

Die verschiedenen Methoden der alpha-Säurenbestimmung – Vorteile, Nachteile und Perspektiven für die Zukunft

Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung

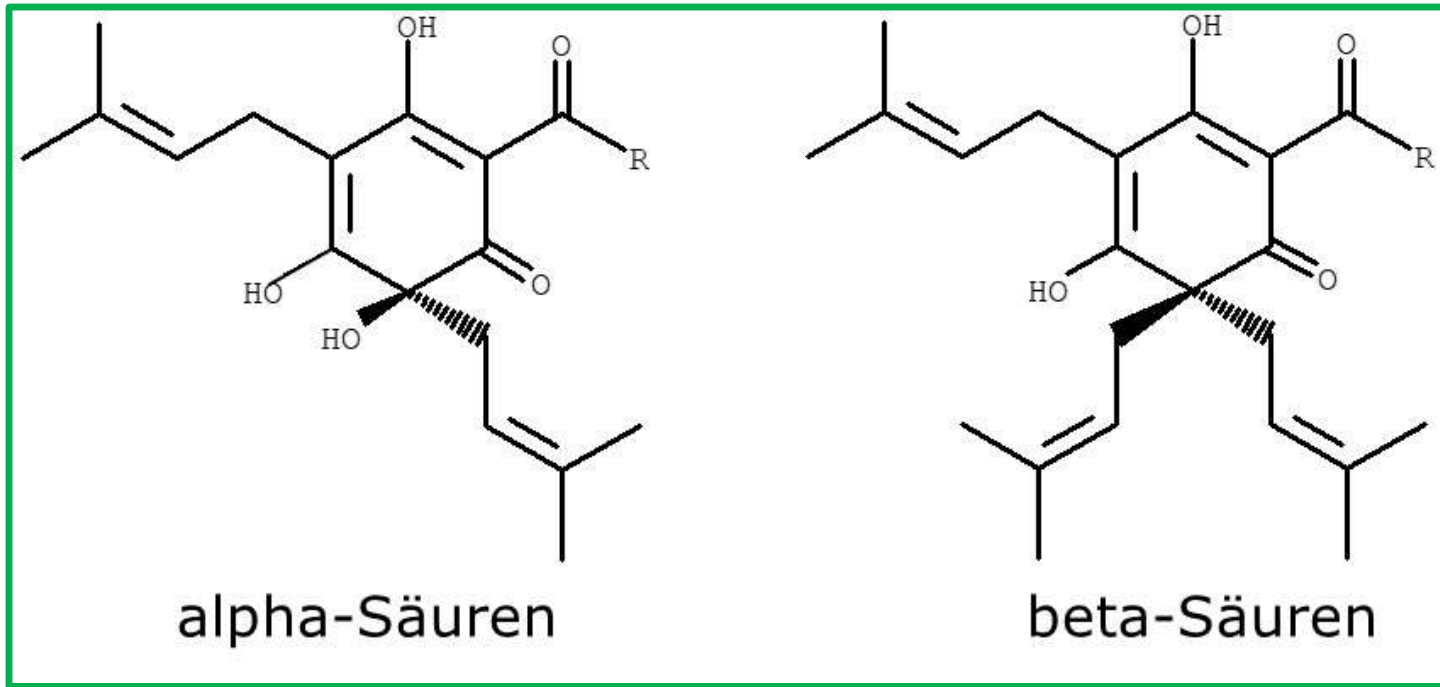


Die Inhaltsstoffe des Hopfens

- Bitterstoffe
- ätherische Öle
- Polyphenole



Die Bitterstoffe des Hopfens

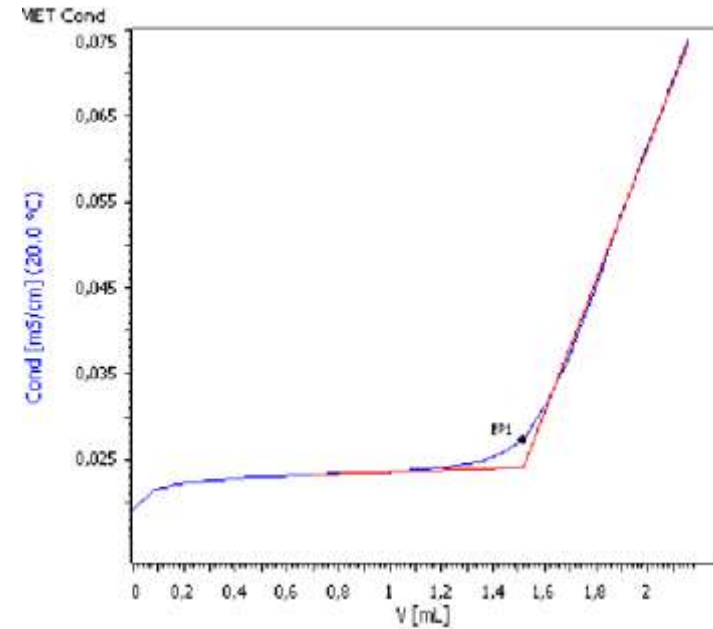
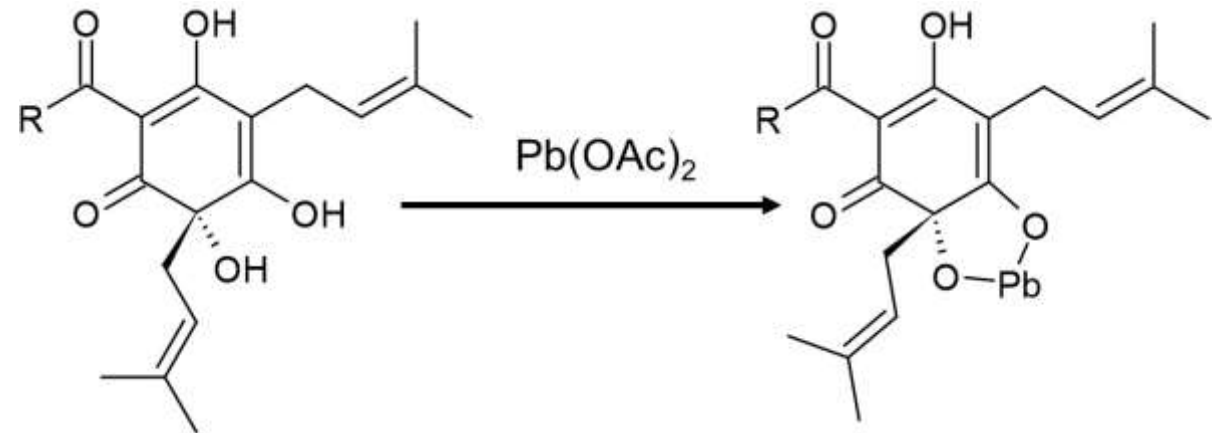


	alpha-Säuren	beta-Säuren
R = CH ₂ CH(CH ₃) ₂	n-Humulon	n-Lupulon
R = CH(CH ₃) ₂	Cohumulon	Colupulon
R = CH(CH ₃)CH ₂ CH ₃	Adhumulon	Adlupulon
R = CH ₂ CH ₂ CH(CH ₃) ₂	Prähumulon	Prälupulon
R = CH ₂ CH ₃	Posthumulon	Postlupulon

Methoden der alpha-Säurenbestimmung

Methode	Methodenbeschreibung	Information
konduktometrische Titration	EBC 7.4, 7.5	alpha-Säuren
HPLC (high performance liquid chromatography)	EBC 7.7	alpha-, beta-Säuren, Cohumulon, Colupulon, Xanthohumol
Spektralphotometrie	ASBC Hops 6A, Hops 12	alpha-, beta-Säuren, hop storage index (HSI)
