

Nicht-invasives Monitoring des Reifeprozesses von Früchten

Susanne Rühmann, Michael Neumüller, Dieter Treutter

Nicht-invasives Monitoring des Reifeprozesses von Früchten zur Verbesserung der Marktqualität

Eine optimale Ausreifung von Früchten ist eine der wichtigsten Voraussetzung für Qualitätsmerkmale wie Geschmack und Aroma . Dies wird besonders bei nicht klimakterischen Früchten deutlich. Während sich bei einigen Kulturen anhand von verschiedenster Reifeparametern der optimale Erntezeitpunkt prognostizieren lässt, wurde der Entwicklung solcher berechnungsmodelle für die Zwetschen-Kultur nur wenig Beachtung beigemessen.

Es wird eine berührungsfreie Methodik zur Charakterisierung des Reifeverlaufs von Äpfeln bzw. Zwetschen und Pflaumen der Art *Prunus domestica* vorgestellt, die auf der Erfassung der Fruchtschalenpigmente Anthocyane und Flavonole beruht. Während bei Äpfeln sich anhand dieser Messung der Gehalt an Anthocyanen und Flavonolen direkt bestimmbar ist, wird bei Pflaumen und Zwetschen indirekt die Verschiebung des pH-Wertes der Fruchtschale erfasst, die offenbar eine charakteristische Phase des Reifeprozesses von Zwetschenfrüchten markiert. Das Verfahren ermöglicht die Optimierung qualitätsbildender Kulturmaßnahmen und kann in Zukunft zur Bestimmung des optimalen Erntezeitpunktes beitragen. Dabei zeigen unterschiedliche Sorten charakteristische Kurvenverläufe an. Sie ist darüber hinaus ein ideales, da berührungsfreies und schnelles Verfahren, den Einfluss qualitätsbildender Kulturmaßnahmen (Baumerziehung, Behangsregulierung, Düngung etc.) auf den Reifeprozess zu erfassen, womit eine Optimierung der Kulturtechnologie im Hinblick auf die Qualitätsproduktion ermöglicht wird.

- Zwetschenanbau der letzten Jahre (=> unbedeutende Frucht)
- Verwendungszwecke (vielseitig)
- Warum dann so schlecht?
 - Keine Sortenvielfalt
 - Keine eingetragenen Sorten
 - Keine Qualitätseinstufungen
 - Zu früher Erntezeitpunkt
 - Früchte schmecken nicht
 - Schlechte Abnahme
 - Preisverfall

Wir brauchen:

- Neue schmackhafte Sorten für verschiedenste Anwendungen (Frischverzehr, Verarbeitung (Datschi, Mus), Getränkeindustrie (Pflaumenwein, Brand)

⇒ Zuchtprogramm Weihenstephan/Hohenheim

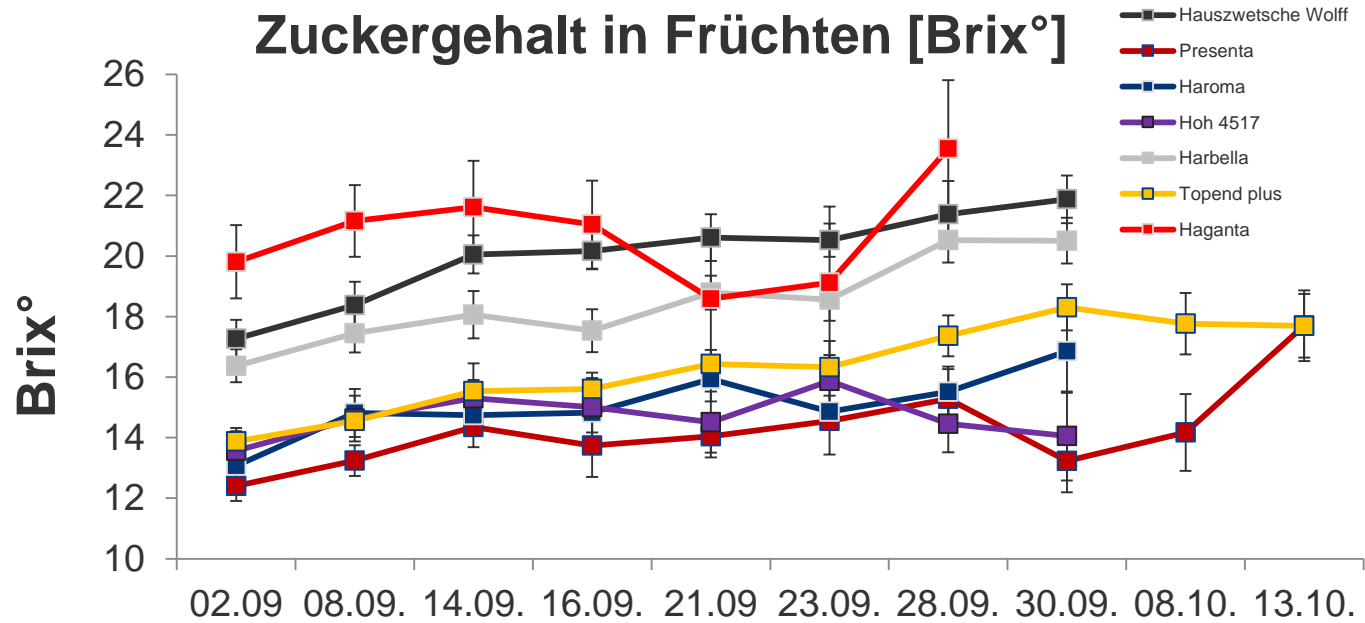
Wir brauchen:

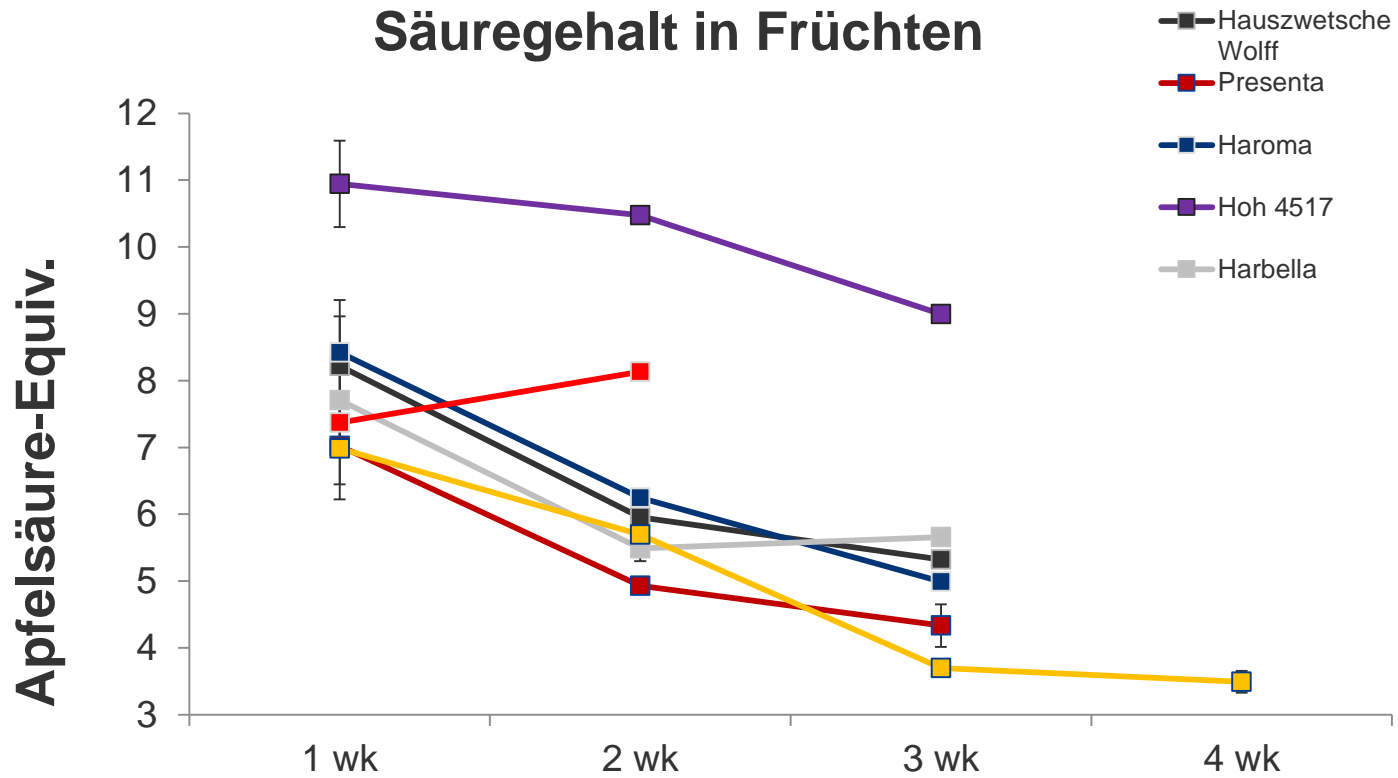
- Optimierung von Reifeprozessen
 - Erfassung von Einflussfaktoren auf Reifeprozesse
 - Reifeparameter
 - Sorten
 - Standortfaktoren
 - Positionen im Baum
 - Kulturmaßnahmen

Erfassung von Einflussfaktoren auf Reifeprozesse : Reifeparameter

Invasive Verfahren:

- Fruchtfleischfestigkeit
- Zuckergehalt
 - Brix-Wert
- Titrierbare Säure
- Zucker/Säure-Verhältnis
- Geschmack



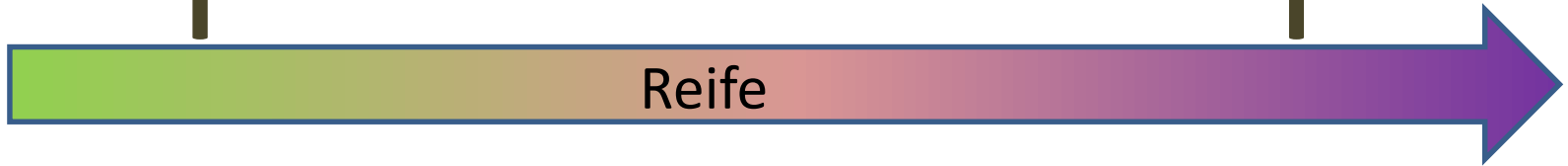
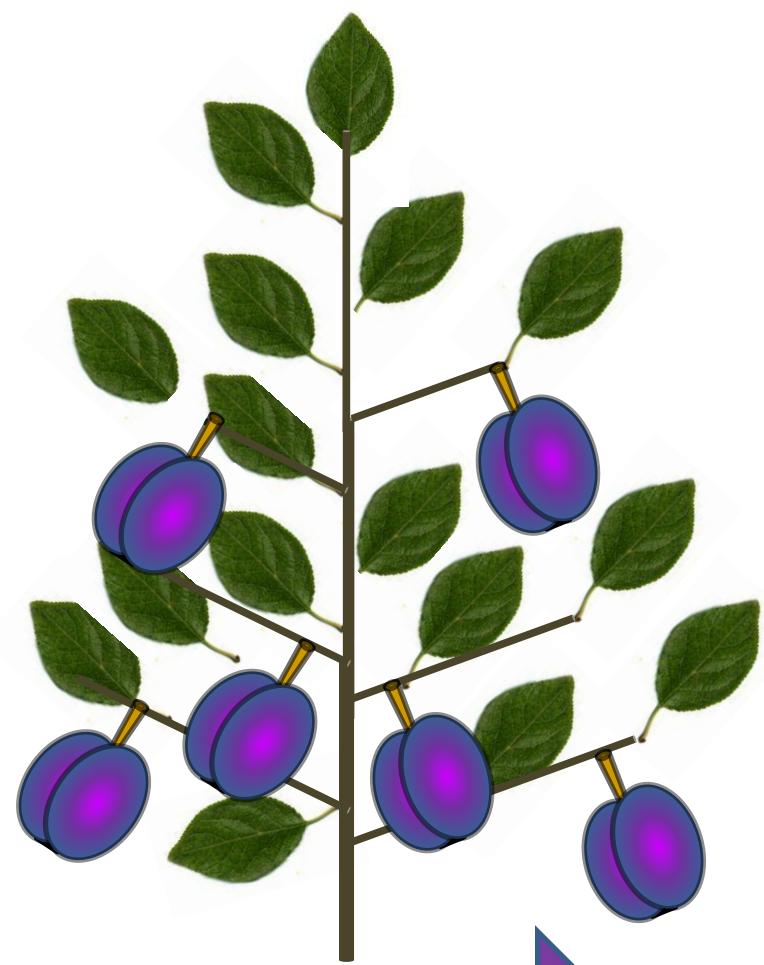
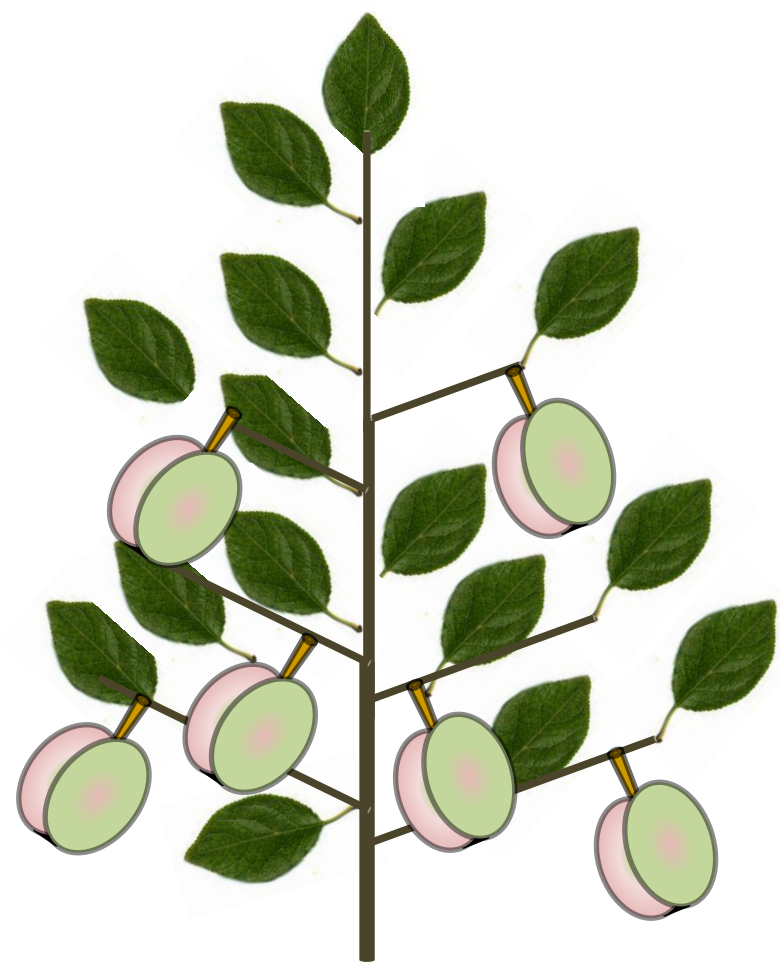


Erfassung von Einflussfaktoren auf Reifeprozesse : Reifeparameter

Invasive Verfahren:

- Fruchtfleischfestigkeit
- Zuckergehalt
 - Brix-Wert
- Titrierbare Säure
- Zucker/Säure-Verhältnis
- Geschmack

=> Frucht wird bei der Analyse zerstört



Reife

Hauszwetsche Clon "Wolff"

Presenta

Haroma

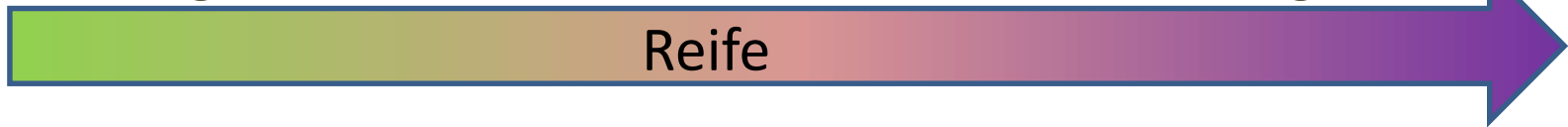
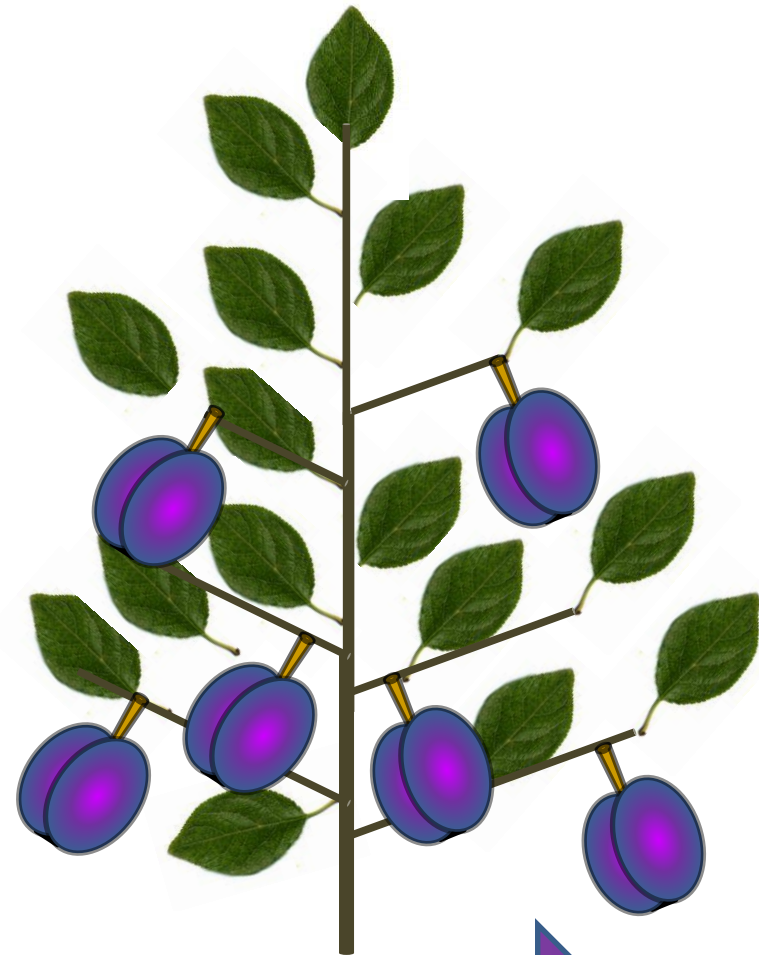
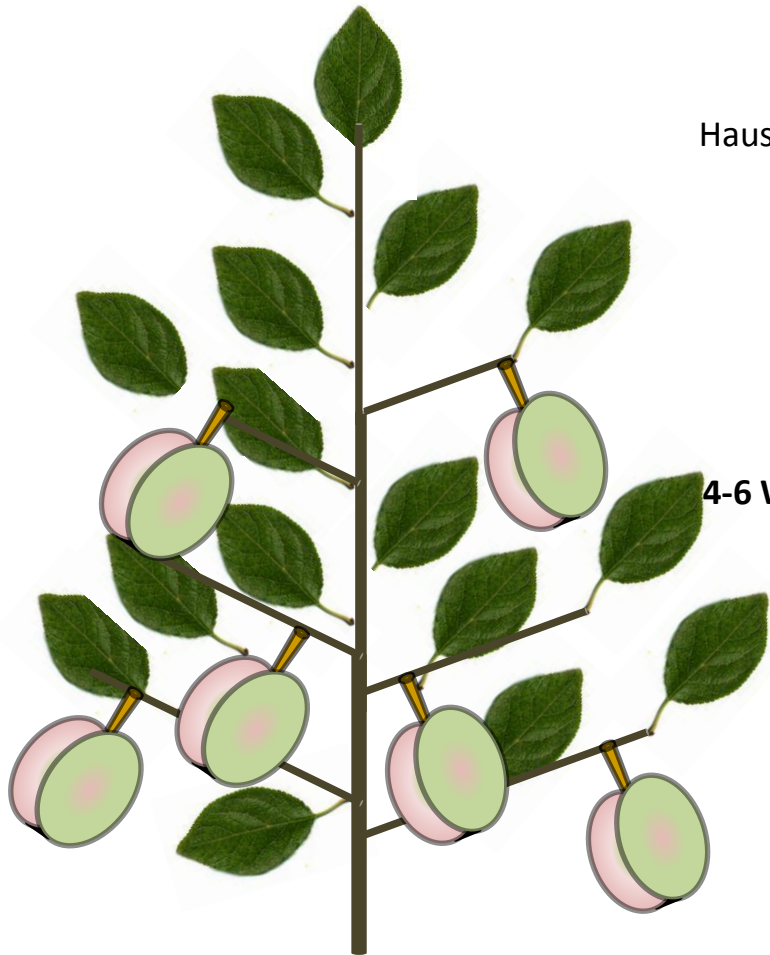
Hohenheim 4517

