

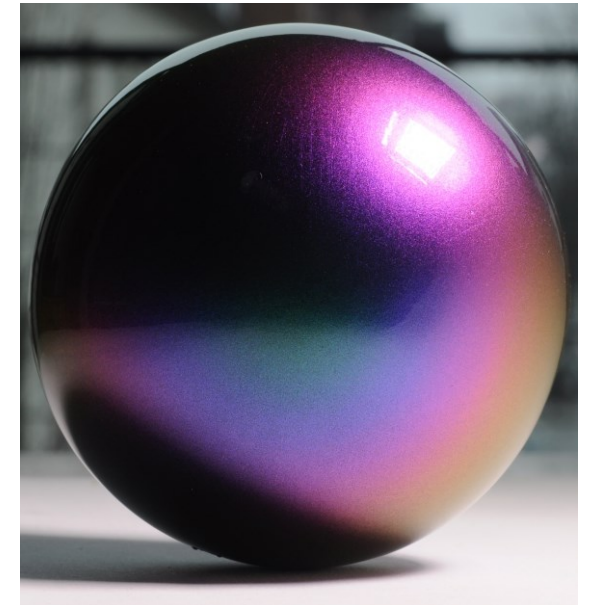
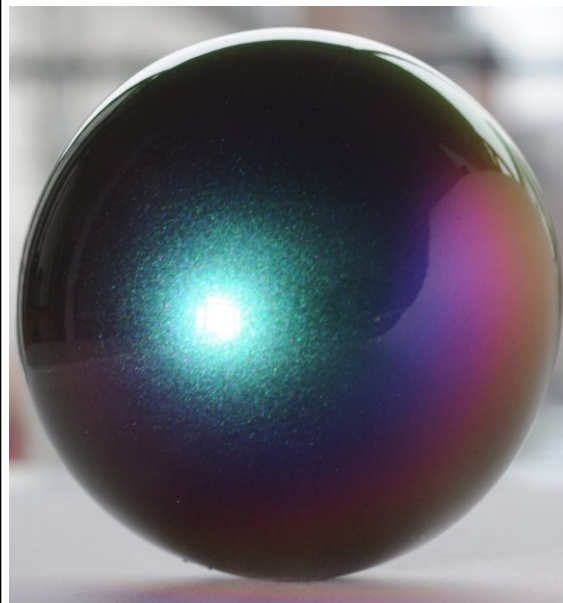
# **Neue Interferenzpigmente - alte Messgeometrien**

Werner Rudolf Cramer  
VILF-Jahrestagung  
9. -10. November 2023

# Verschiedene Interferenzpigmente

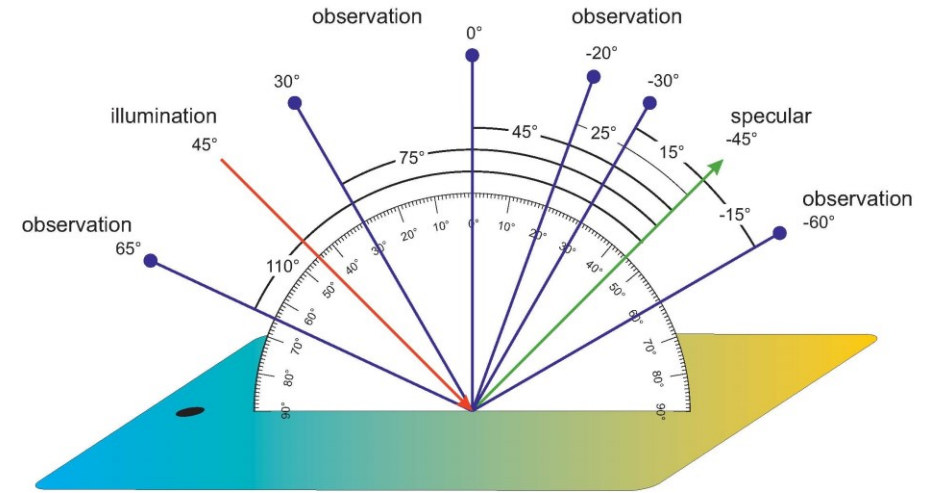
- Transparente Interferenzpigmente bestehen aus einem Trägermaterial, welches mit einem starkbrechenden Metalloxid ummantelt ist
- Die resultierende Reflexionsfarbe ist abhängig von der Schichtdicke und dem Winkel des einfallenden Lichtes
- Mit steigender Schichtdicke verschiebt sich das Reflexionsmaximum ins Längerwellige
- Mit flacherer Beleuchtung verschiebt sich das Reflexionsmaximum ins Kürzerwellige

- Nicht-transparente Pigmente reagieren ebenfalls mit Interferenz oder Brechung auf einfallendes Licht
- Meistens ist ihr Farbwechsel deutlich ausgeprägter als bei den transparenten Pigmenten



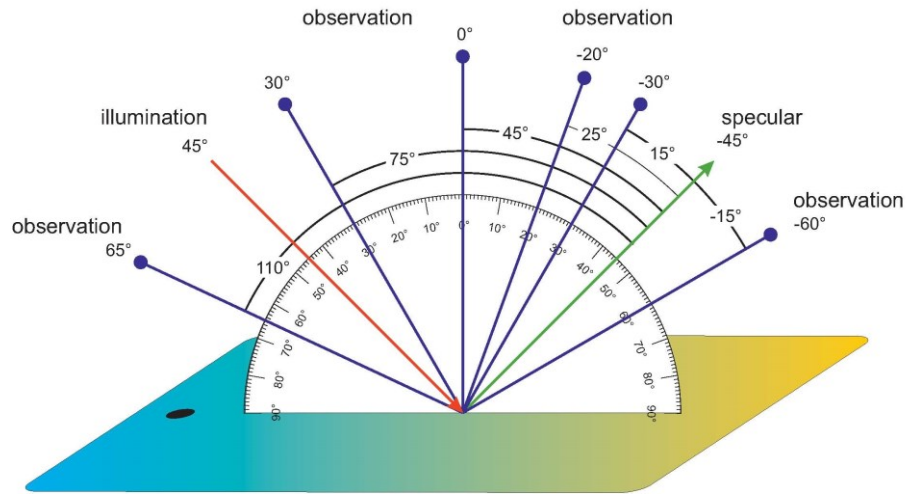
# Alte Geometrien

- Die Farbe verschiebt sich gegen den Uhrzeigersinn, wenn flacher beleuchtet wird, d.h. Grün verschiebt sich vom gelblichen zum bläulichen Grün, Rot vom bläulichen zum gelblichen Rot usw.
- Diese Verschiebungen sind typisch für das jeweilige Interferenzpigment

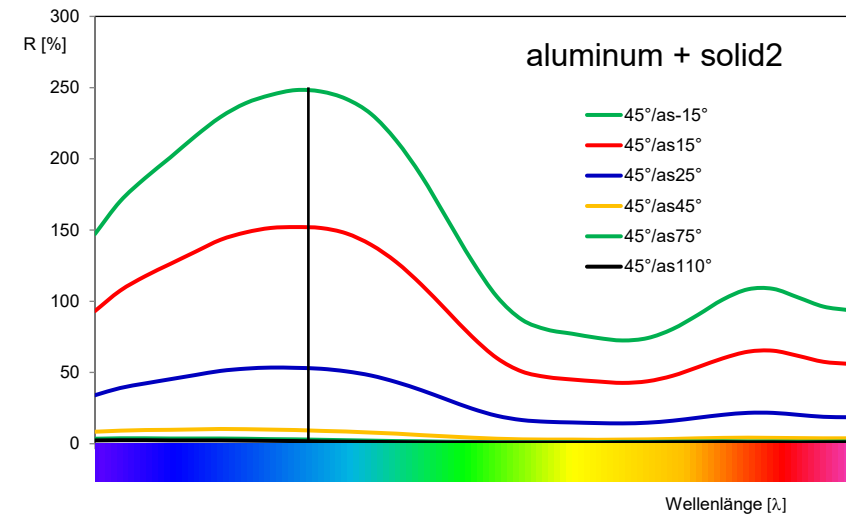
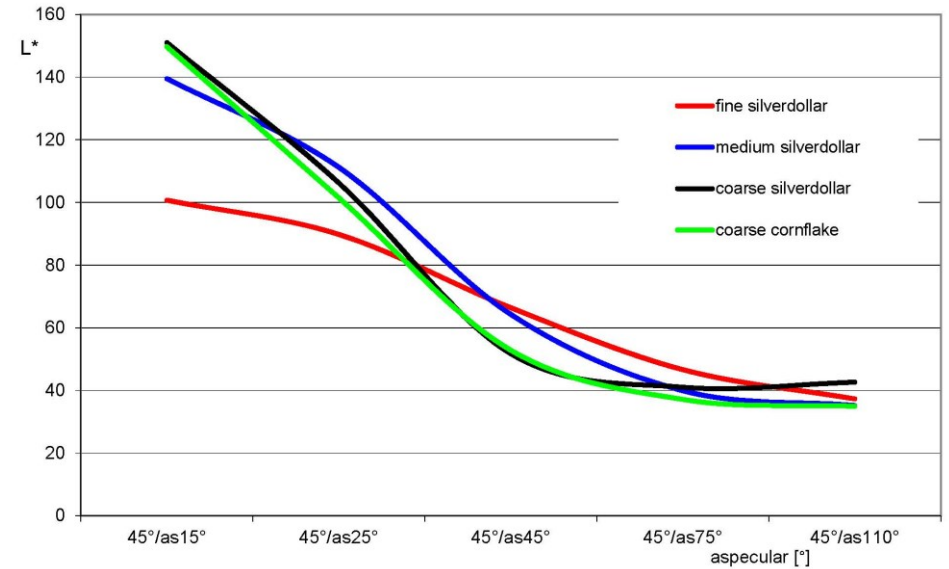


