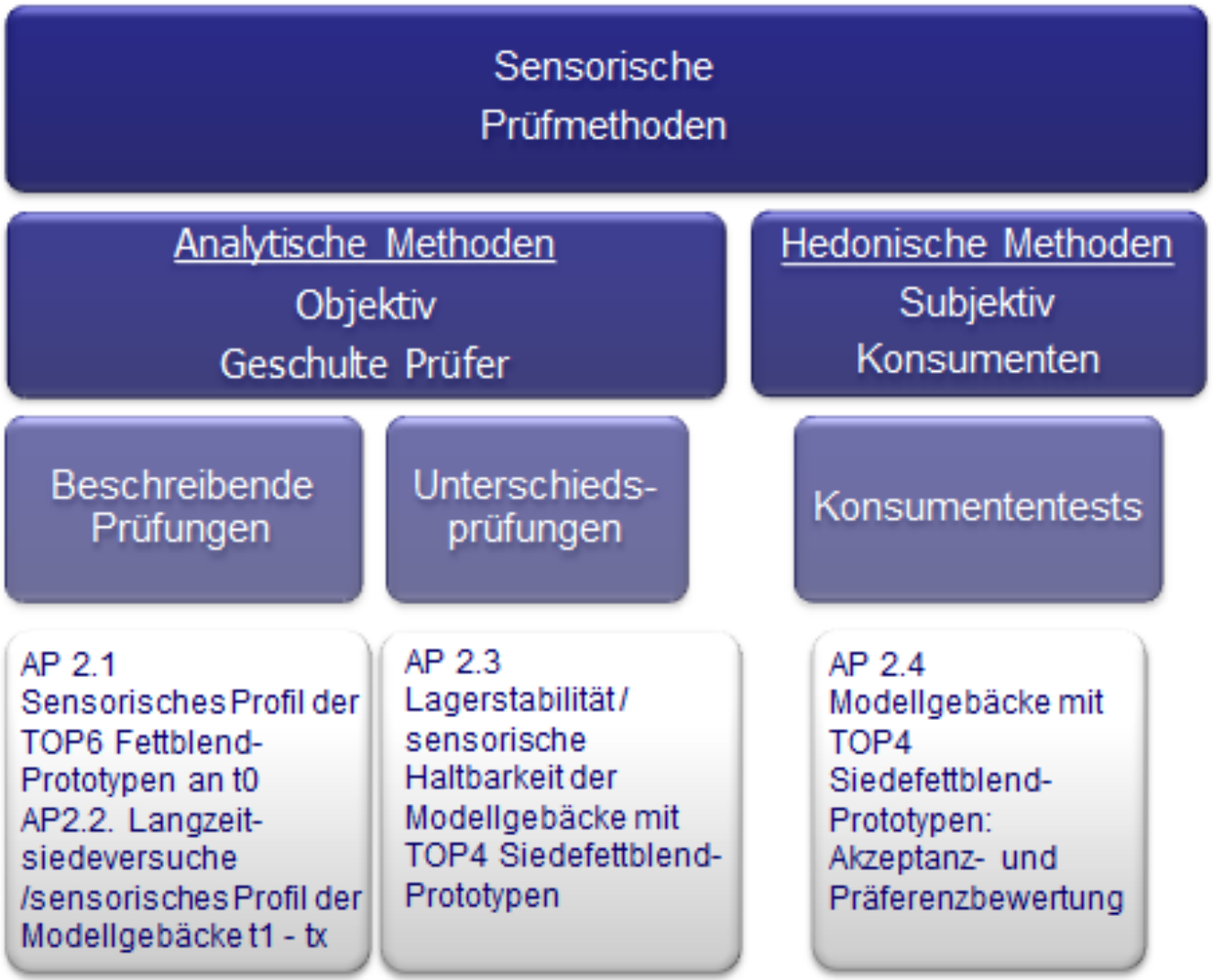
*Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln

FAZIT

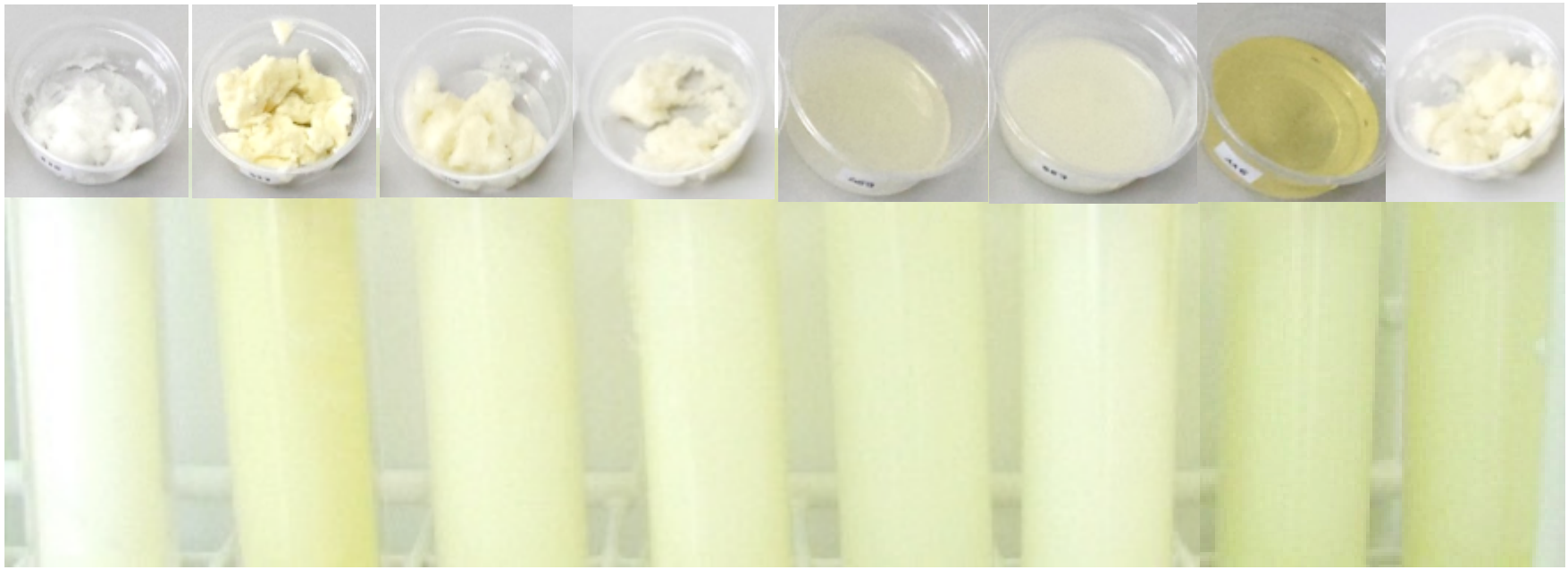
Technofunktionelle Charakterisierung

- **Der TFA-Gehalt ist** bei den entwickelten Siedefettblend-Prototypen **signifikant reduziert** (TFA<1%). Die Siedefettblend-Prototypen haben vergleichbare TFA-Gehalte wie das kommerzielle TFA-arme Referenzprodukt.
- Alle Siedefettblend-Prototypen weisen **vergleichbare Schmelzverhalten** wie die TFA-haltige Referenz und das kommerzielle TFA-arme Referenzprodukt auf.
- Alle Siedefettblend-Prototypen weisen eine vergleichbare thermische und oxidative Stabilität wie das kommerzielle TFA-arme Referenzprodukt auf.
- Die GC-O Profile (**aromaaktive Geruchsstoffe**) der entwickelten Siedefettblend-Prototypen und der TFA-haltigen Referenz sind vergleichbar.

