

19. Rohstoffseminar Weihenstephan

Eine Frage der Sorte
Wieviel Nachhaltigkeitspotential
steckt im Mälzungsprozess?

Karl Weigt, 4. April 2022



Gliederung

- Nachhaltigkeit – vieldeutig
- Stellenwert im Bierherstellungsprozess - Einordnungs-Versuch
- Faktor Energie und Nachhaltigkeit im Mälzungsprozess
- Sortenunterschiede Braugerste im Mälzungsprozess
- Methodik der Betrachtungen
- Energiebedarf in Abhängigkeit des Weichgrads
- Umrechnung in CO₂-Ausstoss
- Mälzungs-Schwand in Abhängigkeit des Weichgrads
- Zusammenfassende Beurteilung
- Ausblick
- Quellenverzeichnis

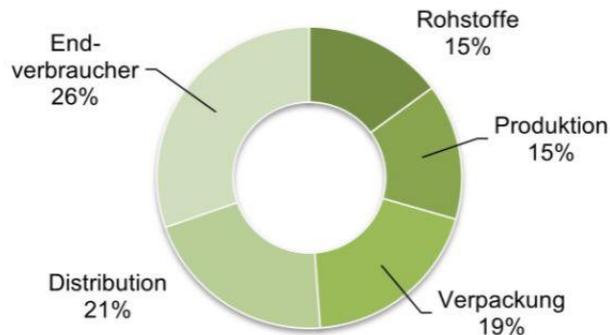
Carbon Footprint Bierherstellung

Viele Quellen – viele unterschiedliche Zahlen!

Je nach Definition, Scope1,2 oder 3, Brauerei spezifische Faktoren, Zeitraum, u.v.a.m.

BITBURGER BRAUGRUPPE

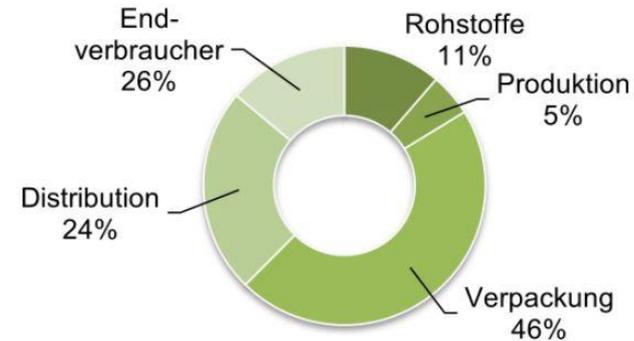
Bitburger Radler 0,0% in der 0,33-Liter- Longneck-
Mehrwegflasche: Prozentuale Anteile an den Emissionen



Treibhausgasemission gesamt: 69,8 kg CO₂e/hl
Davon: Verpackung 13,3 kg CO₂e/hl
Rohstoffe 10,5 kg CO₂e/hl

Bericht zur Nachhaltigkeit 2020:

Bitburger Premium Pils in der 0,33-Liter-Longneck-
Einwegflasche: Prozentuale Anteile an den Emissionen



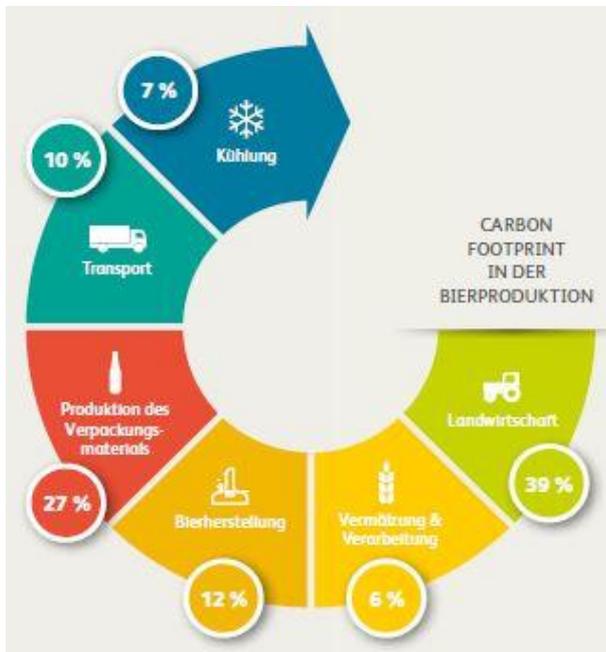
Treibhausgasemission gesamt: 156,7 kg CO₂e/hl
Davon: Verpackung 72,1 kg CO₂e/hl
Rohstoffe 17,2 kg CO₂e/hl