- Aktuelle Messgeräte basieren auf Geometrien, die vor über 30 Jahren ausgewählt wurden. 2008 kam der Differenzwinkel von  $-15^\circ$  hinzu
- Bislang wurden diese Geometrien nicht hinterfragt
- Um den Farbwechsel bei bunten Interferenzpigmenten zu erfassen, benötigt man zusätzliche Beleuchtungs- und Beobachtungswinkel

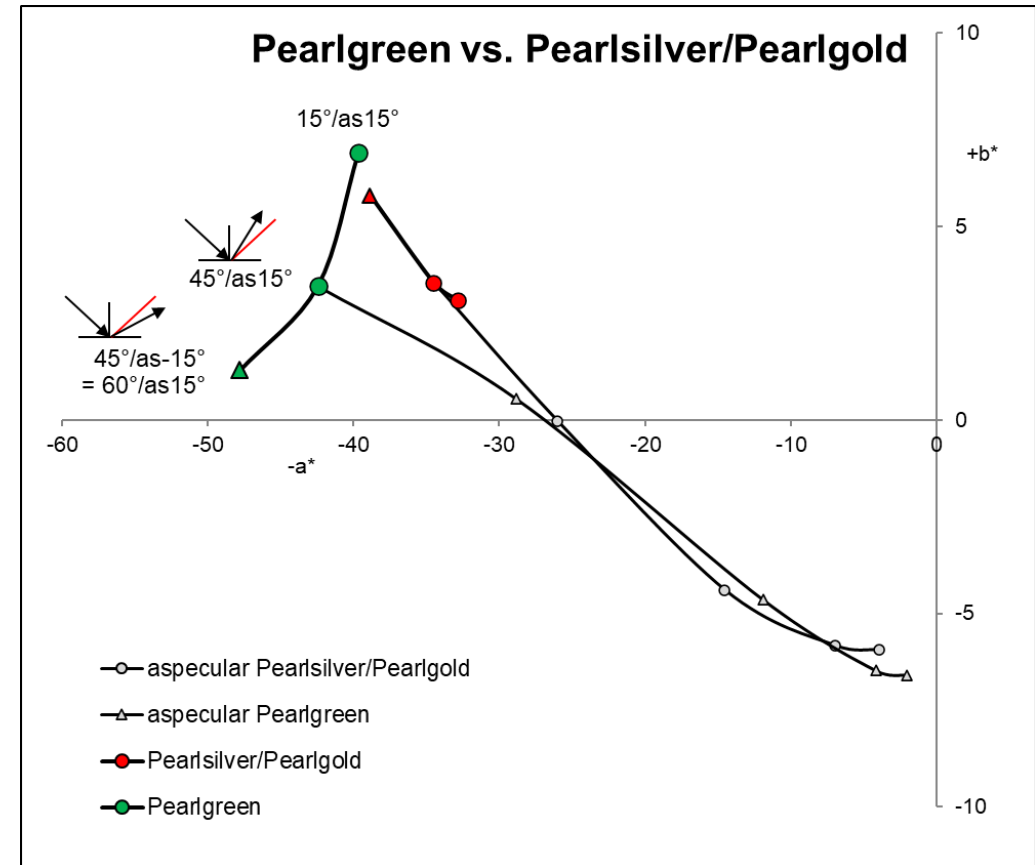
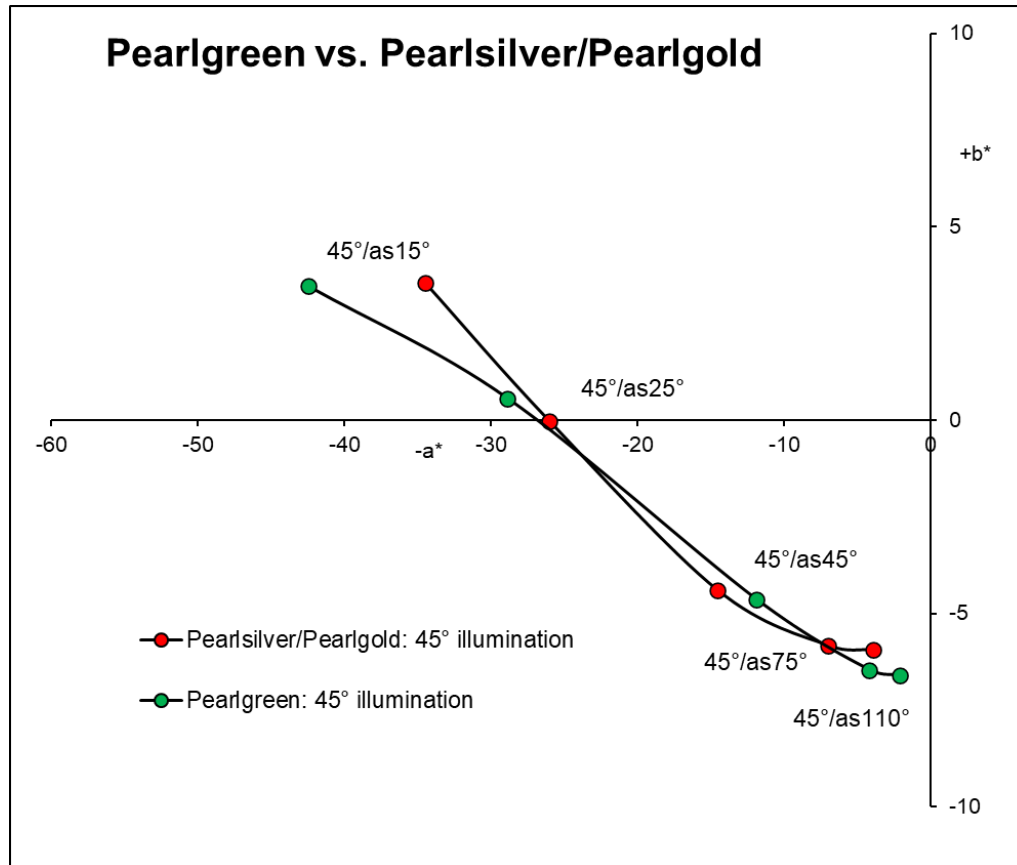
# Geometrien für Alupigmente



- Beleuchtet wird bei  $45^\circ$ , gemessen bei  $-15^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $75^\circ$  und  $110^\circ$  vom Glanzwinkel
- Bei den Messungen bewegt man sich vom Glanzwinkel weg
- Die Helligkeitsänderungen in Abhängigkeit von der Geometrie sind typisch für unterschiedliche Aluminiumpigmente
- Keine Farbverschiebungen bei Ausmischungen mit Buntpigmenten

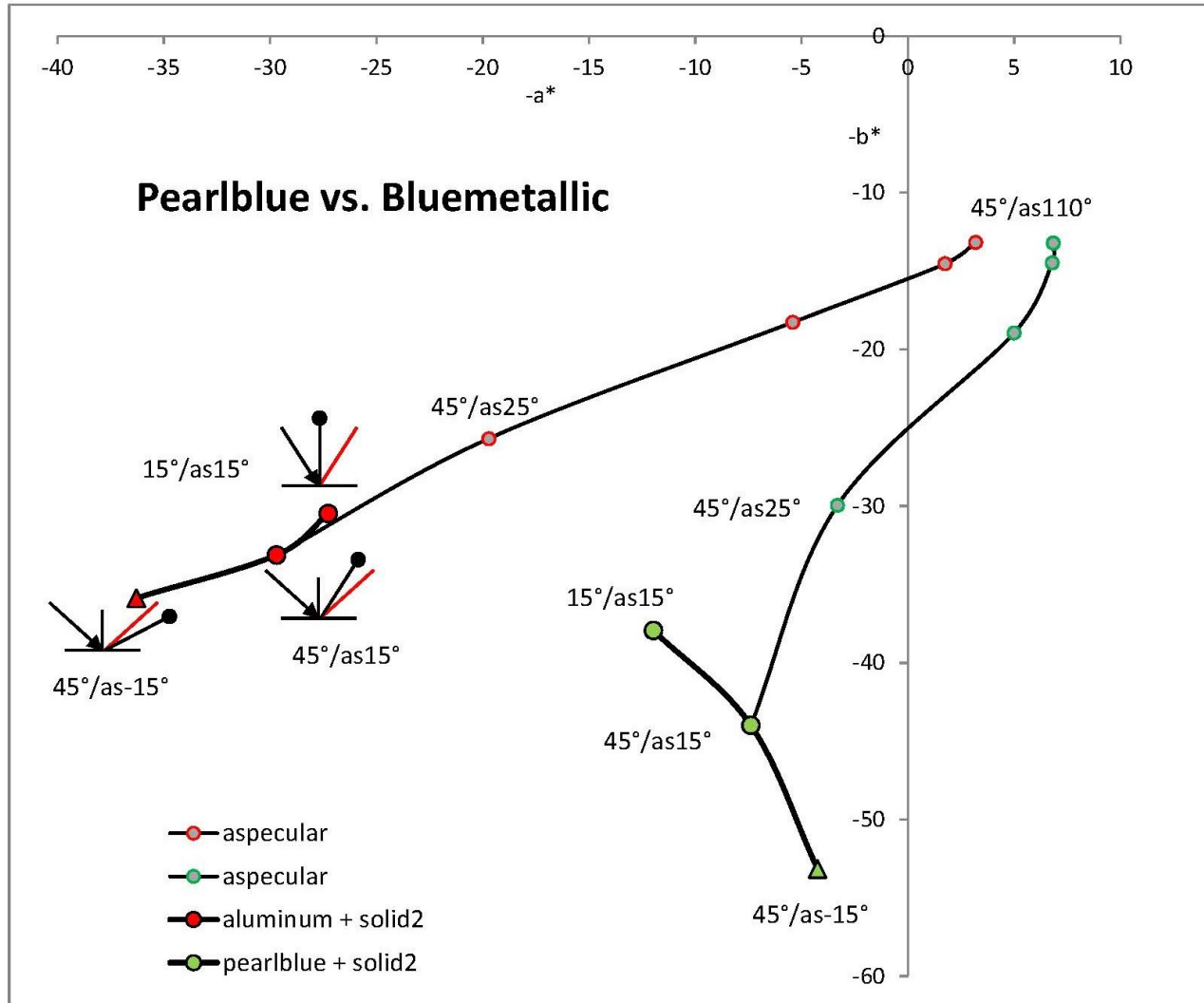


# Ohne und mit Interferenzlinie



- Interferenzpigmente lassen sich anhand ihrer Interferenzlinie unterscheiden.
- Beide Ansätze (links) wurden vom Autohersteller akzeptiert, weil die Messwerte okay waren. Visuell haben sich aber deutlich unterschieden
- Eine Messung unter verschiedenen Beleuchtungswinkeln (rechts) hätten die Unterschiede offengelegt