ÜBERSICHT SENSORISCHER PRÜFMETHODEN

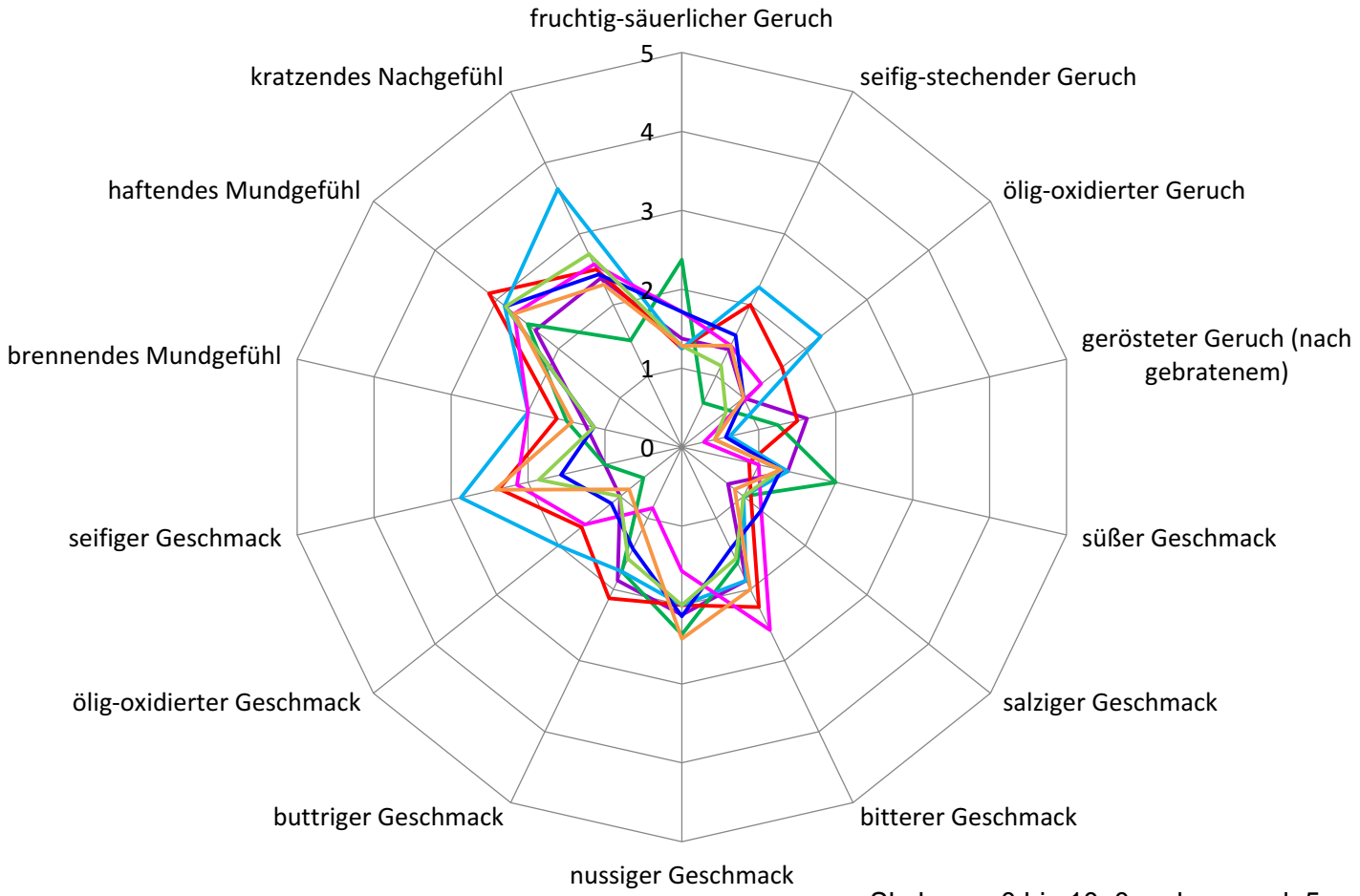


Aussehen der unerhitzten Siedefette



Erdnussfett TFA+	Palmfett TFA-	HOSF/PMF Blend 1	HORO/PMF Blend 2	HOSF/gRO Blend 5	HORO/gRO Blend 6	HSSF/gRO Blend 11	HSSF/PMF Blend 12

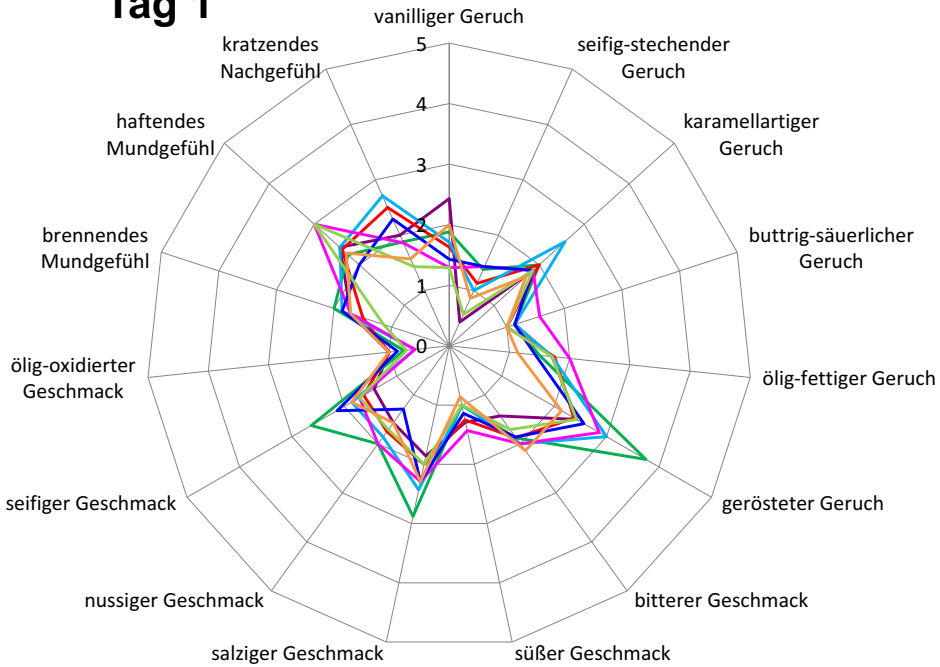
Sensorisches Profil der unerhitzten Siedefette (DIN 10967-1)