Harbella

Topend Plus

Haganta

4-6 Wochen 2x pro Woche



Reife

Hauszwetsche Clon "Wolff"

Presenta

Haroma

Hohenheim 4517

Harbella

Topend Plus

Haganta

4-6 Wochen 2x pro Woche

Reife

- Zwetschen: Haroma, Hauszwetsche Wolff, Presenta, Hanka, Harbella, Hoh 1981, Hoh 4517, Hoh 6482, Katinka, Tegera, Ortenauer
- Pflaumen: Haganta, Tophit Pus, Ptestean, Tipala, Topend Plus
- Mirabellen: Bellamira, Frühe Mirabelle
- Renekloden: Graf Althans Reneklode.

Pro Sorte an 15 bis 20 Terminen jeweils 30 markierte Früchte (2009 , 2010)

Erfassung von Einflussfaktoren auf Reifeprozesse : Reifeparameter

Invasive Verfahren:

- Fruchtfleischfestigkeit
- Zuckergehalt
 - Brix-Wert
- Titrierbare Säure
- Zucker/Säure-Verhältnis
- Geschmack
- Anthocyane/Flavonole (HPLC)**

=> Frucht wird bei der Analyse zerstört

Nicht-invasive Verfahren:

- Da-Meter => Chlorophyllgehalt
- Multiplex**
 - Anthocyane**
 - Flavonole**
 - Chlorophyll
- Minolta CR-210 Chromameter

=> Frucht kann am Baum verweilen und wiederholt analysiert werden



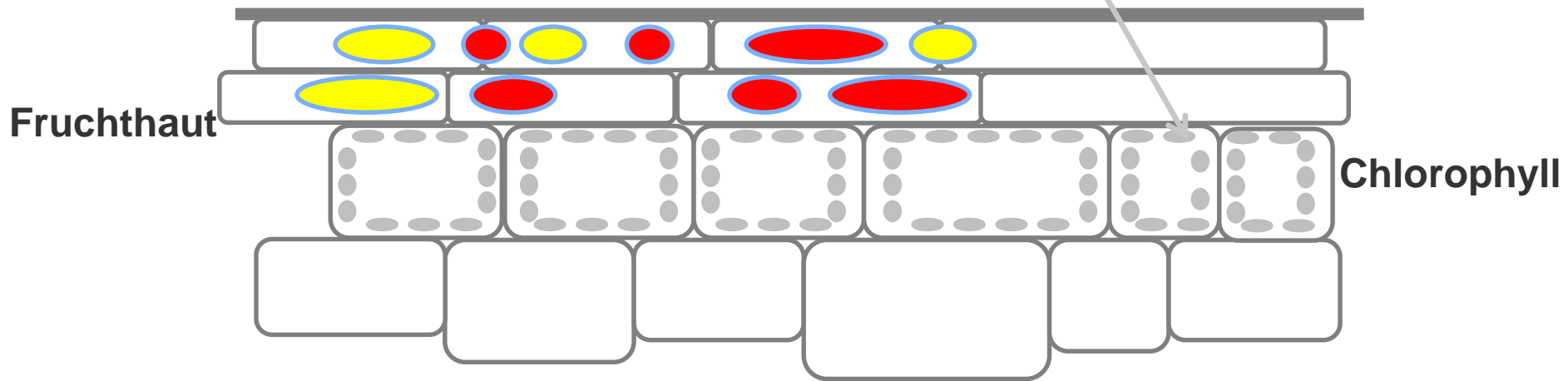
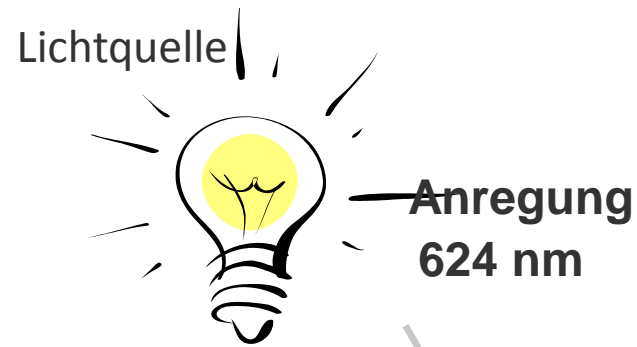
- transportabel
- anwenderfreundlich
- nicht destruktiv
- kann Flavonole und Anthocyane in der Epidermis von Blättern und Früchten messen
- Daten lassen sich direkt in Excel übertragen



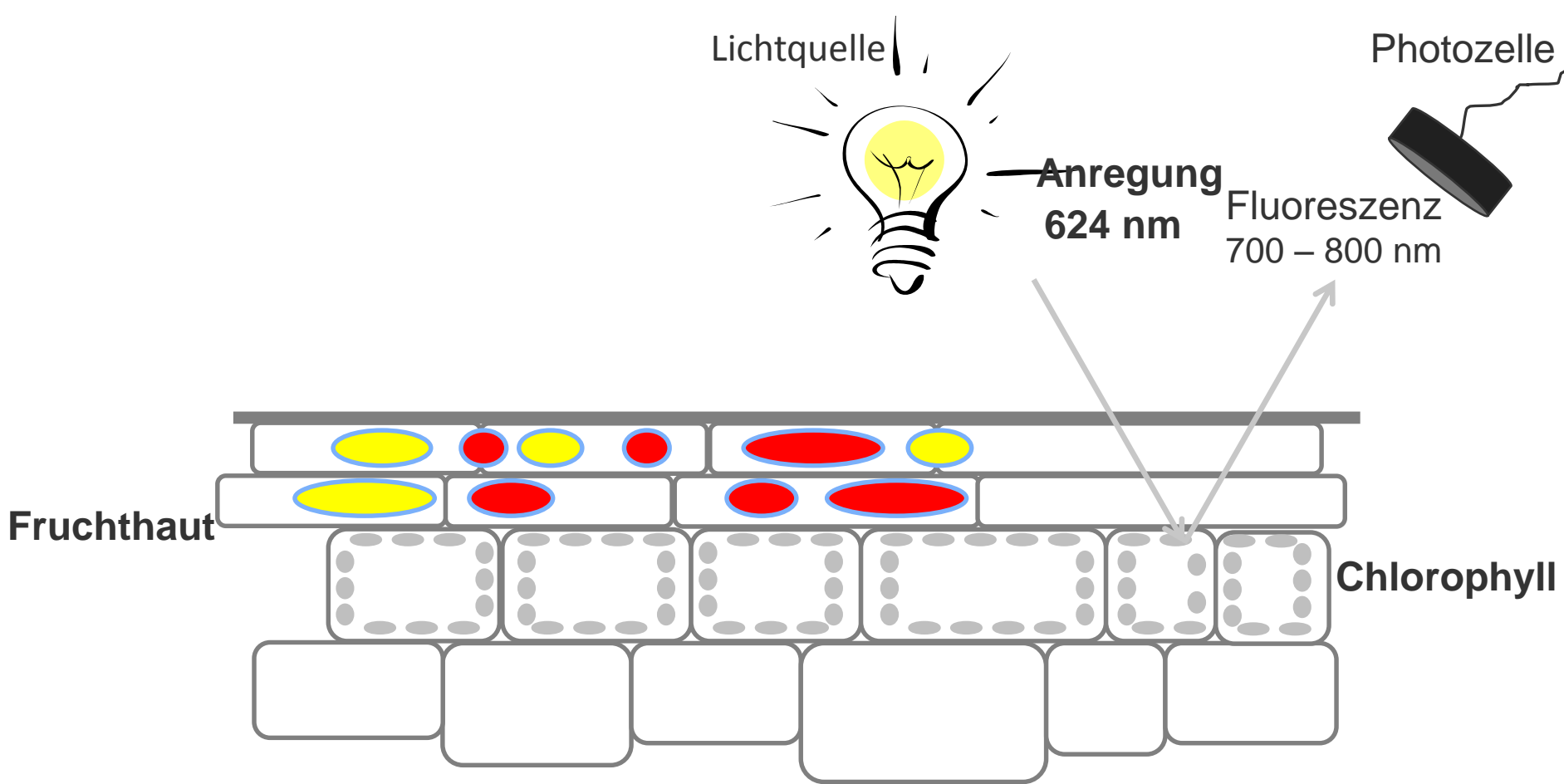
- transportabel, anwenderfreundlich
- nicht destruktiv
- kann Flavonole und Anthocyane in der Epidermis von Blättern und Früchten messen
- Daten lassen sich direkt in Excel übertragen