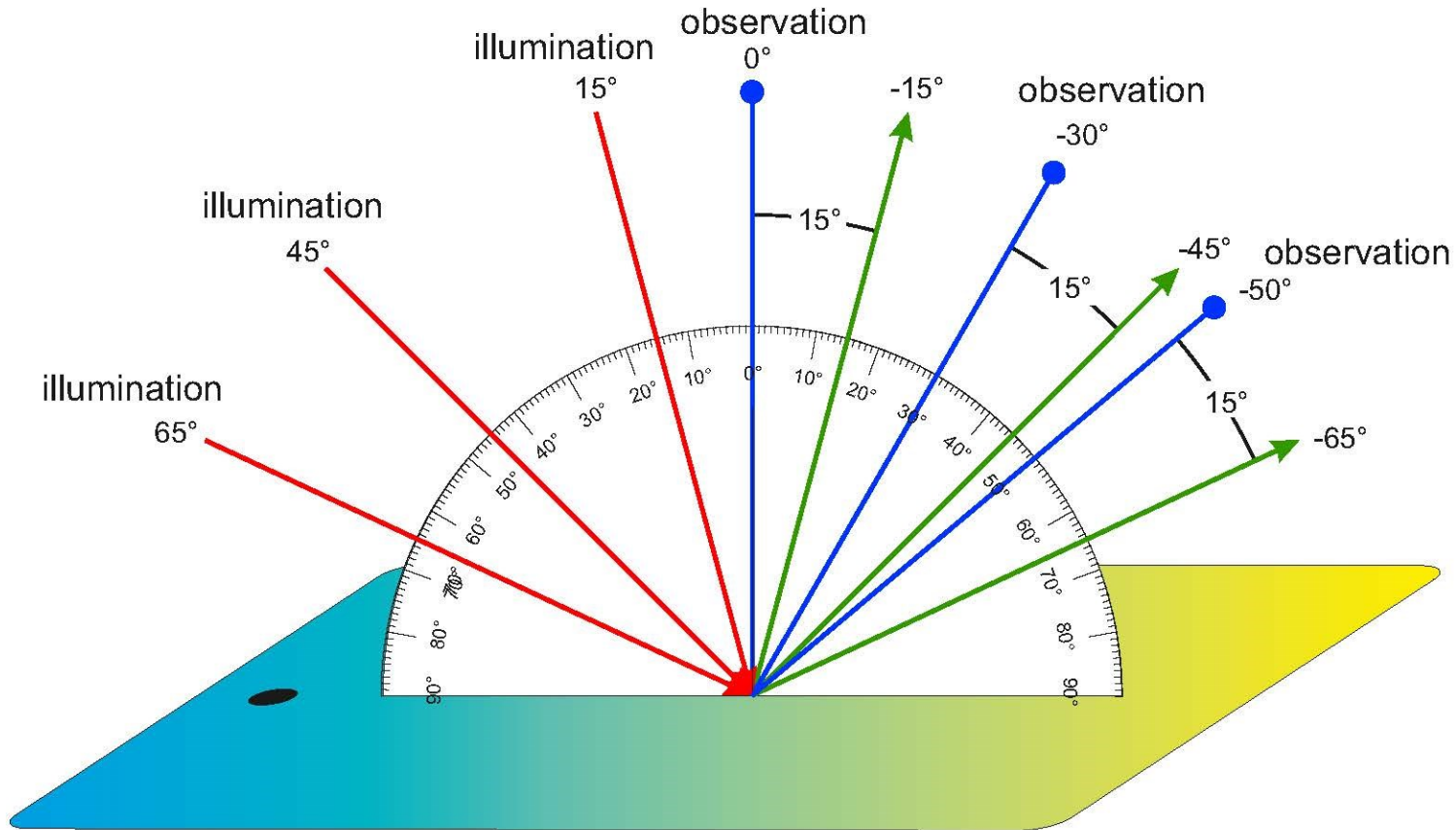
# Vergleich Perlblau und Blau-metallic



- Bunte Interferenzpigmente besitzen eine Interferenzlinie
- Bei Alu-pigmentierten Mischungen verläuft diese geradewegs in die Aspecular-Linie
- Die Aspecular-Linie spiegelt die Messwerte der aktuellen Messgeräte wider
- Die Interferenzlinie ergibt sich aus Messungen unter verschiedenen Beleuchtungswinkeln bei jeweils gleichem Differenzwinkel vom Glanz



# Notwendige Geometrien

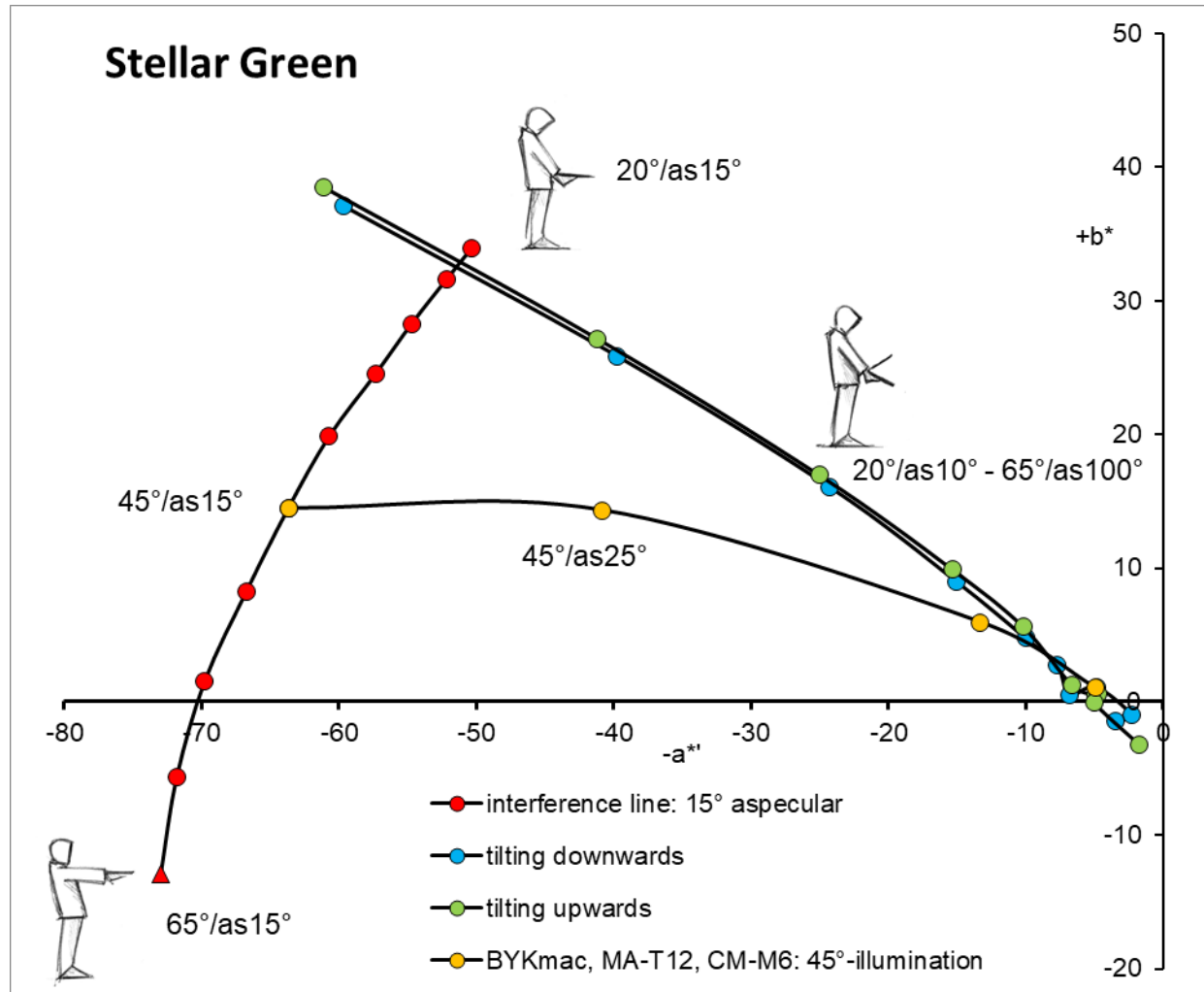


Drei Messwerte bilden die Interferenzlinie:

- Eine steile Beleuchtung bei  $15^\circ$
- Eine mittlere Beleuchtung bei  $45^\circ$
- Eine flache Beleuchtung bei  $65^\circ$

