

# Sudhaushopfung von alkoholfreien Bieren

Wie man mittels Hopfenprodukt und Hopfungsrezeptur den Gesamteindruck von AfB prägen kann

**Alkoholfreie Biere (AfB) sind beliebter denn je und deren Herstellung sowie Optimierung rückt stetig weiter in den Mittelpunkt der Brauindustrie. 2022 lag der Anteil an AfB in Deutschland bei 6,7 Prozent [1], weltweit bei ca. 4,2 Prozent [2]. Je nach Herstellungstechnik haben AfBs einen sehr unterschiedlichen Charakter. Die Wahl des Hopfenproduktes und die Hopfungsrezeptur sind hierbei Möglichkeiten, den Gesamteindruck des Bieres zu prägen.**

Im Rahmen des Reinheitsgebotes ist die Hopfung im Sudhaus mit Doldenhopfen, Hopfenpellets (Typ 90 und Typ 45) sowie mit konventionellen Extrakten erlaubt. Letztere werden entweder mittels überkritischem CO<sub>2</sub> oder Gärungsalkohol hergestellt. Beim Einsatz von Dolden und Pellets werden alle Stoffgruppen und sortentypischen Inhaltsstoffe des Hopfens ins Bier eingebracht und kommen sensorisch wie auch technologisch zur Geltung. Extrakte hingegen beinhalten im Wesentlichen nur noch zwei braurelevante Stoffgruppen, die sortentypischen Bitter- und Aromastoffe. Die Bitterstoffzusammensetzung ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal der beiden konventionellen Extrakte. Im CO<sub>2</sub>-Extrakt finden sich vorrangig die Weichharze des Hopfens wieder,

	<b>Pellets Typ 90 (P90)</b>	<b>CO<sub>2</sub> - Extrakt (COX)</b>	<b>Gesamtharzextrakt (GHX)</b>
<b>Ausgangsmaterial</b>	Hopfendolden	Hopfenpellets	Hopfendolden
<b>Extraktionsmittel</b>	Kein Extraktionsmittel mechanischer Herstellungsprozess	Kohlendioxid (überkritisch)	Gärungsalkohol
<b>Hauptkomponenten im Produkt</b>	alle Bitterstoffe alle Hopfenöle alle Gerbstoffe alle sonstigen Inhaltsstoffe	der größte Teil der Bitterstoffe (vA Weichharze) und der Großteil der Hopfenöle keine Gerbstoffe keine sonstigen Inhaltsstoffe	alle Bitterstoffe (Weich- und Hartharze) und der Großteil der Hopfenöle keine Gerbstoffe keine sonstigen Inhaltsstoffe
<b>Sorteneigenschaft</b>	100 % sortentypisch	die für den Brauprozess wichtigsten Stoffgruppen sind nahezu sortentypisch ins Produkt überführt	die für den Brauprozess wichtigsten Stoffgruppen sind sortentypisch ins Produkt überführt
<b>Reinheit</b>	Pflanzenschutzmittel und Schwermetalle kaum reduziert Nitrat kaum reduziert	Pflanzenschutzmittel teilweise reduziert (je nach Polarität) Schwermetalle über 95% reduziert Nitrat vollständig entfernt	Pflanzenschutzmittel teilweise reduziert (je nach Polarität) Schwermetalle über 90% reduziert Nitrat vollständig entfernt

Tab. 1: Übersicht der verwendeten konventionellen Hopfenprodukte

wohingegen der mit Ethanol gewonnene Gesamtharzextrakt sämtliche sortentypischen Bitterstoffe beinhaltet. Dieser Unterschied in der Bitterstoffzusammensetzung kann je nach verwendeter Hopfensorte bis zu 10 Prozent am Gesamtbitterstoffgehalt des Extraktes ausmachen [3]. Tabelle 1 verdeutlicht die Unterschiede der drei konventionellen Hopfenprodukte, die in dieser Studie verwendet wurden.