Carbon Footprint Bierherstellung



Bericht zur Nachhaltigkeit 2020:

Ganzheitlicher Ansatz:
“Vom Korn zum Kunden”



Treibhausgasemission gesamt: BUÖ: 40,7 kg CO₂e/hl
 (Vergleich Heineken-Gruppe: 66,2 kg CO₂e/hl)

Rohstoffe 45%: 18,3 kg CO₂e/hl

davon:

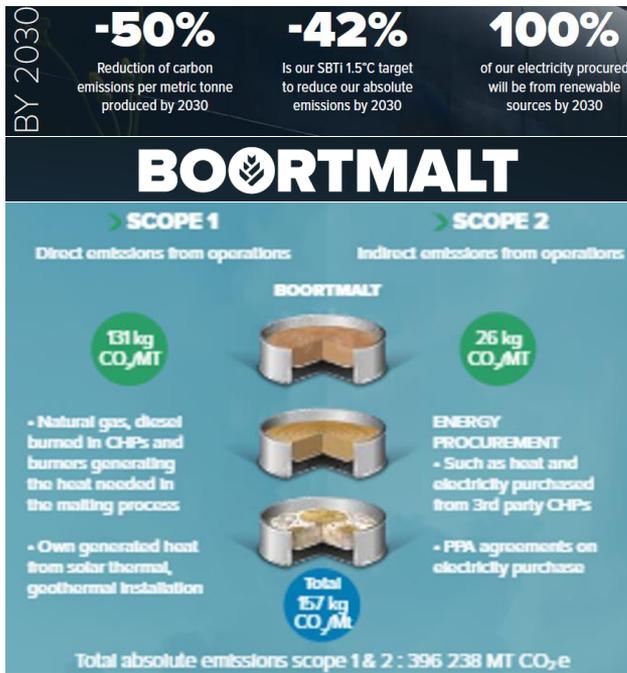
- **Landwirtschaft 87%: 15,9 kg CO₂e/hl**
- **Vermälzung, Verarbeitung 13%: 2,4 CO₂e/hl**
 bzw. 6% der gesamten Bierproduktion

Carbon Footprint Mälzungsprozess

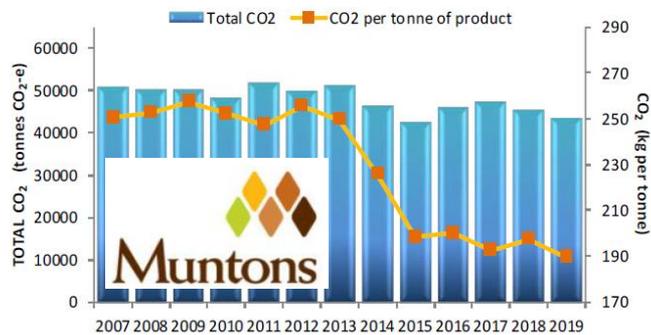
Viele Quellen – viele unterschiedliche Zahlen!

Je nach Definition, Mälzerei spezifische Faktoren, Darrbeheizung, **Sorten**, u.v.a.m. Erkennbar viel Bemühen und Dynamik in Bezug auf Nachhaltigkeit

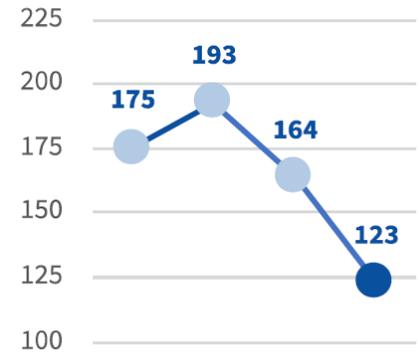
Beispiele:



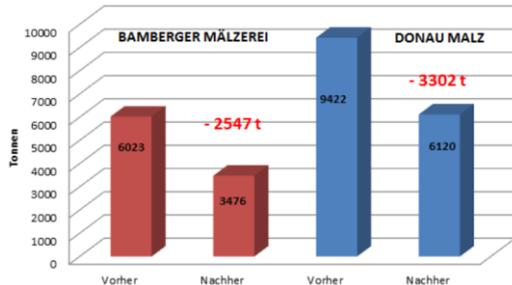
Carbon Footprint of Manufacturing Operations (Scope 1 + 2)



KG CO₂/ ton malt



Jährliche CO₂-Reduktion (t)



Carbon Footprint Mälzungsprozess

Theoretische Betrachtung:

Spezifische CO ₂ -Emission			
Erdgas Heizwert H _i		201	g/kWh
Strom: Deutscher Strommix		380	g/kWh
CO ₂ -Emission Mälzungsprozess pro Tonne Fertigmalz			
Schritt	Art	kWh/t	kg CO ₂ /t
Weichen, Keimen	Strom	20	7,6
Kühlen Jahresmittel	Strom	15	5,7
Darren	Wärme	730	146,7
Darren	Strom	45	17,1
Kläranlage	Strom	20	7,6
Transport, Maschinen und Sonstiges	Strom	20	7,6
Summe			192

Senkung des Carbon Footprints: Beispiele für Möglichkeiten:

- Verwendung von Biogas
- Verwendung von Ökostrom
- Regenerative Wärme (Holz)
- Solar-Eigenstrom
- BHKW
- Wärmepumpe
- Hocheffiziente WRG (HiF)
- u.v.a

**Alle Maßnahmen verringern die
Auswirkung des
Energieverbrauchs aber nicht
die Ursache!**

Nachhaltigkeit Mälzungsprozess

Konzentration auf 2 Nachhaltigkeitsfaktoren:

- Carbon Footprint durch Energieeinsatz Wärme und Strom
- Ökonomische Nachhaltigkeit (Mälzungsschwand)

Energie im Mälzungsprozess:

- ca. 75% der variablen Kosten bei der Malzherstellung (bis Feb. 2022)
- Nach der 1. Energiekrise 1973 konsequente Ausreizung aller Einsparpotentiale
- Heute nur noch bescheidene Einsparungen möglich

- **Neu erkennbares Potential: Neue Gerstensorten**

Sorteneinfluss im Mälzungsprozess

Beurteilung von Sorten im Berliner Programm bzgl. Malzeigenschaften

- Kleinmälzung nach standardisiertem Verfahren
- Anpassung des Standards, weil neue Sorten nach dem alten intensiven Standard überlösen
 - > nicht ausreichende Differenzierung möglich
- Zusätzliche Differenzierung der Mälzungseigenschaften mit technologischen Varianten:

VLB, Berlin im Rahmen Berliner Programm:

Vergleich der Malzparameter neuer Sorten unter dem Einfluss von variierender Mälzungsbedingungen

Variation des Weichgrads (ceteris paribus): 45% 43% 41% 39%

Ergebnisse allgemein: Unterschiedliche Sorten erreichen Ziele der Malzspezifikation mit unterschiedlichem Weichgrad – viele neuere Sorten mit immer tieferem Weichgrad

Sorteneinfluss im Mälzungsprozess

Logische Schlussfolgerung:

**Niedrigerer Weichgrad -> Weniger Wasserverdampfung im Darrprozess
-> Energieeinsparung bei Wärme und Strom**

**In der Praxis: Unterschiede bzw. Einsparungen erkennbar aber:
Überlagerung durch wechselnde Randbedingungen!**

- Angestrebter Grünmalzwassergehalt vor der Darre mit Streubreite
- Angestrebter Endwassergehalt im Fertigmalz mit Streubreite
- Angestrebte Darrzeit mit Streubreite
- Ständig wechselnde Außenluftzustände: Temperatur, Luftfeuchte und Luftdruck

**-> Konkrete Auswirkung auf Energieeinsatz und damit Nachhaltigkeit
mit Modell-Berechnungen**

Modellrechnung für Darrprozess

Objektive Quantifizierung: Theoretische Modell-Berechnung mit Standard-Darrprogramm und konstanten Bedingungen bzgl. Aussenluftzustand