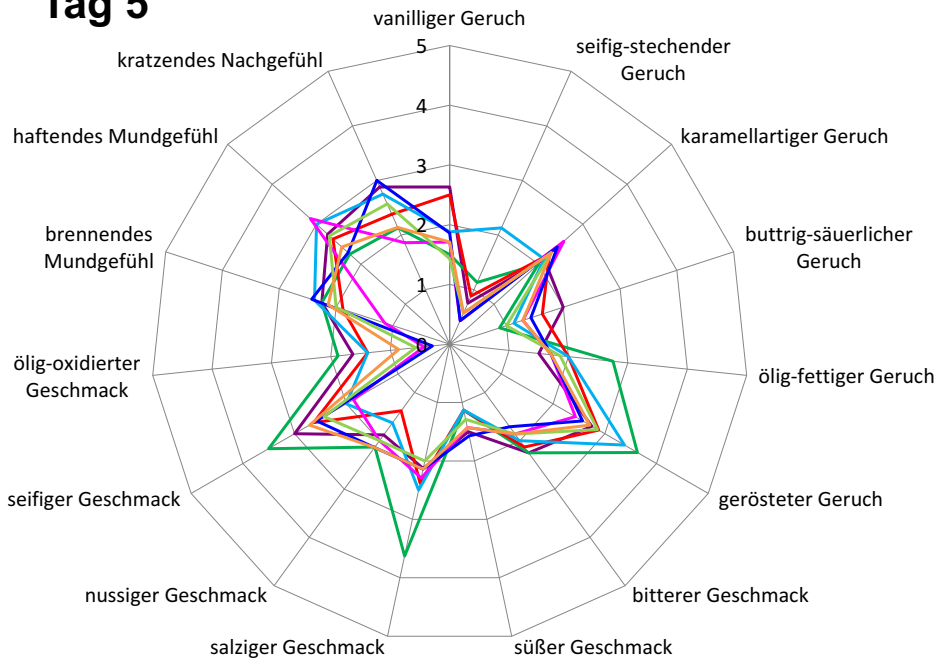
Insgesamt sehr ähnliche sensorische Profile

Sensorisches Profil der Berliner (DIN 10967-1)

Tag 1



Tag 5



Erdnussfett (TFA+) — Palmfett (TFA-) — HOSF/PMF (1) — HORO/PMF (2)
HOSF/gRO (5) — HORO/gRO (6) — HSSF/gRO (11) — HSSF/PMF (12)

Skala von 0 bis 10: 0 = abwesend, 5 = mittlere Intensität

- Berliner (Modellgebäck) gesiedet in Palmfett entwickeln hohe Ausprägungen im ölig-fettigen und gerösteten Geruch sowie im salzigen, seifigen und ölig-oxidierten Geschmack

Sowohl für **Berliner** als auch für **Quarkbällchen** gilt:

- insgesamt sehr ähnliche Ausprägungen zwischen Siedefetten
- nur geringe Veränderungen in den Ausprägungen während des Siedeversuches