Prinzip (photometrisch):
Verschiedene Lichtquellen und
Lichtsensoren

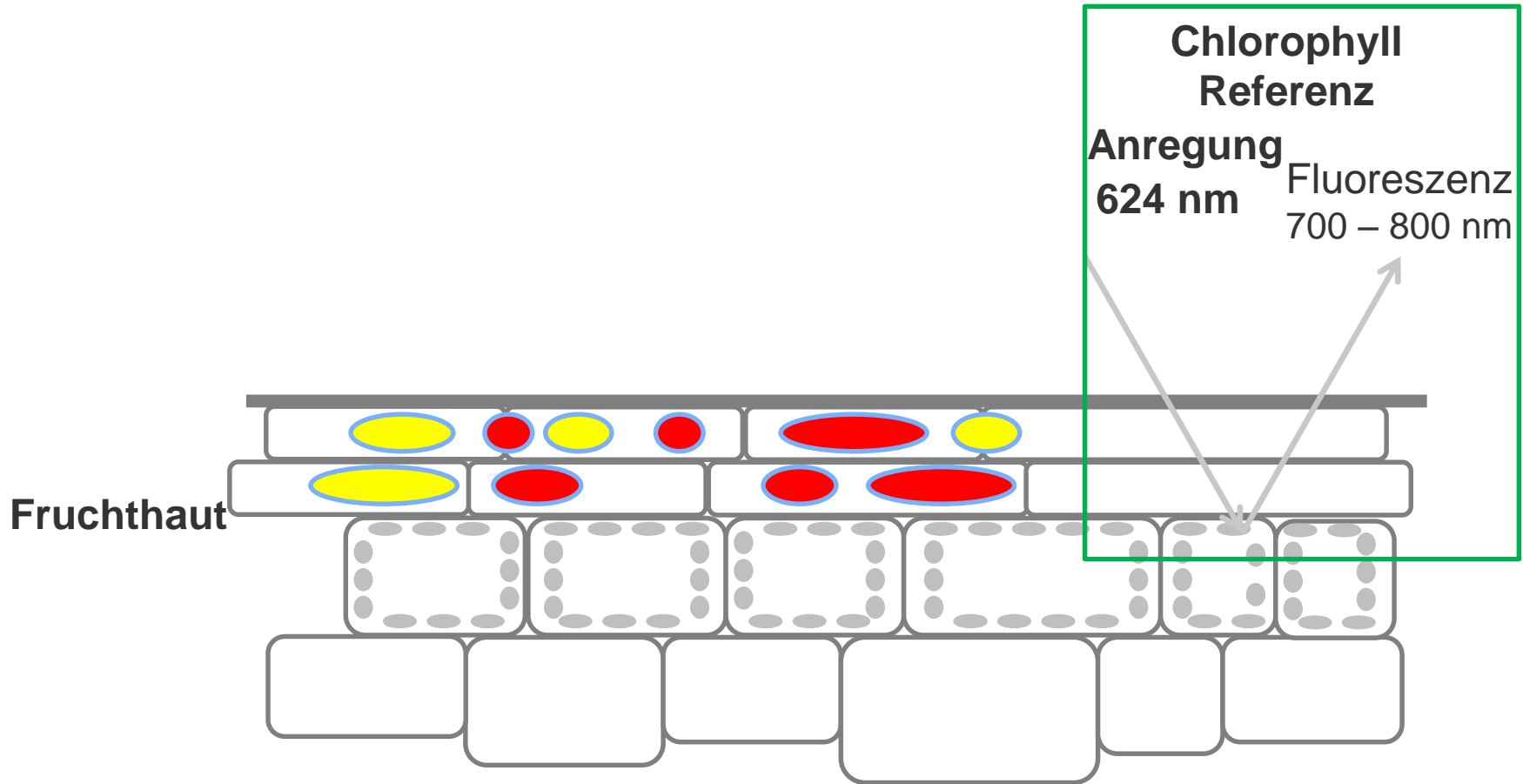
Flavonoid Monitoring mit Multiplex



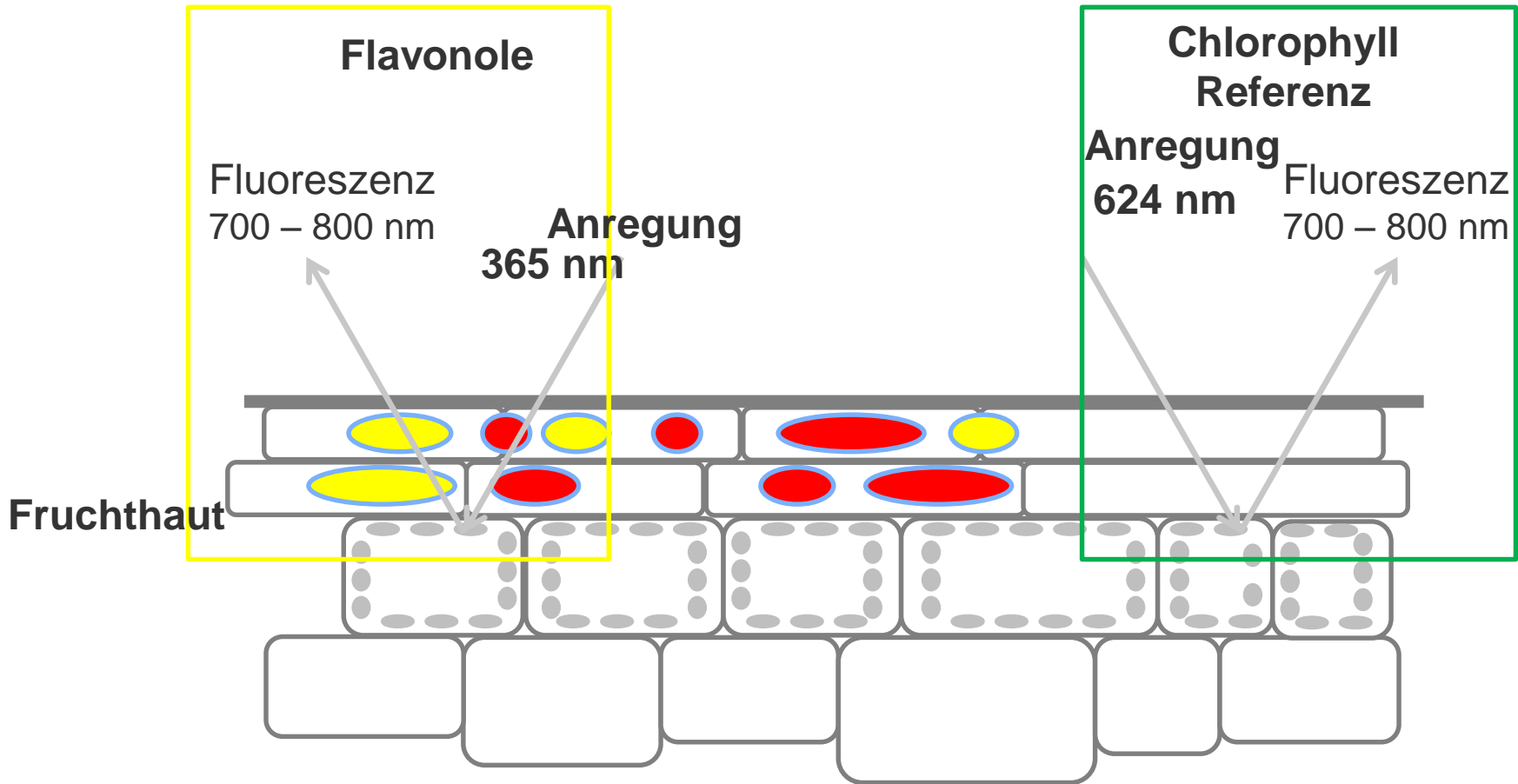
Flavonoid Monitoring mit Multiplex



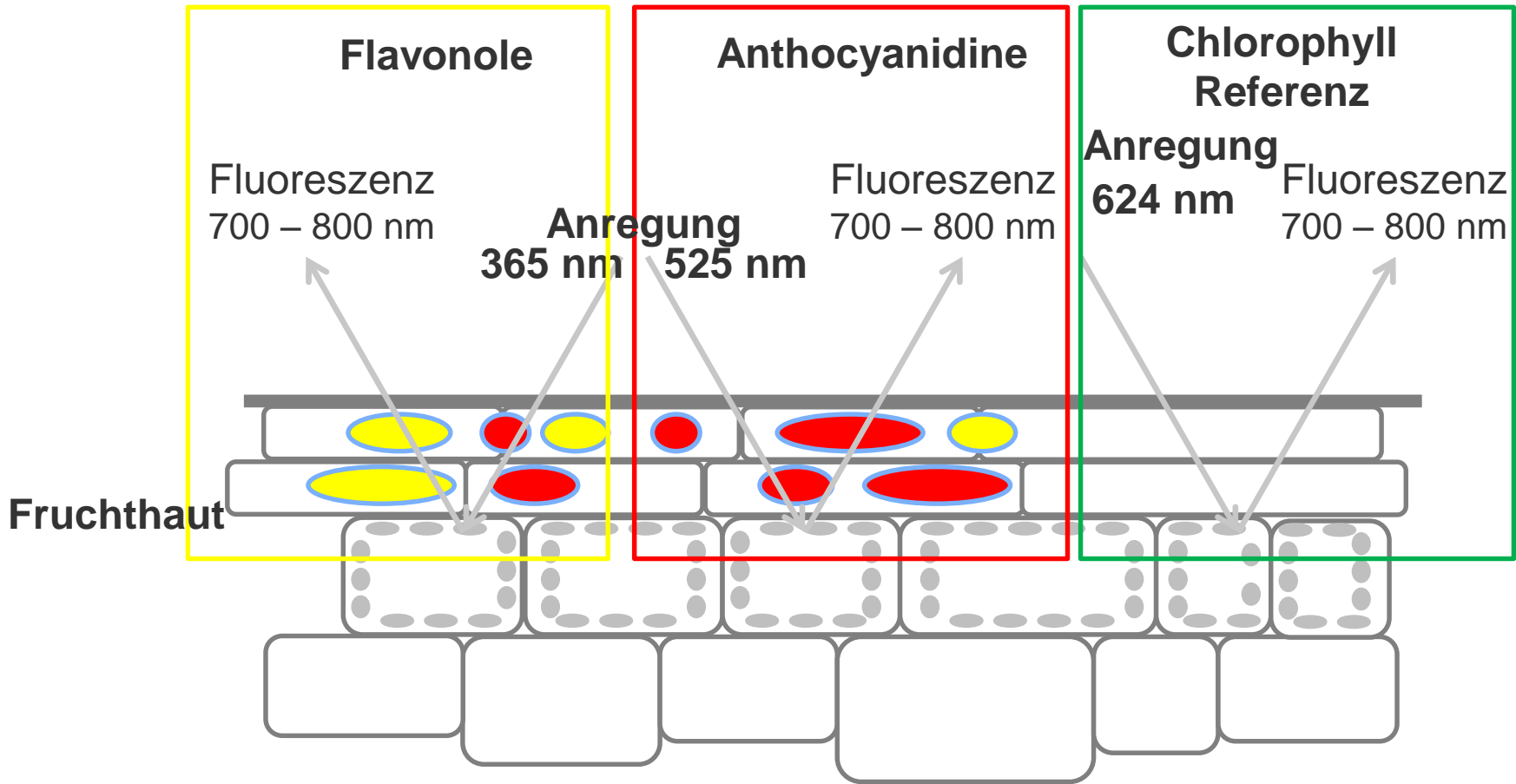
Flavonoid Monitoring mit Multiplex



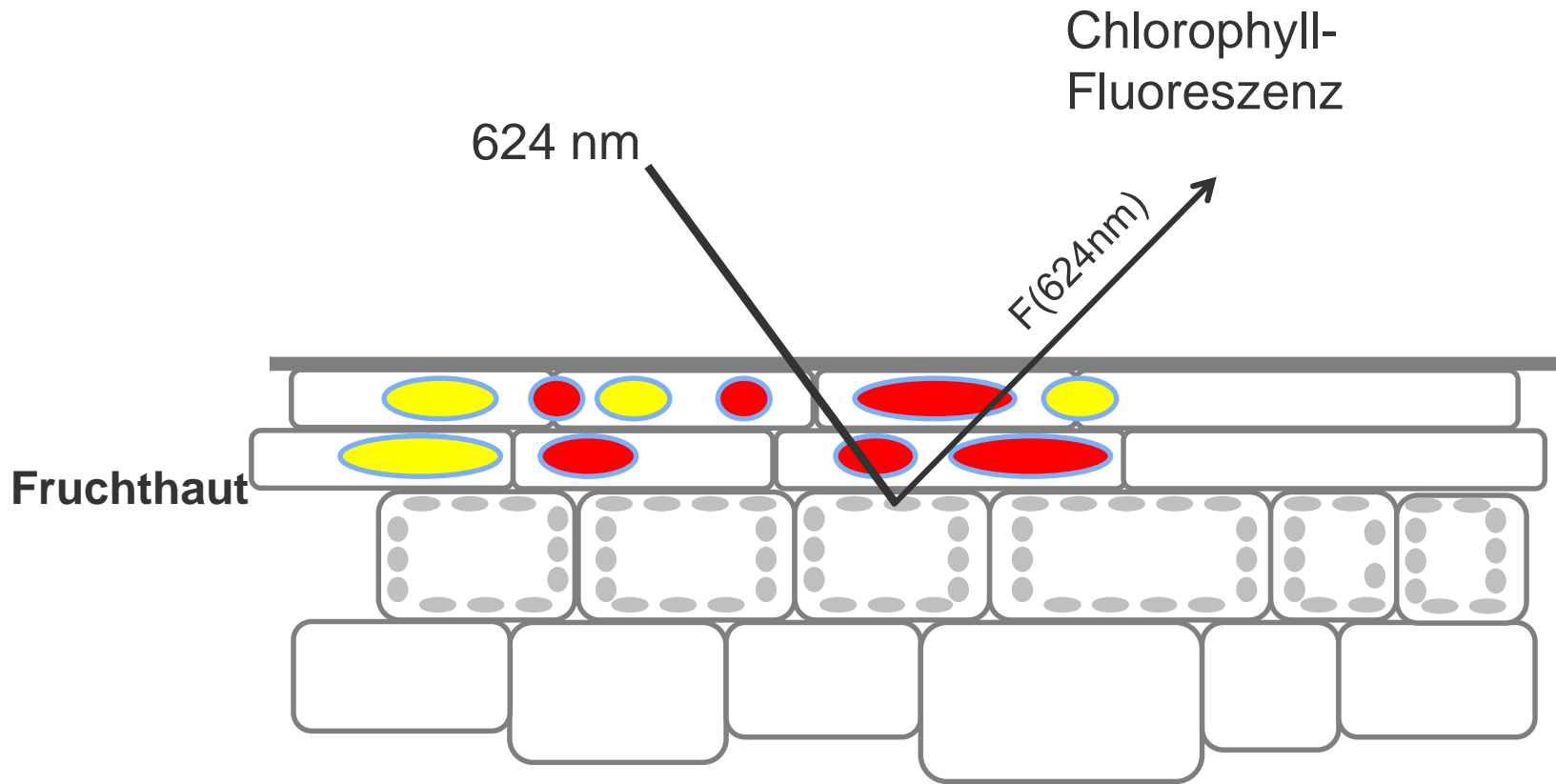
Flavonoid Monitoring mit Multiplex



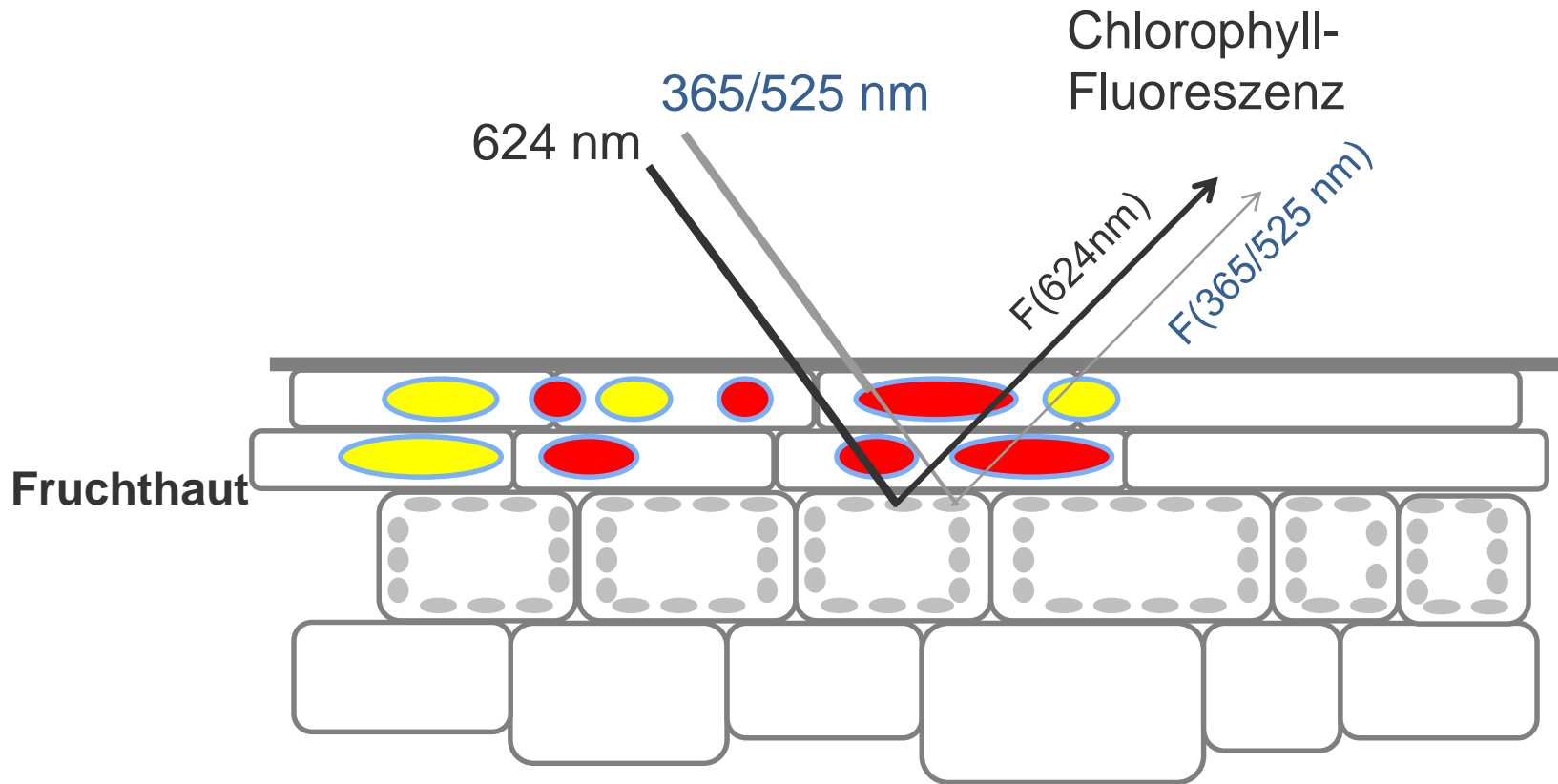
Flavonoid Monitoring mit Multiplex

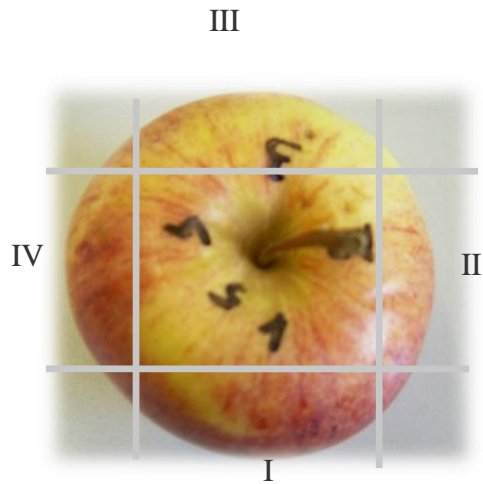


Flavonoid Monitoring mit Multiplex



Flavonoid Monitoring mit Multiplex

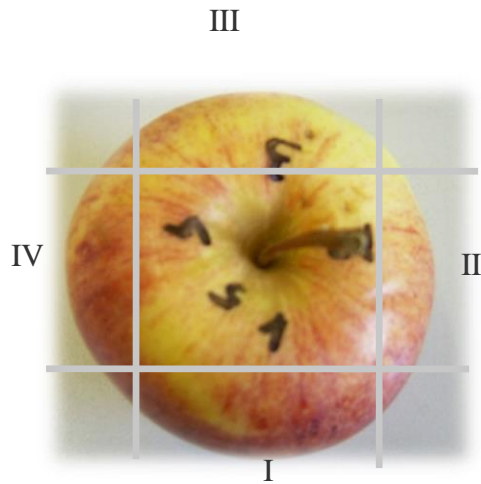




Multiplex-Messung

- Markierung \varnothing 2,5 cm
- Multiplexmessung
 - Multi-ANTH
 - Multi-FLAV





Multiplex-Messung

- Markierung Ø 2,5 cm
- Multiplexmessung
 - Multi-ANTH
 - Multi-FLAV

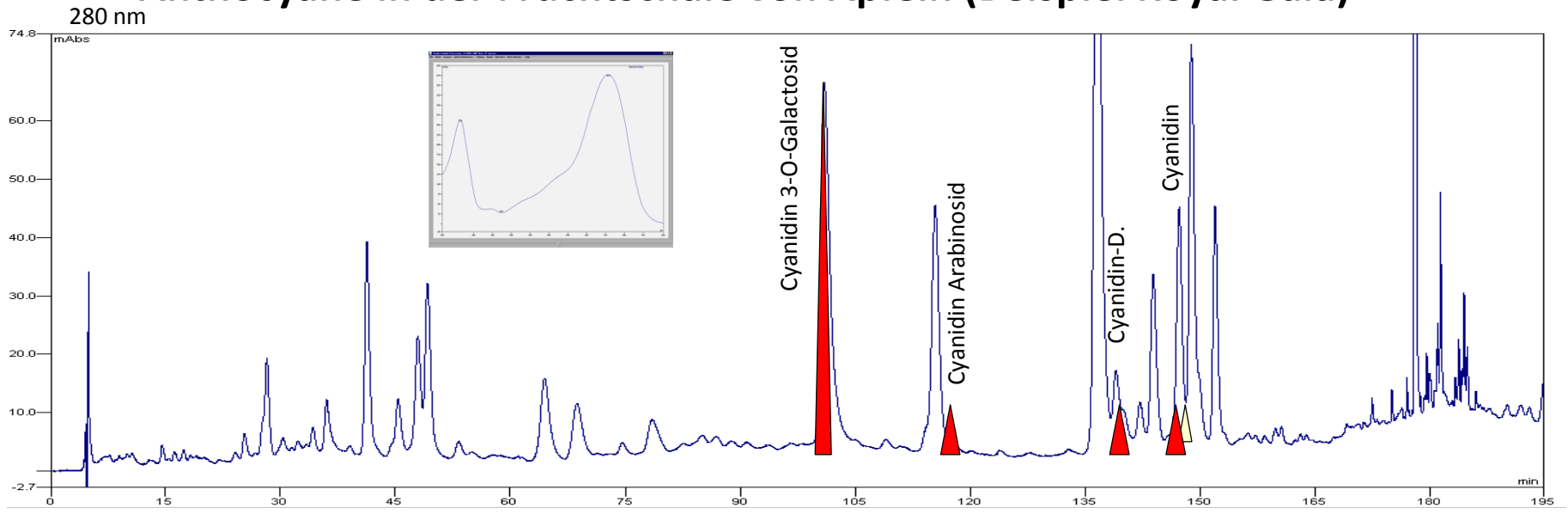


Referenzwerte (HPLC)

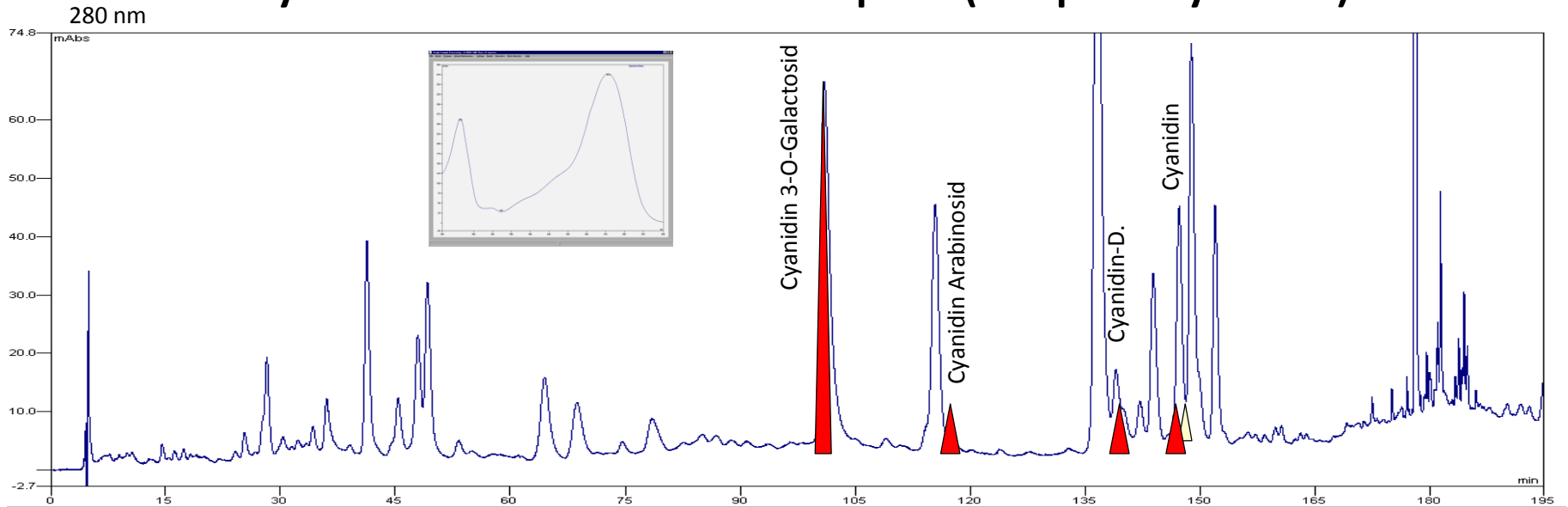
- Korkbohrer Ø 2,5 cm
- Fruchtfleisch entfernen
- MeOH Extraktion für HPLC