Gemessen wird jeweils  $15^\circ$  vom Glanz

# Abmusterung Stellar Green



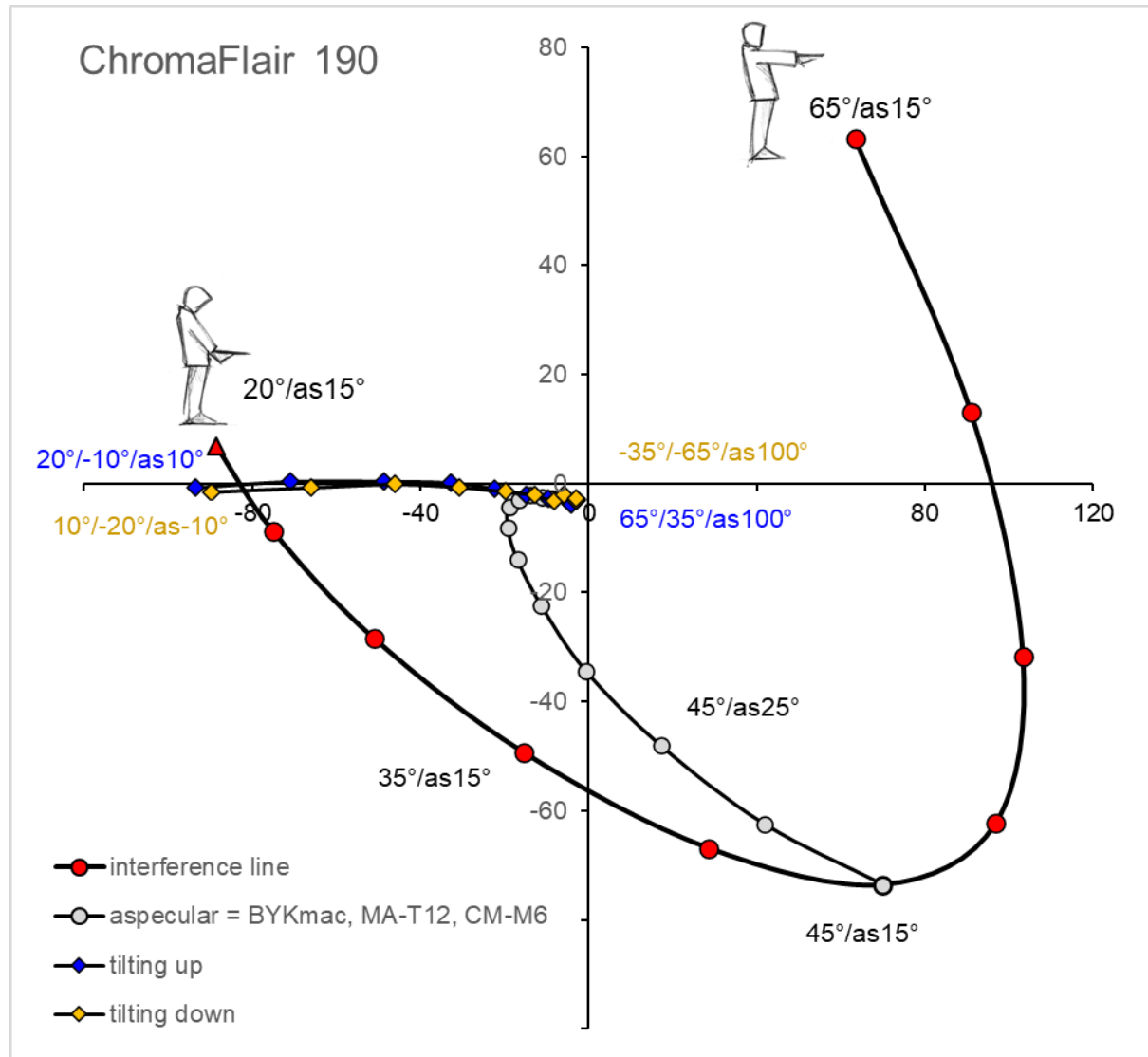
## Drei verschiedene Abmusterungen

- Interferenzlinie von 20°/as15° bis 65°/as15°
- Aspecular-Linie ab 45°/as15°
- Visuelle Beurteilung am Fenster oder in der Lichtkabine: Hoch- und Runterkippen eines Musterbleches

Die aktuellen Messgeräte zeigen nur einen Teil des Farbverlaufes



# Abmusterung ChromaFlair 190

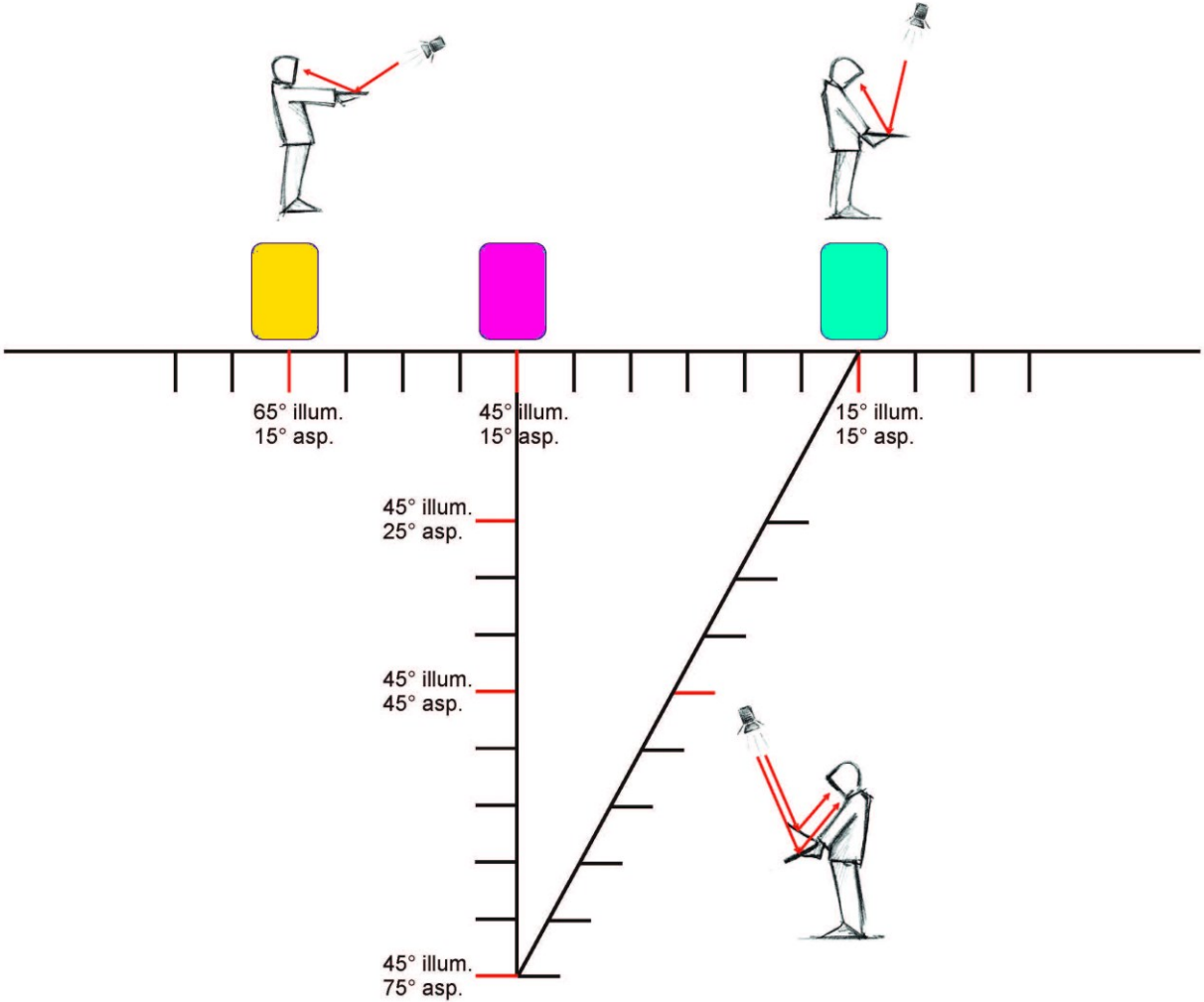


- Das Pigment ChromaFlair 190 besitzt einen deutlichen Farbwechsel von Grün über Blau, Violett und Rot nach Gelb
- Dieser wird weder mit den aktuellen Messgeometrien noch bei der Beobachtung am Fenster wiedergegeben

