

# Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfensorten Hallertau Blanc, Mandarinina Bavaria und Polaris



**Dr. Klaus Kamhuber, Anton Lutz, Jakob Münsterer**

# Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfensorten

## Hallertau Blanc, Mandarinina Bavaria und Polaris

### Mandarinina Bavaria



**Hopfen-Aroma:**  
hopfig, fruchtig,  
frisch, Mandarinen-  
und Zitrusnote

**Aroma im Bier:**  
hopfig, Mandarinen-  
und Orangenaroma

Gesamtöle: 1,5 - 2,2 ml/100 g  
Alphasäuren: 7,0 - 10,0 %  
Polyphenole: 2,3 - 2,7 %

### Huell Melon



**Hopfen-Aroma:**  
fruchtig, süß, Honig-  
melone, Aprikose  
und Erdbeere

**Aroma im Bier:**  
süßliche Aromen,  
Honigmelone,  
Aprikose, Erdbeere

Gesamtöle: 0,8 - 2,1 ml/100 g  
Alphasäuren: 7,0 - 8,0 %  
Polyphenole: 3,0 %

### Hallertau Blanc



**Hopfen-Aroma:**  
blumig-fruchtig, Mango,  
Maracuja, Grapefruit,  
Stachelbeere und  
Ananas

**Aroma im Bier:**  
grüne Früchte,  
Mango, Stachelbeere

Gesamtöle: 1,5 - 1,8 ml/100 g  
Alphasäuren: 9,0 - 11,0 %  
Polyphenole: 3,1 %

### Polaris



**Hopfen-Aroma:**  
würzig-fruchtig,  
Gletschereis-  
Bonbon-Note

**Aroma im Bier:**  
frisch, fruchtig,  
Minznote, leichte  
Zitrusnote

Gesamtöle: 4,4 - 4,8 ml/100 g  
Alphasäuren: 18,0 - 23,0 %  
Polyphenole: 2,6 - 2,7 %

A. Lutz, J. Kneidl, K. Kammhuber, E. Seigner

- Brauversuche und Bierverkostungen bestätigen die einzigartigen Aromen- und Geschmacksnoten der Hüller „**Special Flavor-Hopfensorten**“

*Aroma und Geschmack = Flavor (engl. Flavour)*

- Oberstes Ziel bei der Produktion von Flavor-Hopfen ist die optimale Aromausprägung
- Boden, Witterung, **Erntezeit und Trocknung** beeinflussen die Aromausprägung einer Sorte (quantitativ und qualitativ)

# Erntezeitbereiche der wichtigsten Hopfensorten

- Planen der Ernte („von hinten nach vorne“)
- Hopfenfläche, Pflück- und Trocknungsleistung müssen in einer vernünftigen Relation stehen

11

• Erntezeitbereich der wichtigsten Hopfensorten

	August											September																									
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Hall.-Mfr.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Spalter	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
North.-Brewer	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Tettnanger	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hall.-Tradition	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Opal	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Saphir	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Perle	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Spalter-Select	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hall.-Magnum	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Smaragd	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hersbrucker	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hall.Taurus	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2010/08/33	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hall.-Blanca	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Cascade	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Polaris	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Huell-Melon	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Herkules	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2010/72/20	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nugget	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Mand.-Bavaria	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Quelle: Grünes Heft

# Erntezeitpunkte sind von der Jahreswitterung abhängig

## Hopfenbau-Ringfax-Nr. 43 vom 05. September 2014

### 1. Reife und Erntezeitpunkte der Flavor-Hopfensorten! ·LFL

Alle Flavor-Hopfensorten sind relativ spät in der Reife und konnten die feuchten und kühlen Witterungsabschnitte der vergangenen Wochen für eine langanhaltende Blüte und Ausdoldung gut nutzen. Daher weisen auch diese Sorten eine große Schwankungsbreite in der Erntereife auf. Hinzu kommt, dass noch wenige Erfahrungen mit den Sorten vorliegen und die Kundenwünsche hinsichtlich der Reife und Aromausprägung noch nicht eindeutig definiert sind. Sie sollten sich deshalb mit Ihrem Abnehmer in Verbindung setzen, bevor Sie die Flavor-Hopfensorten ernten.

Junghopfen sollten im ersten Jahr nicht oder erst sehr spät geerntet werden. Dies dankt der Stock mit einem kräftigeren Austrieb und Mehrertrag im nächsten Jahr.

Soweit der Reifezustand jetzt abgeschätzt werden kann, **beginnt die Erntereife bei den Flavor-Hopfensorten** in folgenden Zeitfenstern:

Hallertau Blanc	→	→	→	12. – 15. September
Polaris	→	→	→	12. – 16. September
Huell-Melon, Cascade	→	→	→	15. – 18. September
Mandarina Bavaria	→	→	→	22. – 25. September



## Hopfenbau-Ringfax-Nr. 40 vom 1. September 2016

### 1. Reife und Erntezeitpunkte! ·LFL

Die sommerlichen Temperaturen in der 2. Augushälfte haben die Entwicklung und Reife des Hopfens beschleunigt. Die anfängliche Entwicklungsverzögerung wurde weitgehend aufgeholt, was sich in den Trockensubstanzgehalten und Alphaergebnissen widerspiegelt. Da auch in der nächsten Zeit geringe Niederschlagsmengen und weiterhin sommerliche Temperaturen vorhergesagt werden, ist mit einer zügigen **Abreife** zu rechnen. Die wöchentlichen Ergebnisse des Trockensubstanz- und Alphagehaltmonitoring der LfL können Sie auf der Internetseite der Landesanstalt [www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen](http://www.lfl.bayern.de/ipz/hopfen) verfolgen.

Um optimale Alphaerträge pro ha erzielen zu können, wird dennoch empfohlen, die alphabetonten Aromasorten und die Bitterstoffsorten nicht zu früh zu ernten, sondern die optimale Erntereife der einzelnen Sorten abzuwarten. Dadurch kann der Hopfen genügend Reservestoffe einlagern und ist im nächsten Jahr wüchsiger und weniger anfällig für Krankheiten wie z. B. die Welke!

Bei den Flavor-Sorten sind die speziellen Qualitätsanforderungen der Abnehmer zu berücksichtigen!

Soweit der Reifezustand jetzt abgeschätzt werden kann, **beginnt die Erntereife** zu folgenden Terminen:



# Erntezeitpunkte sind von der Jahreswitterung abhängig

- Zeitraum zwischen Ausdoldungsbeginn und Erntereife:
  - Aromasorten: 4 Wochen (mindestens 25 Tage)
  - Hochalphasorten: 5 Wochen (mindestens 30 Tage)
  - Flavorsorten: 5 Wochen (mindestens 30 Tage)
  - Herkules: 6 Wochen
  
- Temperatur, Niederschlag und Belichtung beeinflussen die Ausdoldung und Abreife noch gewaltig
  
- Schnittzeitpunkt, Boden, Standort, Lage und Exposition beeinflussen die Entwicklung zusätzlich
  
- zum optimalen Reifezeitpunkt beginnen die Dolden zu „rascheln“ und die Doldenfarbe wechselt von dunkelgrün zu hellgrün bis gelblich

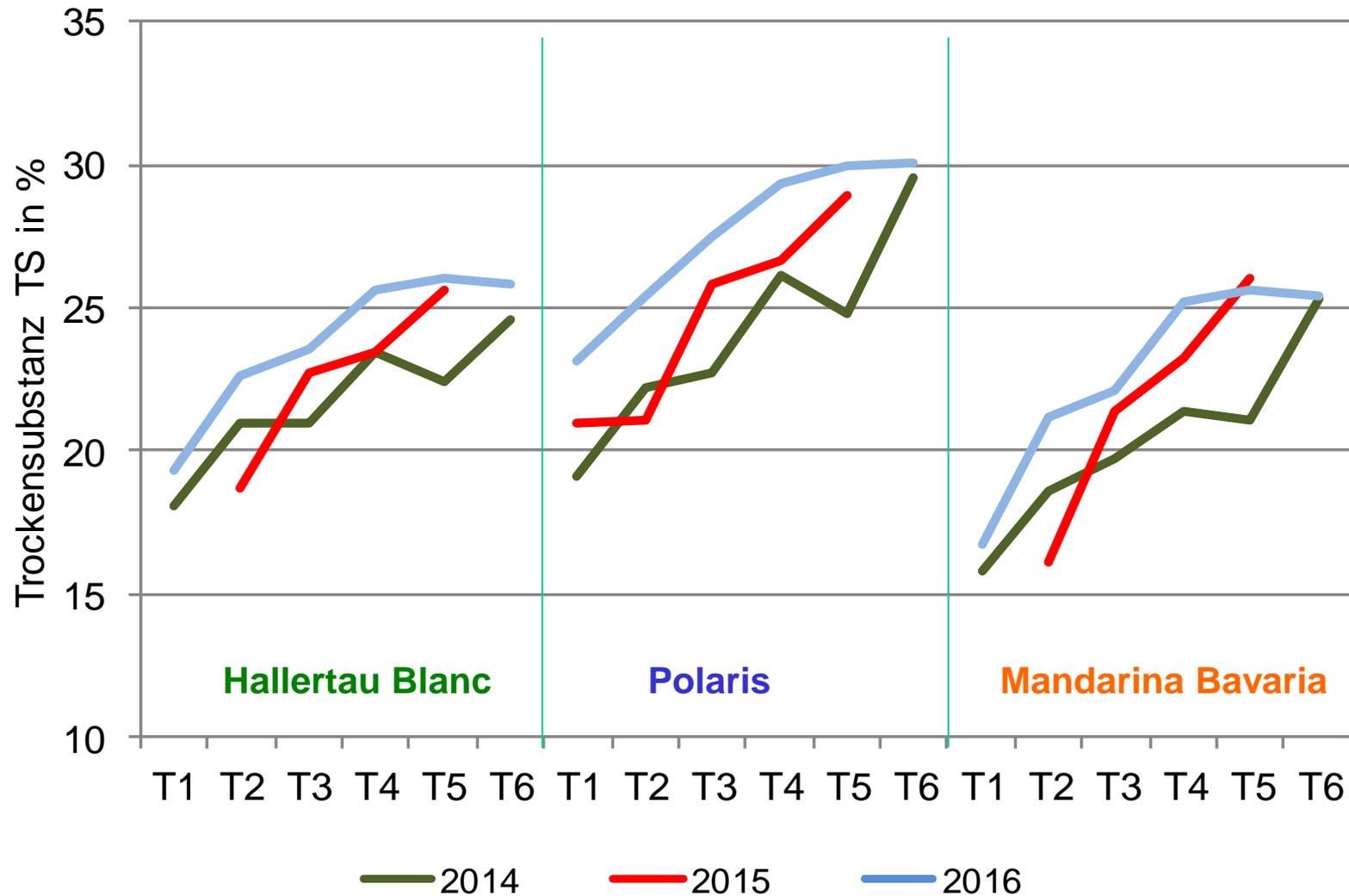
# Anpassung der Erntempfehlung durch Biogeneseversuche