Nahinfrarotreflektions-Spektroskopie (NIRS)		alpha-Säuren, beta-Säuren, Cohumulon, Colupulon, Wasser

konduktometrische Titration nach EBC 7.4 und 7.5



Labore, die alpha-Säurenbestimmungen durchführen

Labor der Erstuntersuchung	Labore der Nachuntersuchung		
HHV Au HHV Mainburg	HVG Mainburg	HV St. Johann	LfL Hüll
HV St. Johann	HVG Mainburg	HHV Mainburg	LfL Hüll
HVG Mainburg	HV St. Johann	HHV Mainburg	LfL Hüll
AGROLAB GmbH	HV St. Johann	HHV Au	LfL Hüll
BayWa AG Tett nang	HV St. Johann	HHV Au	LfL Hüll

alpha-Säuren Bereich	d kritisch	Bereich
< 5,0 %	+/- 0,3	0,6
5,0 % - 8,0 %	+/- 0,4	0,8
8,1 % - 11,0 %	+/- 0,5	1,0
11,1 % - 14 %	+/- 0,6	1,2
> 14,0 %	+/- 0,7	1,4

Auswertung Nachuntersuchung

Ergebnis der Nachuntersuchung bei Alphaverträgen

Werte in % lfr. nach EBC 7.4

Probenbezeichnung: HTR Agrolab Nr. 56098

Erstuntersuchungslabor und Aussteller dieses Berichtes:

AGROLAB (Herr Dr. Bantle).....