GENUSSTAUGLICHKEIT DER SIEDEFETTE

Bewertung nach DGF-Einheitsmethode

ttz Bremerhaven

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

DGF-Bewertungen	Siedefette gesiedet mit Berlinern											Siedefette gesiedet mit Quarkbällchen										
Farbe	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
Erdnussfett (TFA+)	5	5	5	5	5	5	5	5				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Palmfett (TFA-)	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5	5	5	5	5	5		
HOSF/PMF (1)	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
HORO/PMF (2)	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5	5	5	5				
HOSF/gRO (5)	5	5	5	5	5	5	5					5	5	5	5	5	5	5	5			
HORO/gRO (6)	5	5	5	5	5	5	5	5				5	5	5	5	5	5	5	5	5		
HSSF/gRO (11)	5	5	5	5	5	5	5					5	5	5	5	5	5	5	5	5		
HSSF/PMF (12)	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5	5	5	5	5			
Transparenz	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
Erdnussfett (TFA+)	5	5	5	5	5	5	5	5				5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Palmfett (TFA-)	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5	5	5	5	5	5		
HOSF/PMF (1)	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
HORO/PMF (2)	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5	5	5	5				
HOSF/gRO (5)	5	5	5	5	5	5	5					5	5	5	5	5	5	5	5			
HORO/gRO (6)	5	5	5	5	5	5	5	5				5	5	5	5	5	5	5	5	5		
HSSF/gRO (11)	5	5	5	5	5	5	5					5	5	5	5	5	5	5	5	5		
HSSF/PMF (12)	5	5	5	5	5	5						5	5	5	5	5	5	5	5			
Geruch	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
Erdnussfett (TFA+)	5	4	3	3	3	2	3	3				5	4	4	4	4	4	3	3	3	2	2
Palmfett (TFA-)	5	3	3	3	3	3						5	3	3	3	3	3	3	3	3		
HOSF/PMF (1)	5	4	4	3	3	3						5	3	3	3	3	3	2	2	2	1	
HORO/PMF (2)	5	3	3	3	3	3	2					5	4	4	3	3	3	3				
HOSF/gRO (5)	5	2	3	3	4	4	3					5	2	2	2	3	3	4	3			
HORO/gRO (6)	5	3	4	4	4	3	3	2				5	4	4	4	4	3	3	3	3		
HSSF/gRO (11)	5	4	4	4	4	4	3					5	3	3	3	3	4	3	2	2		
HSSF/PMF (12)	5	5	4	4	4	3						5	2	3	3	3	3	4	4			
Geschmack	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t0	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
Erdnussfett (TFA+)	5	4	3	2	3	2	2	1				5	3	3	4	3	3	3	3	2	2	1
Palmfett (TFA-)	5	3	3	3	2	1						5	3	3	3	2	2	2	1	1		
HOSF/PMF (1)	5	3	2	3	3	2						5	3	3	3	4	3	2	2	2	2	
HORO/PMF (2)	5	4	3	3	3	3	2					5	3	4	4	3	3	2				
HOSF/gRO (5)	5	2	5	4	4	3	3					5	3	3	3	2	2	2	1			
HORO/gRO (6)	5	4	3	3	1	1	2	1				5	4	4	4	3	2	2	2	1		
HSSF/gRO (11)	5	4	4	3	3	2	3					5	3	3	3	2	2	2	2			
HSSF/PMF (12)	5	3	3	3	3	3						3	2	2	2	2	2	1	1			