- bei den wichtigsten Sorten werden im wöchentlichen Abstand vergleichbar entwickelte Einzelreben beerntet
- die Muster werden am nächsten Tag analysiert und ausgewertet
- die Analyseergebnisse sind eine Grundlage der Beratungsempfehlungen



2014						
T0 2014 12.08.2014	T1 2014 19.08.2014	T2 2014 26.08.2014	T3 2014 02.09.2014	T4 2014 09.09.2014	T5 2014 16.09.2014	T6 2014 23.09.2014
2015						
T0 2015 11.08.2015	T1 2015 18.08.2015	T2 2015 25.08.2015	T3 2015 01.09.2015	T4 2015 08.09.2015	T5 2015 15.09.2015	T6 2015 22.09.2015
2016						
T0 2016 16.08.2016	T1 2016 23.08.2016	T2 2016 30.08.2016	T3 2016 06.09.2016	T4 2016 13.09.2016	T5 2016 20.09.2016	T6 2016 27.09.2016

# Die Trockensubstanzgehalte zeigen die Reifeentwicklung



# Erntezeitpunktversuche 2014 - 2016

## Hallertau Blanc, Mandarina Bavaria und Polaris

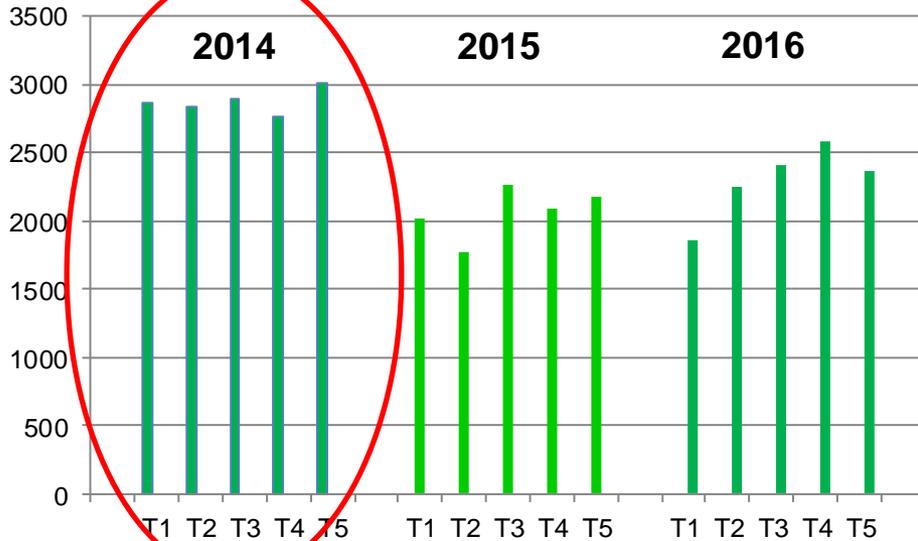
Pflanzenzahl	Rand	Rand	Rand	Rand
12	5/1	2/2	1/3	4/4
	24	24	24	24
12	4/1	5/2	3/3	1/4
	24	24	24	24
12	3/1	1/2	5/3	2/4
	24	24	24	24
12	2/1	3/2	4/3	5/4
	24	24	24	25
12	1/1	4/2	2/3	3/4
	24	24	24	24
Reihe	Rand 1	Rand 2	Rand 3	Rand 4



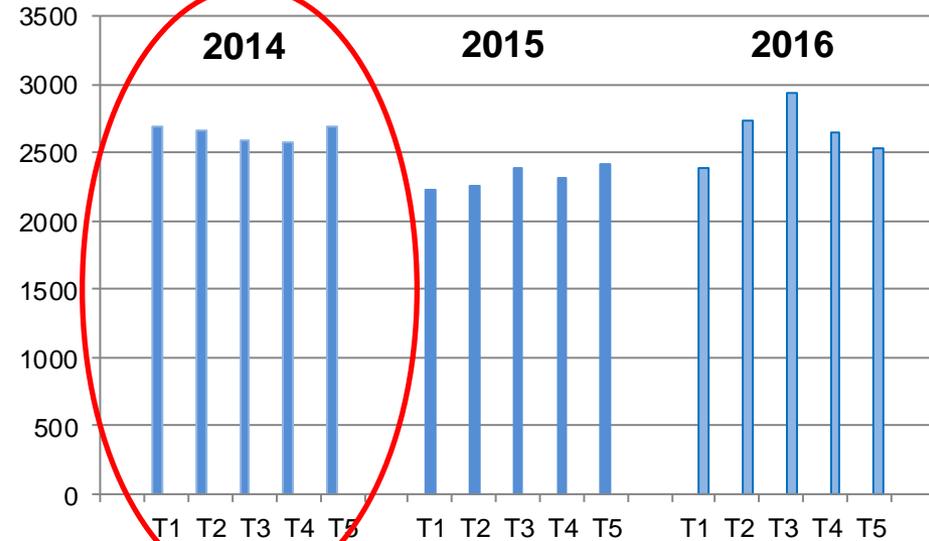
September		4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
2014	HC						T1			T2				T3			T4				T5					
	PA						T1			T2				T3			T4				T5					
	MB									T1				T2			T3				T4				T5	
2015	HC				T1				T2				T3		T4				T5							
	PA				T1				T2				T3		T4				T5							
	MB												T1		T2				T3			T4				T5
2016	HC		T1			T2				T3				T4				T5								
	PA		T1			T2				T3				T4				T5								
	MB									T1				T2				T3			T4				T5	