# Gleiche Geometrien beim Kippen

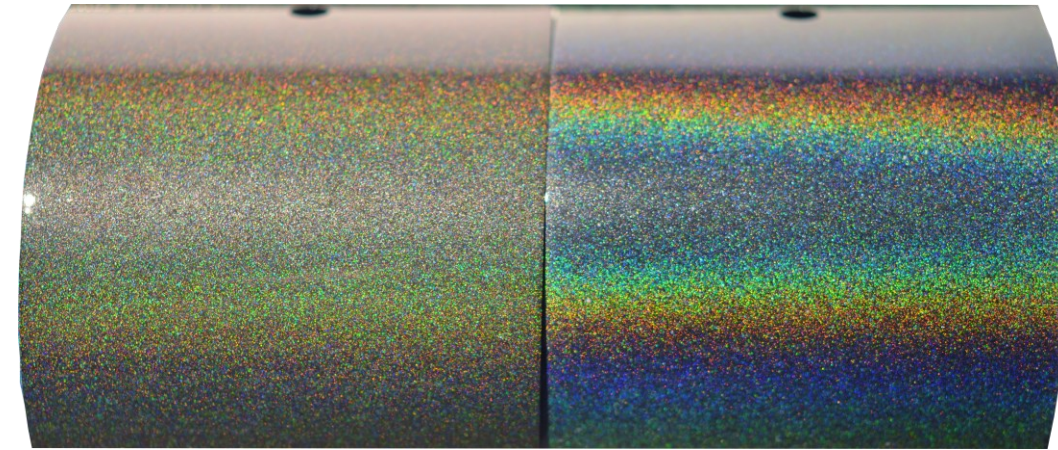
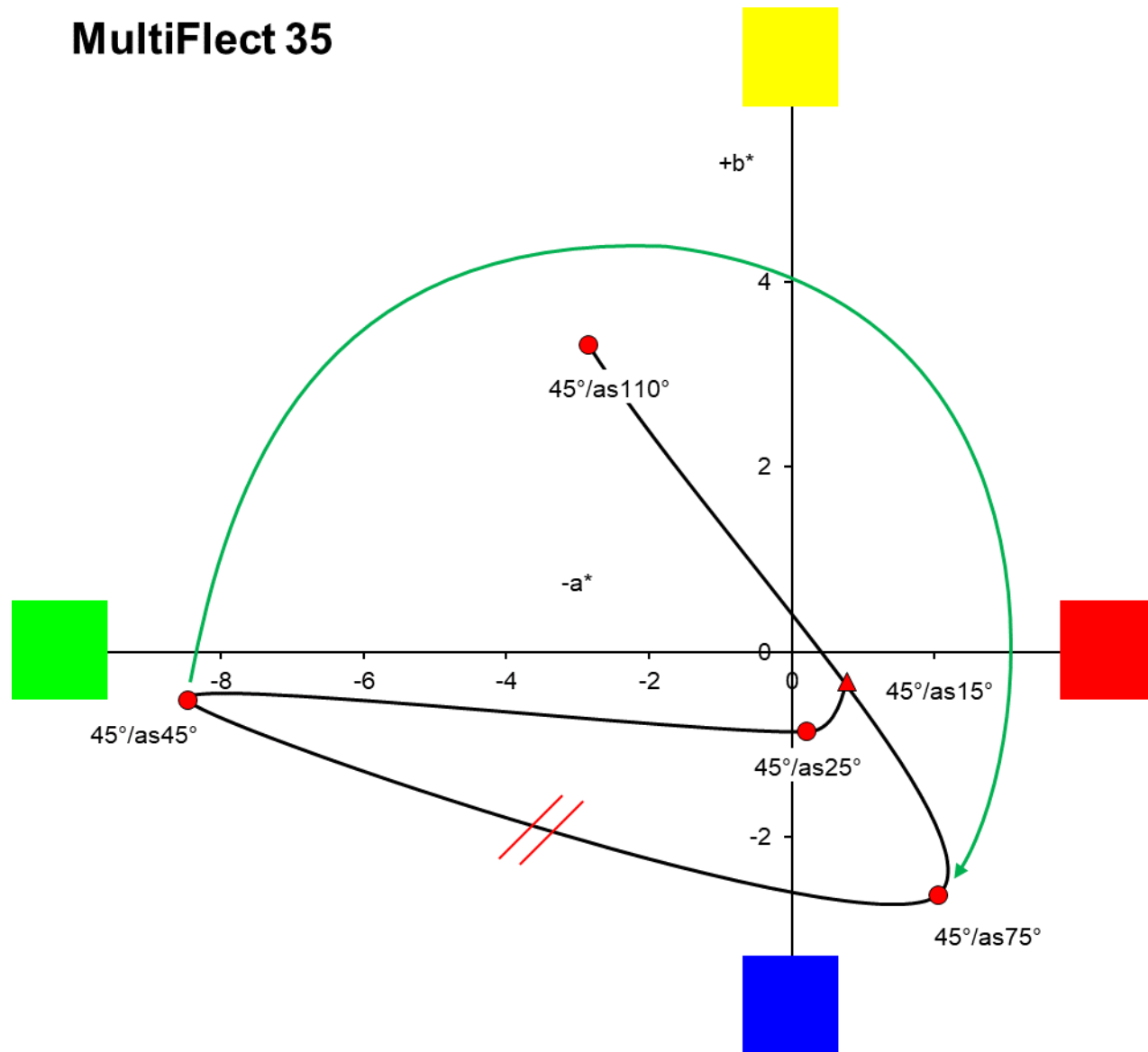
					<b>tilting up</b>				
					illumination	specular	observation	difference	aspecular
					15°	-15°	-15°	30°	0°
					25°	-25°	-5°	30°	20°
					35°	-35°	5°	30°	40°
					45°	-45°	15°	30°	60°
					55°	-55°	25°	30°	80°
					65°	-65°	35°	30°	100°
					75°	-75°	45°	30°	120°
<b>tilting down</b>					<b>reverse: illumination &lt;&gt; observation (exchange +/-)</b>				
illumination	specular	observation	difference	aspecular	illumination	specular	observation	difference	aspecular
15°	-15°	-15°	30°	0°	15°	-15°	-15°	30°	0°
5°	-5°	-25°	30°	-20°	25°	-25°	-5°	30°	20°
-5°	5°	-35°	30°	-40°	35°	-35°	5°	30°	40°
-15°	15°	-45°	30°	-60°	45°	-45°	15°	30°	60°
-25°	25°	-55°	30°	-80°	55°	-55°	25°	30°	80°
-35°	35°	-65°	30°	-100°	65°	-65°	35°	30°	100°
-45°	45°	-75°	30°	-120°	75°	-75°	45°	30°	120°

# Verschiedene Wege der Geometrien



# Beispiel für ein Diffractive-Pigment

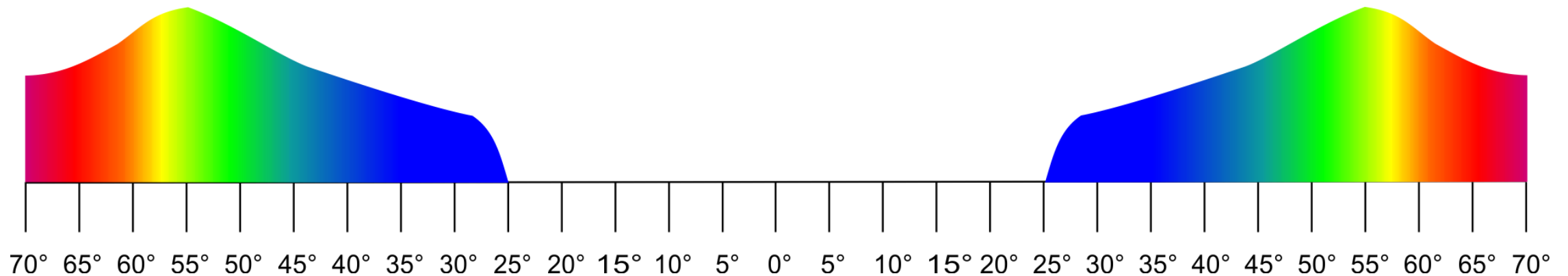
MultiFlect 35



- Das MultiFlect-Pigment von Schlenk gehört zu den Diffractive-Pigments
- Es zeigt einen Regenbogen ab  $25^\circ$  vom Glanz