Ergebnis der Erstuntersuchung: gültiges d kritisch
0,4

Ergebnisse der Nachuntersuchung (Werte in aufsteigender Reihenfolge):

Labor 1	5,3
Labor 2	5,5
Labor 3	5,5

Wert der Nachuntersuchung:

Bemerkung: Mittelwert aller 3 Labors

Das Ergebnis der Erstuntersuchung wurde bestätigt.

Es gilt der Wert: **5,6 %**

Nachuntersuchungen	Anzahl	Beanstandungen
2019	47	1
2020	42	1
2021	33	0
2022	42	1
2023	36	3
2024	38	3

Tabelle für Zuschläge und Abzüge

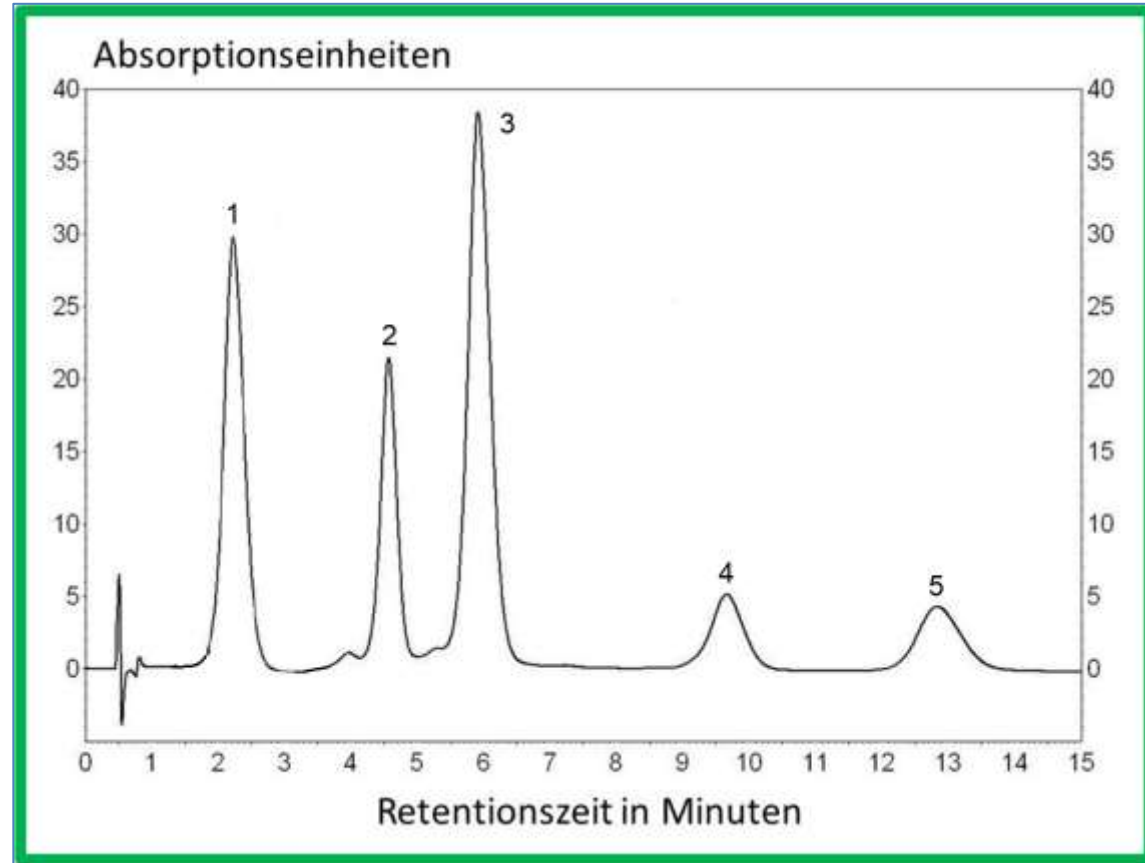
Perle	ab 6,8 %	Zuschlag
	5,7 - 6,7 %	Neutralbereich
	bis 5,6 %	Abzug
Hallertauer Tradition	ab 5,9 %	Zuschlag
	4,8 - 5,8 %	Neutralbereich
	bis 4,7 %	Abzug
Northern Brewer	ab 9,1 %	Zuschlag
	7,6 - 9,0 %	Neutralbereich
	bis 5,6 %	Abzug
Hallertauer Magnum	ab 13,7 %	Zuschlag
	12,2 + 13,6 %	Neutralbereich
	bis 12,1 %	Abzug
Hallertauer Taurus	ab 16,7 %	Zuschlag
	15,2 - 16,6 %	Neutralbereich
	bis 15,1 %	Abzug
Herkules	ab 16,6 %	Zuschlag
	15,1 - 16,5 %	Neutralbereich
	bis 15,0 %	Abzug
Nugget	ab 11,7 %	Zuschlag
	10,2 - 11,6 %	Neutralbereich
	bis 10,1 %	Abzug

Beispiel Perle

alpha-Säuregehalt = 6,7

Erst wenn das Nachuntersuchungsergebnis $\geq 7,11$ und damit d-kritisch $> 0,4$ ist, dann gilt das Ergebnis der Nachuntersuchung.