## Rückblick

Aus vorherigen Versuchen, die bereits 2017 am Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie durchgeführt wurden, konnte bereits abgeleitet werden, dass die Art der Würzhopfung (Produkt und Zeitpunkt) einen sensorischen Einfluss auf ein daraus hergestelltes, thermisch entalkoholisierendes Bier hat. Verschiedene Ausprägungen des Bittereindrucks, gerade in Bezug auf die Bitterqualität, konnten den verschiedenen, zu Kochbeginn gegebenen Hopfenprodukten zugeordnet werden. In Punkto Hopfenaroma wurde in diesen Versuchen sensorisch und analytisch belegt, dass nach einer thermi-

schen Entalkoholisierung fast keine Hopfenaromastoffe im AfB verbleiben, selbst bei einer sehr aromaintensiven Whirlpoolgabe im Mutterbier (z. T. > 100 µg/L Linalool!). Die thermische Entalkoholisierung entzieht dem Basisbier damit den Großteil der Aromastoffe, sowohl Gärungsnebenprodukte als auch diejenigen, die hopfenseitig eingebracht werden.

Um dem thermisch entalkoholisierten Bier wieder ein biertypischeres Aroma „zurückzugeben“, bieten sich unterschiedliche Möglichkeiten an. Außerhalb des Reinheitsgebots kann die Aromatisierung eines AfBs mit einem Gehalt von 0,0 Vol.-% Alkohol mit Hopfenölen erfolgen, da diese Produkte selbst keinerlei Ethanol einbringen. Für AfBs mit einem Alkoholgehalt von < 0,5 Vol.-% kann ein Verschnitt mit Aromawasser oder Mutterbier erfolgen.

## Physikalische Entalkoholisierung

Um den sensorischen Unterschied der einzelnen Hopfenprodukte auf die daraus hergestellten AfBs nochmals ge-

nauer zu untersuchen, wurde eine weitere Versuchsreihe in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie (BGT) durchgeführt. Die Ausstattung des Technikums des Lehrstuhls ermöglicht die Herstellung von Versuchsbieren im 8 hl Maßstab sowie deren nachgeschaltete Entalkoholisierung mit den aktuellen physikalischen Methoden: die thermische Entalkoholisierung sowie die Umkehrosmose. Die Systeme selbst, deren Ausstattungen und die Unterschiede der Methoden bzw. der daraus hergestellten Biere wurden bereits in der BRAUINDUSTRIE vorgestellt [4, 5, 6]. Die Herstellung alkoholfreier Biere mittels gestoppter Gärung, Kältekontakt oder mittels Einsatzes von Spezialhefen wurde aufgrund der Vielzahl an Möglichkeiten in dieser Versuchsanordnung nicht untersucht.

Die Fragestellung dieser zweiten Versuchsreihe lautete: Welches Hopfenprodukt eignet sich für eine Hopfengabe zu Kochbeginn im Mutterbier am besten, wenn daraus ein alkoholfreies Lagerbier mittels gängiger physikalischer Methoden der Entalkoholisierung hergestellt werden soll?

Um hierbei unterschiedliche länderspezifische Regularien zum Alkoholgehalt eines AfBs zu berücksichtigen, erfolgte in allen Fällen zunächst die Herstellung von AfBs mit 0,0 Vol.-% Restalkohol, als auch eine Ausmischung mit Mutterbier zu AfBs mit einem Alkoholgehalt von < 0,5 Vol.-%.

Getestet wurden die drei oben genannten Hopfenprodukte, die alle aus dem Erntejahr 2021 sowie der gleichen Hopfensorte (Hallertauer Polaris) hergestellt wurden. Tabelle 2 zeigt die wichtigsten Inhaltsstoffe, analysiert gemäß aktueller EBC-Analytica Methoden [7].

### Standardisierte Herstellung der Basisbiere

Ein untergäriges Lagerbier mit einer Stammwürze von 12,5 ° Plato wurde als Mutterbier hergestellt. Die Bittergabe mit dem jeweiligen Hopfenprodukt erfolgte ausschließlich zu Kochbeginn mit der Zielvorgabe, 15 bis 18 mg/l Iso-Alpha-Säure zu erreichen. Die Gärung erfolgte mit dem Hefestamm W34/70, der jeweils frisch aus Trockenhefe hergezogen und vor dessen Einsatz auf ideale Viabilität und Vitalität untersucht wurde. Gär-, Reifungs- und Lagerbedingungen waren für jeden Sud identisch. Abbildung 1 zeigt den kompletten Versuchsaufbau.