-> Jahresmittel der Aussenluft: 10°C, 80% r.F., 1013 mbar

Annahmen:

- Festes Darrprogramm für Schwelken, Aufheizen, Abdarren
- Fester Endwassergehalt im Fertigmalz: 4,5%
- Fester Darr-Rhythmus: 24h
- Je nach Grünmalz-Wassergehalt muss beim Schwelken bis zum Durchbruch entsprechend Wasser ausgetrieben werden – Aufheizen und Abdarren bis zum Endwassergehalt im Fertigmalz sind jeweils gleich
- Wärmeeinsatz beim Schwelken steht proportional zum ausgetriebenen Wasser
- Strombedarf beim Schwelken steht in Potenz zur Veränderung des Volumenstroms

Modellrechnung für Darrprozess

Anwendung Berechnungs-Modell:

- Für jede Weichgrad Variation der VLB-Versuche
- Als Vergleichsstandard wird die Variante mit 43% Weichgrad festgelegt
45% Endweichgrad sind heute schon in der Praxis weitgehend überholt

Plausibilität des Berechnungsmodells:

Trocknung von Grünmalz 43% auf Fertigmalz von 4,5% ergibt im Berechnungsmodell für eine Einhorden-Hochleistungsdarre Praxis nah:

- Wärmebedarf 730 kWh/t
- Strombedarf 45 kWh/t

Hinweis: Berechnungen mit Hilfe des **Mollier-Diagramms!**

Energiebedarf in Abh. vom Weichgrad

Nachfolgend gilt: **Grünmalzwassergehalt bzw. Weichgrad:**
Synonym für Sorteneigenschaft!

Werte aus Modellberechnung für 1 t Fertigmalz beim Darren					
Grünmalzwassergehalt		39%	41%	43% Standard	45%
Wasserentzug auf 4,5%	kg/t	481	534	590	681
Wärmebedarf absolut	kWh/t	631	679	730	786
Wärmebedarf rel. zu 43%	%	86,4	93,0	100,0	107,7
Strombedarf absolut	kWh/t	30	37	45	57
Strombedarf rel. zu 43%	%	66,7	82,2	100,0	126,7

Fazit: Das Energieeinsparungspotential mit 13% bei Wärme und 33% bei Strom im Darrprozess, nur über die Sorte, übersteigt bei weitem das Potential von klassischen Optimierungsmaßnahmen

Carbon Footprint und Sorte

Carbon Footprint für 1 t Fertigmalz beim Darren					
Grünmalzwassergehalt		39%	41%	43% Standard	45%
Wärmebedarf absolut	kWh/t	631	679	730	786
CO ₂ bei Erdgas: 201 g/kWh	kg/t	127	136	147	158
Strombedarf absolut	kWh/t	30	37	45	57
CO ₂ bei Strommix: 380 g/kWh	kg/t	11	14	17	22
Summe CO ₂ -Emission	kg/t	138	151	164	180
Summe CO₂-Emission relativ	%	84	92	100	110

Anmerkung: Einsparpotential für 100% Wärmeerzeugung aus Erdgas und Strommix
Trotz Anstrengungen der Malzindustrie auf regenerative Energien umzustellen, bleibt heute immer noch ein Rest fossiler Anteil, der mit dem Sorteneffekt verringert wird.

Mälzungsschwand und Sorte

Datenbasis: Teilauswertung der Variationsmälzungen 2019 – 2021, VLB, Berlin
Überprüfung 18 Sorten-Versuche mit je 4 Weichgrad-Varianten auf Einhaltung der Malzspezifikation im Toleranzbereich bei Ermittlung des Gesamtschwands

Ergebnis: Die Malzspezifikation erreichen

- 4 Versuche mit Weichgrad **45%** bei Schwand von ca. **9,5%**
- 10 Versuche mit Weichgrad **43%** bei Schwand von ca. **7,2%** -> **Standard**
- 2 Versuche mit Weichgrad **41%** bei Schwand von ca. **6,3%**
- 2 Versuche mit Weichgrad **39%** bei Schwand von ca. **5,8%**

Beurteilung der Schwandersparnis:

In der Theorie: Bei der Produktion der Zielmalzmenge weniger Gersteneinsatz

-> **Kostensparnis**

In der Praxis: Bei gleicher Einweichmenge Zusatzmalzmenge, für die allerdings auch

– reduzierte- Zusatzenergie eingesetzt werden muss

-> **Erlössteigerung**

Ökonomische Nachhaltigkeit Mälzerei und Landwirtschaft

Mälzungsschwand und Sorte

Betrachtung der Schwandzahlen Weichen, Keimen, Darren					
Grünmalzwassergehalt		39%	41%	43% Standard	45%
Gesamtschwand wasserfrei	%	5,8	6,3	7,2	9,5
Bezogen auf Gersteneinsatz 14% H ₂ O: für 1 t Fertigmalz Standard	kg/t	1179	1186	1197	1227
Einsparung Gerste	kg/t	18	11	0	-30
Bezogen auf Fertigmalz 4,5% H ₂ O:					
Bei konstantem Gersteneinsatz	kg/t	1197	1197	1197	1197
Fertigmalmenge	kg/t	1015	1010	1000	975
Gewinn Malzmenge	kg/t	15	10	0	-25
Veränderung Wärmebedarf	kWh/t	9,5	6,6	0,0	-19,5
Veränderung Strombedarf	kWh/t	0,5	0,4	0,0	-1,4
Veränderung CO ₂ -Emission	kg/t	2	1	0	-4

Nachhaltigkeit und Kosten bis Feb. 2022

Rechen-Kosten in der Mälzerei bis Februar 2022 Schätzung							
Gaspreis Heizwert (H _i)	20 €/MWh	Strompreis	50 €/MWh	Braugerstenpreis Ernte 22 Bayern	320 €/t	Malzpreis Ernte 22 Bayern	510 €/t
Kosten und Carbon Footprint für 1 t Fertigmalz bis Feb. 2022							
Grünmalzwassergehalt		39%	41%	43% Standard	45%		
Summe CO2-Emission	kg/t	138	151	164	180		
Einsparung gegenüber Standard	%	16	8	0	-10		
Gaskosten Darre	€/t	12,62	13,58	14,60	15,72		
Stromkosten Darre	€/t	1,50	1,85	2,25	2,85		
Summe Energiekosten Darre	€/t	14,12	15,43	16,85	18,57		
Differenz zum Standard	€/t	-2,73	-1,42	0,00	1,72		
Schwand 1: Einsparung Gerste	€/t	-5,69	-3,52	0,00	9,60		
Summe Einsparung: Energie und Schwand	€/t	-8,42	-4,94	0,00	11,32		
Schwand 2: Gewinn Malz Energie bereinigt	€/t	-7,89	-4,95	0,00	12,29		
Summe Einsparung: Energie und Schwand	€/t	-10,62	-6,37	0,00	14,01		
Im Verhältnis zum Mälzungslohn 90.- €/t	%	-11,8	-7,1	0,0	15,6		

Nachhaltigkeit und Kosten ab 24. Feb. 2022

Rechen-Kosten in der Mälzerei ab 24. Februar 2022 grobe Schätzung			
Gaspreis Heizwert (H _i)	100 €/MWh	Strompreis	200 €/MWh
		Braugerstenpreis	420 €/t
		Ernte 22 Bayern	Malzpreis
			700 €/t
			Ernte 22 Bayern

Kosten und Carbon Footprint für 1 t Fertigmalz ab 24. Feb. 2022

		39%	41%	43% Standard	45%
Grünmalzwassergehalt					
Summe CO2-Emission	kg/t	138	151	164	180
Einsparung gegenüber Standard	%	16	8	0	-10
Gaskosten Darre	€/t	63,10	67,90	73,00	78,60
Stromkosten Darre	€/t	6,00	7,40	9,00	11,40
Summe Energiekosten Darre	€/t	69,10	75,30	82,00	90,00
Differenz zum Standard	€/t	-12,90	-6,70	0,00	8,00
Schwand Var. 1: Einsparung Gerste	€/t	-7,47	-4,62	0,00	12,60
Summe Einsparung: Energie und Schwand	€/t	-20,37	-11,32	0,00	20,60
Schwand Var. 2: Gewinn Malz Energie bereinigt	€/t	-9,46	-6,27	0,00	15,27
Summe Einsparung: Energie und Schwand	€/t	-22,36	-12,97	0,00	23,27
Im Verhältnis zum Mälzungslohn 150.- €/t	%	-14,9	-8,6	0,0	15,5