# Erntezeitpunktversuche 2014 – 2016: Erträge in kg/ha

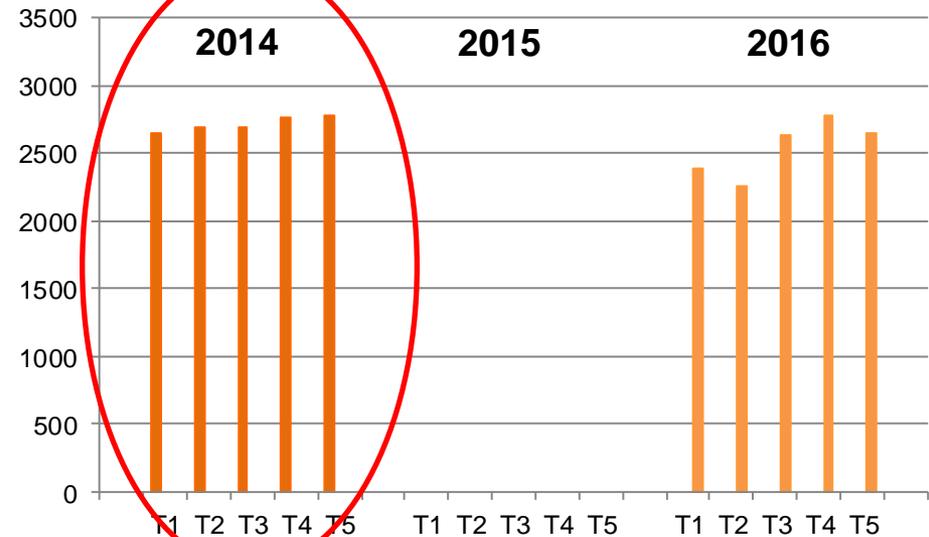
## Hallertau Blanc



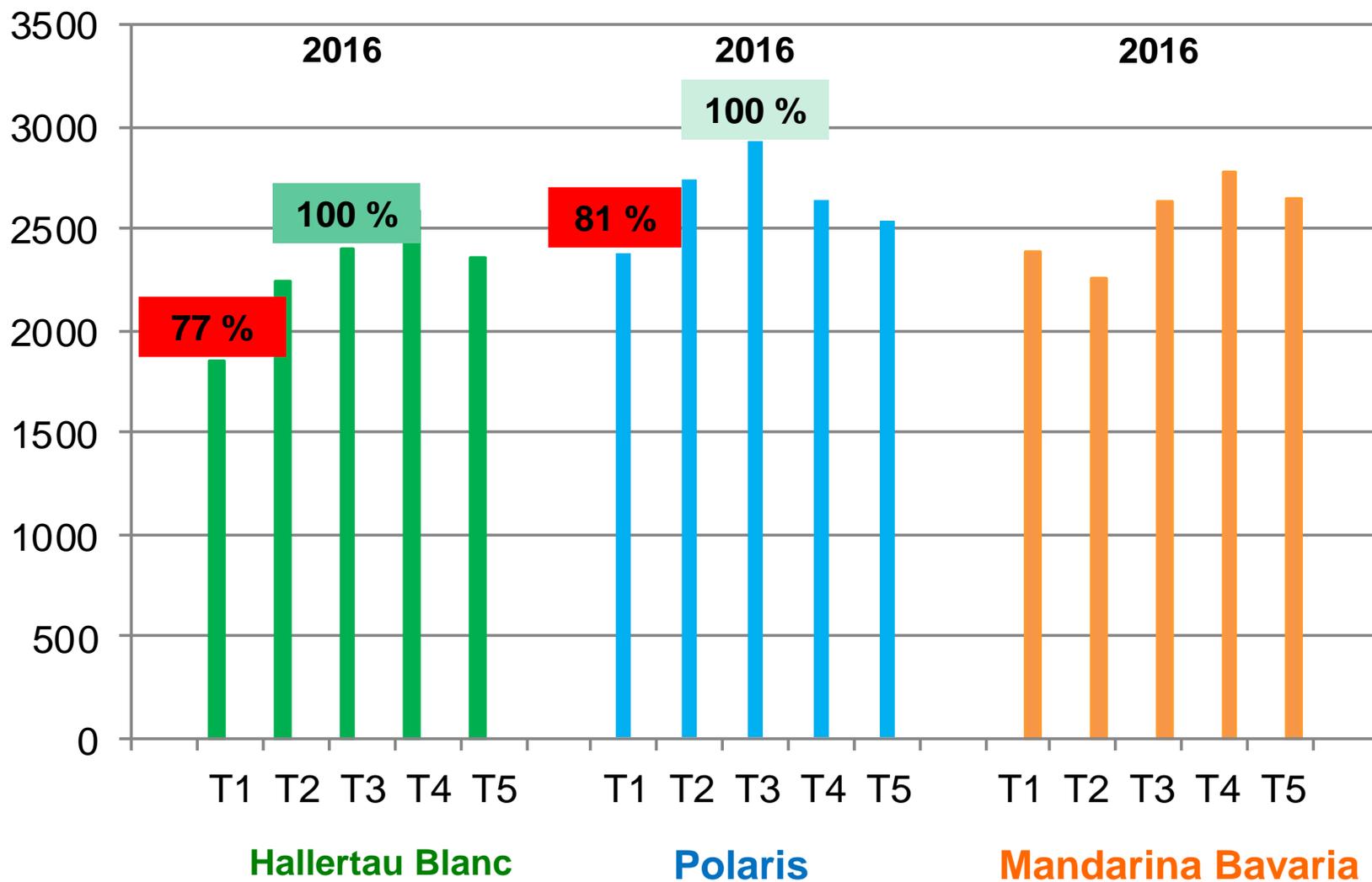
## Polaris



## Mandarina Bavaria



# Erntezeitpunktversuche 2014 - 2016: Erträge in kg/ha

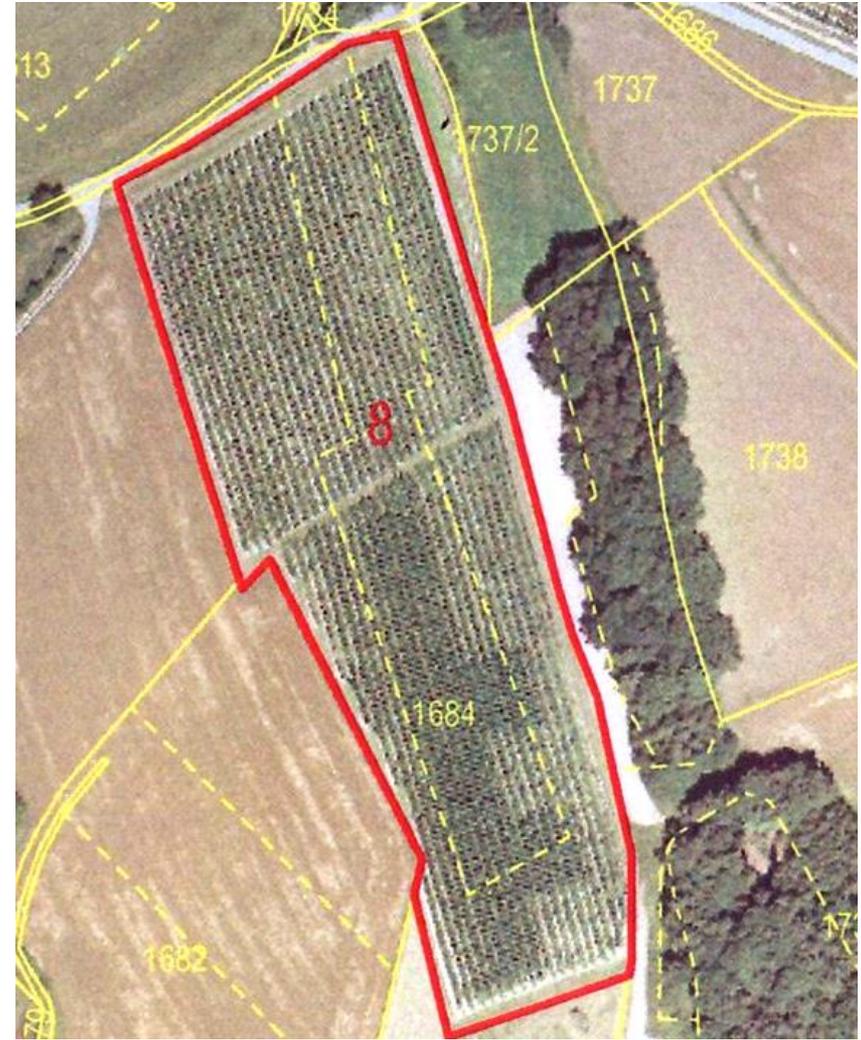


# Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Vitalität und den Ertrag bei ...

zu früher Ernte im Vorjahr



sehr später Ernte im Vorjahr



# Qualitätsbestimmung der Hopfenmuster

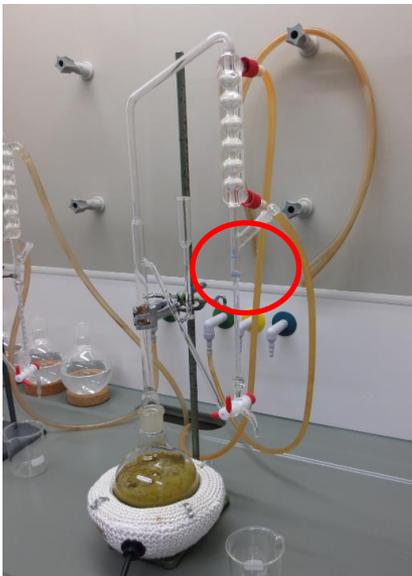
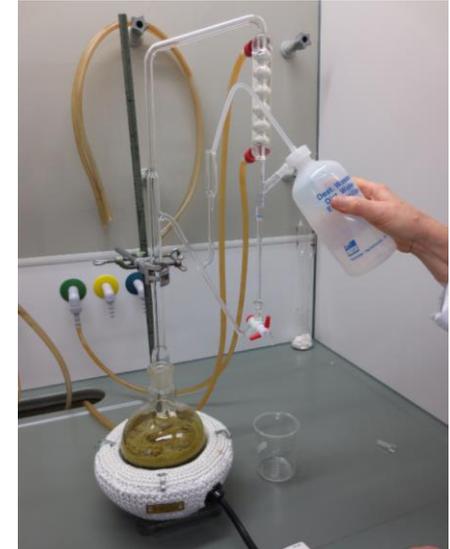
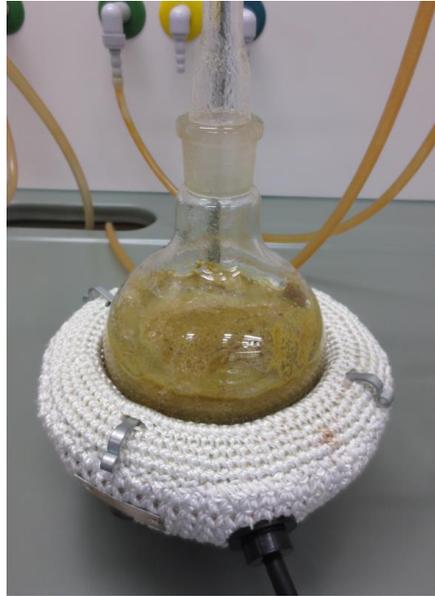
Biogenese - und Erntezeitpunktversuchen