HPLC nach EBC 7.7



1 = Xanthohumol, 2 = Cohumulon
3 = n+Adhumulon, 4 = Colupulon,
5 = n+Adlupulon

Spektralphotometrie nach ASBC Hops 6A, Hops 12



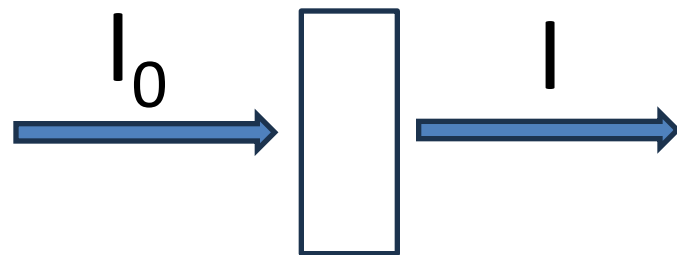
Messung der Absorption A bei den Wellenlängen A_{275} , A_{325} , A_{355}

$$\alpha\text{-Säuren} = (-19,07 \times A_{275} + 73,79 \times A_{325} - 51,56 \times A_{355}) \times \text{Faktor}$$

$$\beta\text{-Säuren} = (5,10 \times A_{275} - 47,59 \times A_{325} + 55,57 \times A_{355}) \times \text{Faktor}$$

Hop storage index

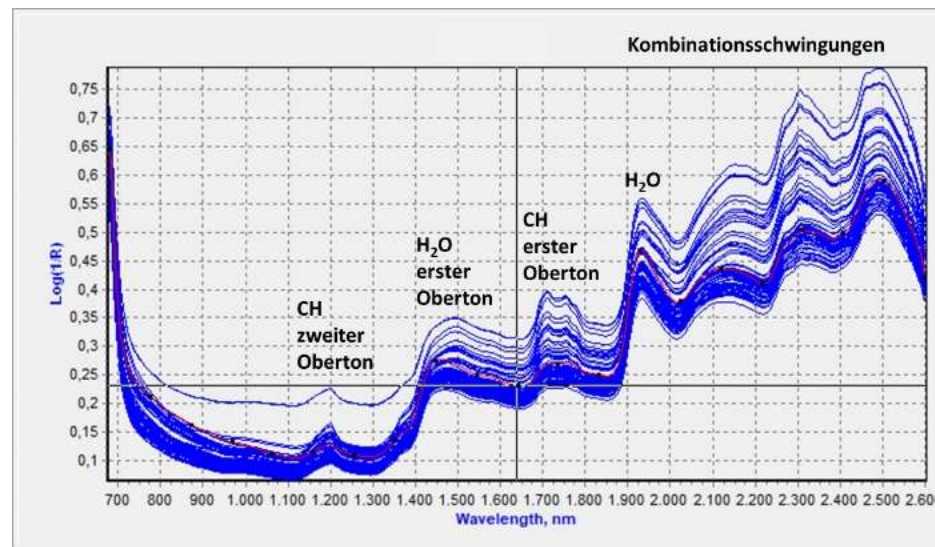
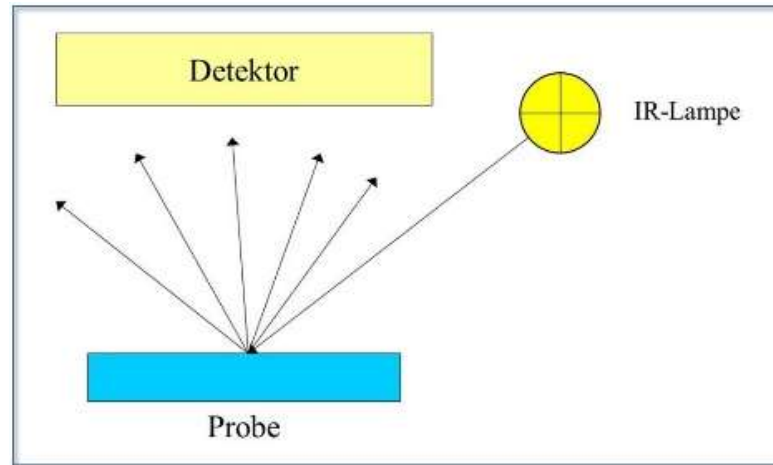
$$\text{HSI} = A_{275} / A_{325}$$