Die zwölf hergestellten AfBs wurden unmittelbar nach ihrer Entalkoholisierung bzw. Ausmischung mit Mutterbier abgefüllt, im Kammerpasteur mikrobiologisch stabilisiert (40 PE) und in den Folgetagen frisch verkostet. Die Analysenergebnisse der Mutterbiere sind im Vergleich zu den dazugehörigen alkoholfreien Varianten (0,0 Vol.-%) in Tabelle 3 aufgeführt. Die mit Mutterbier rückverschnittenen Varianten mit 0,5 Vol.-% (Analysenergebnisse nicht aufgeführt) unterscheiden sich analytisch – wenn über-

	Pellets Typ 90	CO <sub>2</sub> - Extrakt	Gesamtharzextrakt
Konduktometerwert	19,6	60,0	51,8
Alpha-Säuren	18,2	58,7	47,4
Iso-Alpha-Säuren	-	-	2,0
Konduktometerbitterwert	-	-	52,8
Polyphenole	4,7	-	-

Tab. 2: Analysenergebnisse der eingesetzten Hopfenprodukte in %

haupt – nur geringfügig von den 0,0 Vol.-% AfBs und wiesen einen Alkoholgehalt im Bereich von 0,40 bis 0,48 Vol.-% auf.

Verfahrensbedingt kommt es bei der Entalkoholisierung zu einer Aufkonzentrierung der Bitterstoffe. Dieser Anstieg zeigte sich nur geringfügig beim thermischen Verfahren und war etwas deutlicher bei der Umkehrosmose festzustellen.

Die sensorische Beurteilung erfolgte von geschulten Verkostern des Lehrstuhls für BGT sowie der Firma Hopsteiner. Am Lehrstuhl für BGT wurden alle Biere nach dem DLG-Schema verkostet. Bei der Firma Hopsteiner erfolgte die Verkostung auf Basis eines hausinternen Verkostungsschemas, das neben Gesamteindruck im Besonderen den Fokus auf die Ausprägungen der vom Hopfen eingebrachten Bitter- und Aromastoffe legt [8]. Die beiden Panels setzten sich aus einer Anzahl von zehn bzw. elf immer gleichen Teilnehmern zusammen.



## Die nächste Generation der Mehrwegflasche



Besuchen Sie uns vom 28. – 30. November 2023 auf der BrauBeviale in Nürnberg, Halle 4A, Stand 319.