T1 T2 T3 T4 T5

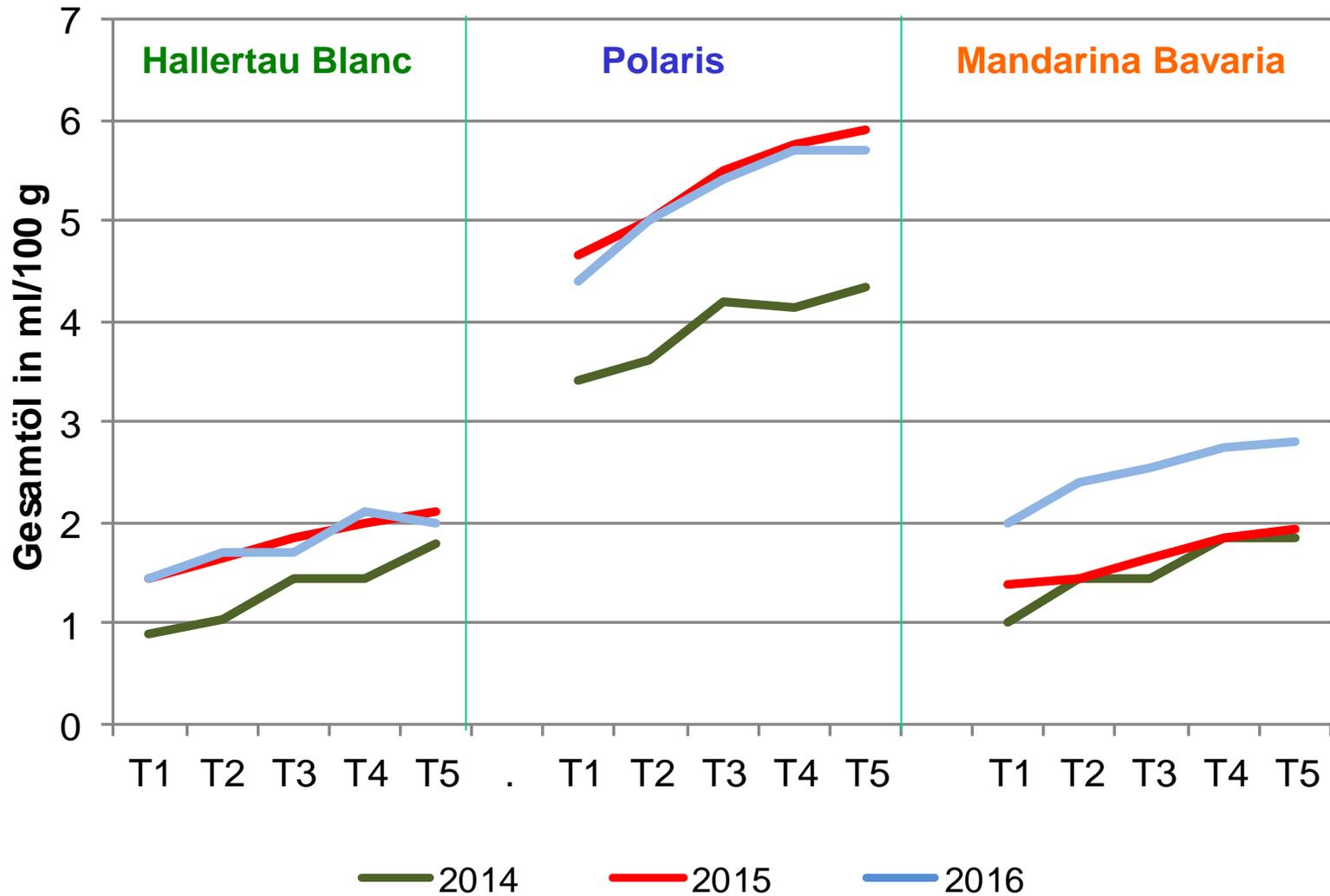
T1 - T5 = Erntetermine

# Einfluss der Erntezeitpunkte auf den Gesamtölgehalt



Destillationsapparatur nach Brückner

# Einfluss der Erntezeitpunkte auf den Gesamtölgehalt



# Biogenese 2016: Bonitur auf „Farbe- und Glanz“ und Aroma

## Hallertau Blanc

HC	Äußere Qualität
Erntetermine	Farbe- u. Glanz (1-15)
T1 = 23.08.	11
T2 = 30.08.	13
T3 = 06.09.	14
T4 = 13.09.	13
T5 = 20.09.	11
T6 = 27.09.	9

Aroma	
Rangliste (1-5)	Aromapunkte (1-30)
4,6	19
3,3	25
2,3	25
1,7	27
3,3	26
4,7	24

## Polaris

PA	Äußere Qualität
Erntetermine	Farbe- u. Glanz (1-15)
T1 = 23.08.	10
T2 = 30.08.	12
T3 = 06.09.	11
T4 = 13.09.	9
T5 = 20.09.	7
T6 = 27.09.	5

Aroma	
Rangliste (1-5)	Aromapunkte (1-30)
4,4	19
2,8	21
2,0	24
2,6	23
4,3	21
5,3	19



## Mandarina Bavaria

MB	Äußere Qualität
Erntetermine	Farbe- u. Glanz (1-15)
T1 = 23.08.	12
T2 = 30.08.	13
T3 = 06.09.	15
T4 = 13.09.	13
T5 = 20.09.	13
T6 = 27.09.	9

Aroma	
Rangliste (1-5)	Aromapunkte (1-30)
4,9	18
3,9	21
3,4	24
3,0	26
1,9	27
3,4	25

# Biogenese 2016: Bonitur auf „Farbe- und Glanz“ und Aroma

## Hallertau Blanc

HC	Äußere Qualität	Aroma	
Erntetermine	Farbe- u. Glanz (1-15)	Rangliste (1-5)	Aromapunkte (1-30)
T1 = 23.08.	11	4,6	19
T2 = 30.08.	13	3,3	25
T3 = 06.09.	<b>14</b>	2,3	25
T4 = 13.09.	13	<b>1,7</b>	<b>27</b>
T5 = 20.09.	11	3,3	26
T6 = 27.09.	9	4,7	24

## Polaris

PA	Äußere Qualität	Aroma	
Erntetermine	Farbe- u. Glanz (1-15)	Rangliste (1-5)	Aromapunkte (1-30)
T1 = 23.08.	10	4,4	19
T2 = 30.08.	<b>12</b>	2,8	21
T3 = 06.09.	11	<b>2,0</b>	<b>24</b>
T4 = 13.09.	9	2,6	23
T5 = 20.09.	7	4,3	21
T6 = 27.09.	5	5,3	19



## Mandarina Bavaria

MB	Äußere Qualität	Aroma	
Erntetermine	Farbe- u. Glanz (1-15)	Rangliste (1-5)	Aromapunkte (1-30)
T1 = 23.08.	12	4,9	18
T2 = 30.08.	13	3,9	21
T3 = 06.09.	<b>15</b>	3,4	24
T4 = 13.09.	13	3,0	26
T5 = 20.09.	13	<b>1,9</b>	<b>27</b>
T6 = 27.09.	9	3,4	25

# Einfluss vom Erntezeitpunkt auf den Brauwert der Flavor-Hopfensorten

## Hallertau Blanc, Mandarinina Bavaria und Polaris

- bis zum Erntezeitpunkt werden noch Reservestoffe in den Wurzelstock eingelagert (Vitalität!)
- Der Erntezeitpunkt hat auf den Gehalt an ätherischen Ölen und die Ölzusammensetzung einen sehr großen Einfluss
- i.R. ist ein späterer Erntetermin für die volle Aromausprägung günstig
- zu spät geernteter Hopfen zunehmend zwiebelige und knoblauchartige Aromanoten durch den Anstieg von Schwefelverbindungen
- **Brauerwünsche beachten und Ernte mit Vertragspartner absprechen!**