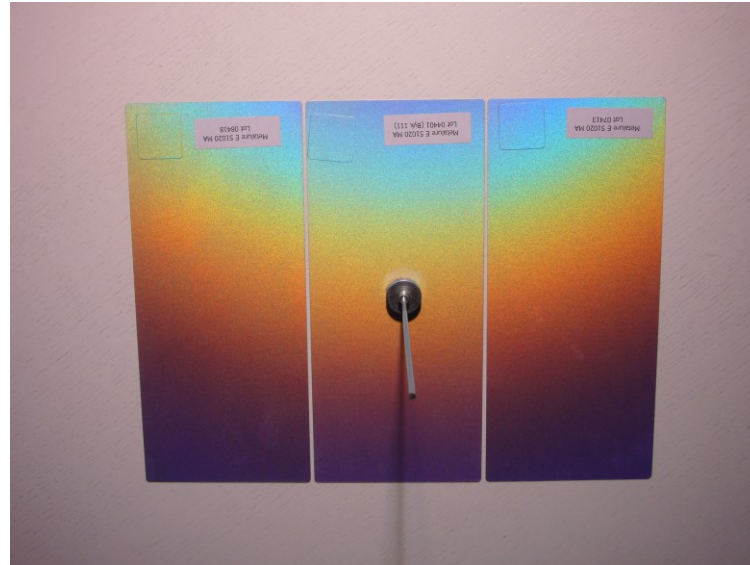
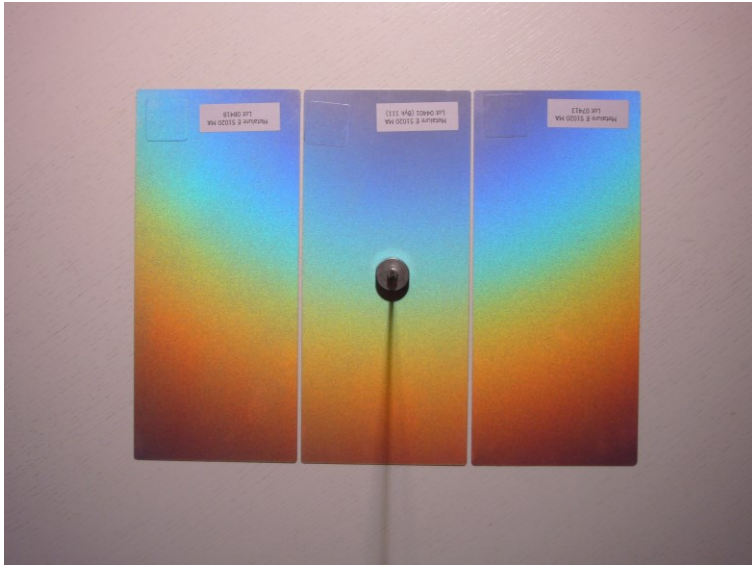
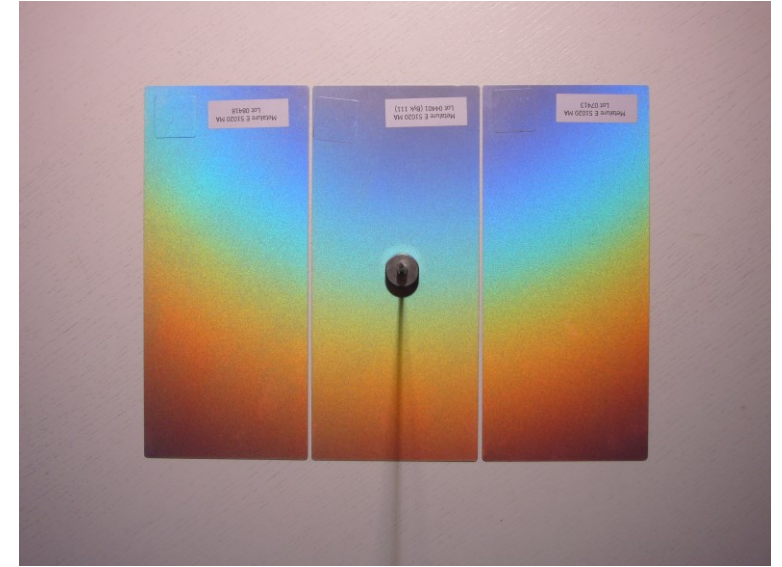
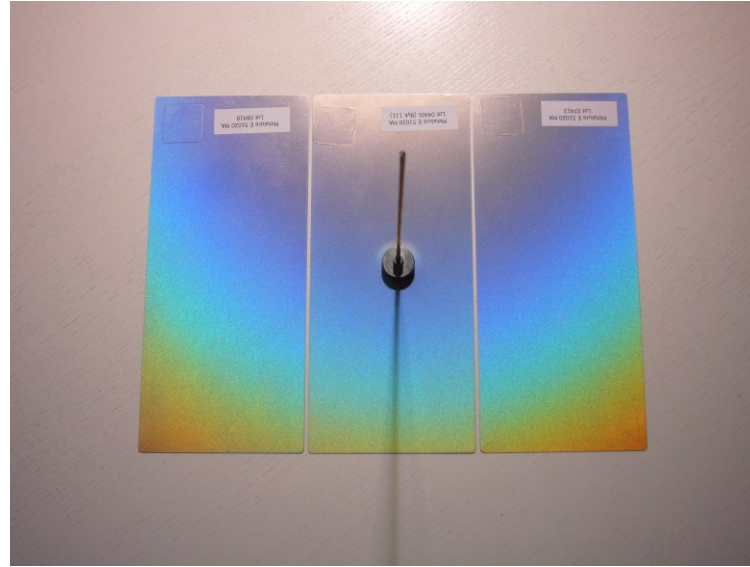
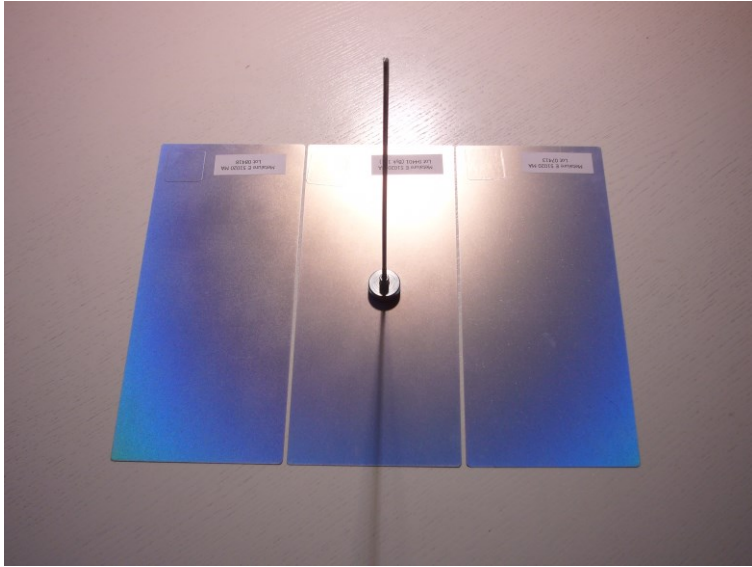
# Grafische Darstellung der Winkelabhängigkeit

- Den aktuellen Messgeräten fehlen Geometrien zwischen  $25^\circ$  und  $45^\circ$  sowie zwischen  $45^\circ$  und  $75^\circ$  vom Glanz
- Sie können den Regenbogen nur unzureichend erfassen
- Sie zeigen keine Zusammenhänge zwischen den Messwerten