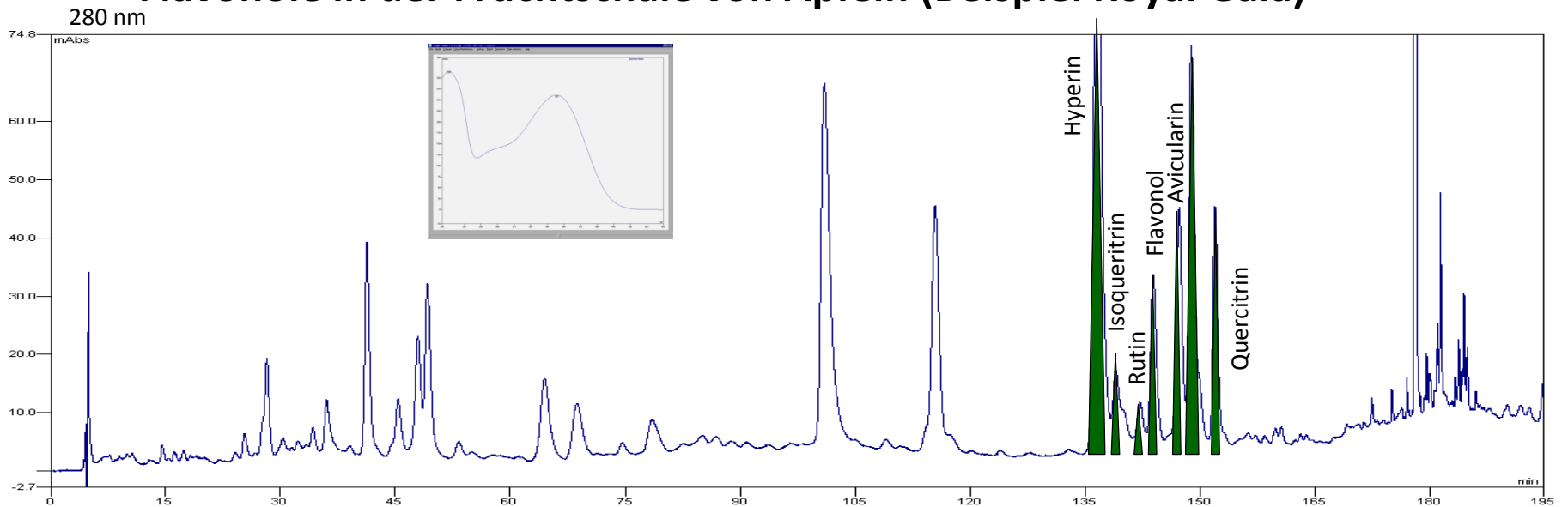
Anthocyane in der Fruchtschale von Äpfeln (Beispiel Royal Gala)



Anthocyane in der Fruchtschale von Äpfeln (Beispiel Royal Gala)

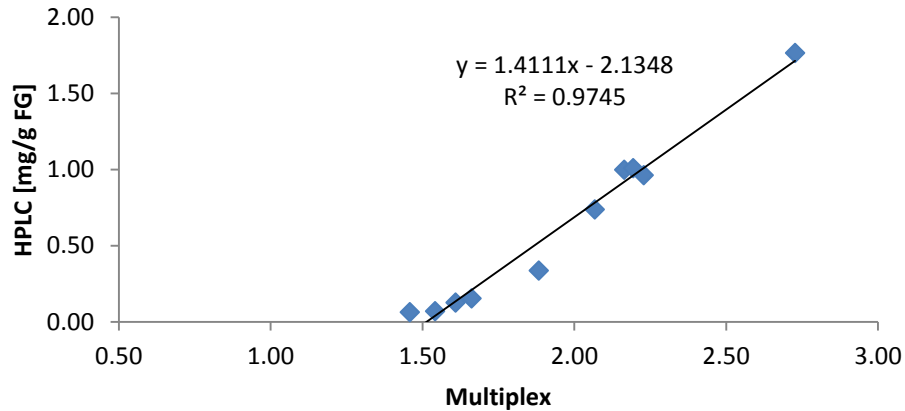


Flavonole in der Fruchtschale von Äpfeln (Beispiel Royal Gala)



Anthocyane und Flavonole im Apfel

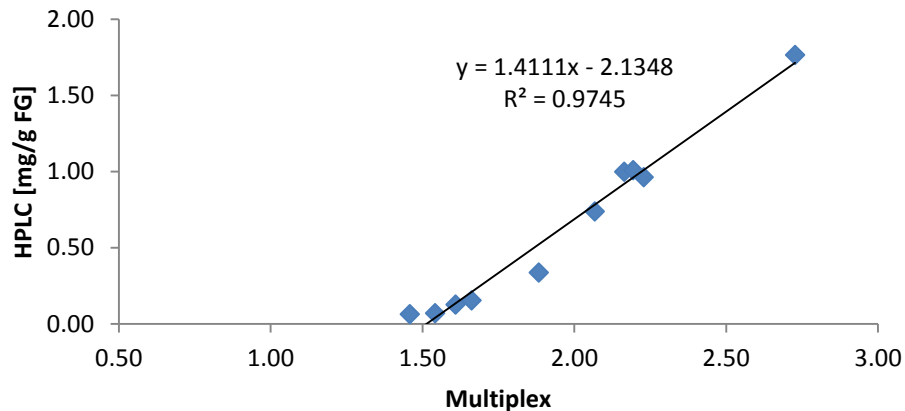
**Korrelation der Anthocyane von Apfel
Royla Gala (Multiplex / HPLC)**



- 0,06 – 1,76 mg/g FG Anthocyane
- 1,46 – 2,73 Einheiten Multiplex (MULTI-ANTH)

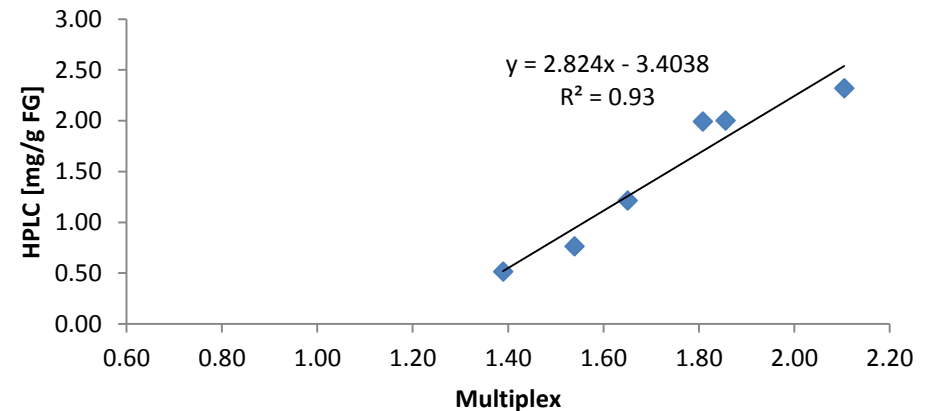
Anthocyane und Flavonole im Apfel

**Korrelation der Anthocyane von Apfel
Royla Gala (Multiplex / HPLC)**



- 0,06 – 1,76 mg/g FG Anthocyane
- 1,46 – 2,73 Einheiten Multiplex (MULTI-ANTH)

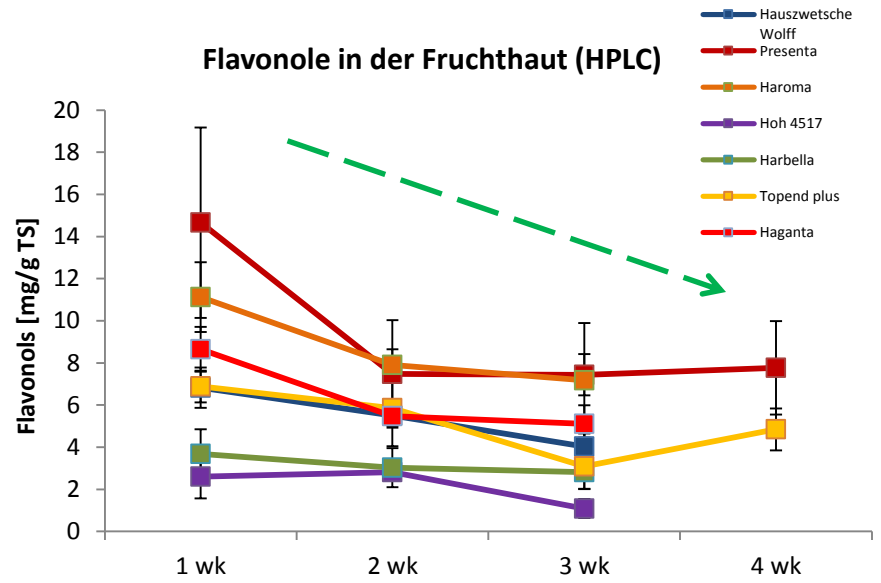
**Korrelation der Flavonole von Apfel
(Multiplex zu HPLC)**



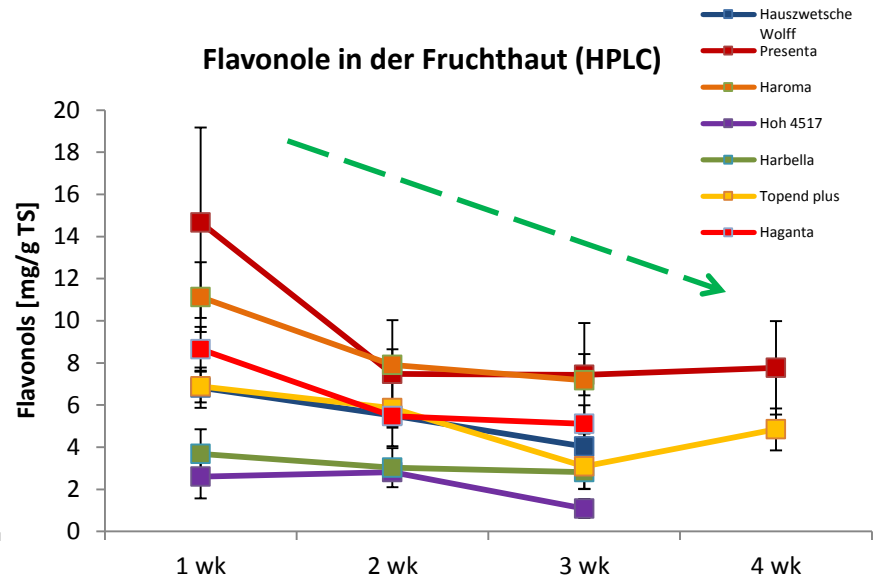
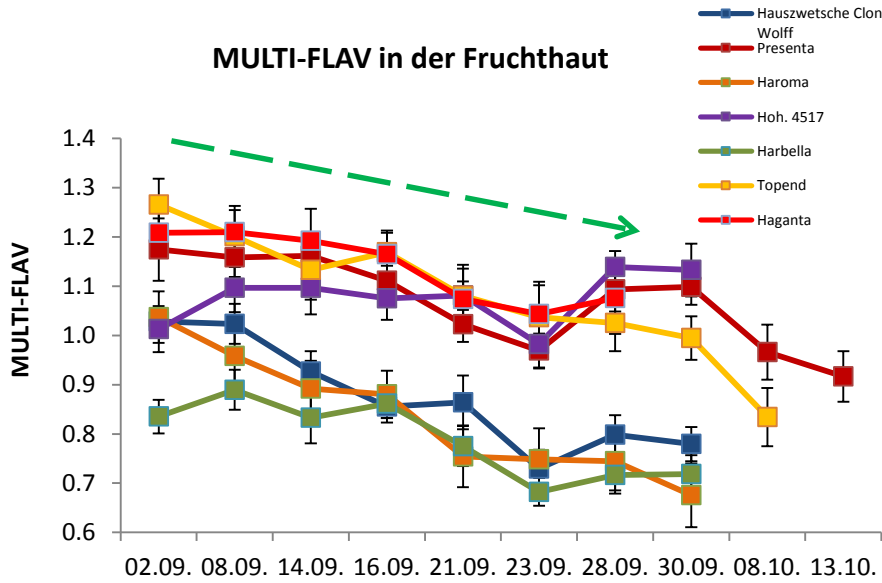
- 0,5 – 2,3 mg/g FG Flavonole
- 1,4 – 2,1 Einheiten Multiplex (MULTI-FLAV)

Zwetschen

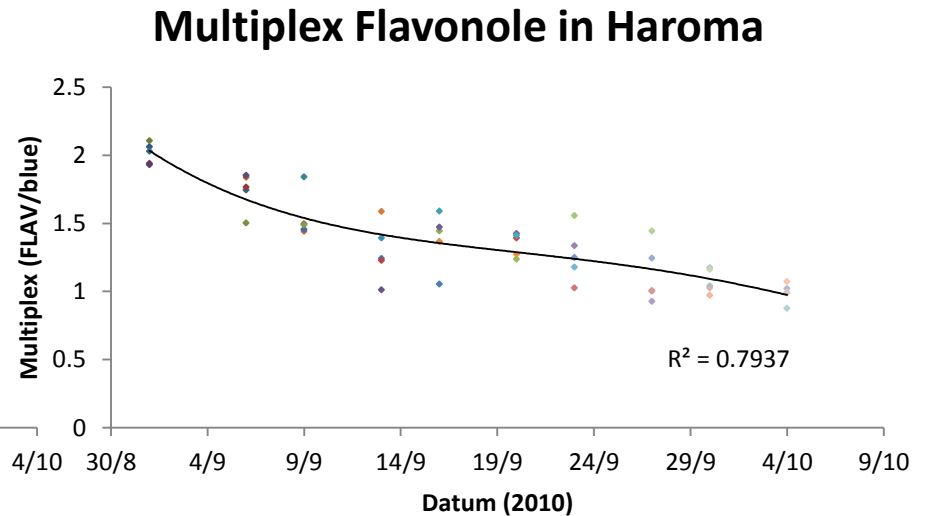
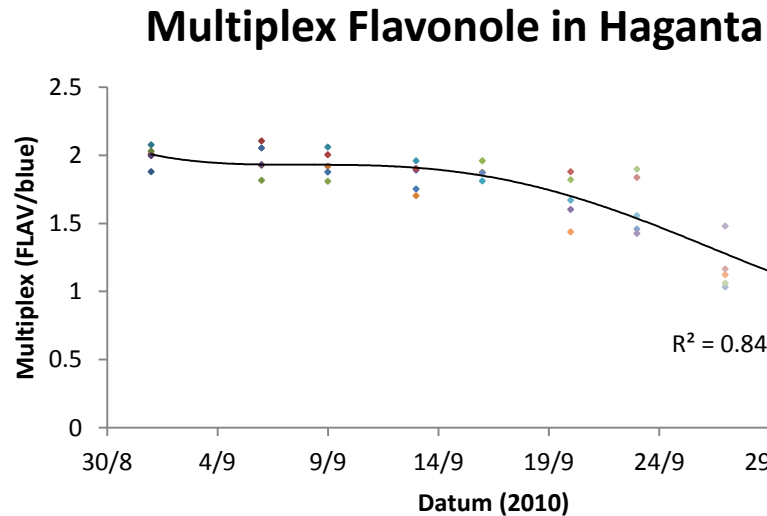
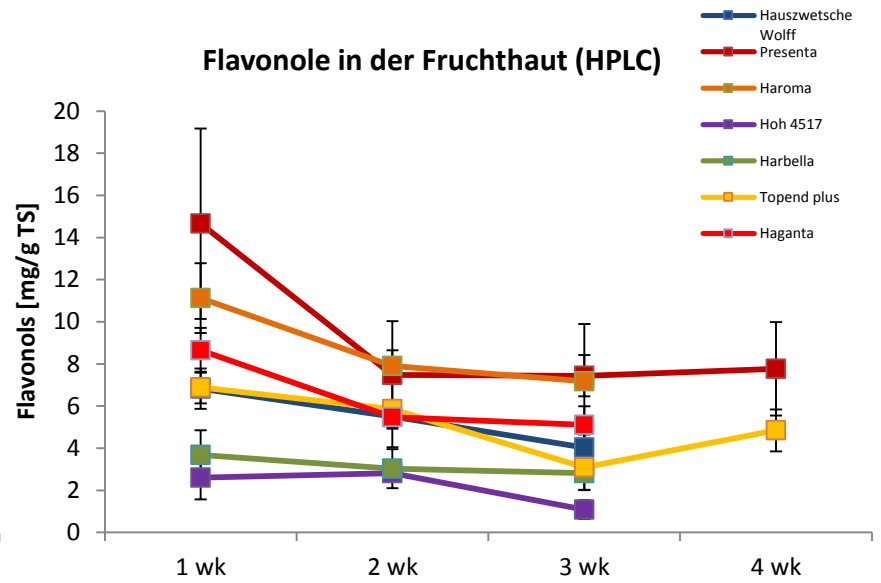
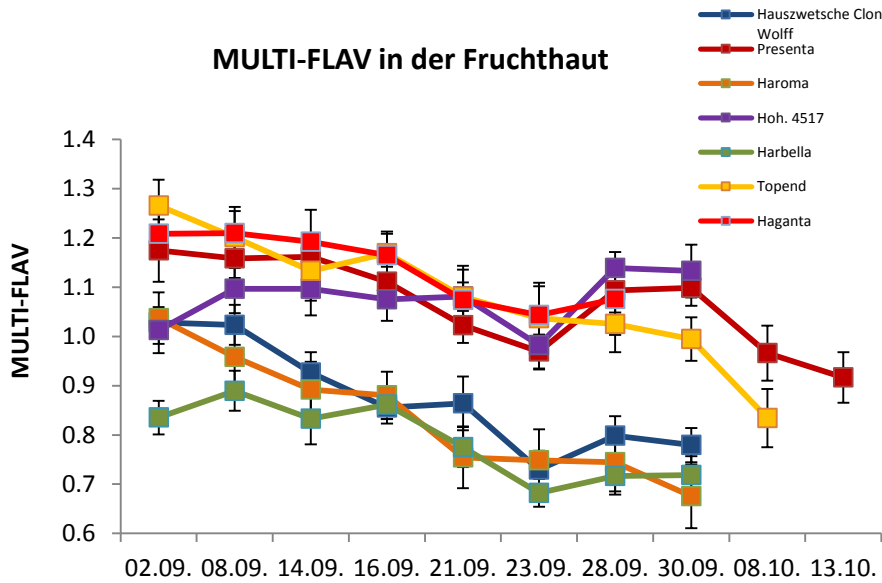
Flavonole