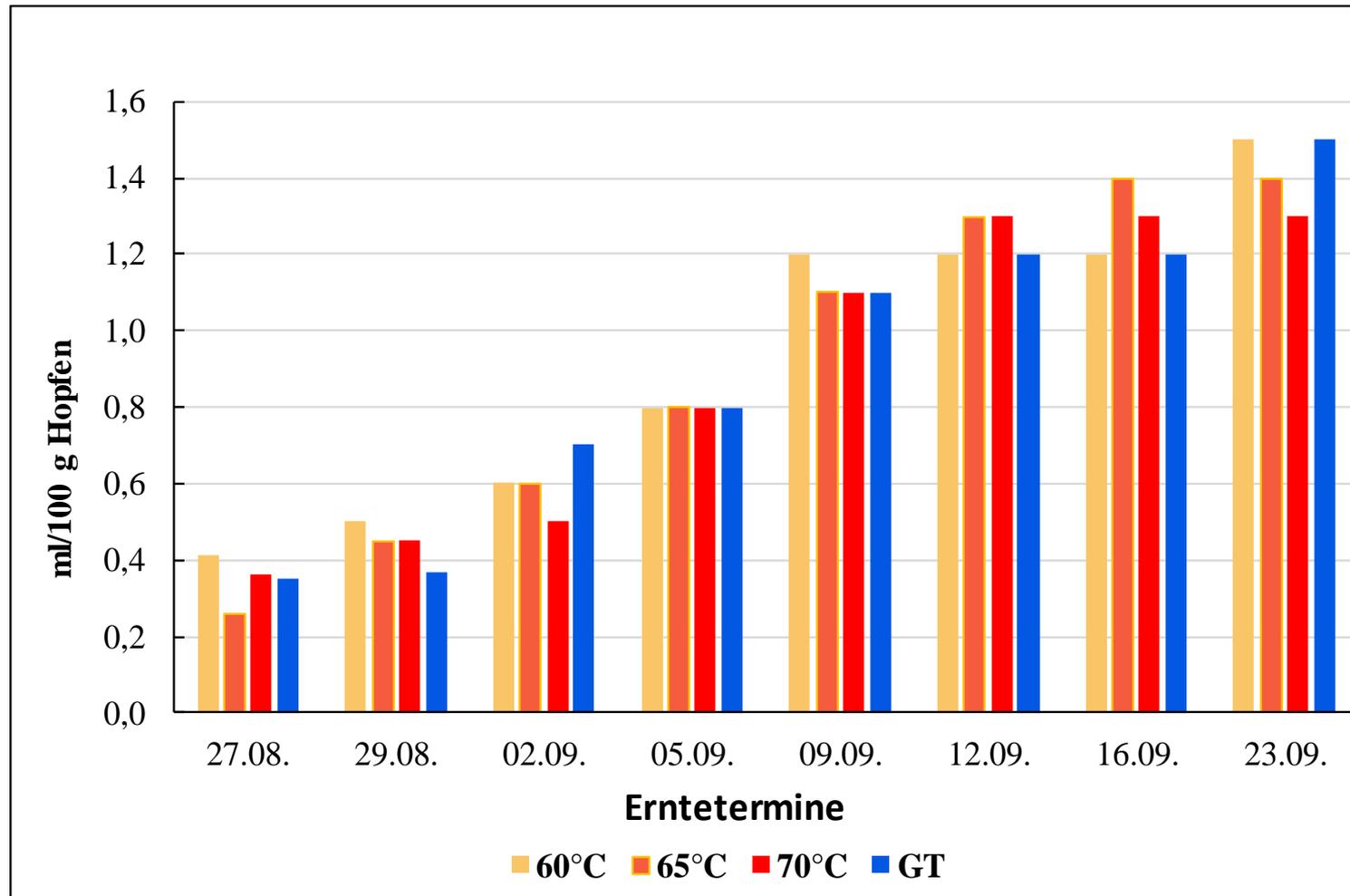


# Einfluss unterschiedlicher Erntezeitpunkte und Trocknungstemperaturen auf die Hopfenqualität

Bachelor-Arbeit: Einfluss von Reife und **Trocknungstemperaturen** auf die qualitätsgebenden Inhaltsstoffe von Flavor-Hopfen  
Theresa Presl



# Einfluss unterschiedlicher Erntezeitpunkte und Trocknungstemperaturen auf den Gesamtölgehalt



Gesamtölgehalt der Sorte Mandarina Bavaria bei Konvektionstrocknung mit unterschiedlichen Trocknungstemperaturen und Gefriertrocknung (GT) zu den jeweiligen Erntezeitpunkten 2013

# Ursachen für „Farbveränderungen“ ...

...Kleintrocknungsversuche



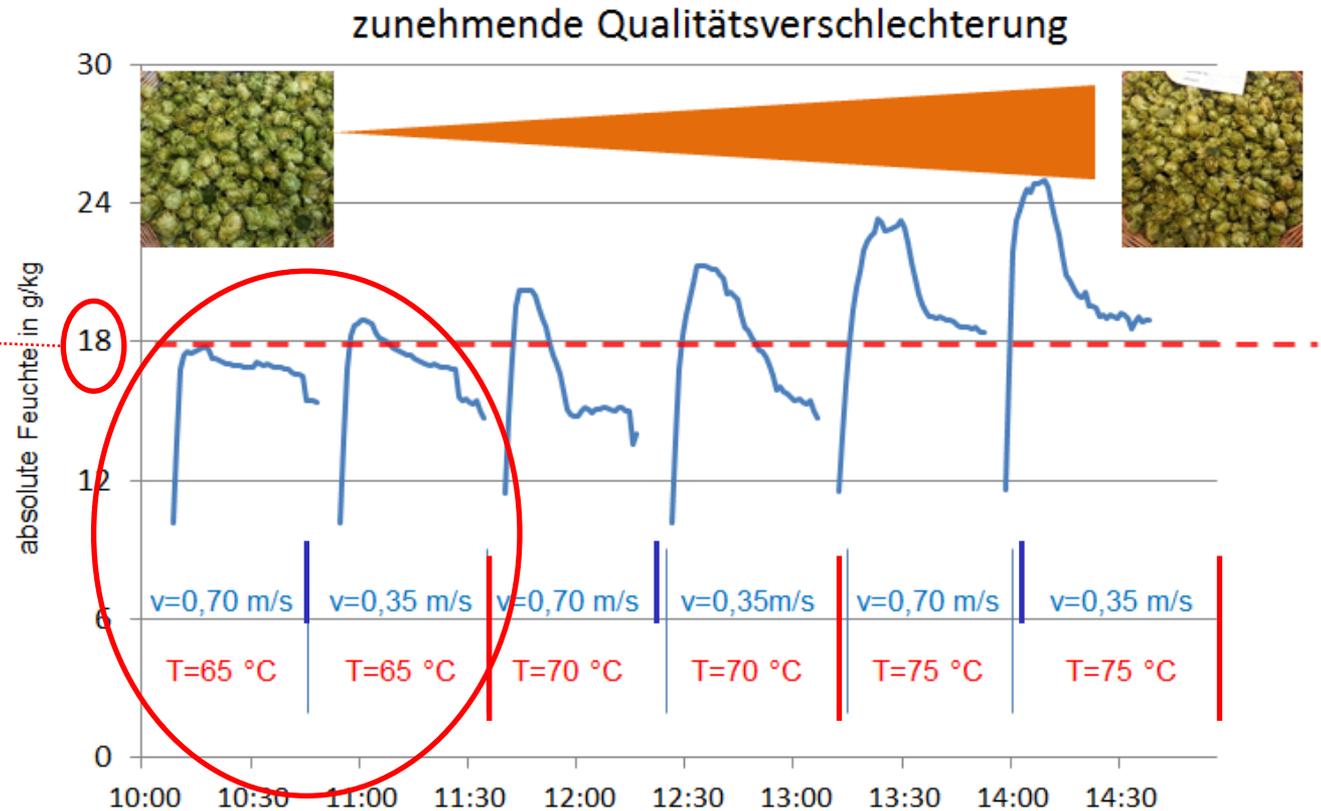
Messen und graphische Aufbereitung von

- Temperatur in °C
- Luftfeuchte in %
- Absolute Feuchte in g/kg



# Ursachen für „Farbveränderungen“ ...

....Kleintrocknungsversuche:

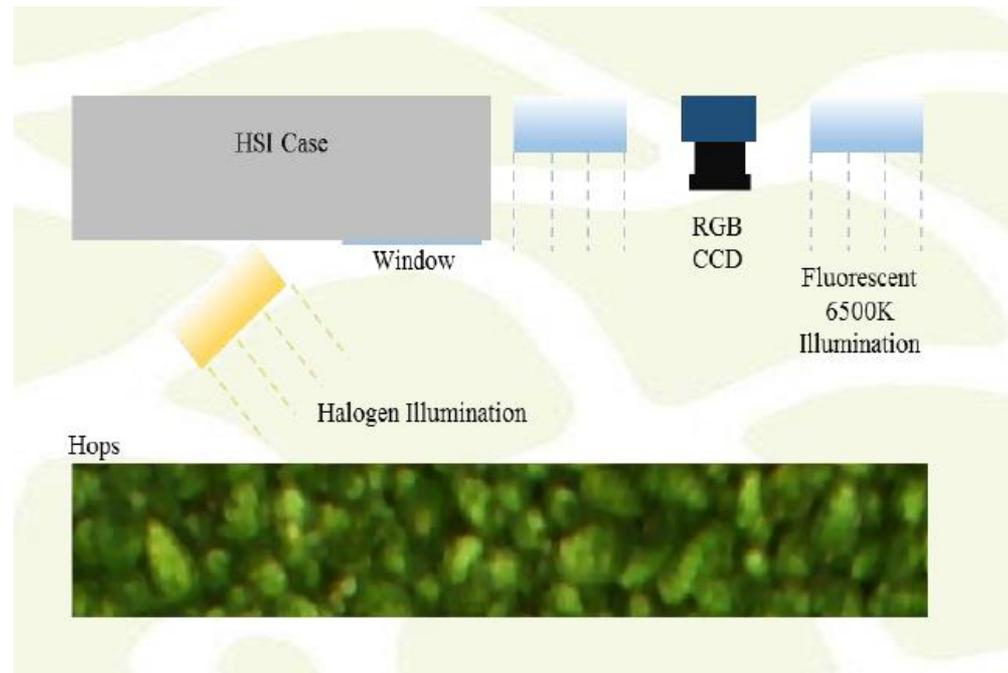


absolute Feuchte in g/kg Trocknungsabluft in den ersten 40 Minuten Trocknungszeit bei unterschiedlichen Trocknungstemperaturen und Luftgeschwindigkeiten