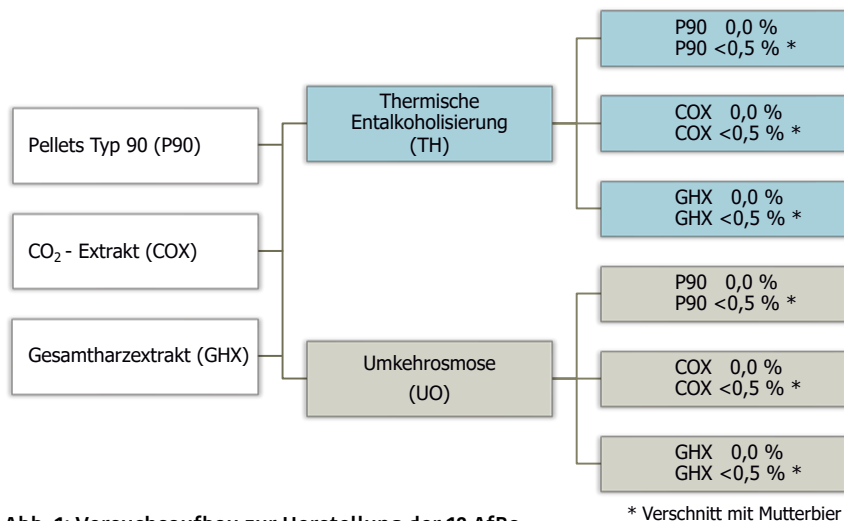


Abb. 1: Versuchsaufbau zur Herstellung der 12 AFBs

	Pellets Typ 90			CO <sub>2</sub> - Extrakt			Gesamtharzextrakt		
	MB	AfB TH	AfB UO	MB	AfB TH	AfB UO	MB	AfB TH	AfB UO
pH-Wert	4,60	4,56	4,66	4,62	4,61	4,72	4,64	4,59	4,74
Stammwürze [% w/w]	12,64	4,55	4,27	12,45	4,76	4,06	12,60	4,76	4,16
Alkohol [Vol.-%]	5,32	0,01	0,07	5,15	0,01	0,03	5,24	0,01	0,01
Vergärungsgrad scheinbar [%]	79,5			78,3			78,7		
Iso-Alpha Säuren [mg/l]	16,7	17,6	17,9	15,1	15,7	17,4	14,9	16,9	16,9

Tab. 3: Analysenergebnisse der Mutterbiere sowie der daraus hergestellten AFBs mit 0,0 Vol.-%

## Ergebnisse

Die aus verschiedenen Hopfenprodukten hergestellten Mutterbiere zeigten analytisch kaum Unterschiede. Stammwürze, Vergärungsgrade, pH-Werte und weitere, hier nicht aufgeführte Analysendaten, entsprechen einem typischen Lagerbier bzw. einem alkoholfreien Lagerbier. Gleiches konnte für die hopfenseitig eingebrachten Bitterstoffe festgestellt werden.

Das Verkostungsergebnis aus den jeweiligen Rankings des „Gesamteindrucks“ beider Panels ist in Tabelle 4 zusammengefasst. Hierbei muss betont werden, dass sich die Beurteilungen innerhalb der einzelnen Kategorien, aber auch der Gesamteindruck der Biere selbst, zum Teil nur um wenige Zehntel unterscheiden. Die dargestellte Gesamtbetrachtung ist das rechnerisch ermittelte Ergebnis aller Einzelbewertungen der DLG-Kategorien „Geruch“, „Geschmack“, „Vollmundigkeit“, „Rezenz“ und „Bittere“, bzw. des daran angelehnten Hopsteiner Verkostungs-Schemas.

Aus diesen Ergebnissen der sensorischen Beurteilungen lassen sich folgende Schlüsse ableiten:

- Das Panel # 1 bevorzugte den Gesamtharzextrakt in 2 von 4 Ansätzen. Das Verkostungspanel # 2 bevorzugte in allen AFBs den Einsatz von Gesamtharzextrakt. Biere, die vor der Entalkoholisierung mit Gesamtharzextrakt gebittert wurden, sind damit deutlich häufiger bevorzugt worden. Diese AFBs wurden innerhalb dieser Serien nie auf den letzten Platz gewählt.
- Ein VK-Panel (# 2) hatte bei beiden Techniken sowie den jeweiligen Ausmischungen die identische Präferenz bzgl. dem eingesetztem Hopfenprodukt. Das andere VK-Panel (# 1) wählte je Herstellungstechnik, Ausmischung und Hopfenprodukt meistens den gleichen Favoriten, jedoch unterschiedliche weitere Rangfolgen.

	Platz	Thermisch		Umkehrosmose	
Panel # 1	1	P90 0,0	GHX 0,5	GHX 0,0	COX 0,5
	2	GHX 0,0	COX 0,5	COX 0,0	GHX 0,5
	3	COX 0,0	P90 0,5	P90 0,0	P90 0,5
Panel # 2	1	GHX 0,0	GHX 0,5	GHX 0,0	GHX 0,5
	2	P90 0,0	COX 0,5	P90 0,0	COX 0,5
	3	COX 0,0	P90 0,5	COX 0,0	P90 0,5

Tab. 4: Ranking der AFBs auf Basis des jeweiligen Verkostungsschemas

ferenz bzgl. dem eingesetztem Hopfenprodukt. Das andere VK-Panel (# 1) wählte je Herstellungstechnik, Ausmischung und Hopfenprodukt meistens den gleichen Favoriten, jedoch unterschiedliche weitere Rangfolgen.