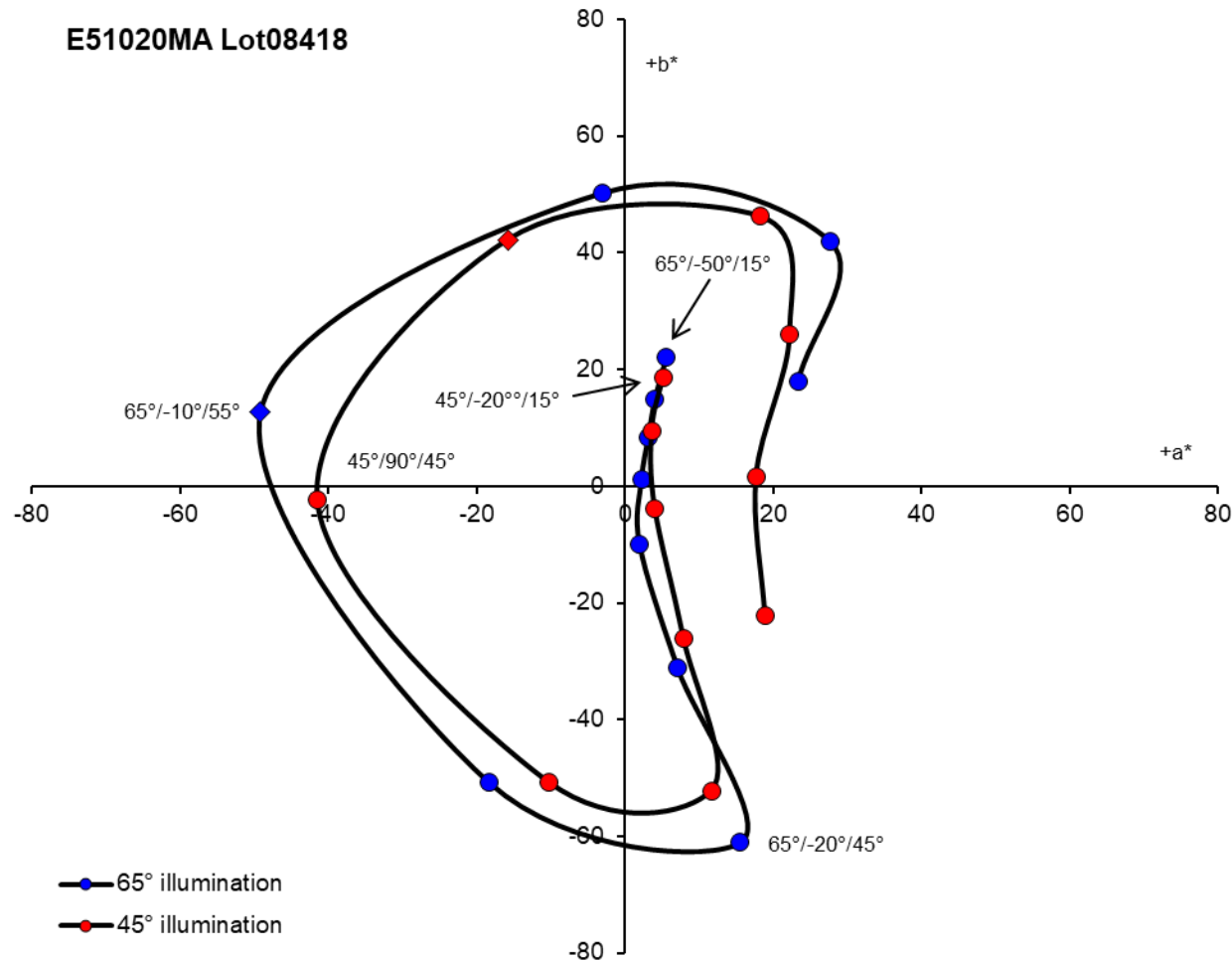


# Visuell ja, instrumentell nein



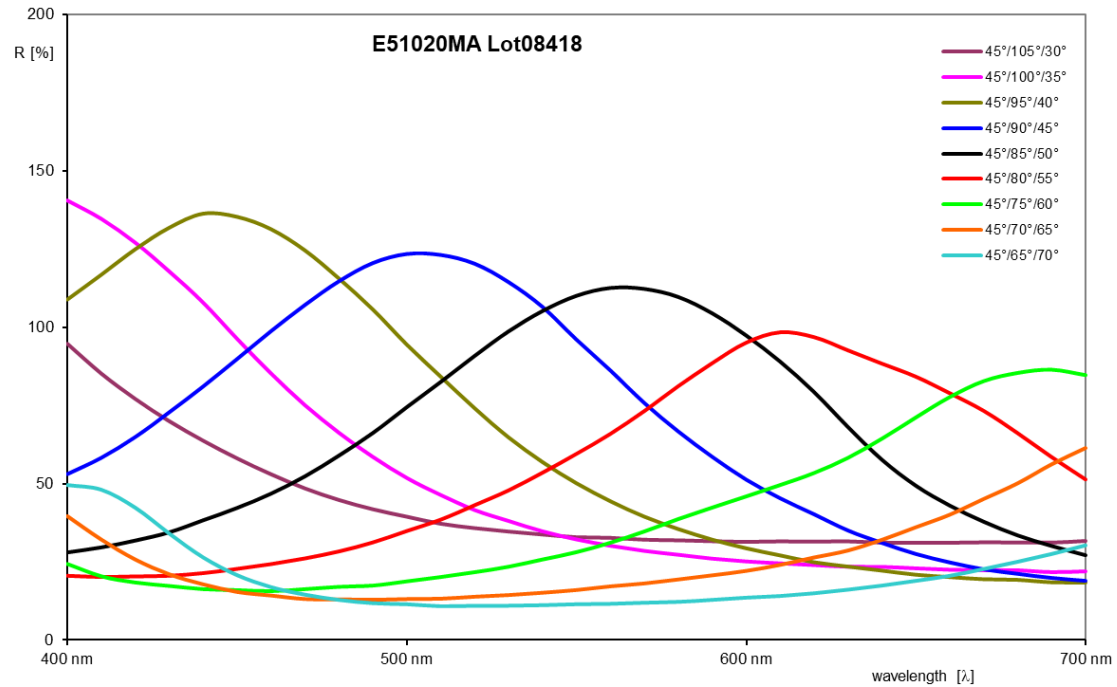


# Zweites Beispiel diffractive pigment

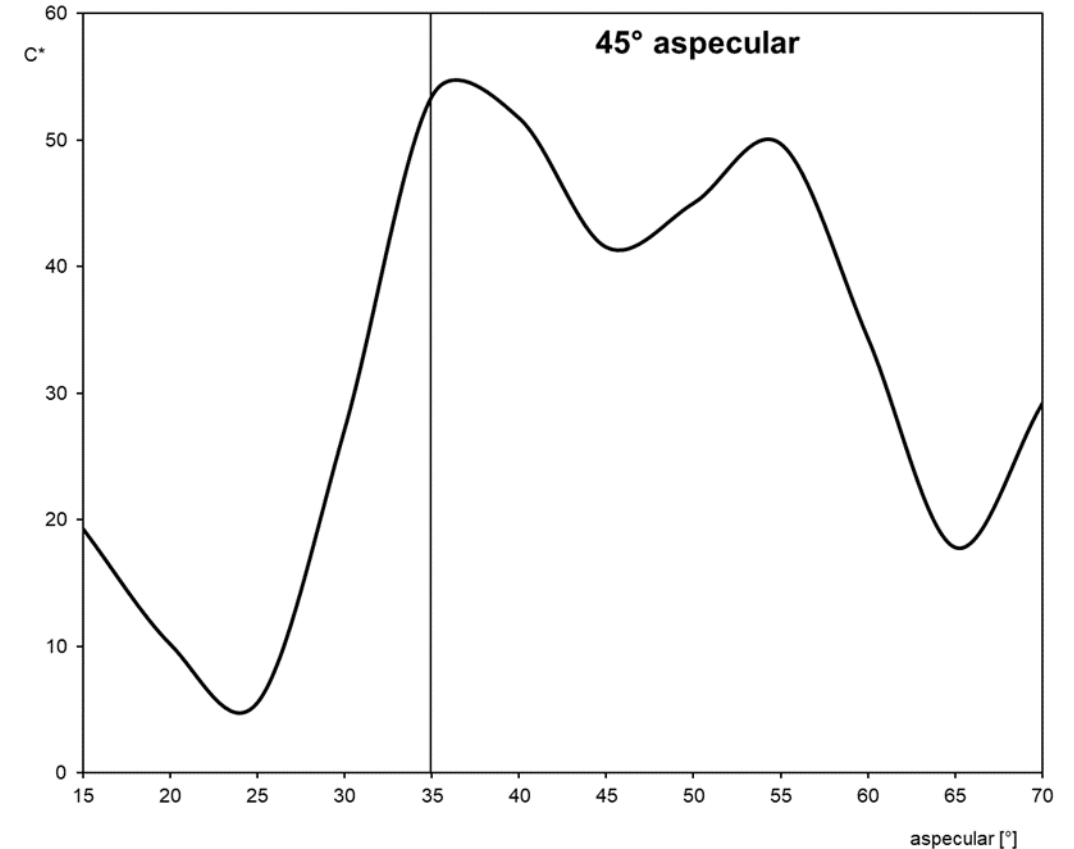


- Deutlich ist der Farbwechsel im  $a^*b^*$ -Chart zu erkennen
- Typisch für Interferenzen ist Abhängigkeit vom Einfallswinkel des Lichtes
- Beide Messkurven beginnen mit unbunten Farben
- Sie verlaufen dann im Uhrzeigersinn von Blau über Grün und Gelb nach Rot

# Reflexionen und Buntheit C\*



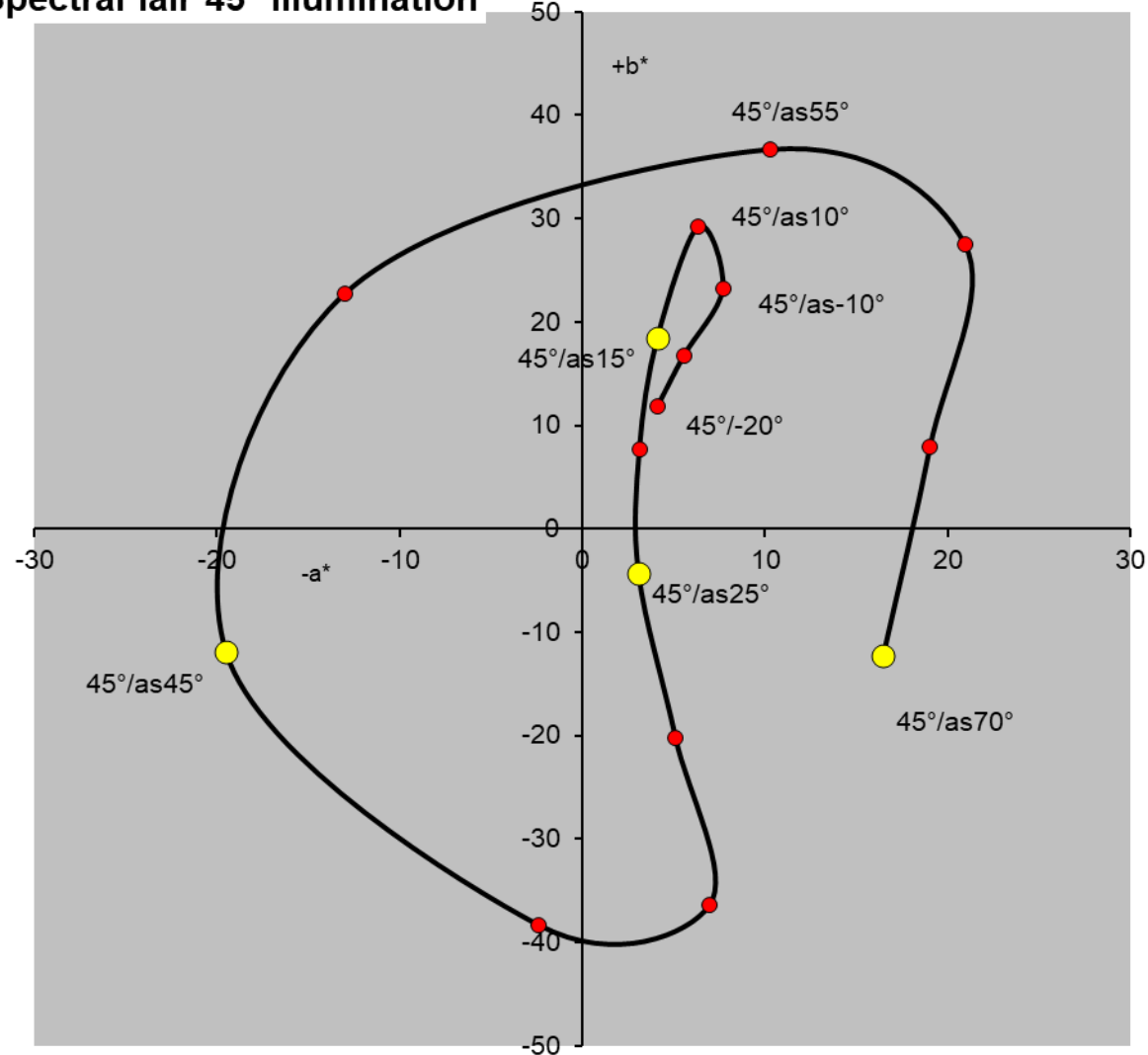
- Die Reflexionskurven starten bei 30° vom Glanz, ab 35° zeigen sie Farbe
- Ab 65° vom Glanz spiegeln sie keine Farbe wider