# Ursachen für „Farbveränderungen“ ...

## Online-Messungen wichtiger Qualitätskriterien mit Bildanalyse-Systemen während der Trocknung

Gemeinsames Forschungsprojekt mit Dr. Barbara Sturm, Universität Kassel

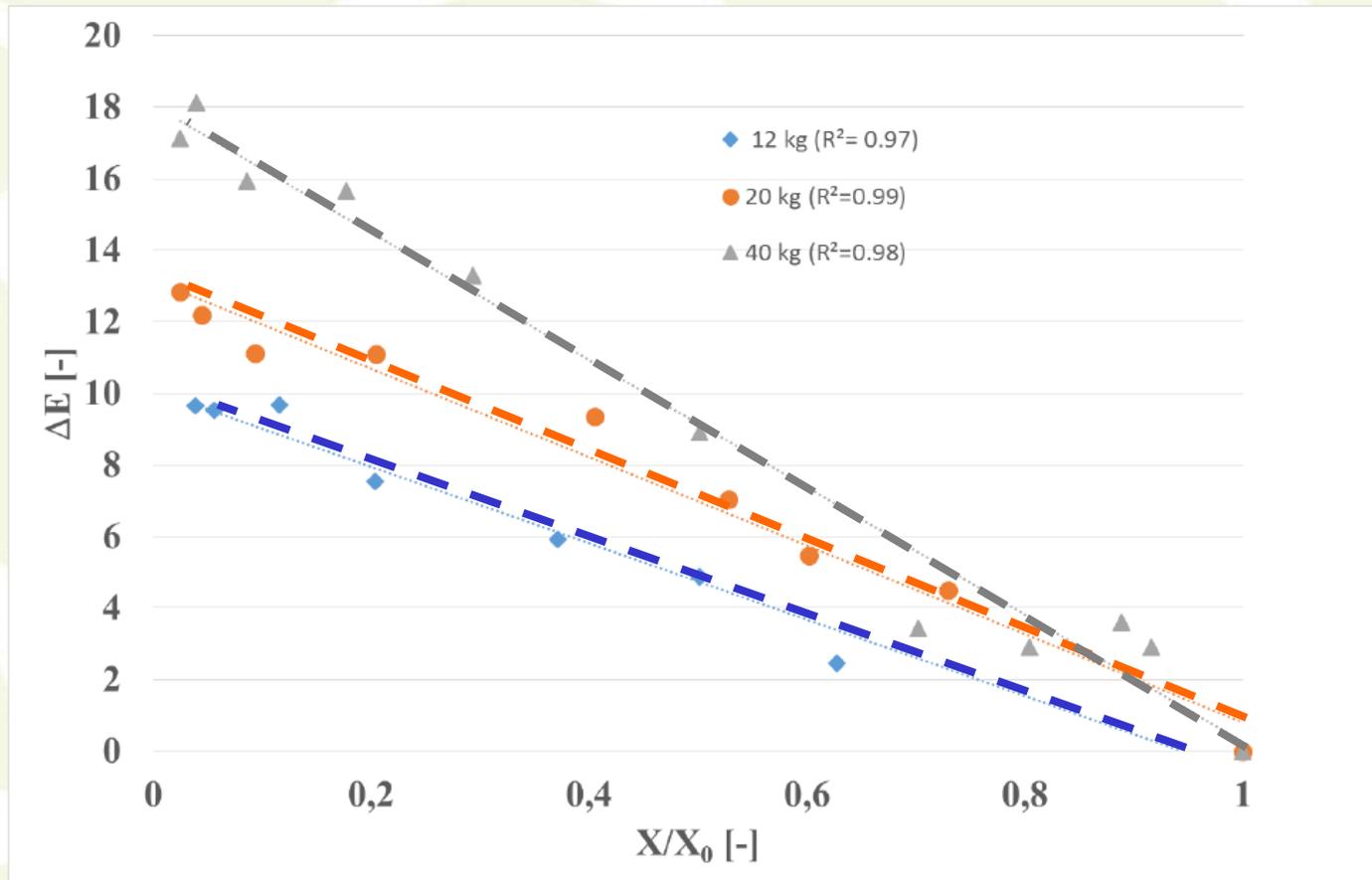


Dr. Barbara Sturm M.Eng.  
Fachgebiet Agrartechnik

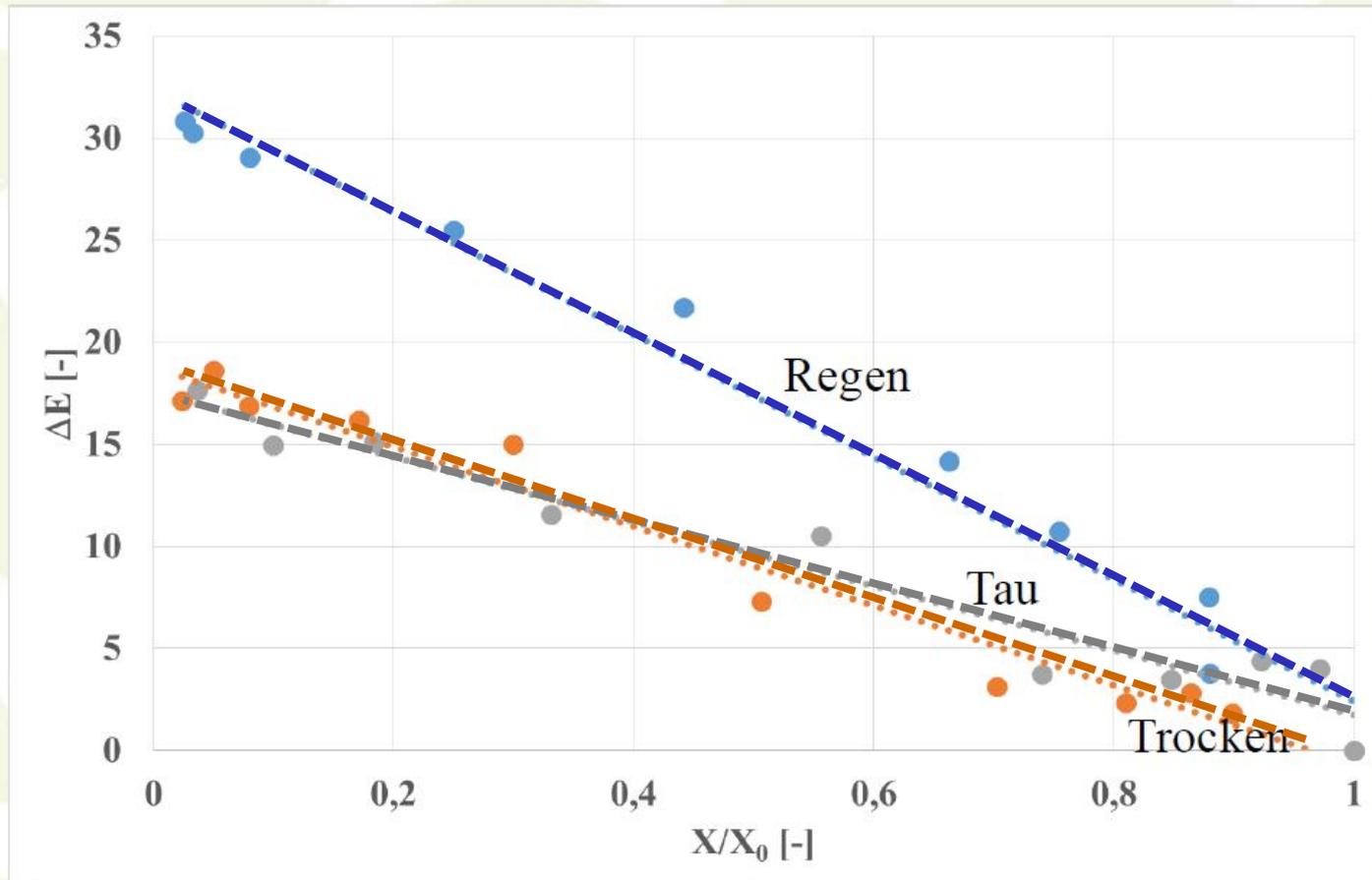
Ökologische Agrarwissenschaften **U N I K A S S E L**