Zusammenfassung und Highlights

- Carbon Footprint Anteil Malzherstellung im gesamten Bierherstellungsprozess gering
- Energieeinsparungspotential Mälzungsprozess weitgehend ausgeschöpft
- Neue beachtliche Einsparpotentiale mit neuen Braugerstensorten
- Erreichung der Malzspezifikation mit weniger Keimgutfeuchte
- Energie- und Kosteneinsparung beim Darren und Verringerung der CO₂-Emission
- Noch weit höhere Einsparung durch Verringerung des Mälzungsschwands

Einsparpotential bis zu	pro Tonne Fertigmalz	Anteil im Prozess	Mälzerei 50.000 t/a	Potential in D pro Jahr (2 Mio t/a)
CO ₂ - Emission	26 kg	16%	1.300 t	52.000 t
Energiekosten	12,90 €	16%	645.000 €	26 Mio. €
Mälzungskosten mit Schwand	22,36 €	15%	1,12 Mio €	45 Mio. €

“einfach so!”

Ausblick: Neue Sorten

- ✓ Bedeutendes Potential zur Verbesserung der Nachhaltigkeit im Mälzungsprozess
- ✓ CO₂-Emission in der Landwirtschaft beim Braugerstenanbau in ähnlicher Größenordnung
- ✓ Neues Kriterium bei der Validierung von neuen Braugersten Sorten

-> Anpassung bzw. Erweiterung im “Berliner Programm”

....Alles klar ?



Vielen Dank fürs aufmerksame Zuhören Fragen ?



Vortrag zum Download unter:
www.bmt-weigt.de



Quellenverzeichnis

- Folie 1 Bild Karl Weigt
- Folie 3 Wikipedia
Walter König, Präsentation: Nachhaltigkeitsmanager des Bayer. Brauerbunds 2022
- Folie 4 Bitburger Braugruppe, Bericht zur Nachhaltigkeit 2020
- Folie 5 Brauunion Österreich, Der Nachhaltigkeitsbericht 2020
- Folie 6 Boortmalt, Sustainability Report 2021
Muntons, Sustainability Report 2020
Holland Malt, CSR Report 2020
Bamberger Mälzerei-Gruppe, Homepage: “Nachhaltigkeit”
- Folie 7 Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle: Informationsblatt CO₂-Faktoren
Umweltbundesamt: Strom- und Wärmeversorgung in Zahlen
Karl Weigt, Eigene Erhebung
- Folie 9 Henrike Vorwerk, VLB, Berlin
- Folie 11-14 Modell-Rechnung: Karl Weigt
- Folie 15 Auswertung “Vergleich der Malzparameter neuer Sorten unter dem Einfluss variierender Mälzungsbedingungen”, Henrike Vorwerk, VLB, Berlin
- Folie 17,18 BAFA, UBA, Karl Weigt, Eigene Erhebung
- Folie 20 PD Dr. Kurt Möller, LTZ Augustenberg, CO₂-Abdruck konventioneller Ackerbau
- Folie 21 Bilder Bayerischer Brauerbund

Curriculum Vitae (short version)

Karl Weigt, Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing.

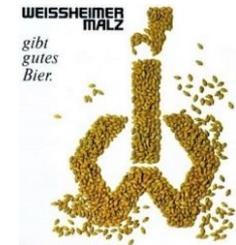
- 1974 – 1979 Weihenstephan, Brauwesen und Getränketechnologie
- 1979 – 1984 Air Fröhlich AG, Projektierung, Entwicklung
- 1992 – 2002 Weissheimer Malz, Betriebsleiter
- 2002 – 2017 Malteurop Deutschland, Geschäftsführer
- Seit April 2017 bmt Weigt, Handelsvertreter Malteurop



Technische Universität München



Wissenschaftszentrum Weihenstephan
für Ernährung, Landnutzung und Umwelt



Brauberatung
Malzkompetenz
Technologie