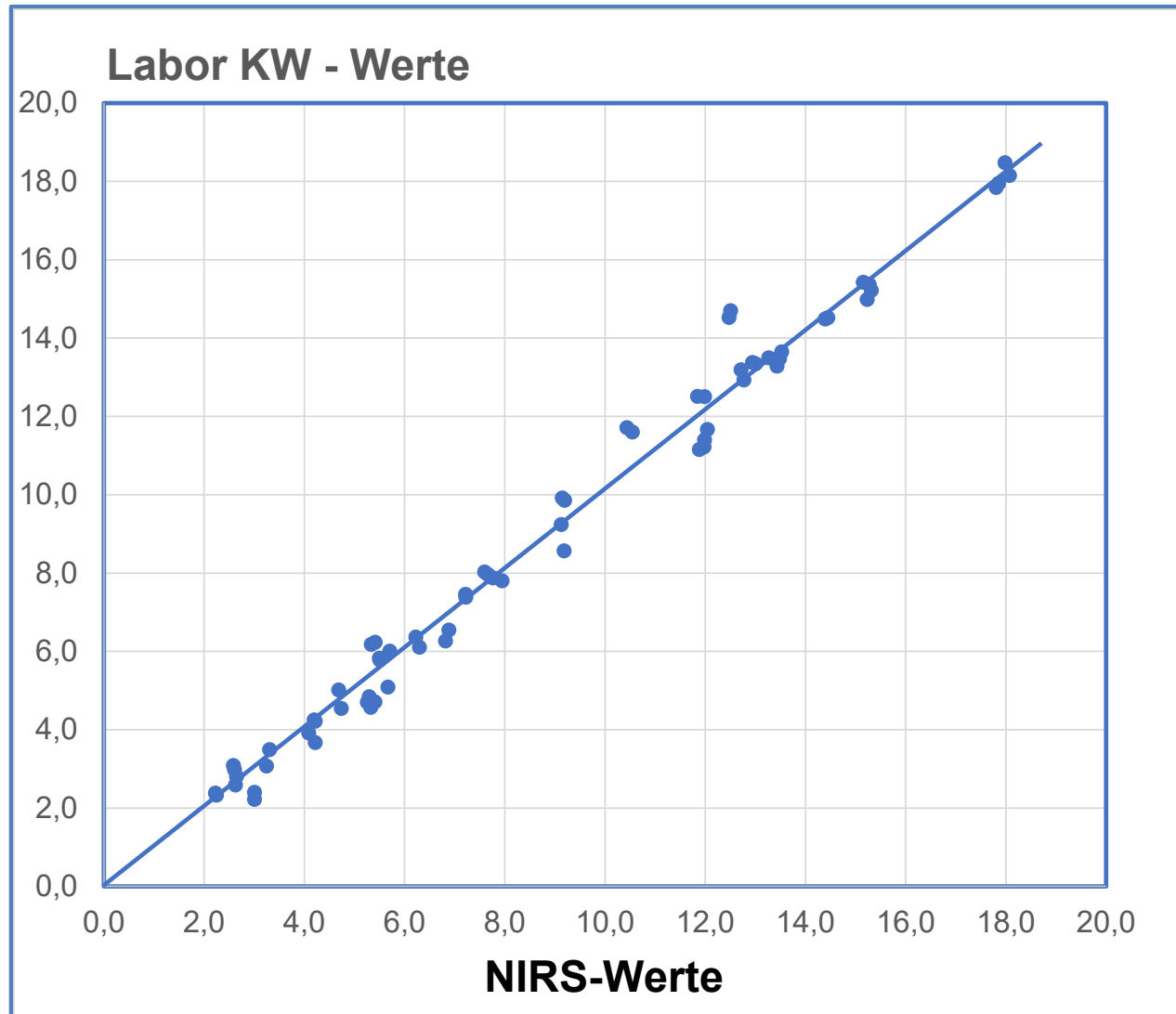
$$A = -\log \frac{I}{I_0}$$

Probe

Nahinfrarotreflektionsspektroskopie, NIRS



Korrelationen Konduktometerwerte – NIRS-Werte



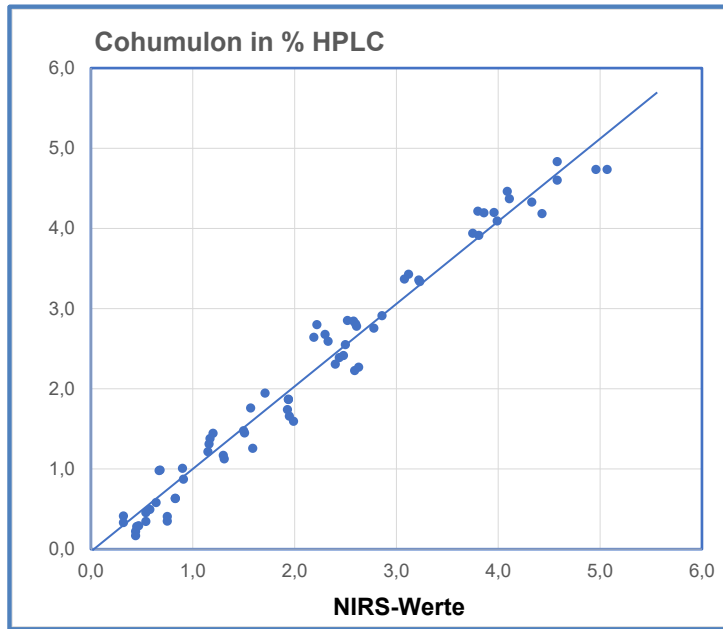