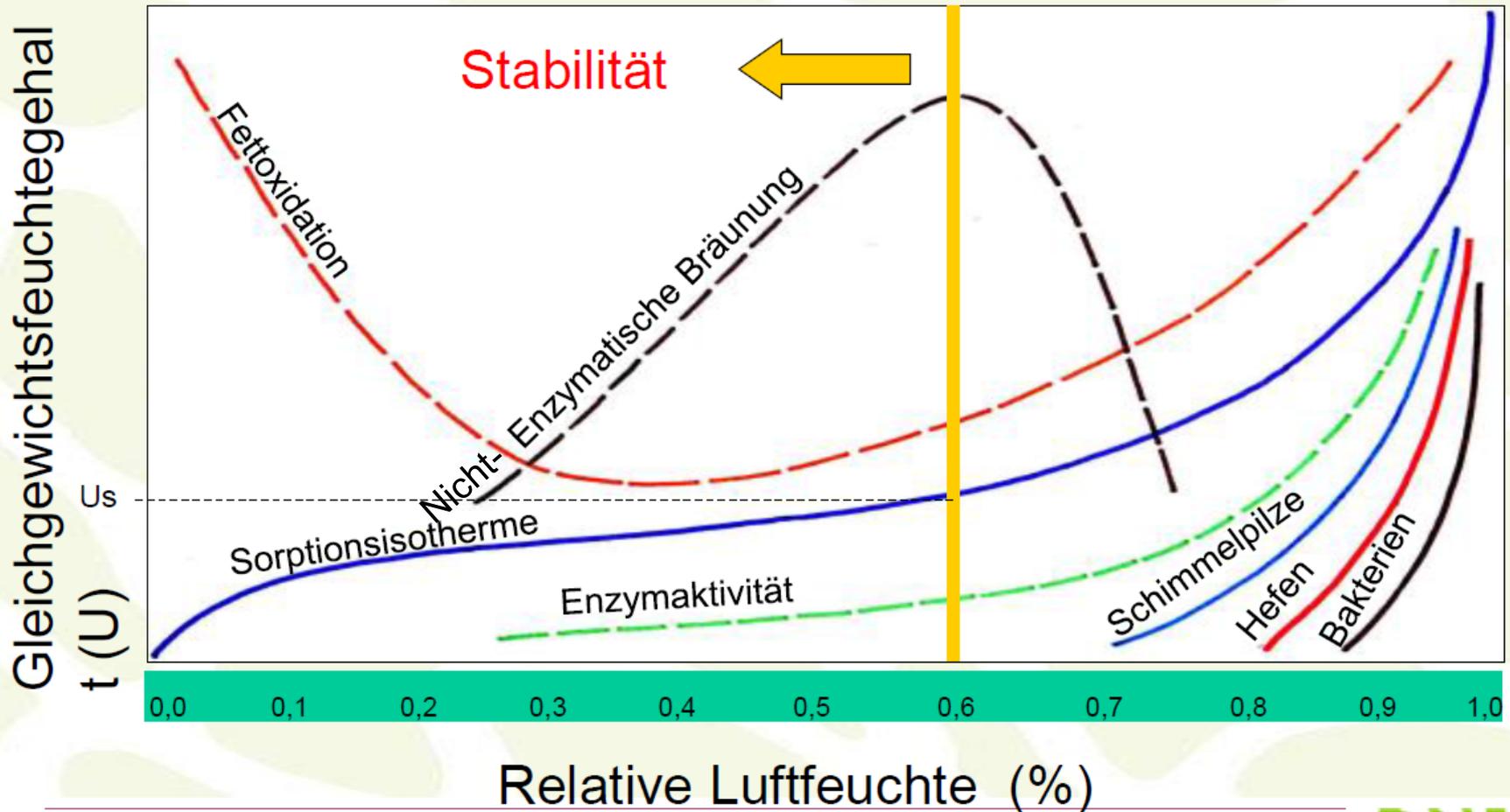
## Farbveränderungen



## Wetterabhängigkeit der Farbveränderungen



# Qualität in Abhängigkeit der Luftfeuchte



Jakob Münsterer  
Arbeitsbereich Hopfen

Dr. Barbara Sturm M.Eng.  
Fachgebiet Agrartechnik



# Trocknungsabschnitte von Hopfen

## Hopfen = kapillarporöses, hygroskopisches Produkt

### 1. Trocknungsabschnitt

- Verdunstung nur an der Oberfläche
- Innerhalb der Dolde keine Temperaturunterschiede
- konstante Trocknungsgeschwindigkeit
- **Luftgeschwindigkeit bestimmt Trocknungsgeschwindigkeit!**



### 2. Trocknungsabschnitt

- Wassergehalt an der Oberfläche sinkt schneller als im Inneren
- Trocknungsgeschwindigkeit kann nicht aufrecht erhalten werden
- Ort der Verdunstung wandert ins Innere
- Wärme muss ins Innere geleitet werden
- das im Inneren verdunstete Wasser muss dampfförmig an die Oberfläche diffundieren
- Temperaturanstieg in / auf der Dolde



### 3. Trocknungsabschnitt

- Physikalisch –chemisch gebundenes Wasser wird abgeführt
- Weitere Verdampfung bis **Gleichgewichtsfeuchte** erreicht ist



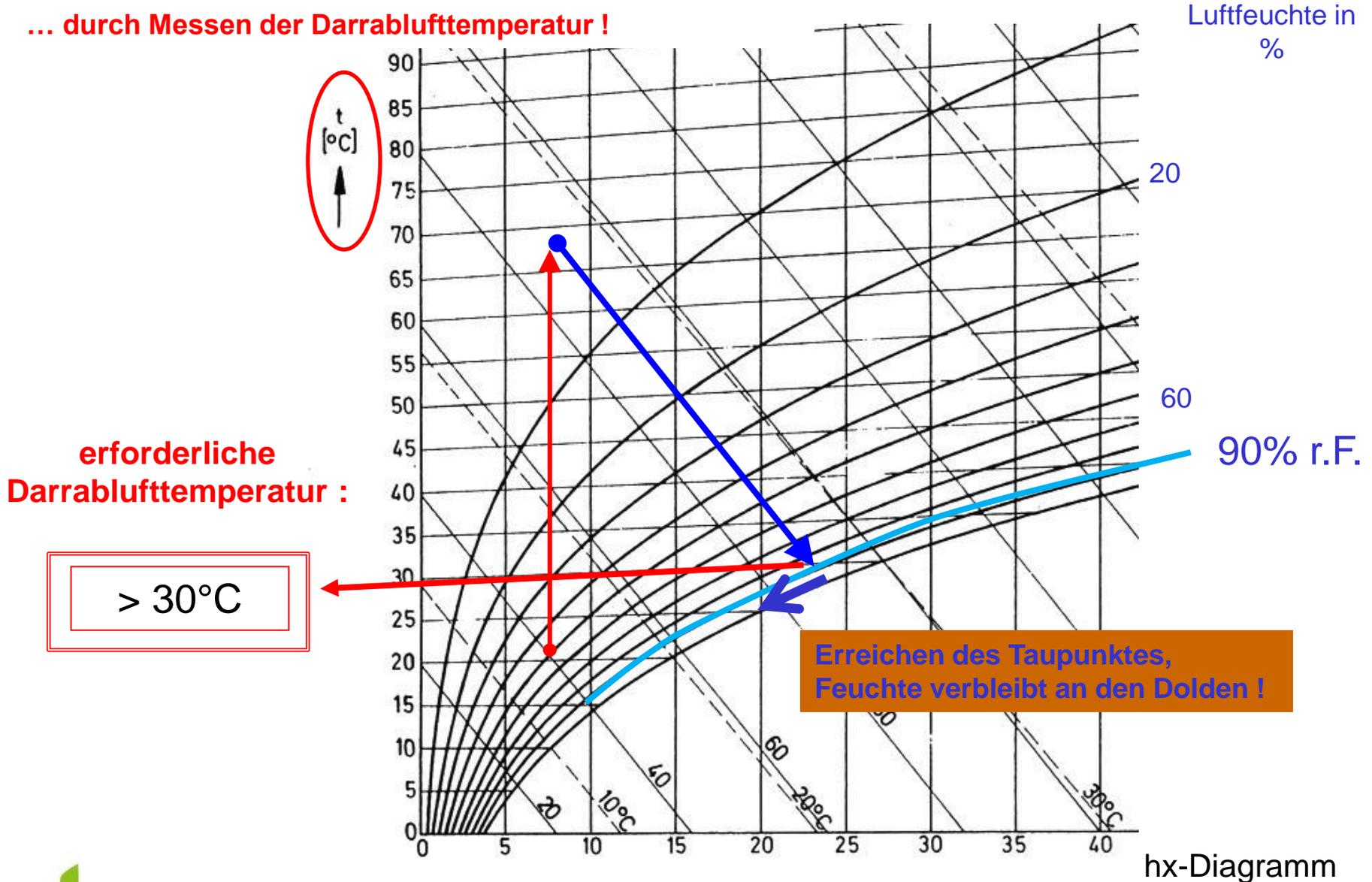
# Darrlufttemperatur, ein wichtiger Messwert