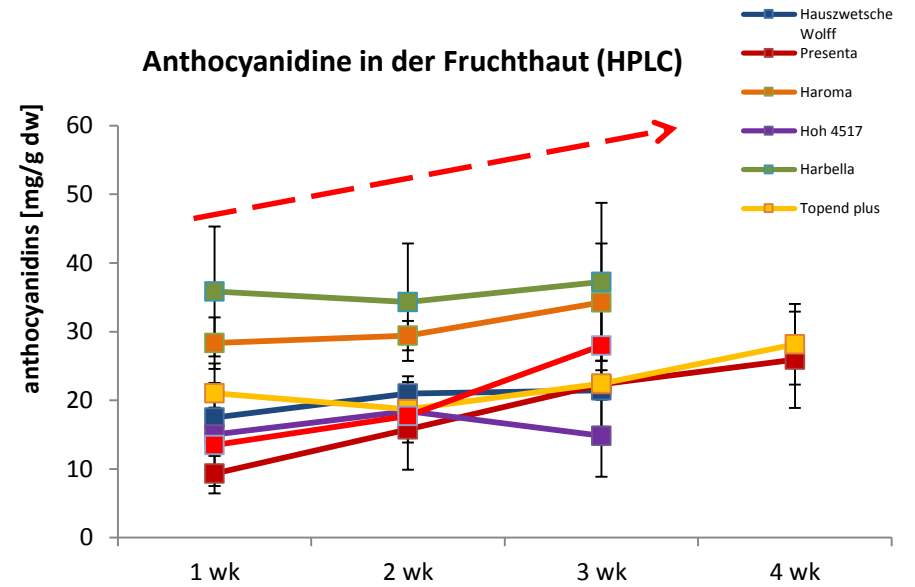
Flavonole



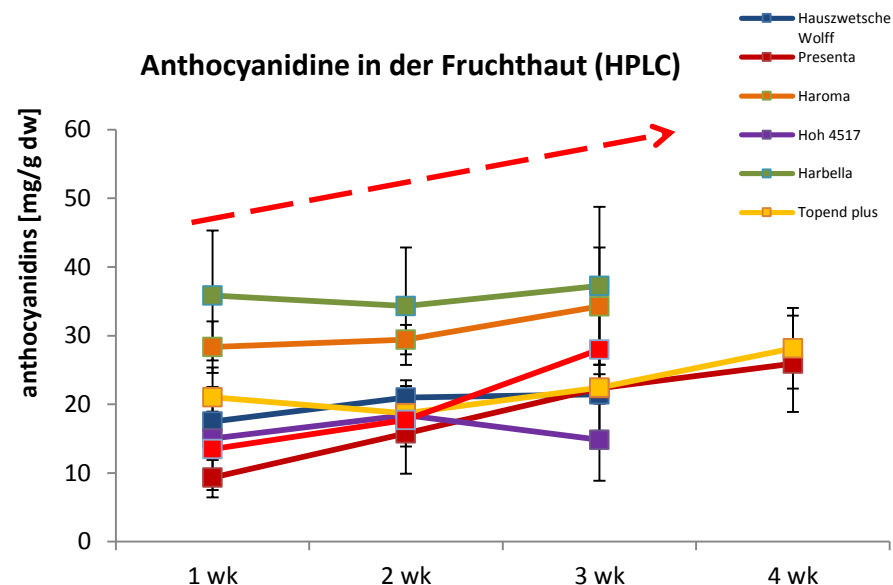
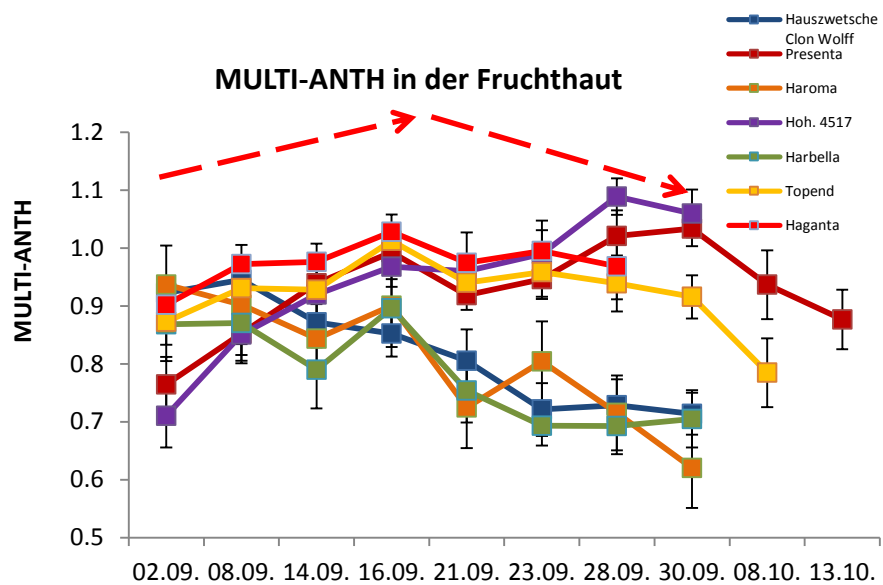
Flavonole



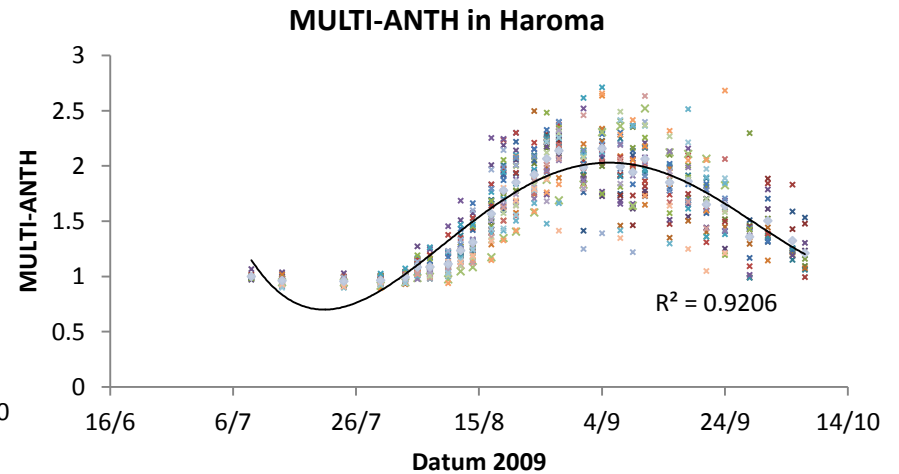
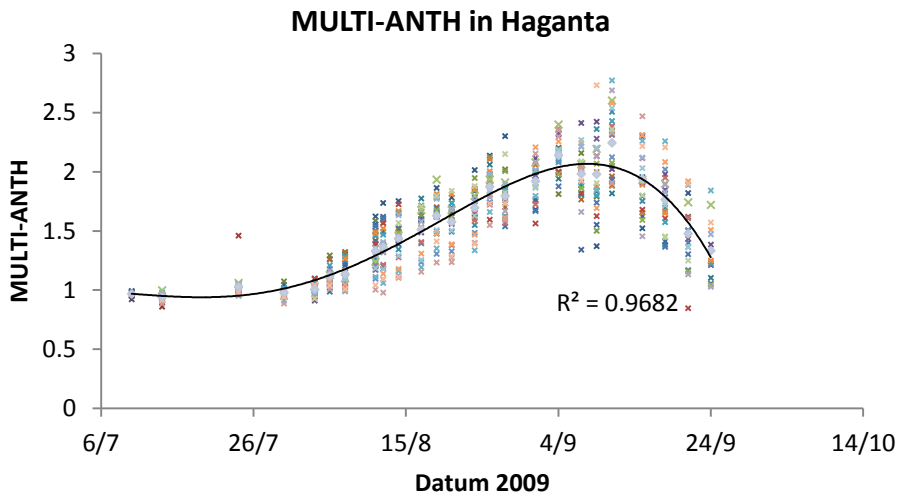
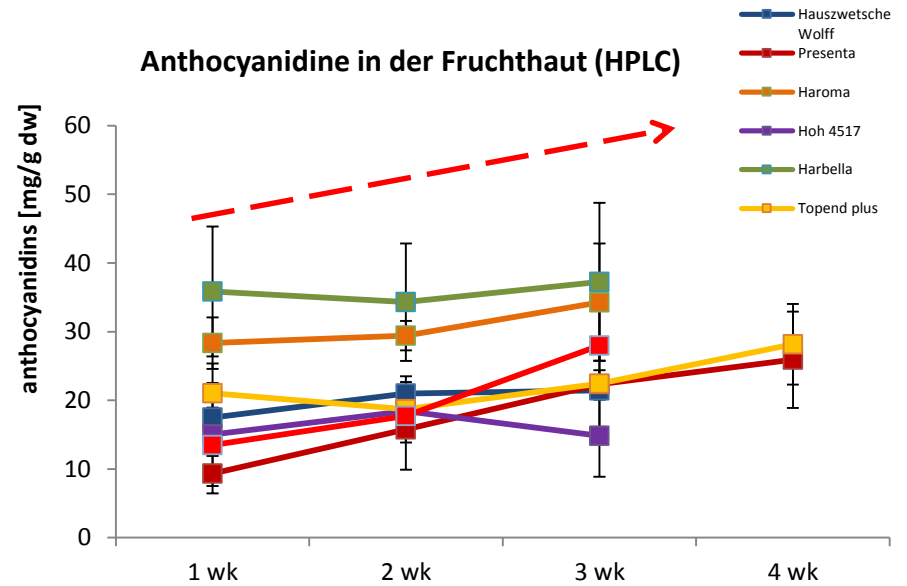
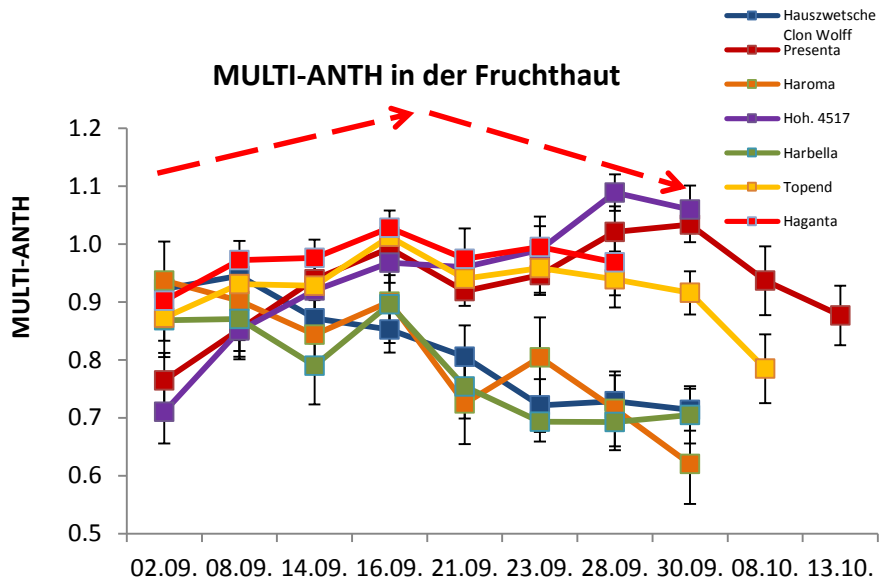
Anthocyane



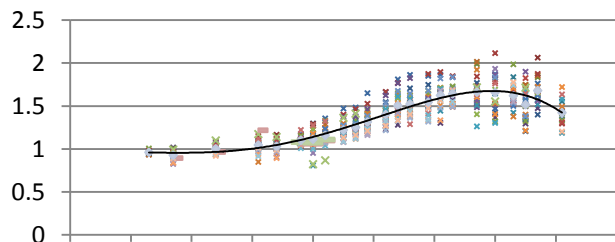
Anthocyane



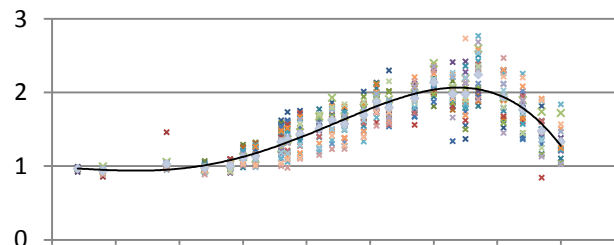
Anthocyane



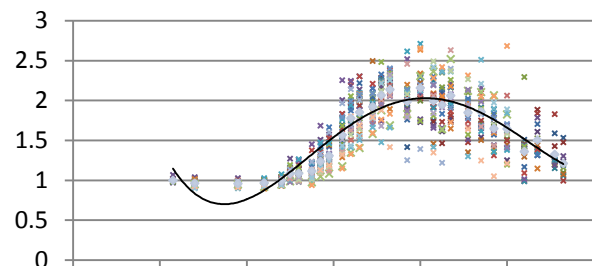
Anthocyane



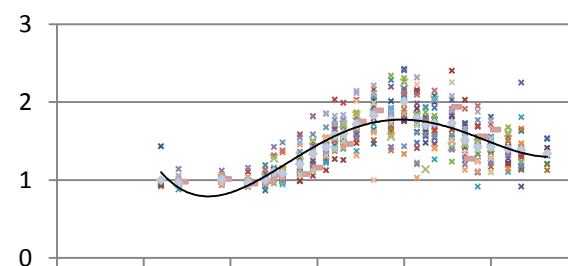
Althans
26.6.-24.9.



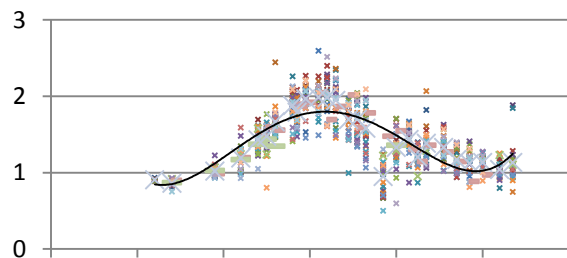
Haganta
6.7.-4.10.



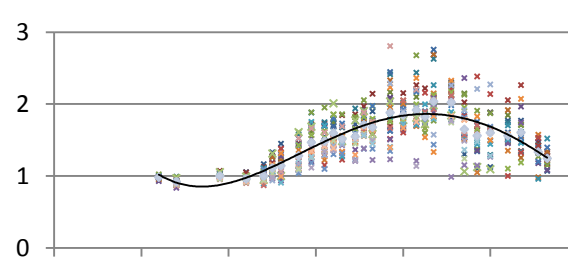
Haroma
16.6. – 14.10.



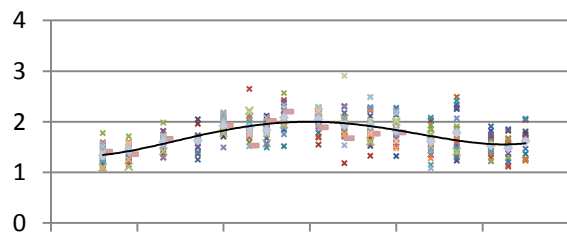
Hauszw. Wolff
16.6. – 14.10.



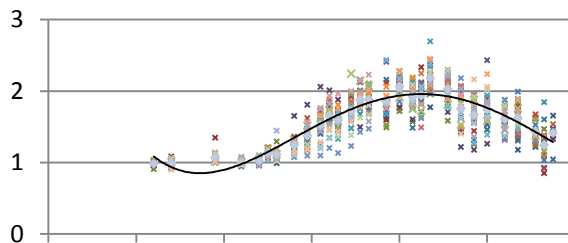
Harbella
16.6. – 14.10.



Hoh 4517
16.6. – 14.10.

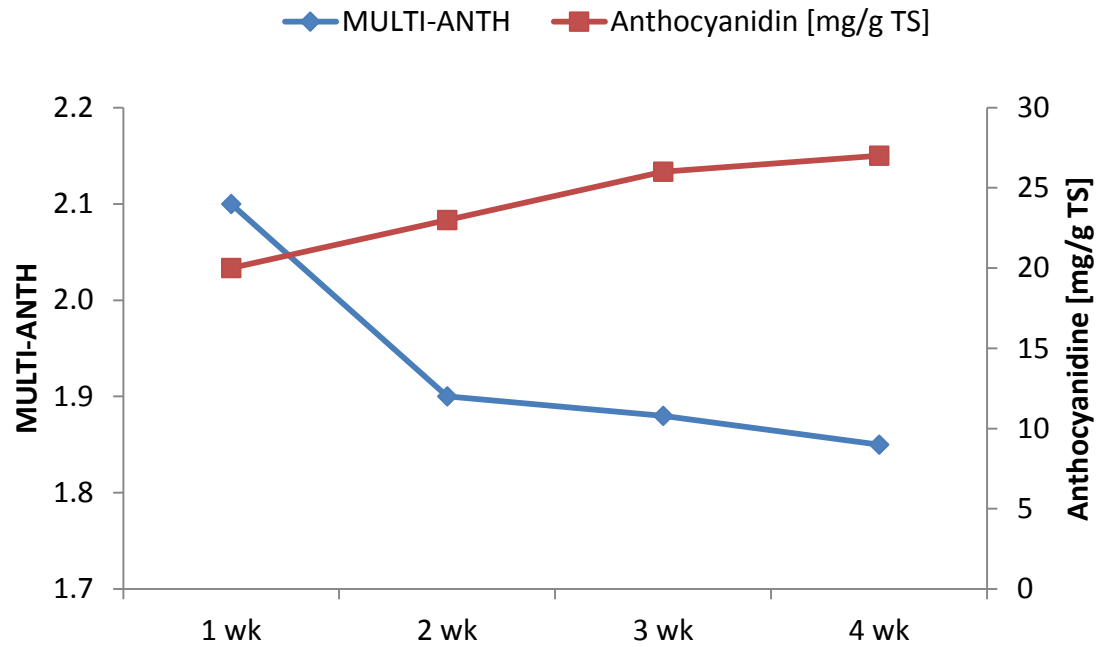


Presenta
15.8. – 14.10.