Entsprechend der vorgegebenen Kriterien

Keine Farbveränderungen

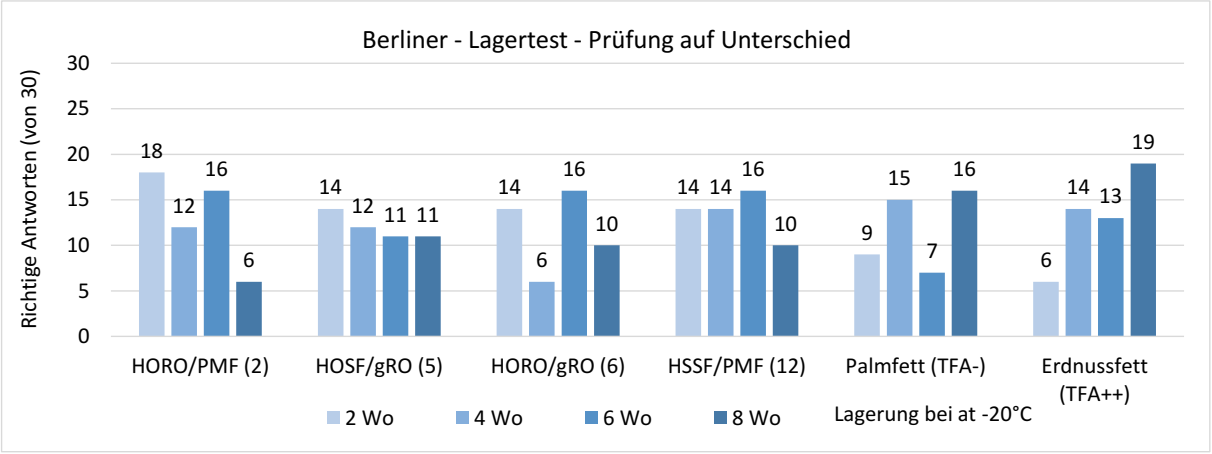
Keine Veränderungen in der Transparenz

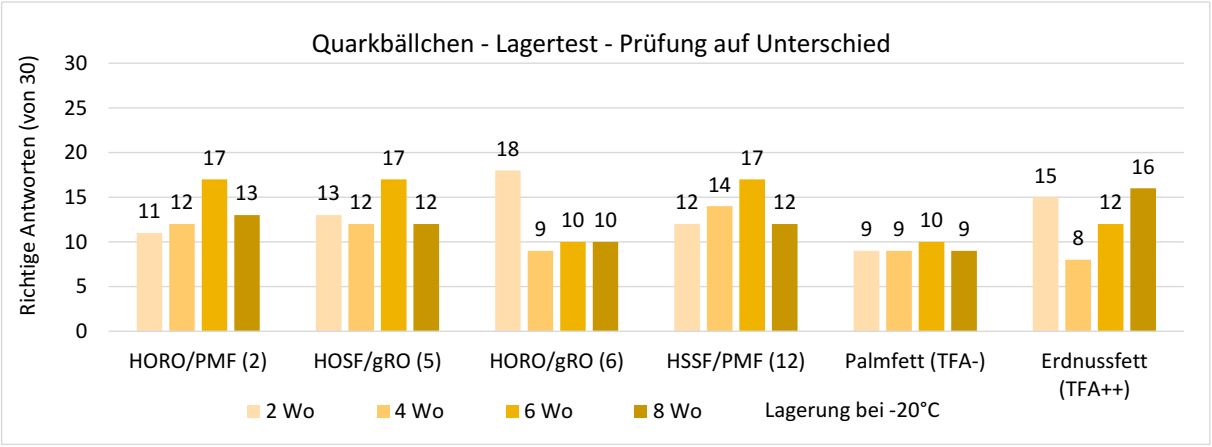
Veränderungen im Geruch, aber überwiegend noch verzehrfähig bis t5

Deutlichere Veränderung im Geschmack: ab t5 überwiegend nicht mehr verzehrfähig

LAGERSTABILITÄT DER MODELLGEBÄCKE

- Modellgebäcke gesiedet und bei -20°C gelagert
- Prüftermin nach 2-/ 4-/ 6- und 8-wöchiger Lagerdauer
- Unterschiedsprüfung (Dreieckstest)
- Gelagert (TK) gegen „frisch“ (ein Tag zuvor hergestellt/ TK)