---

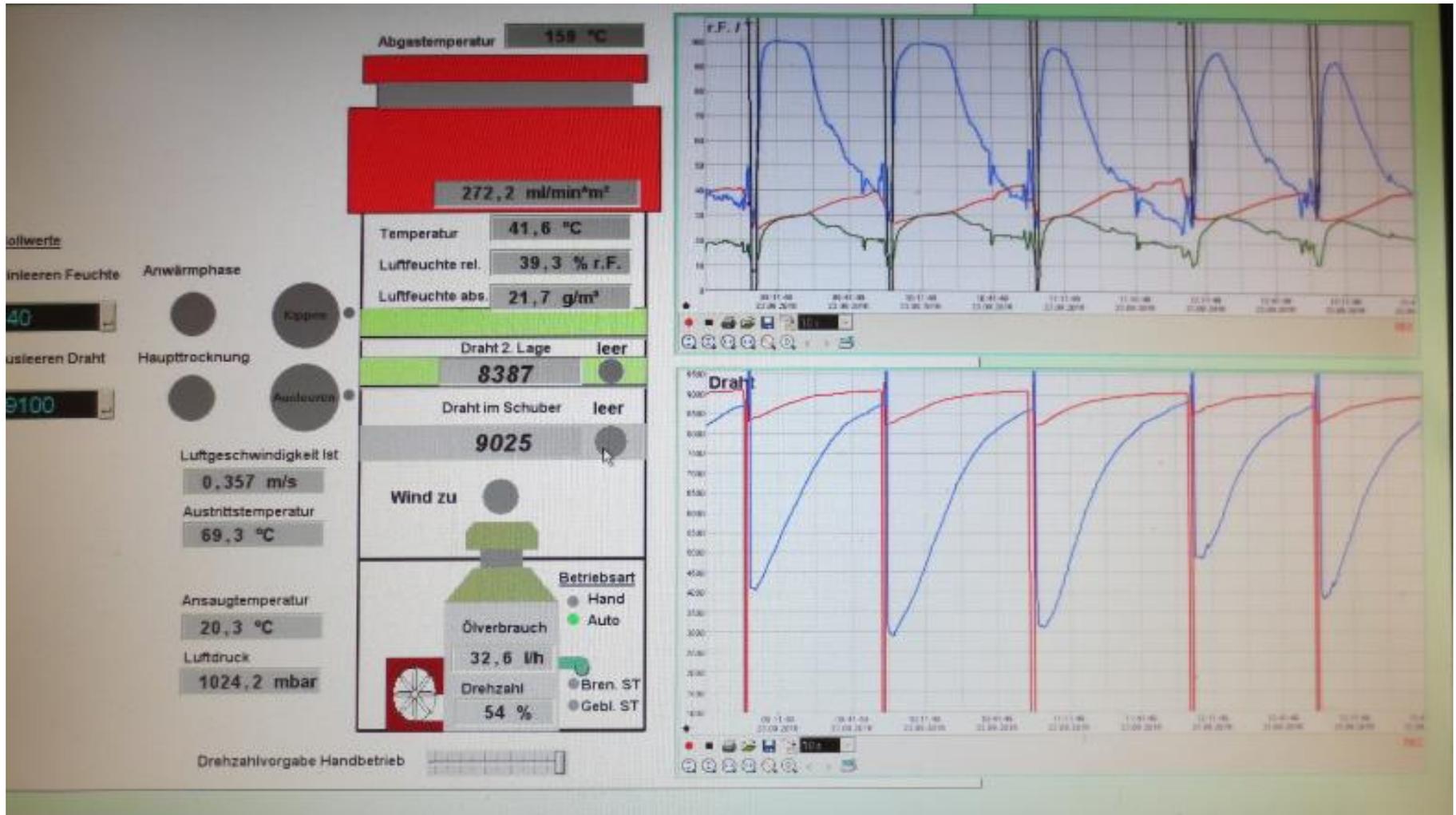


# Darrablufttemperatur, ein wichtiger Messwert

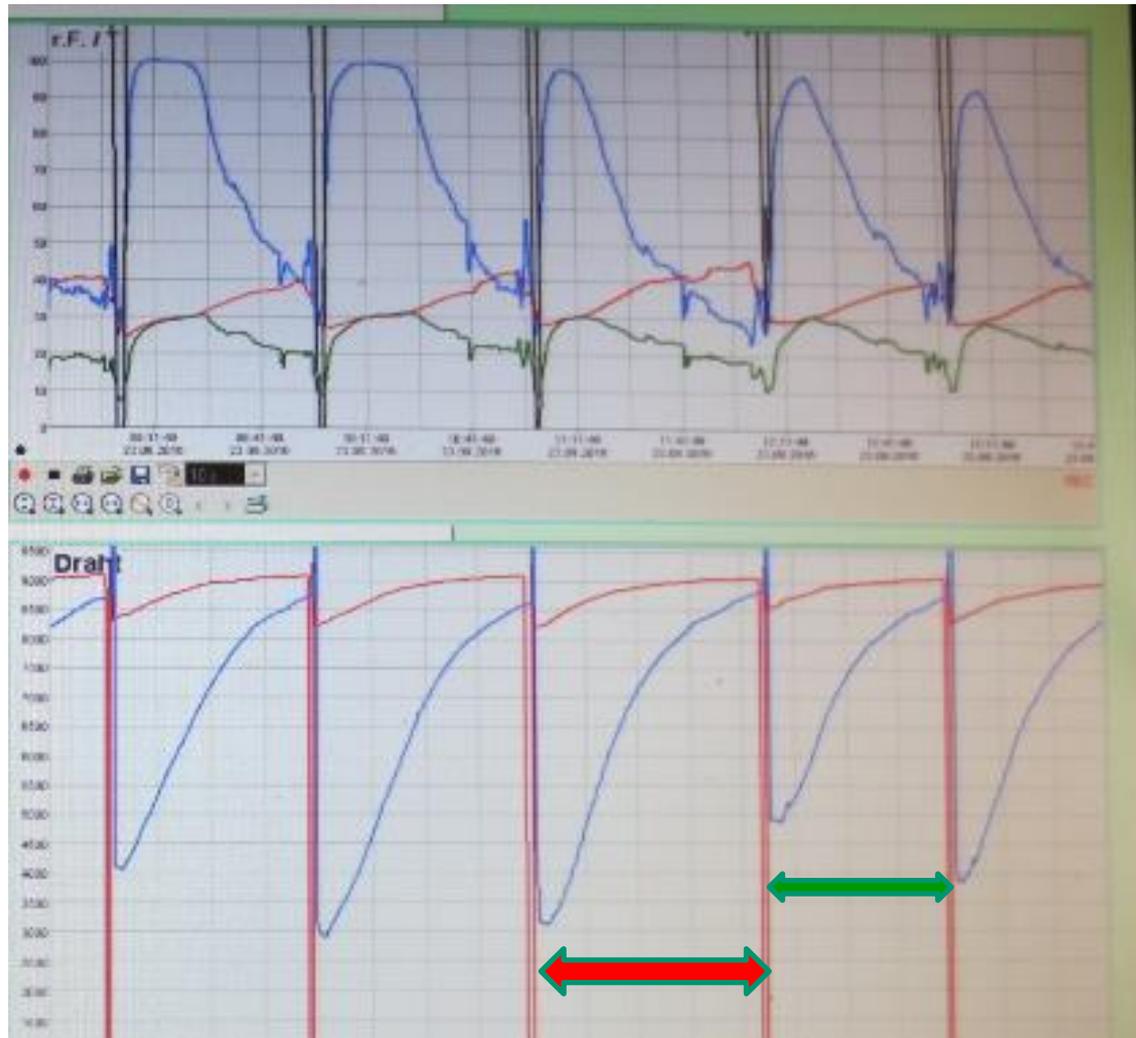
... durch Messen der Darrablufttemperatur !



# Graphische Aufbereitung wichtiger Messwerte in einer Praxisdarre



# Graphische Aufbereitung wichtiger Messwerte in einer Praxisdarre



# Einfluss unterschiedlicher Trocknungsvarianten auf die Bierqualität anhand von Kleintrocknungsversuchen 2015

---



# Kleintrocknungsversuche 2015

## Analysewerte und Bierverkostung

Erntetermin	Trocknungs- variante	Alpha- Säuren	HSI	Öl in ml/100 g Hopfen	Gesamt- intensität und Harmonie
früh	65°C	7,3	0,229	1,5	
optimal	65°C	8,0	0,223	1,9	
spät	65°C	8,5	0,224	2,0	
optimal	65°C, 8 Std. Lagerung vor Trocknung	6,5	0,359	1,1	
optimal	60°C	8,0	0,224	1,8	
optimal	70°C	8,0	0,228	1,65	
optimal	80°C, 6 Std.	5,6	0,569	0,8	



Sorte: Mandarina Bavaria

# Kleintrocknungsversuche 2015

## Analysewerte und Bierverkostung

Erntetermin	Trocknungs- variante	Alpha- Säuren	HSI	Öl in ml/100 g Hopfen	Gesamt- intensität und Harmonie
früh	65°C	7,3	0,229	1,5	+
optimal	65°C	8,0	0,223	1,9	+++
spät	65°C	8,5	0,224	2,0	++
optimal	65°C, 8 Std. Lagerung vor Trocknung	6,5	0,359	1,1	--
optimal	60°C	8,0	0,224	1,8	++
optimal	70°C	8,0	0,228	1,65	+
optimal	80°C, 6 Std.	5,6	0,569	0,8	----

Sorte: Mandarina Bavaria

# Einfluss von **Trocknung** auf den Brauwert der Flavor-Hopfensorten **Hallertau Blanc**, **Mandarina Bavaria** und **Polaris**

- die leicht flüchtigen Öle gehen dem Hopfen durch Verdunstung und Oxidation verloren
- das richtige Verhältnis der Trocknungsparameter  
Trocknungstemperatur, Luftgeschwindigkeit und Schütthöhe ist Voraussetzung für beste Qualitätserhaltung bzw. einen hohen Brauwert
- Optimierung und Reproduzierbarkeit der Trocknungsabläufe ist nur durch eine graphische Darstellung wichtiger Messwerte möglich



# Einfluss von Erntezeitpunkt und Trocknung auf den Brauwert der Flavor-Hopfensorten Hallertau Blanc, Mandarinina Bavaria und Polaris



- Fazit:
- nur durch richtigen Erntezeitpunkt und optimaler Trocknung bringt man die einzigartigen sortentypischen Aromen- und Geschmacksnoten der Hüller „Special Flavor-Hopfensorten“ ins Bier
  - Erhöhung der Nachfrage, höherer Flächenanteil
  - sichert eine lange „Lebensdauer“ der Sorten