- AFBs, die mit Pellets hergestellt wurden, sind nur in einem Versuchsansatz auf den ersten Platz gewählt worden (Panel #1; Thermisch 0,0). Diese Biere wurden insgesamt weniger bevorzugt.
- Im Vergleich zu Pellets zeigten beide Typen von Hopfenextrakten sensorische Vorteile, im Besonderen die AFBs mit Gesamtharzextrakt.
- Die Präferenz von Hopfenextrakt gegenüber Hopfenpellets bestätigt auch die Versuchsergebnisse aus den vorherigen Versuchen im Jahr 2017.

Aus den einzelnen Kategorien der DLG-Verkostung (nicht aufgeführt) sind bei den thermisch entalkoholisierten Bieren im Besonderen der „Geschmack“ und die „Bittere“ hervorzuheben, die den Hopfenextrakt-Bieren einen Vorteil einbrachten. Die Hopfenextrakt-Biere, die mit Umkehrosmose weiterverarbeitet wurden, wiesen im Vergleich zu den Bieren mit Pellets bei der „Bittere“ als auch im „Geruch“ Vorteile auf.

## Sensorik Ausblick

Um eine Aussage über die Geschmacksstabilität je nach eingesetztem Hopfenprodukt und angewandeter Technologie zu treffen, wurden alle 12 Biere unmittelbar nach deren Produktion forciert gealtert und die Alterungskomponenten gemäß Methode [9] bestimmt. Die Summe an analysierten Alterungs-

indikatoren ist der Abbildung 2 zu entnehmen.

Wenngleich die forcierte Alterung nicht die identischen Ergebnisse einer Echtzeitlagerung abbilden kann und auch sensorische Eindrücke nicht zwingend mit Analysenergebnissen Hand in Hand einhergehen, so können dennoch folgende Beobachtungen auf Basis der Analysenergebnisse gemacht werden:

- Die Summe der Alterungsindikatoren blieb nach der Forcierung unter einem Gesamtgehalt von 450 µg/L. Verglichen mit zahlreichen weiteren internen Versuchen, sind die hier produzierten AfBs auf einem grundsätzlich niedrigen Niveau einzuordnen.
- Der Anstieg an Alterungskomponenten nach der Forcierung bewegte sich unabhängig von der gewählten Technik in einer ähnlichen Größenordnung: die Pellet-Biere nahmen um 185 – 228 µg/L zu, die mit Hopfenextrakt gebrauten Biere nur um 101 – 170 µg/L.
- Bei allen forciert gealterten AfBs war die höchste Konzentration an Alterungskomponenten bei den mit Pellets hergestellten Varianten zu erkennen. Mit Hinblick auf die Veränderungen während der Lagerung, scheinen auch hier die mit Hopfenextrakt hergestellten AfBs im direkten Vergleich von Vorteil zu sein.
- In Bezug auf den Alkoholgehalt sind die AfBs mit Mutterbier-Verschnitt (0,5 Vol.-% Alkohol) höchstens auf dem Niveau der korrespondierenden 0,0 Vol.-% AfBs, zumeist aber leicht darunter. Die Geschmacksstabilität ist bei den 0,5 Vol.-% AfBs aufgrund der Mutterbierzugabe etwas besser.

## Zusammenfassung

In dieser praxisnahen Versuchsreihe wurde der Einfluss von konventionellen Hopfenprodukten im Sudhaus auf die anschließende Herstellung alkoholfreier Biere untersucht. Unterschiedliche Ausmischungen (0,0 sowie <0,5 Vol.-%) wie auch physikalische Methoden der Entalkoholisierung wurden hierbei berücksichtigt. Sowohl die Resultate der Verkostungen zweier geschulten Panels, als auch die Analysenergebnisse der forcierten Alterung deuten darauf hin, dass der Einsatz von Hopfenextrakt im Vergleich zum Einsatz von Hopfenpellets Vorteile in den daraus hergestellten AfBs einbringt. Am häufigsten wurde der Einsatz von Gesamtharzextrakt sensorisch bevorzugt. □