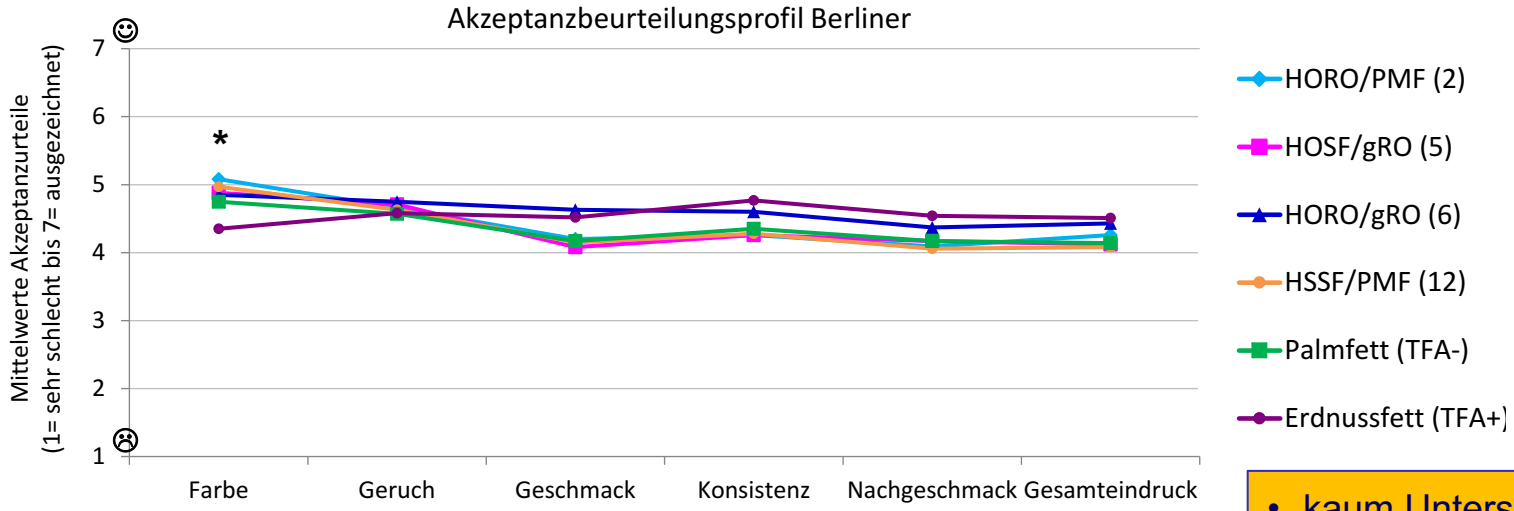


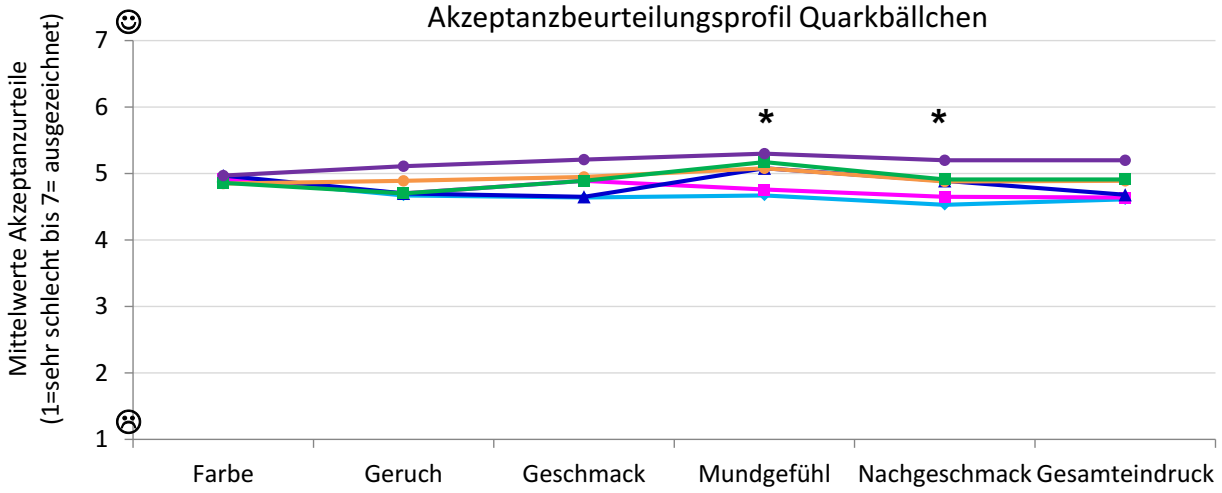
Keine messbaren Unterschiede bei Modell-gebäcken gesiedet in Siedefettblend-Prototypen oder Referenzfetten zwischen Frisch- und Lagerprodukt über die Zeit

KONSUMENTEN-AKZEPTANZTESTS DER MODELLGEBÄCKE AN TAG 1 (DIN 10974)

ttz Bremerhaven

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences





n=60 Personen

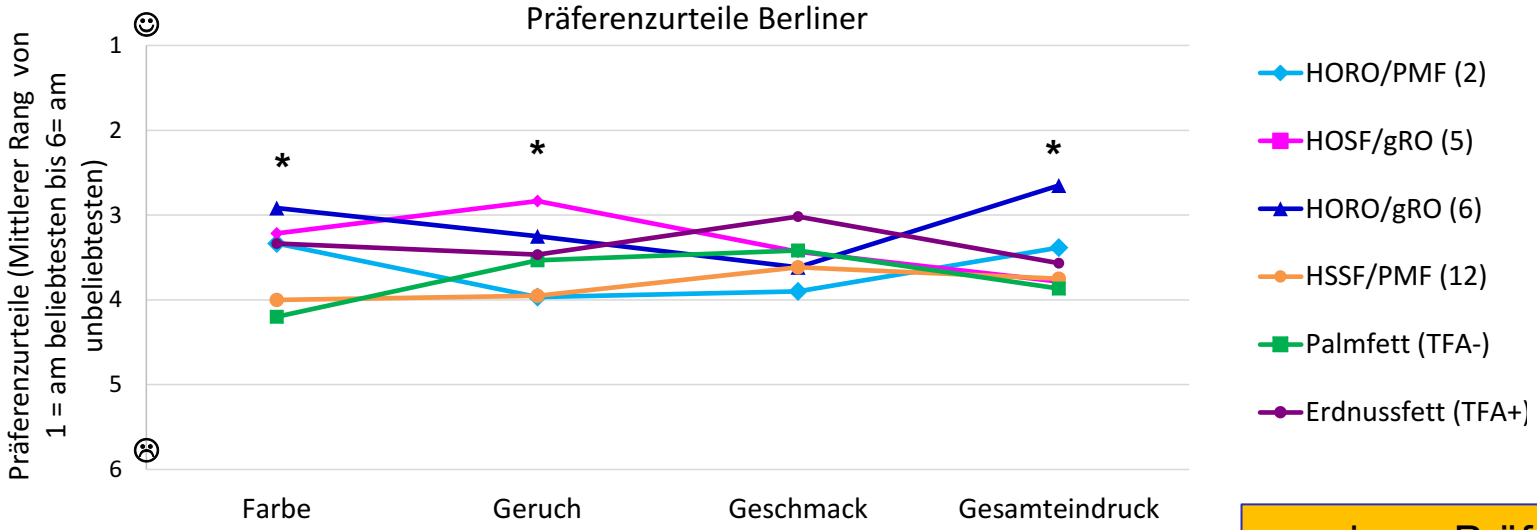
* Signifikante Unterschiede (Signifikanzniveau p=0,05)