$$SEP = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n - 1}}$$

Bias -0,108

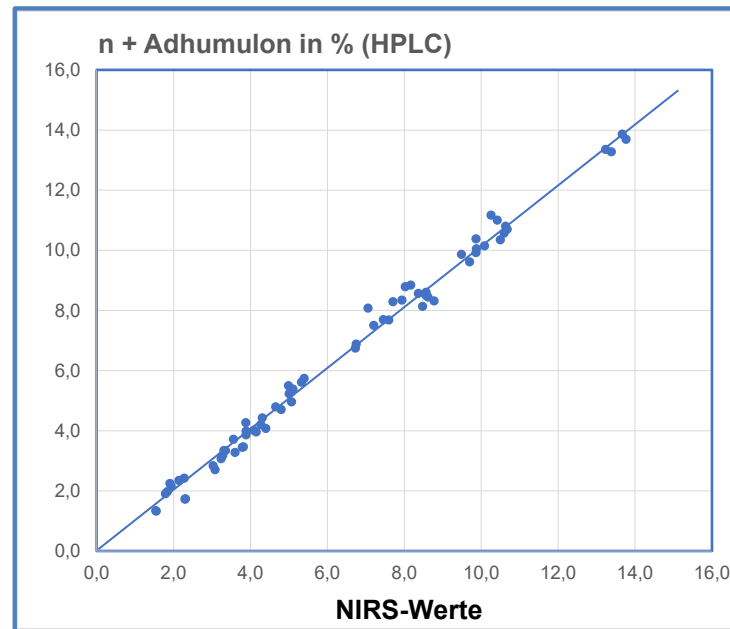
SEP 0,58

R² 0,986

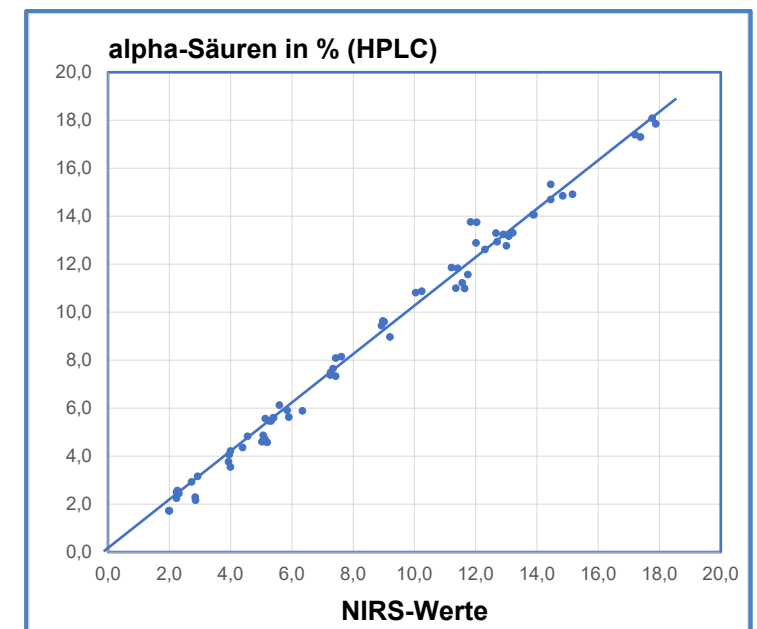
Nahinfrarotreflektionsspektroskopie, NIRS-HPLC alpha-Säuren