- Die Buntheit C\* steigt ab 30° an
- Ab 60° vom Glanz sinkt sie wieder

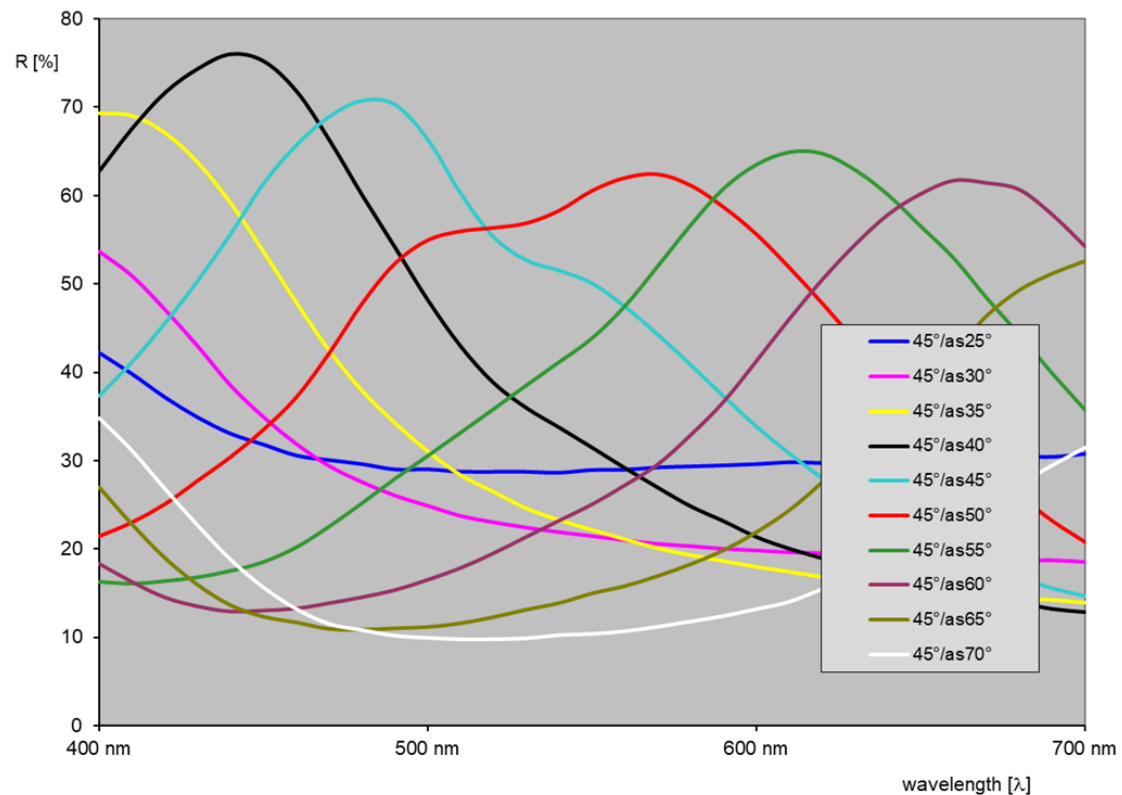
# Visuelle und instrumentelle Abmusterung

SpectraFlair 45° illumination

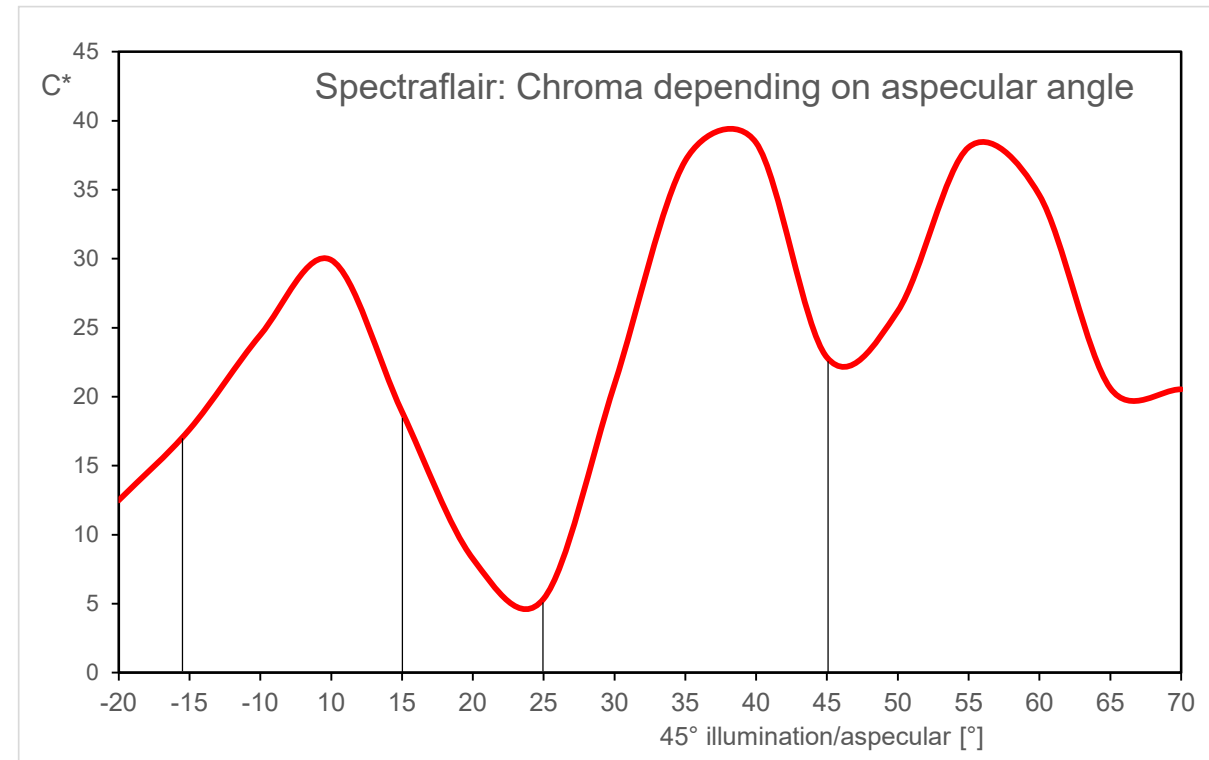


- SpectraFlair gehört ebenfalls zu den Diffractive Pigments
- Ab 30° vom Glanz beginnt der Regenbogen bis etwa 65°
- Die gelben Punkte zeigen die Messergebnisse mit den aktuellen Instrumenten

# Reflexionen und Buntheit C\*



- Ab 30° vom Glanz wird's bunt: Das Reflexionsmaximum wandert in der sichtbaren Spektralbereich
- Ab 65° wandert das Maximum in den IR-Bereich



- Die Buntheit  $C^*$  sinkt ab 10° vom Glanz und steigt ab 30° wieder an
- Es folgen zwei Maxima bei etwa 35° und 55°
- Die Linien geben die Position der aktuellen Geometrien wieder

# Lösung: Gonioviewer Experimental



- Die Gonioviewer sind im 3D-Druck hergestellt
- Je nach Ausführung sind verschiedene Geometrien kombiniert

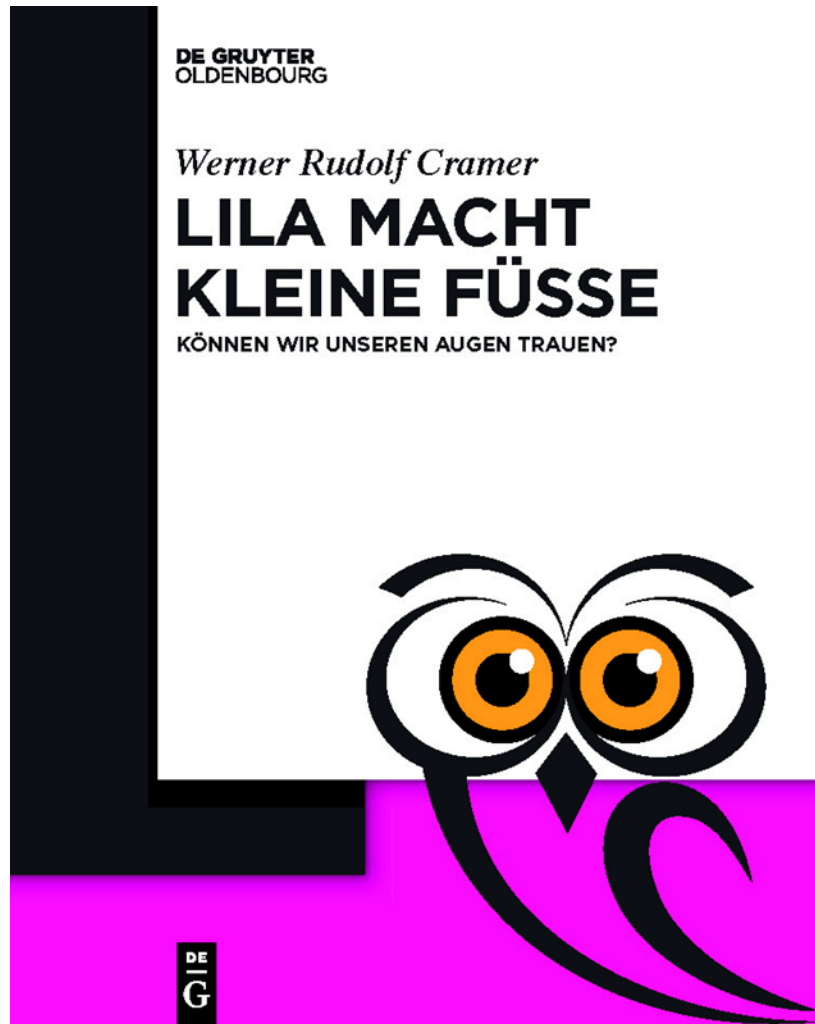
# Resume

---

- Die aktuellen Messgeräte besitzen nur eine beschränkte Anzahl an Messgeometrien
- Diese wurden ursprünglich für die Messung von Aluminiumpigmenten ausgewählt
- Für die Messung von modernen Interferenzpigmenten sind sie nur bedingt geeignet
- Notwendigerweise müssen sich auch die Gerätehersteller mit Interferenzpigmenten auseinandersetzen
- Die Wahl der Messgeometrien sollte auf den Anforderungen der Pigmente und Lacke erfolgen
- Nur so lassen sich plausible Ergebnisse erzielen
- Auch die Anwender müssen sich intensiver mit den optischen Eigenschaften der Pigmente beschäftigen



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



- Weitere Infos in meinem Buch „Lila macht kleine Füße“
- Infos auch hier: [www.lila.wrcramer.de](http://www.lila.wrcramer.de)