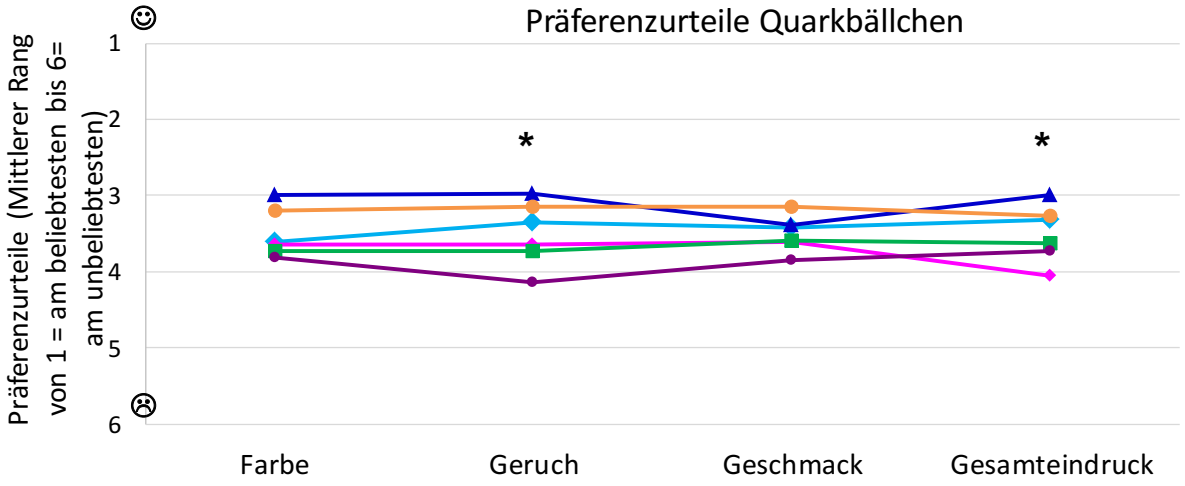
- kaum Unterschiede in der sensorischen Akzeptanz zwischen in den verschiedenen Siedefetten gesiedeten Modellgebäcken
- Akzeptanzwerte der Modell-Berliner im Bereich „zufriedenstellend“ (4) und „gut“ (5)
- Akzeptanzwerte der Quarkbällchen um 5: „gut“

KONSUMENTEN-PRÄFERENZTESTS DER MODELLGEBÄCKE AN TAG 1 (DIN 10974)

ttz Bremerhaven

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences





- geringe Präferenz-unterschiede zwischen in den verschiedenen Siedefetten gesiedeten Modellgebäcken
- Präferenzurteile bewegen sich bei beiden Produkten im mittleren Bereich (Platz 3–4 von 6)

n=60 Personen

* Signifikante Unterschiede (Signifikanzniveau p=0,05)

FAZIT

Sensorische Charakterisierung

- Nur geringe Unterschiede im **sensorischen Profil** der nicht erhitzten Siedefettblend-Prototypen im Vergleich zu Referenzfetten sowie ihrer gesiedeten Modellgebäcke
- Keine Unterschiede in der Lagerstabilität der Modellgebäcke gesiedet in Siedefettblend-Prototypen und Referenzfetten
- Kaum oder nur geringe Unterschiede in der sensorischen **Konsumentenakzeptanz und -präferenz** zwischen Modellgebäcken gesiedet in Siedefettblend-Prototypen und Referenzfetten

GESAMT-FAZIT

- Die auf Basis der Siedefett-Toolbox entwickelten Siedefettblend-Prototypen können unter Berücksichtigung von sowohl technofunktionellen als auch sensorischen Aspekten uneingeschränkt für eine kommerzielle Siedefettblend-Optimierung empfohlen werden.

- Das Bäckereihandwerk kann seinen Kunden durch die Verwendung von TFA-armen Siedefetten Siedegebäcke anbieten, die aktuellen ernährungsphysiologischen Empfehlungen hinsichtlich der Fettqualität entsprechen.

- Der Praxisleitfaden fasst die Forschungsergebnisse allgemeinverständlich und anschaulich zusammen und unterstützt das Bäckereihandwerk bei der Siedefettumstellung.