Bias	-0,027
SEP	0,238
R ²	0,973

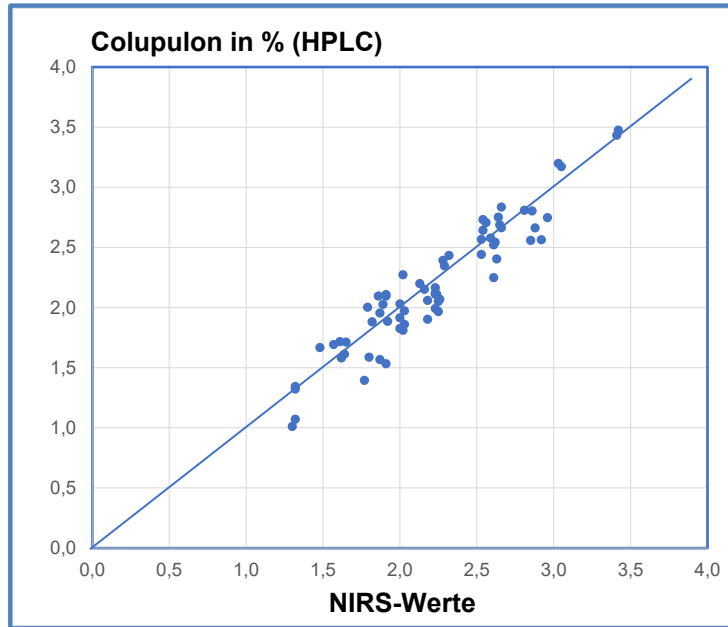


Bias	-0,080
SEP	0,330
R ²	0,992



Bias	-0,151
SEP	0,501
R ²	0,990

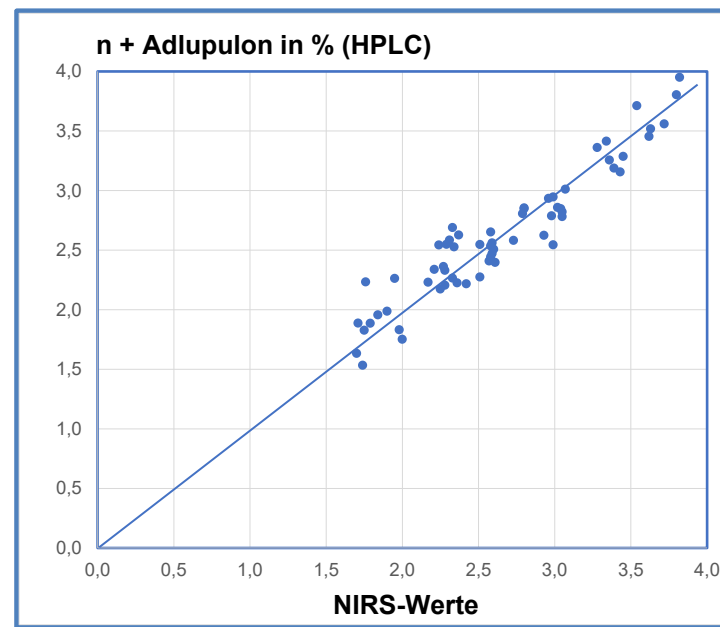
Nahinfrarotreflektionsspektroskopie, NIRS-HPLC beta-Säuren