## Literatur:

- [1] Strobbs Bierradar, Inside Getränkemarkt Magazin (2022), S. 8-9
- [2] Internet, statista; <https://de.statista.com/outlook/cmo/alkoholische-getraenke/bier/weltweit#volumen> (abgerufen am 18.07.2023)
- [3] Biendl, M.; Cocuzza, S.: Hartharze – Neue Erkenntnisse über eine altbekannte Hopfenfraktion, Hopfenrundschaue International (2016/2017), S. 59-68
- [4] Müller, M. et al.: Drei Säulen – Thermische Entalkoholisierung an der Technischen Universität München, Brauindustrie (2015), S. 70-73

- [5] Müller, M. et al.: Vielfältige Prozesslösungen – vielfältige Produkte – Einfluss der Entalkoholisierungsmethode auf das Profil alkoholfreier Biere, Brauindustrie (2020), S. 22-25
- [6] Kienitz, S.: Alkoholfreies Bier mit Umkehrosmose – Möglichkeiten zur Beeinflussung der Bierqualität, Brauindustrie (2021), S. 21-24
- [7] Analytica-EBC Methoden: <https://dev.brewup.brewersofeurope.eu/ebc-analytica/category/chemical-physical/hops-and-hop-products> (abgerufen am 18.07.2023)
- [8] Schmidt, C.; Cocuzza, S.: Well-rounded sensory evaluation, Brauwelt International (2014/II), S. 116-118
- [9] Lehnhardt, F. et al.: Prediction Power and Accuracy of Forced Ageing-Matching Sensory and Analytical Results for Lager Beer. Brewing Science 2018, 71, S. 39-48

**Sandro Cocuzza  
und Frank Peifer,**  
Simon H. Steiner Hopfen GmbH;  
[www.hopsteiner.com](http://www.hopsteiner.com)

**Sönke Kienitz,  
Christoph Neugrodda  
und Prof. Dr. Thomas Becker**  
Lehrstuhl für Brau- und Getränke-  
technologie, Technische Universität  
München;  
[www.lbgt.wzw.tum.de](http://www.lbgt.wzw.tum.de)

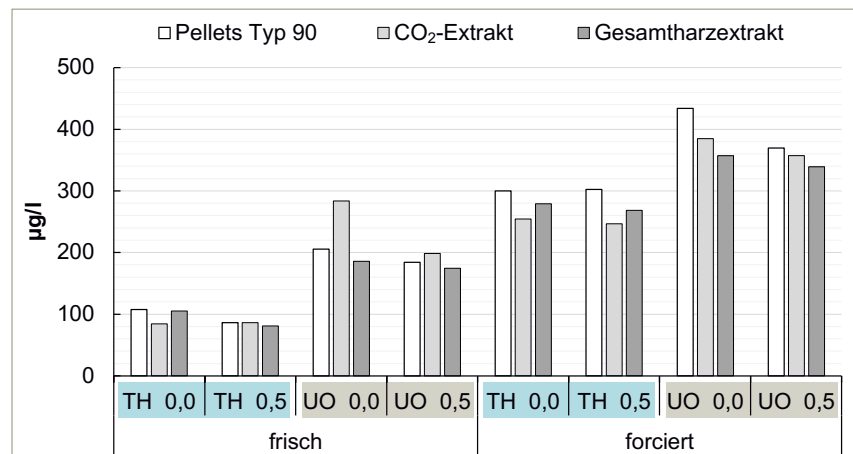


Abb. 2: Summe aller Alterungskomponenten frischer (links) gegenüber forcierter (rechts) Biere

## NEU: CO<sub>2</sub>-RÜCKGEWINNUNGSANLAGE CRS!

Durch unsere effiziente CO<sub>2</sub> Rückgewinnung werden Sie **unabhängig vom CO<sub>2</sub> Markt** und reduzieren Ihre **CO<sub>2</sub> Emissionen**

Gemeinsam gestalten wir Ihre nachhaltige Zukunft in der Getränkeindustrie!  
Besuchen Sie uns auf der BRAUBeviale in Nürnberg, **Halle 6 - Stand 111**