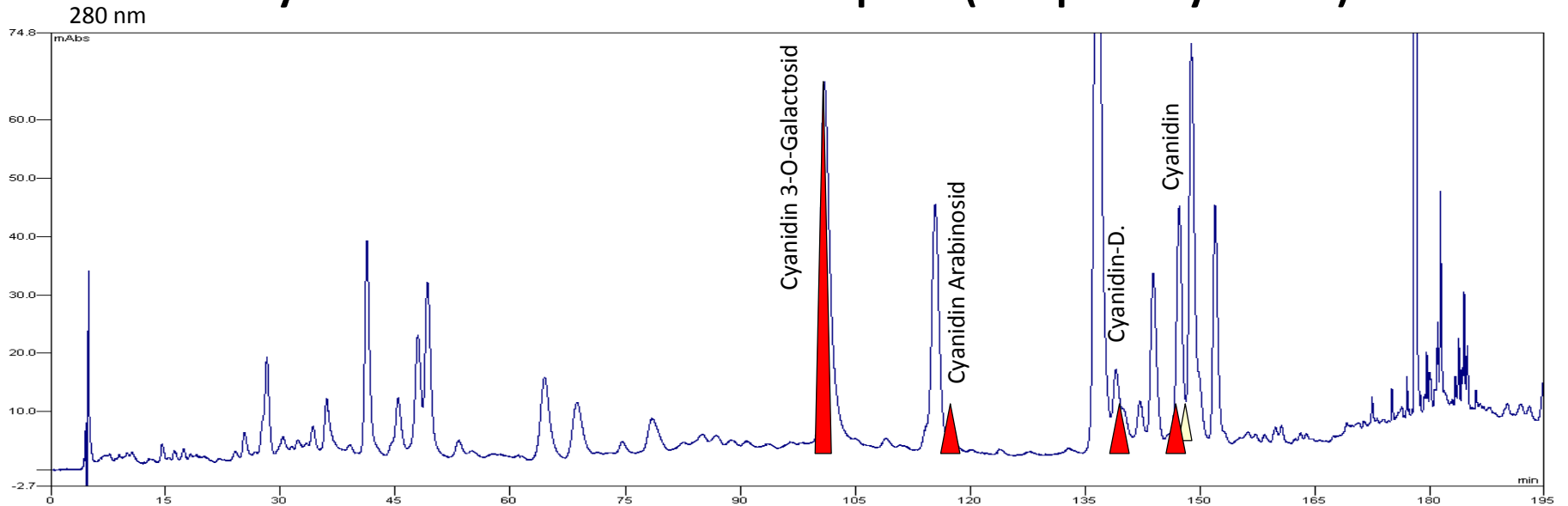
Topend Plus
16.6. – 14.10.

Anthocyane

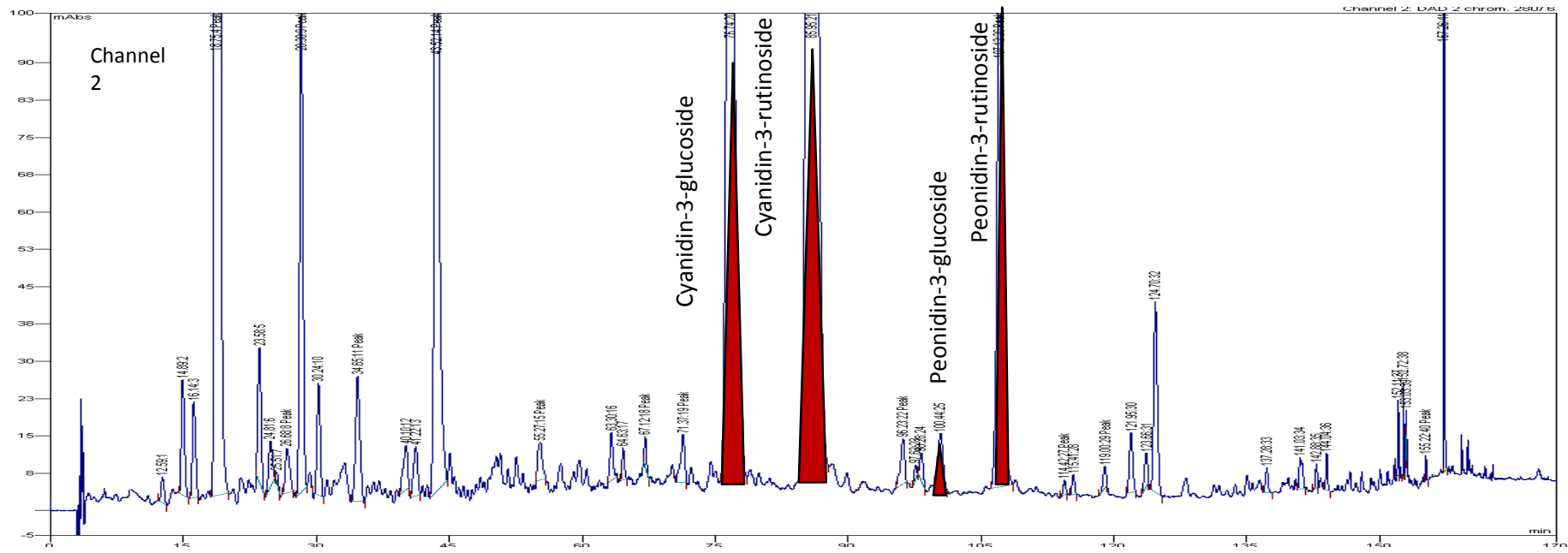


- Ist die Anthocyan-Art verantwortlich?
- Ist der pH-Wert verantwortlich?
- Ist eine Co-Pigmentierung verantwortlich?

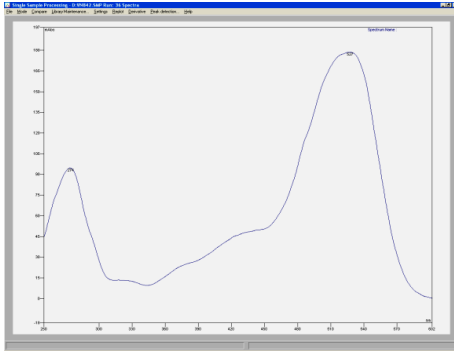
Anthocyane in der Fruchtschale von Äpfeln (Beispiel Royal Gala)



Anthocyane in der Fruchtschale von Zwetschgen (Beispiel Topend Plus)



Ist die Anthocyan-Art verantwortlich?



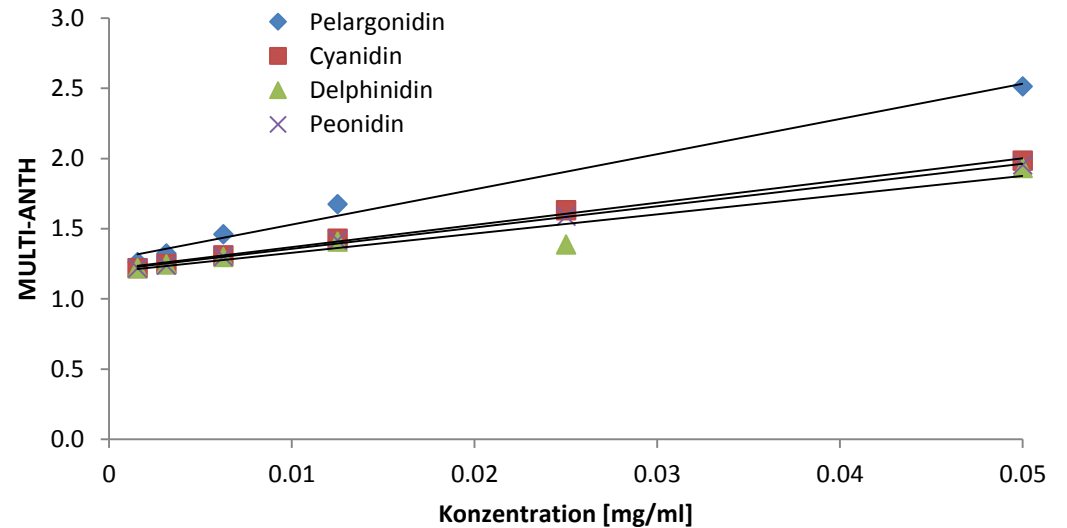
Pelargonidin 266/511

Peonidin 275/ 538

Cyanidin 274/527

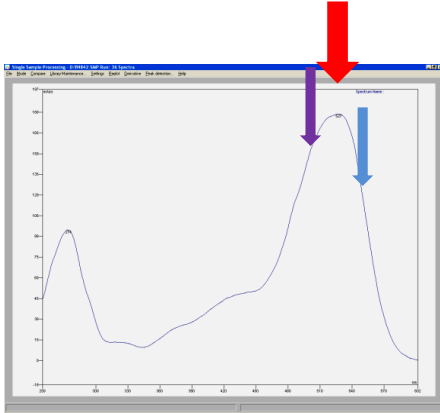
Delphinidin 272/534

Anthocyanidin-Standard-Reihen



Ist die Anthocyan-Art verantwortlich?

525 nm
Anregungswellenlänge



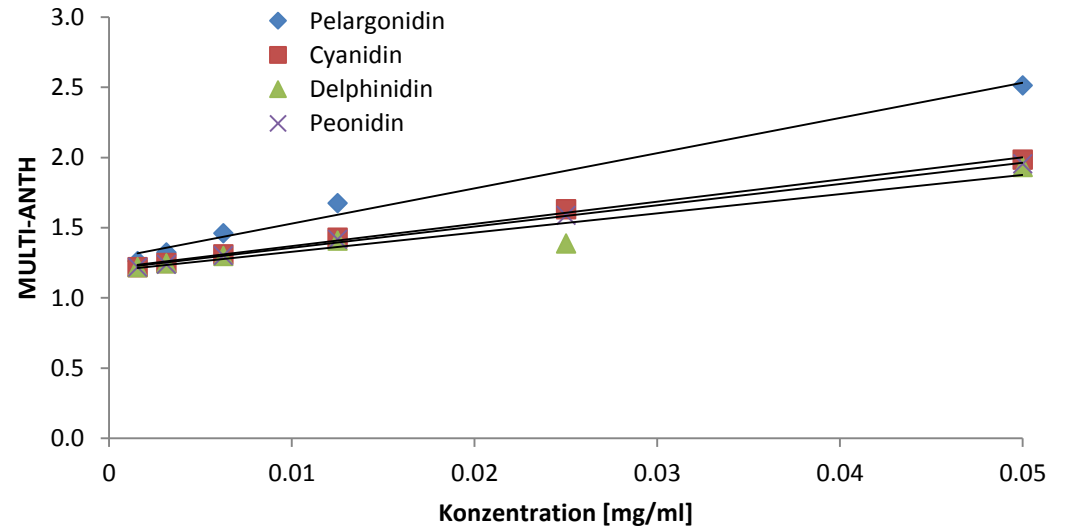
Pelargonidin 266/511

Peonidin 275/538

Cyanidin 274/527

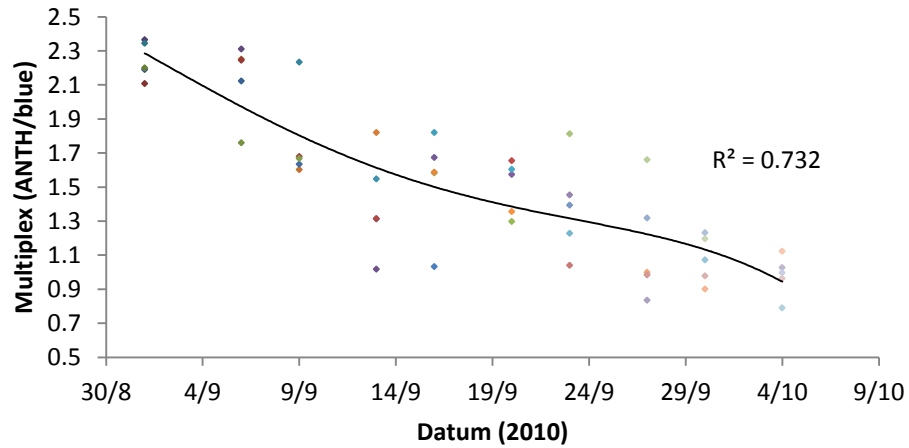
Delphinidin 272/534

Anthocyanidin-Standard-Reihen



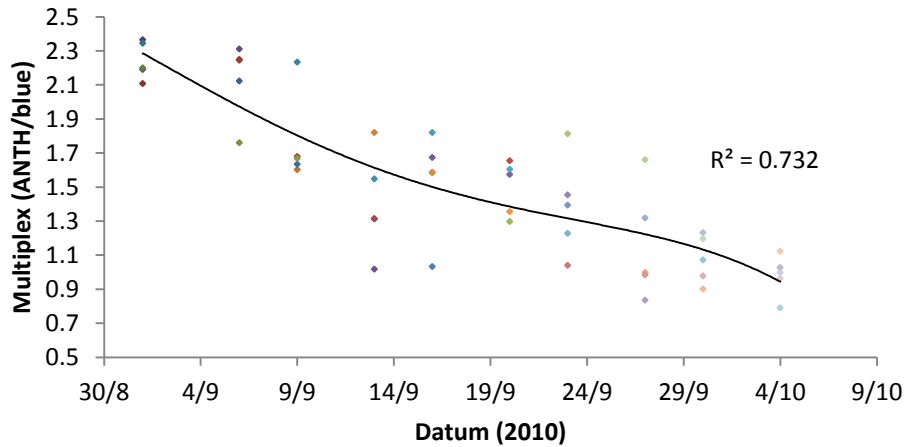
Ist der pH-Wert verantwortlich?

Multiplex Anthocyane in Haroma

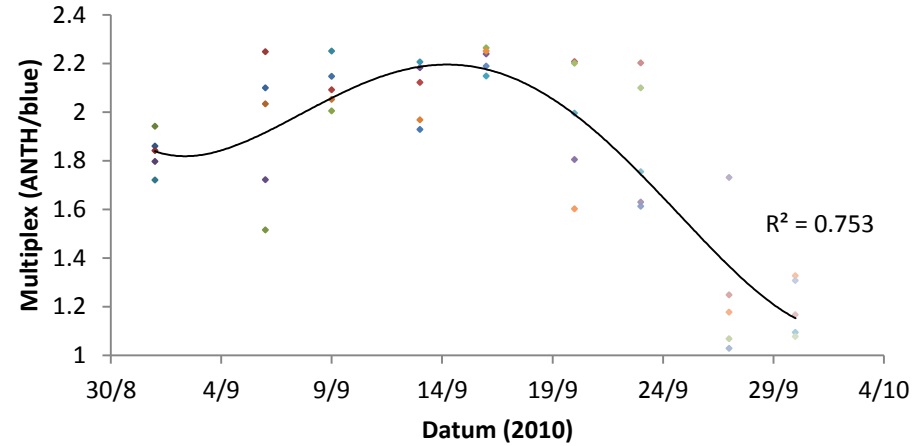


Ist der pH-Wert verantwortlich?

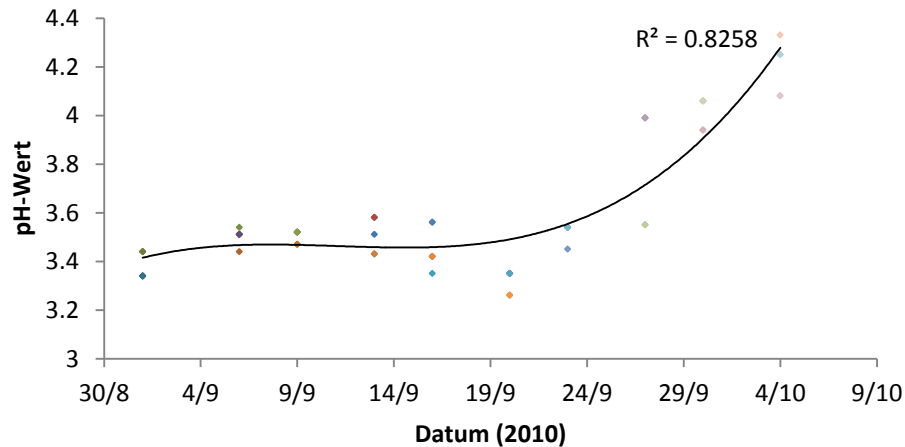
Multiplex Anthocyane in Haroma



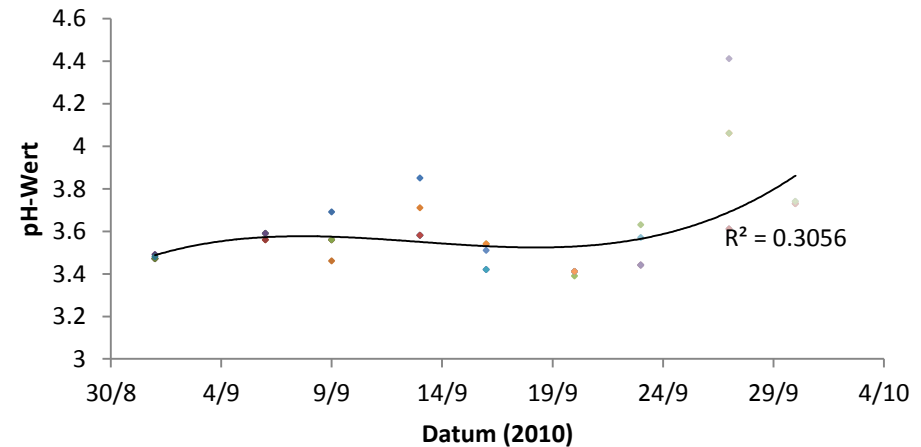
Multiplex Anthocyane in Haganta



pH-Wert Haroma



pH-Wert Haganta

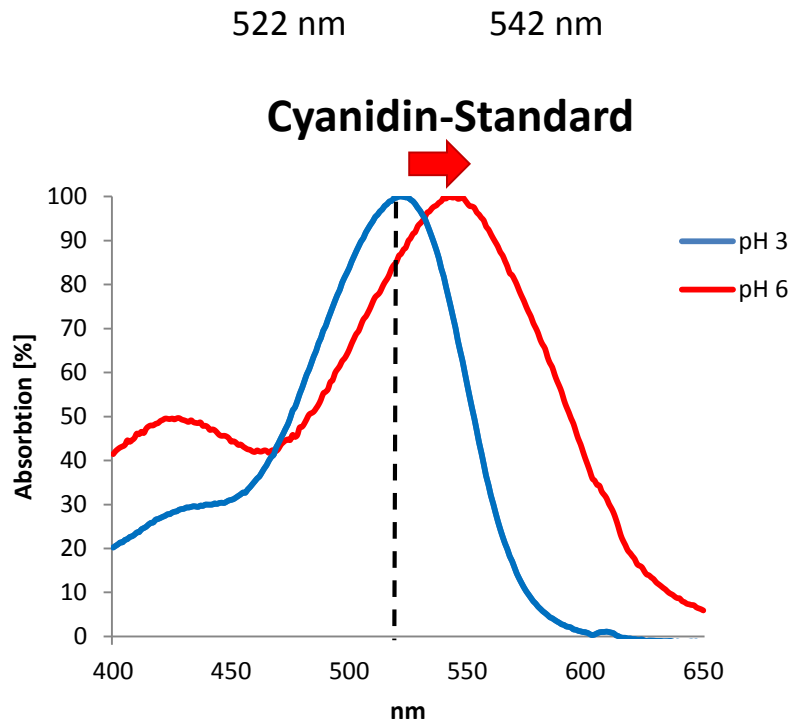


Wie verändert sich das UV-Spektrum bei pH-Wert-Verschiebungen?

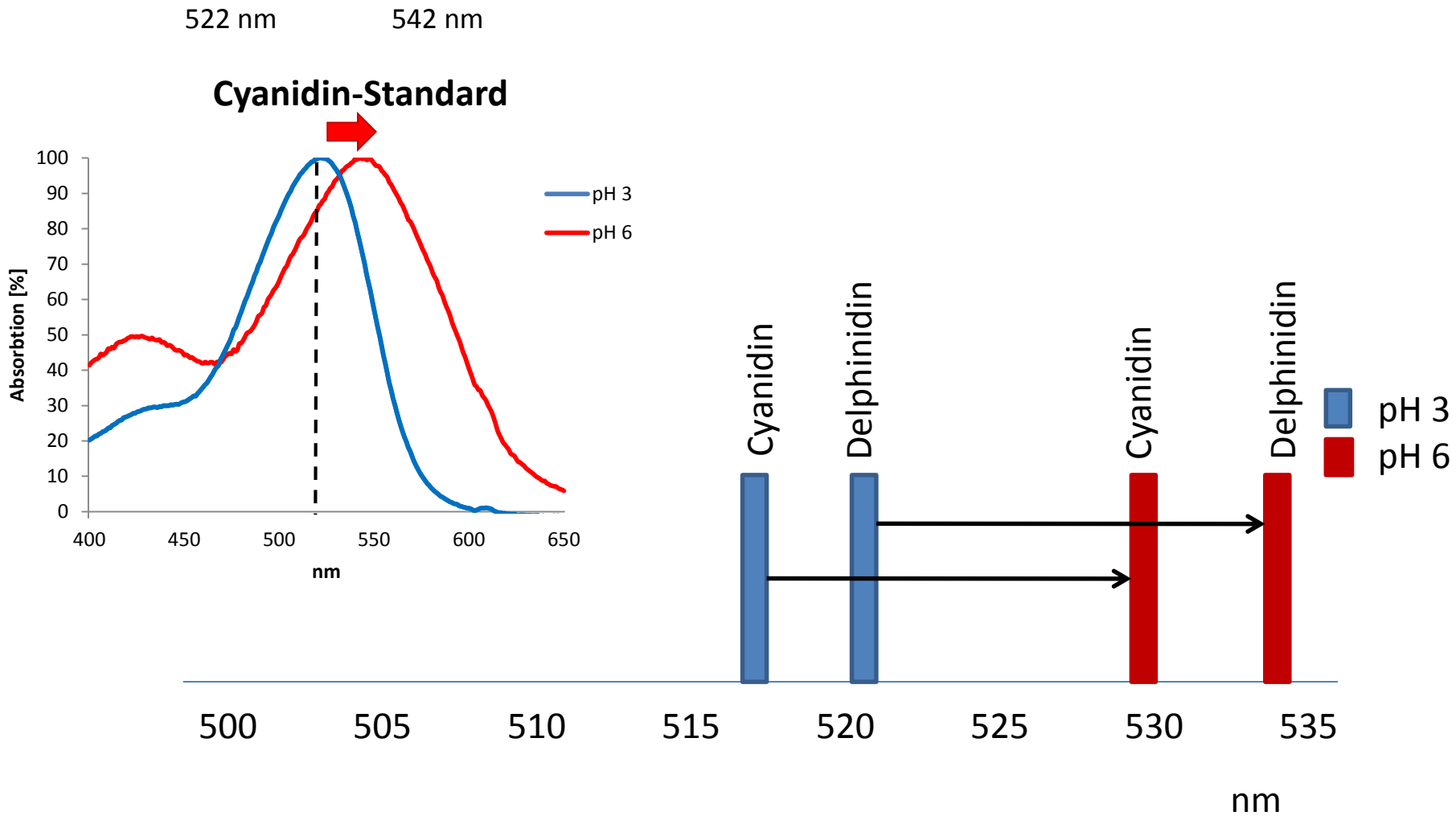
Wie verändert sich das UV-Spektrum bei pH-Wert-Verschiebungen?

- Verschiedenen Anthocyan-Standards
- Gelöst in Puffer mit unterschiedlichen pH-Werten
- UV-Spektren gemessen im Photometer

Ist der pH-Wert verantwortlich?

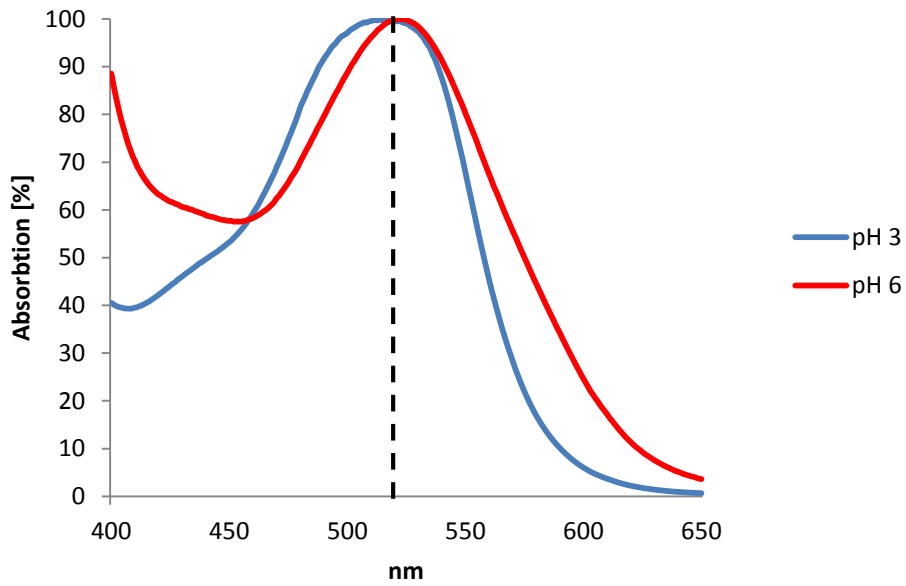


Ist der pH-Wert verantwortlich?



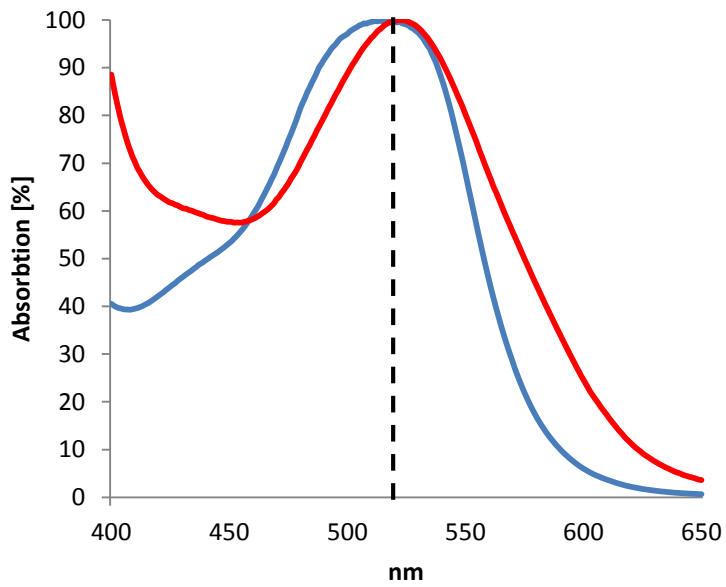
Ist der pH-Wert verantwortlich?

Gesamtextrakt



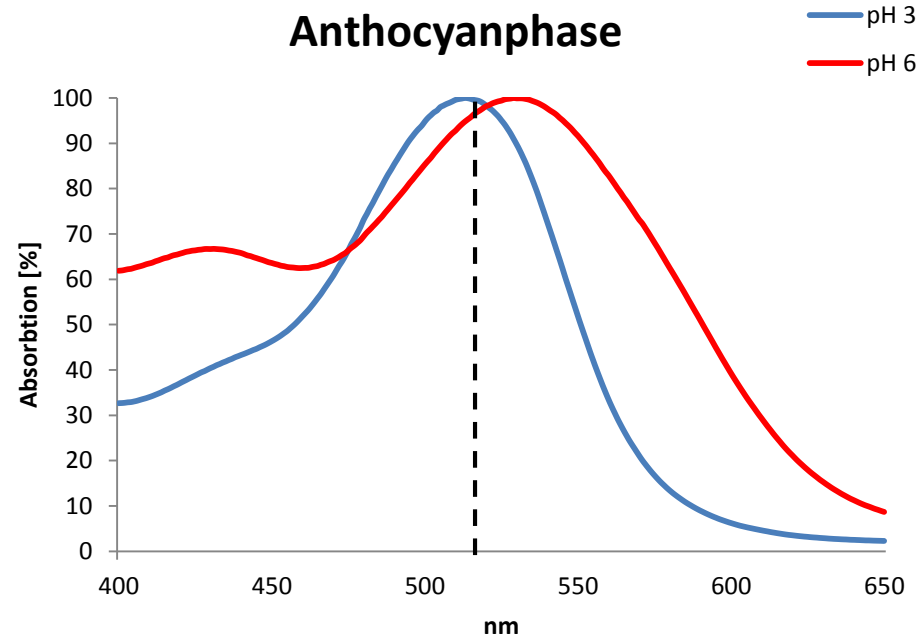
Ist der pH-Wert verantwortlich?

Gesamtextrakt



— pH 3
— pH 6

Anthocyanphase



— pH 3
— pH 6

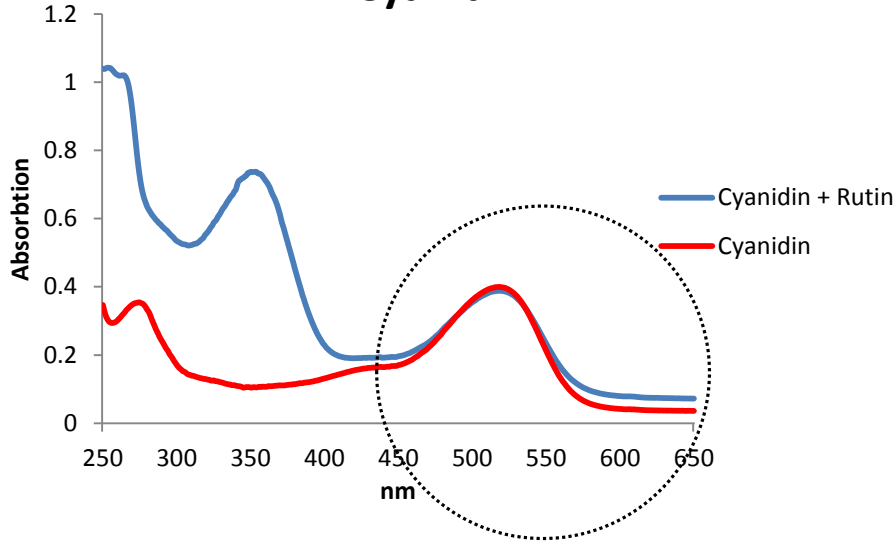
Wie verändert sich das UV-Spektrum durch Co-Pigmentierung?

Wie verändert sich das UV-Spektrum durch Co-Pigmentierung?

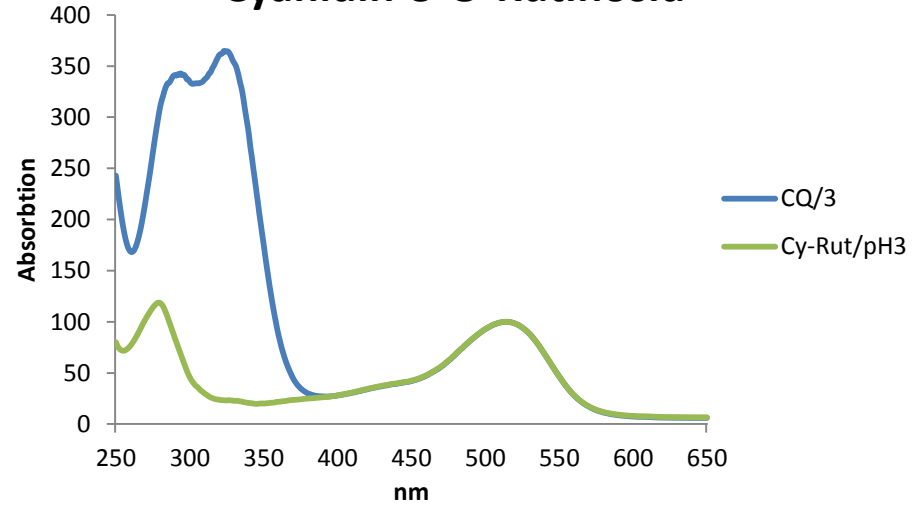
- Verschiedenen Anthocyan-Standards +/- ohne Chlorogensäure bzw. Rutin
- UV-Spektren gemessen im Photometer

Co-Pigmentierung

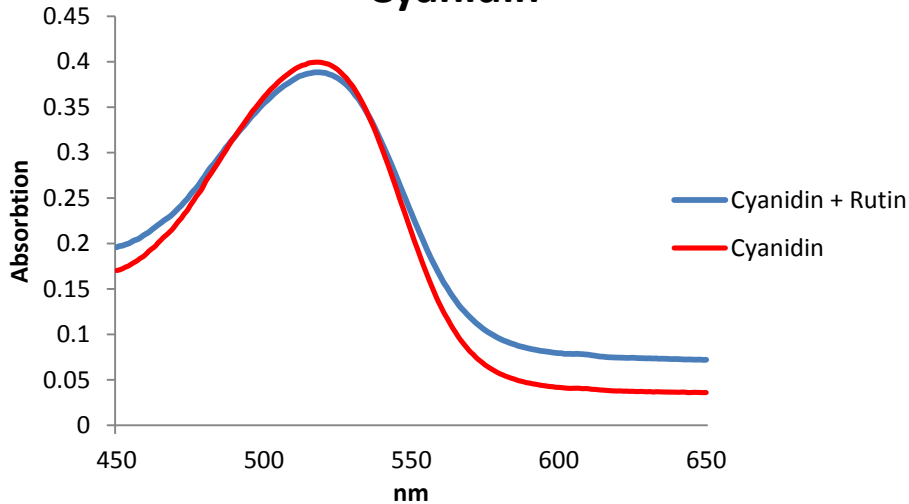
Cyanidin



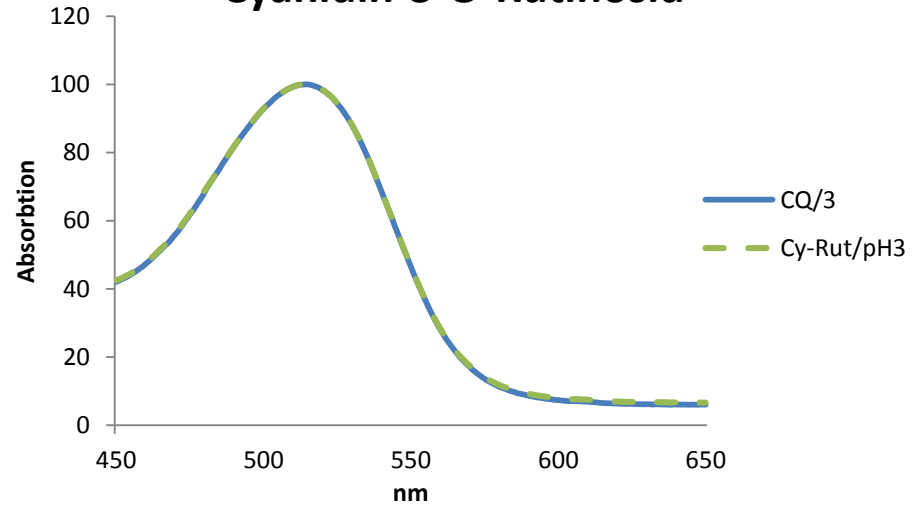
Cyanidin-3-O-Rutinosid



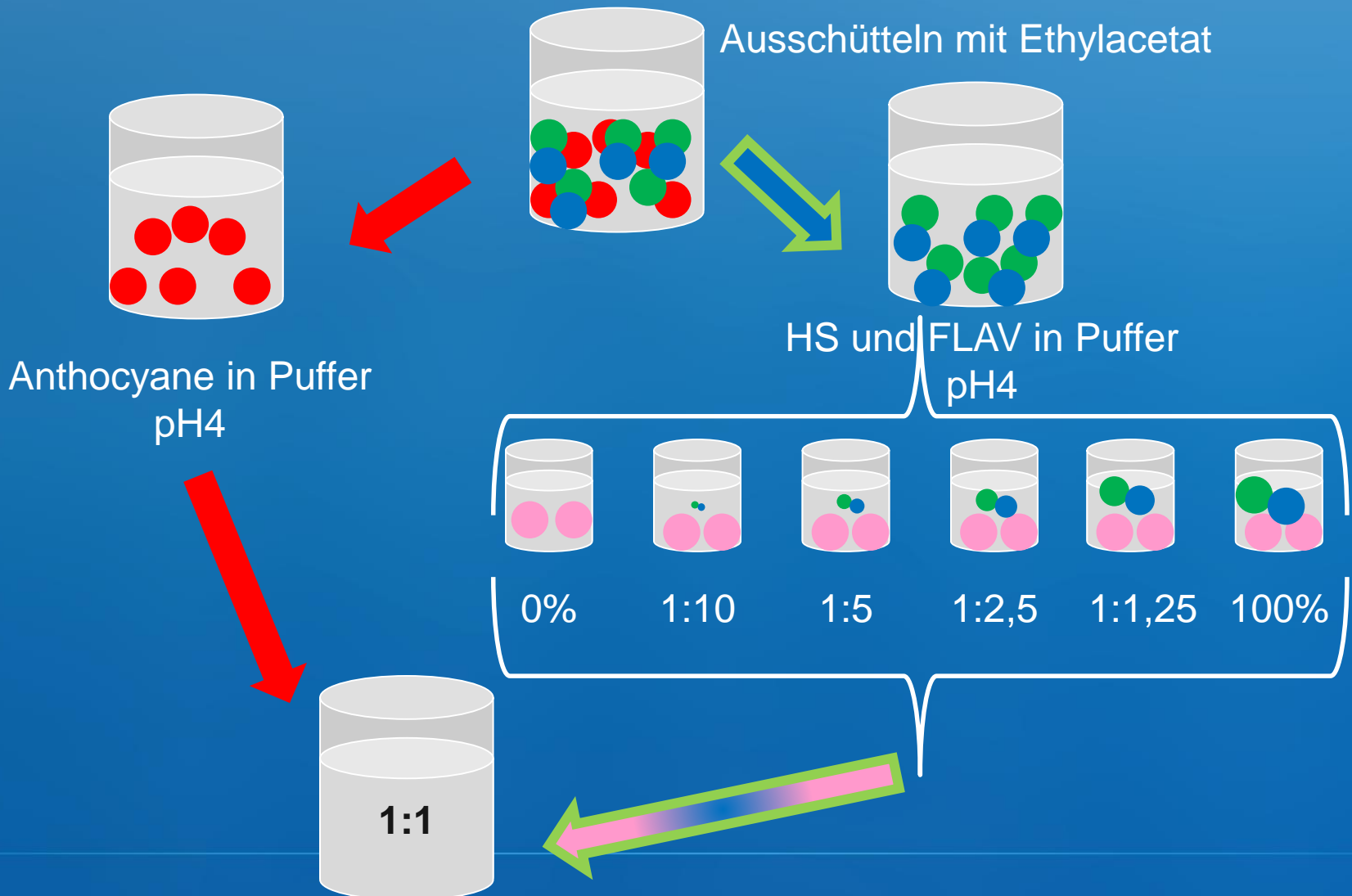
Cyanidin



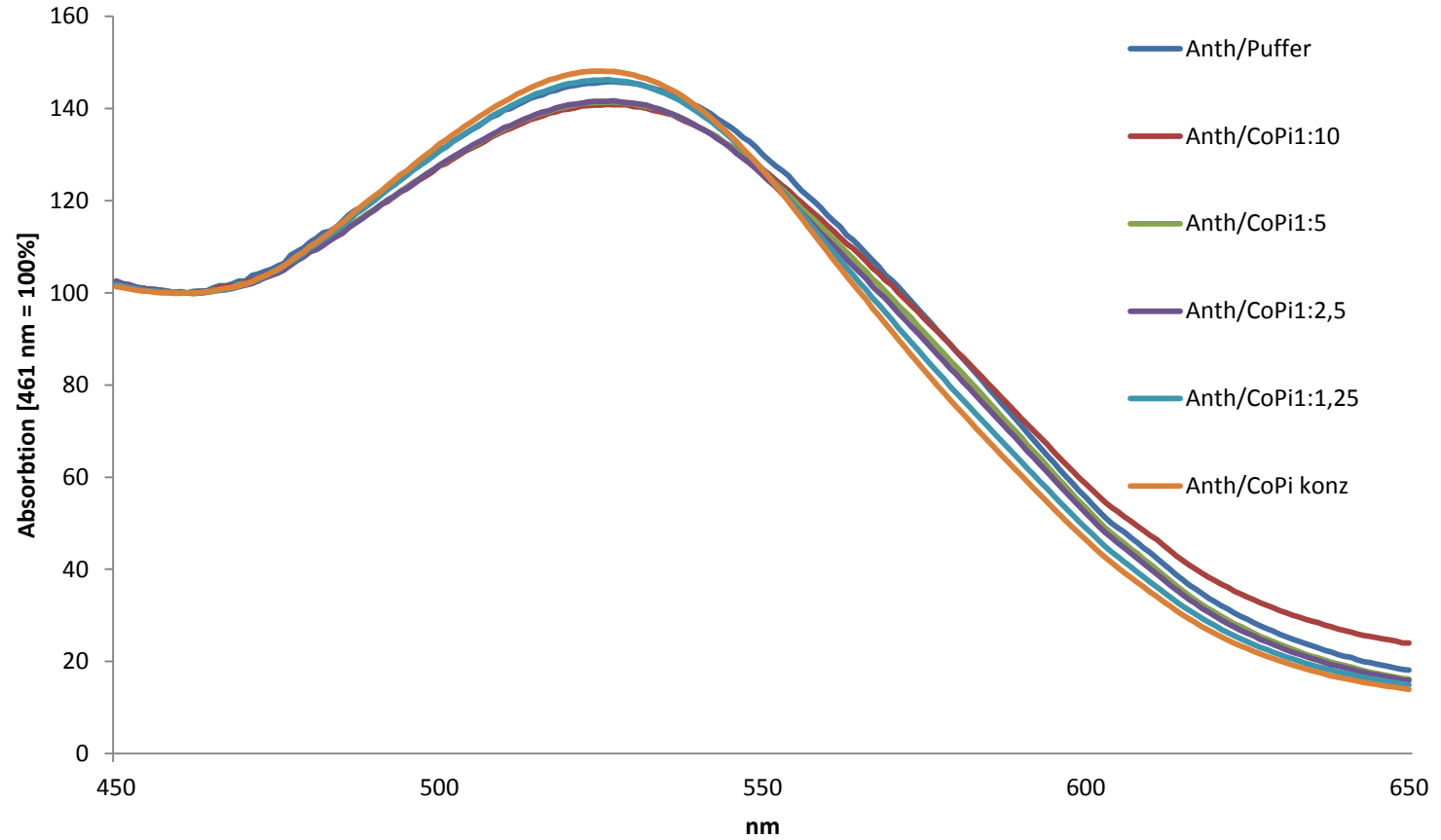
Cyanidin-3-O-Rutinosid



Wie verändert sich das UV-Spektrum durch Co-Pigmentierung?



Anthocyane / Co-Pigmente



Kann man durch pH-Änderung die Ausfärbung in Früchten ändern?

Kann man noch nicht ausgefärbte (rote) japanische Pflaumen durch pH-Anstieg blau färben?

Kann man durch pH-Änderung die Ausfärbung in Früchten ändern?

Kann man noch nicht ausgefärbte (rote) japanische Pflaumen durch pH-Anstieg blau färben?

**Fruchtstück auf Ammoniak und 1x pro Minute
Multiplex-ANTH messen**

Kann man durch pH-Änderung die Ausfärbung in Früchten ändern?

**Kann man ausgefärbte (blaue) japanische Pflaumen
durch pH-Absenkung rot färben?**

Kann man durch pH-Änderung die Ausfärbung in Früchten ändern?

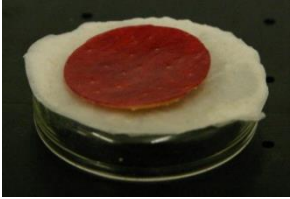
Kann man ausgefärbte (blaue) japanische Pflaumen durch pH-Absenkung rot färben?

Fruchtstück auf Essigsäure und 1x pro Minute Multiplex-ANTH messen

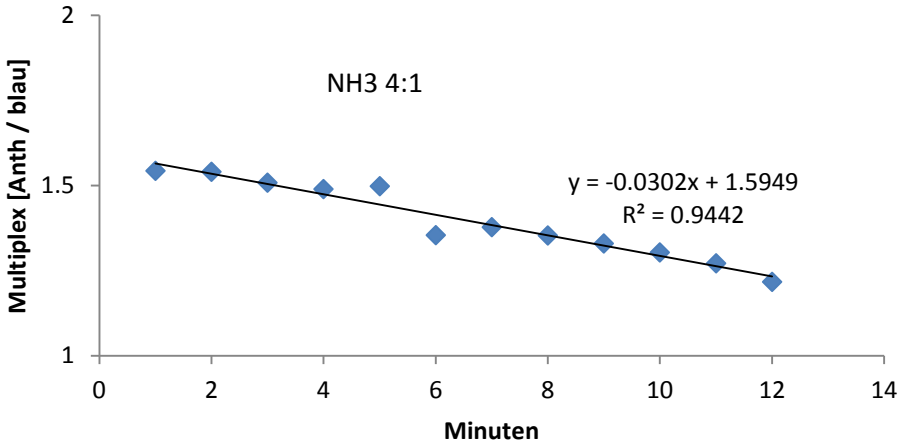
Sehr rote Pflaume



blau

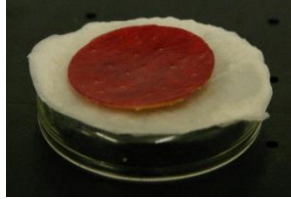


Anth Pflaume 1



rote Pflaume

NH₃



dunkelblaue Pflaume

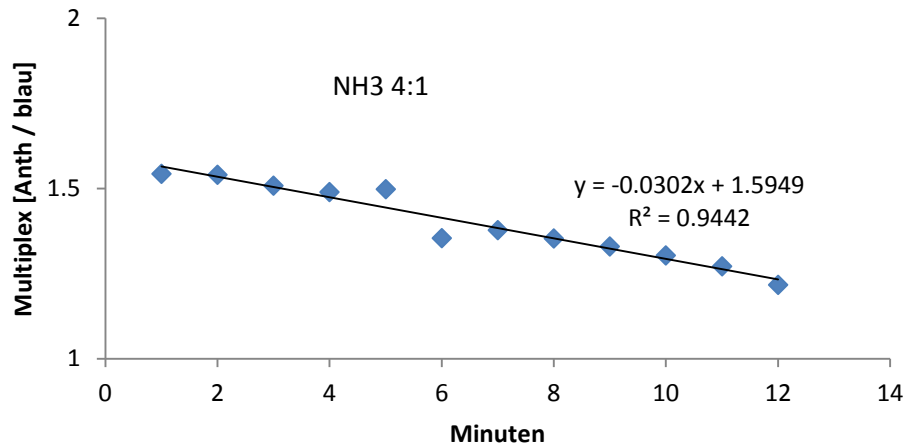
CH₃COOH



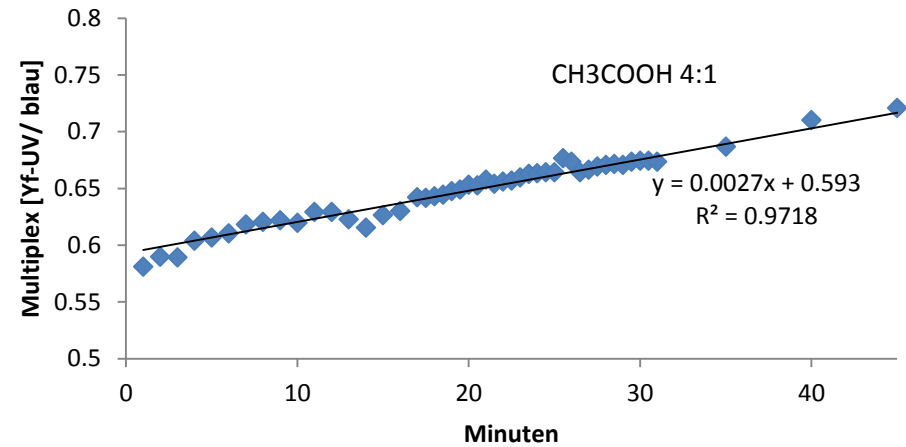
rot



Anth Pflaume 1



Anth Pflaume 2



NH₃ 



Kann man durch pH-Änderung die Ausfärbung in Früchten ändern?

Kann man durch pH-Anstieg einen Apfel blau färben?

Kann man durch pH-Änderung die Ausfärbung in Früchten ändern?

Kann man durch pH-Anstieg einen Apfel blau färben?

Apfel Ammoniak aussetzen

NH₃



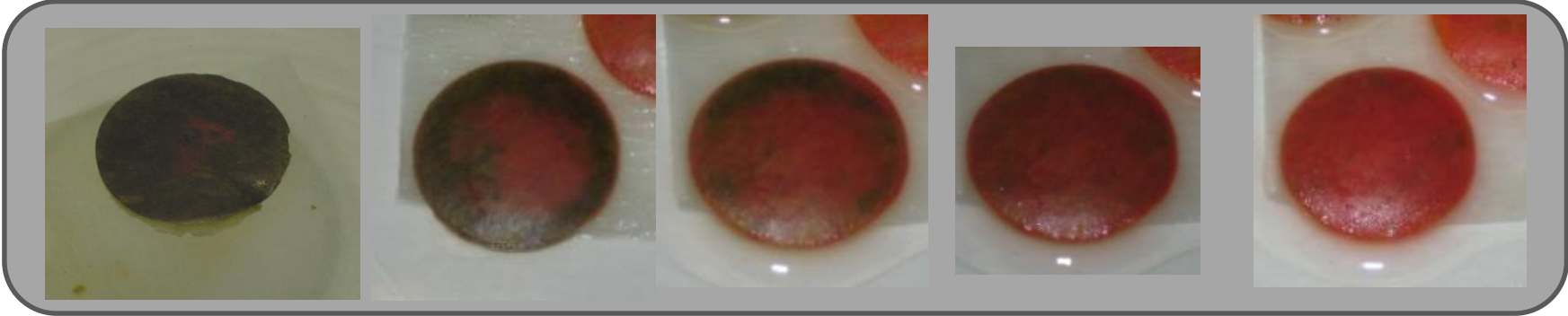
Ist dieser Farbumschlag reversibel?

- Apfelfruchtstück 1 min in Ammoniak (1:4) schwenken
- an die Luft überführen
- 1x pro Minute mit Multiplex messen
- nach 22 Minuten auf Essigsäure (1:4) überführen
- 1x pro Minute mit Multiplex messen

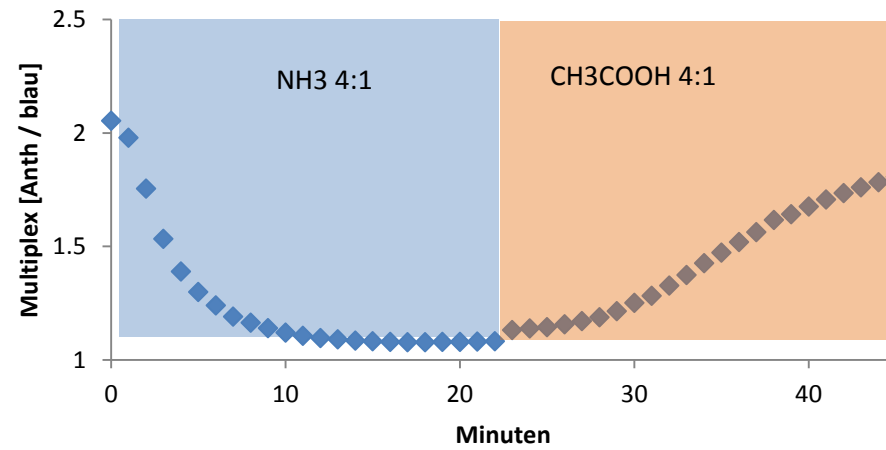
Ammoniak 1 min → Luft



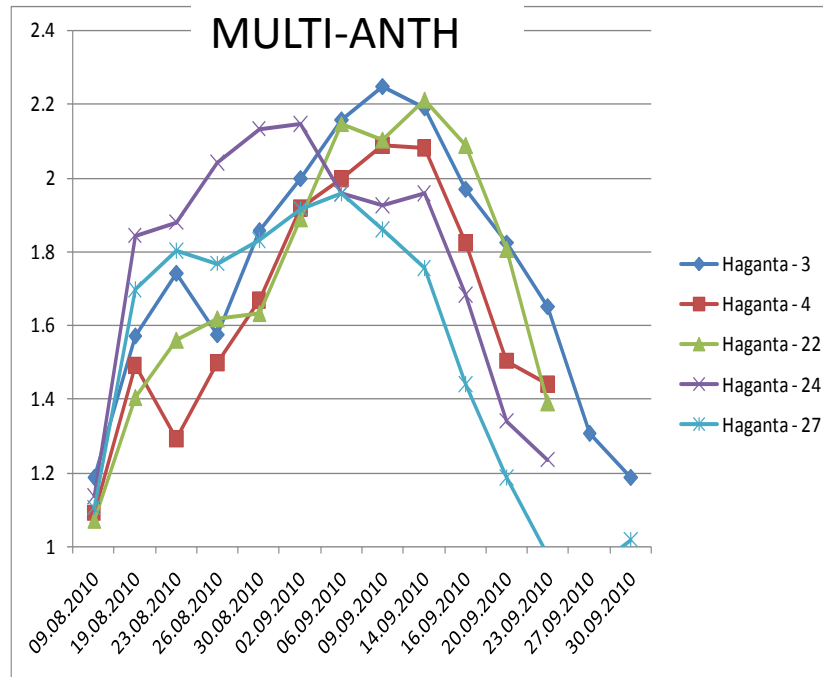
→ Essigsäure



ANTH/blue Apfel 3



Einzelfrüchte der Sorte Haganta



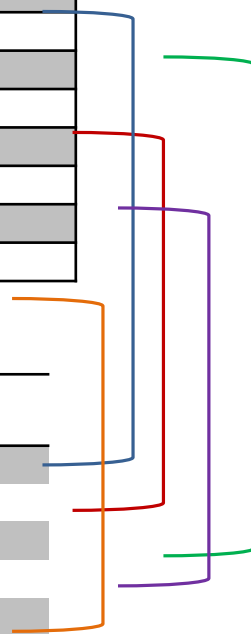
Anthocyane

	ANTH- Maximum	Erntetermin	Intervall (Tage)
Hoh 1981	17.07.2009	20.07.2009	3
Hoh 6482	24.07.2009	06.08.2009	13
Katinka	24.07.2009	27.07.2009	3
Pitestean	24.07.2009	03.08.2009	10
Tegera	27.07.2009	09.08.2009	13
Hanka	27.07.2009	03.08.2009	7
Harbella	17.08.2009	21.09.2009	35
Ortenauer	26.08.2009	21.09.2009	26
Haroma	04.09.2009	21.09.2009	17
Hauszwetsche Wolff	04.09.2009	17.09.2009	13
Tophit Plus	04.09.2009	21.09.2009	17
Althans Reneklode	05.09.2009	07.09.2009	2
Topend Plus	11.09.2009	21.09.2009	10
Haganta	11.09.2009	21.09.2009	10
Hoh 4517	11.09.2009	21.09.2009	10
Presenta	11.09.2009	28.09.2009	17

2009

2010

	ANTH Maximum	Erntetermin	Intervall
Haroma	26.08.2010	21.09.2010	26
Althans Reneklode	02.09.2010	07.09.2010	5
Hauszwetsche Wolff	06.09.2010	27.09.2010	21
Haganta	09.09.2010	21.09.2010	12
Presenta	14.09.2010	07.10.2010	23



Vielen Dank

Besonders an alle Studenten und Mitarbeiter, die diese
Ergebnisse mit erarbeitet haben.