Bias 0,044

SEP 0,175

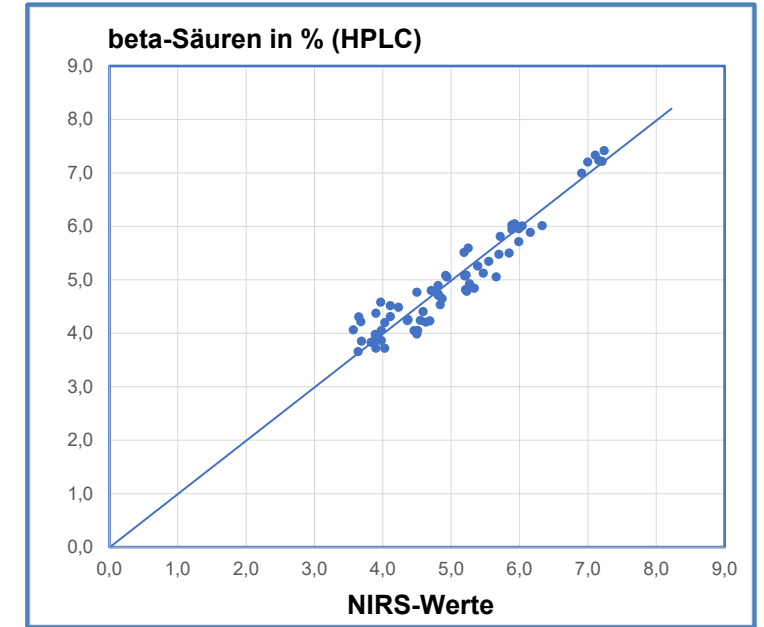
R² 0,893



Bias 0,037

SEP 0,186

R² 0,934

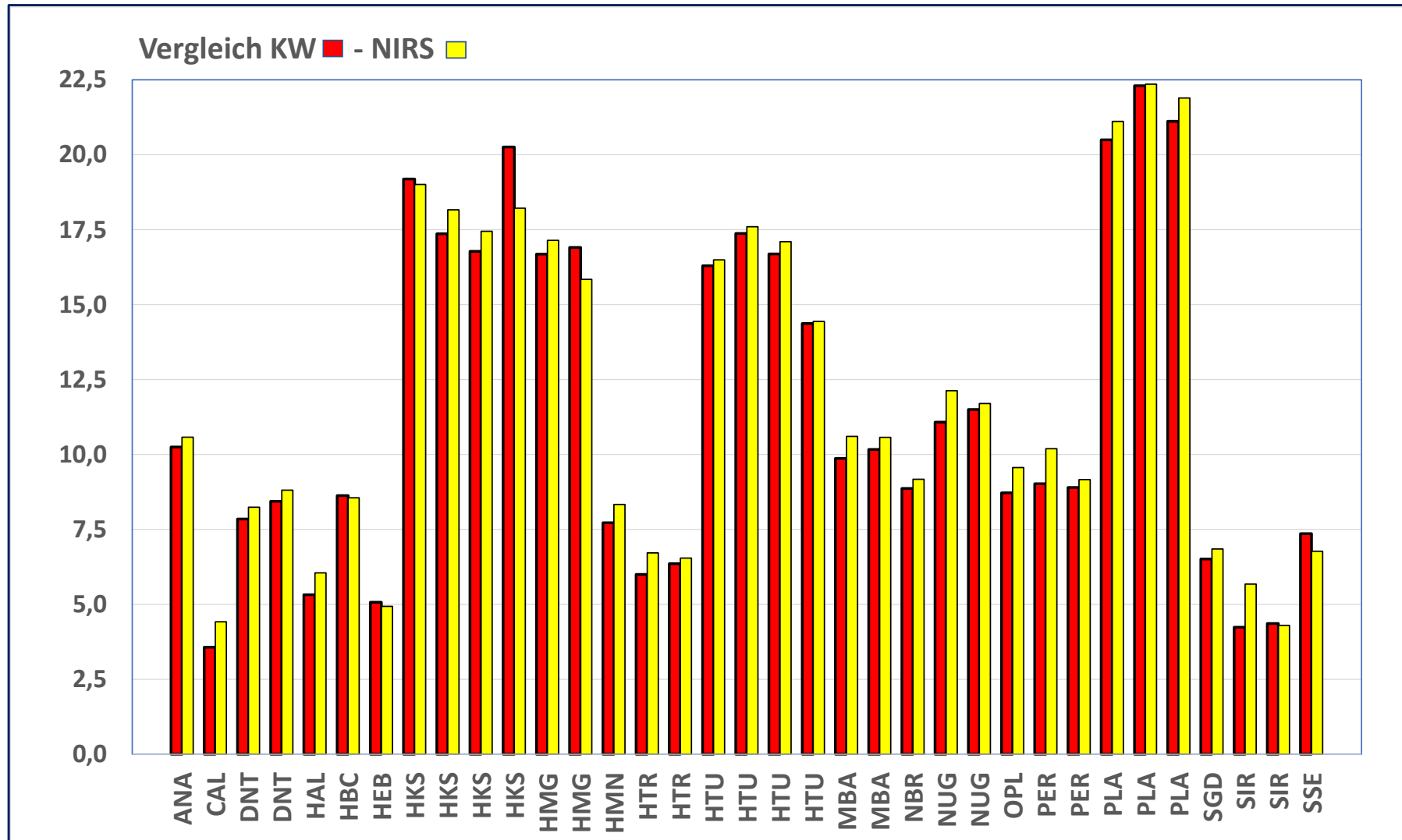


Bias 0,036

SEP 0,288

R² 0,916

Nahinfrarotreflektionsspektroskopie, NIRS





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !