

# **Neue Interferenzpigmente - alte Messgeometrien**

DfwG-Jahrestagung  
Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung  
5. - 6. Oktober 2023  
Werner Rudolf Cramer

# Basis: 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

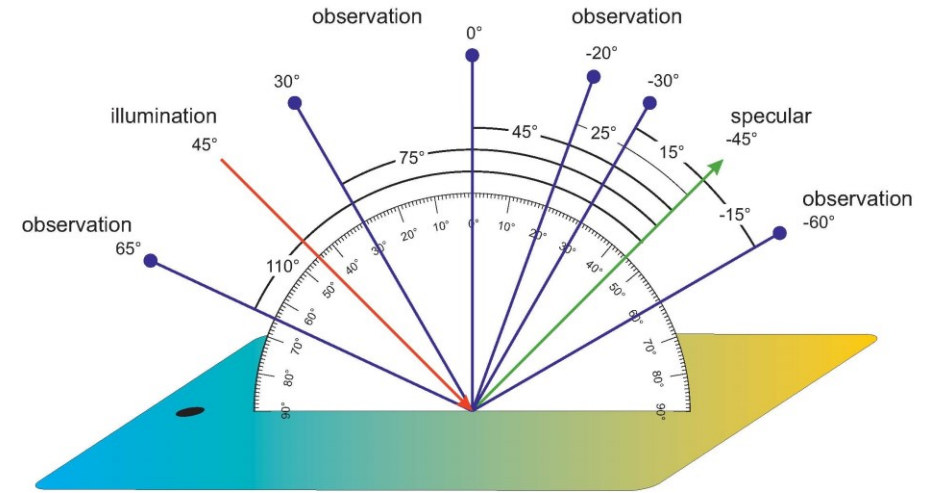


- Über ein Cross-Licensing bekamen Merck und Mearl die Lizenz zur Herstellung von Mica-Pigmente von DuPont
- Beide entwickelten die Interferenzpigmente weiter



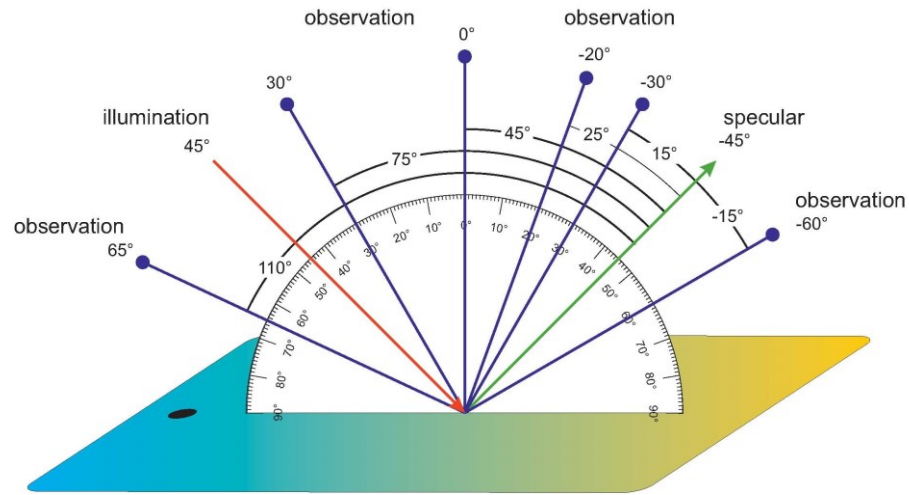
# Alte Geometrien

- 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

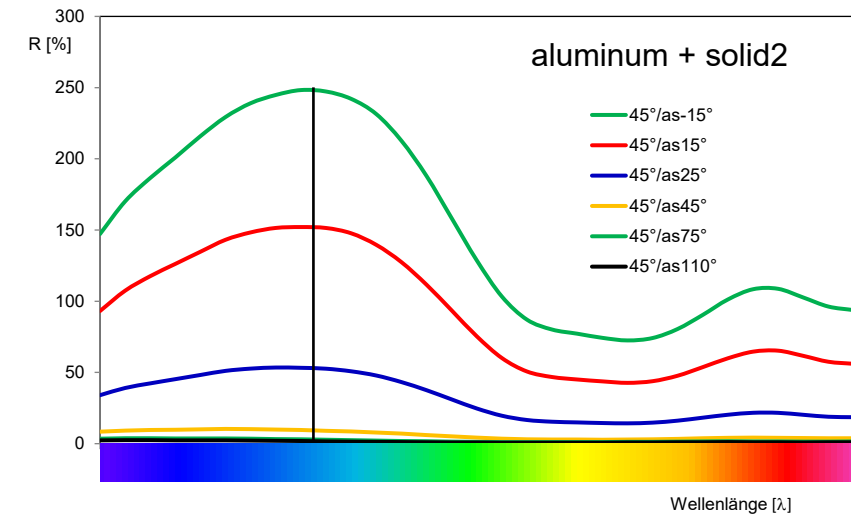
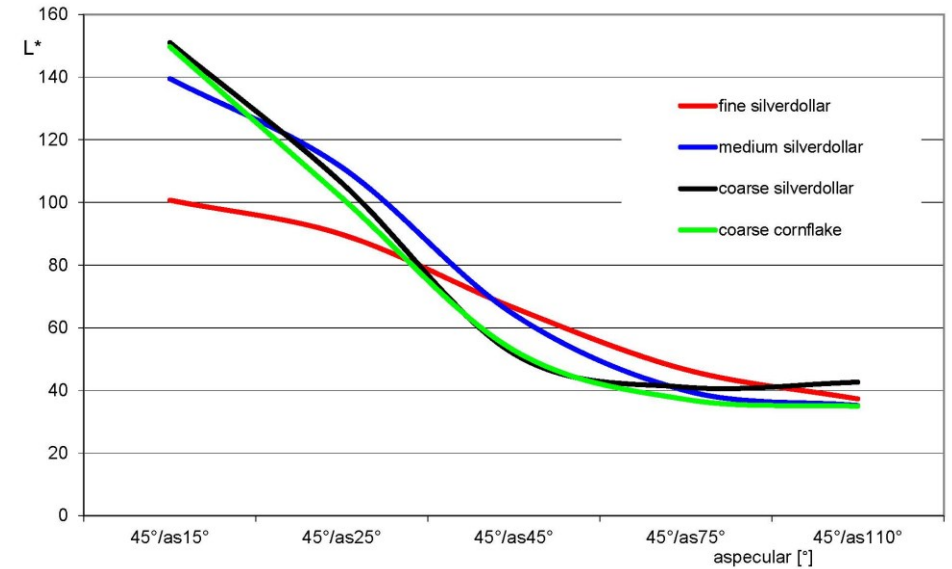


- Aktuelle Messgeräte basieren auf Geometrien, die vor über 30 Jahren ausgewählt wurden. 2008 kam der Differenzwinkel von  $-15^\circ$  hinzu
- Bislang wurden diese Geometrien nicht hinterfragt
- Um den Farbwechsel bei bunten Interferenzpigmenten zu erfassen, benötigt man zusätzliche Beleuchtungs- und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

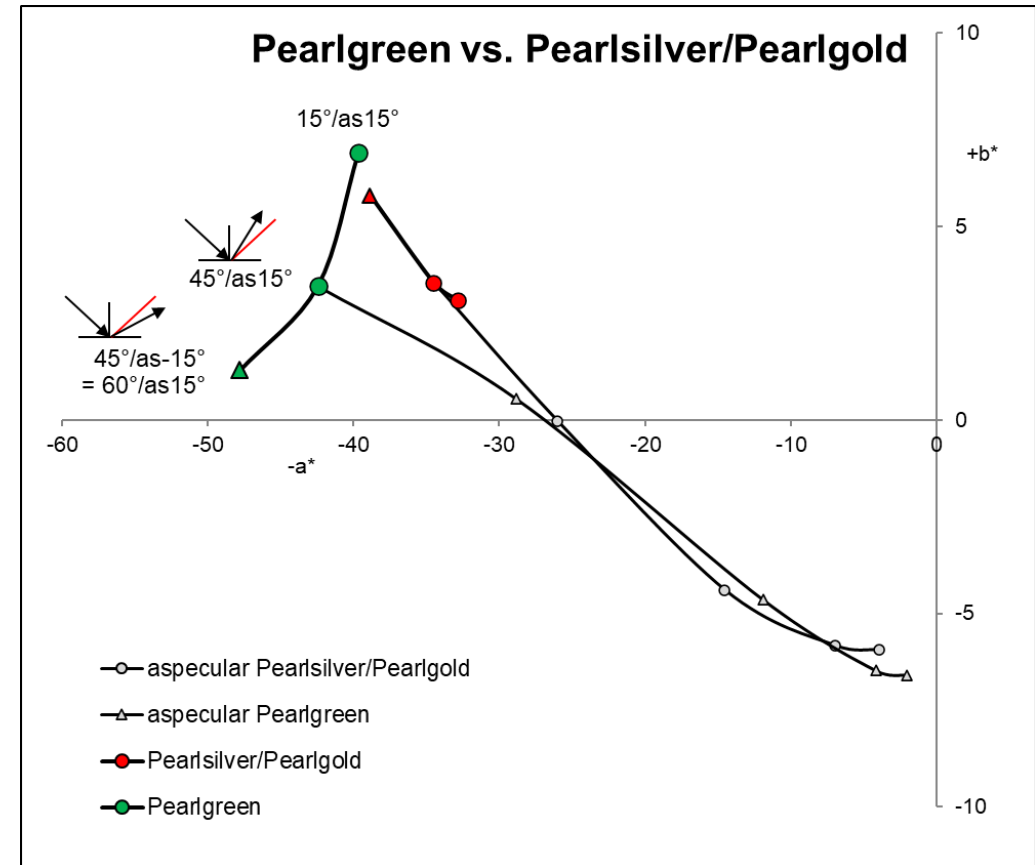
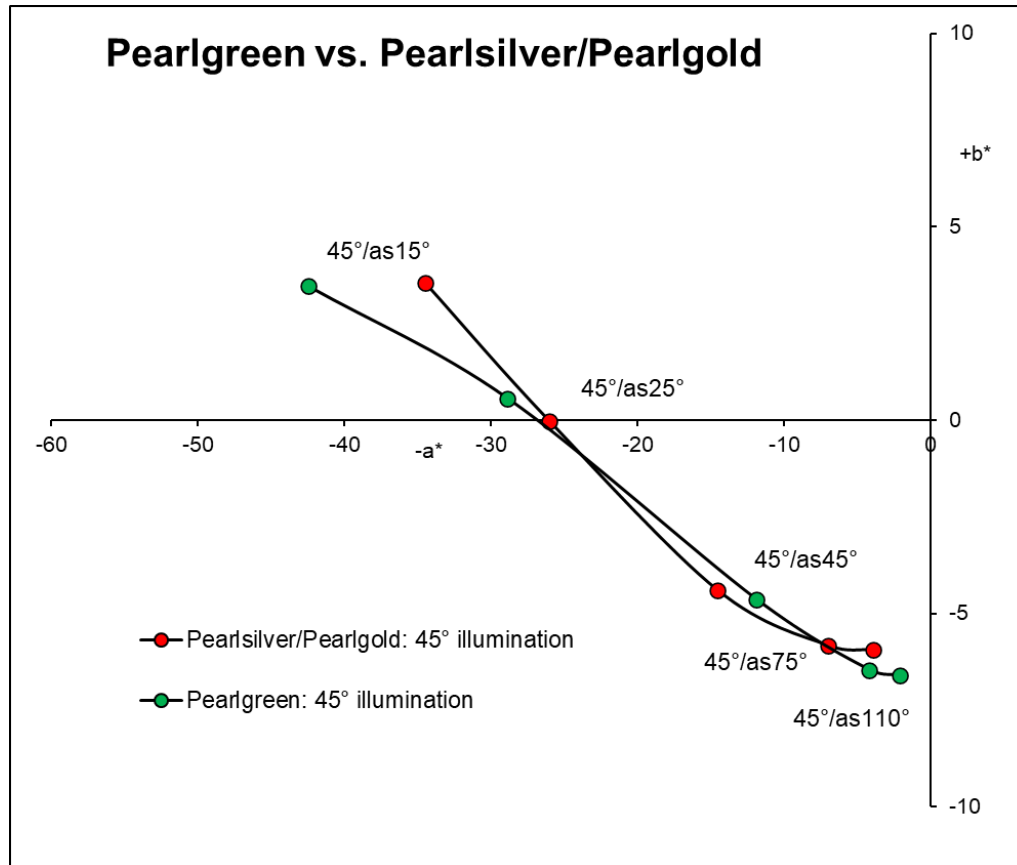
# Geometrien für Alupigmente



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



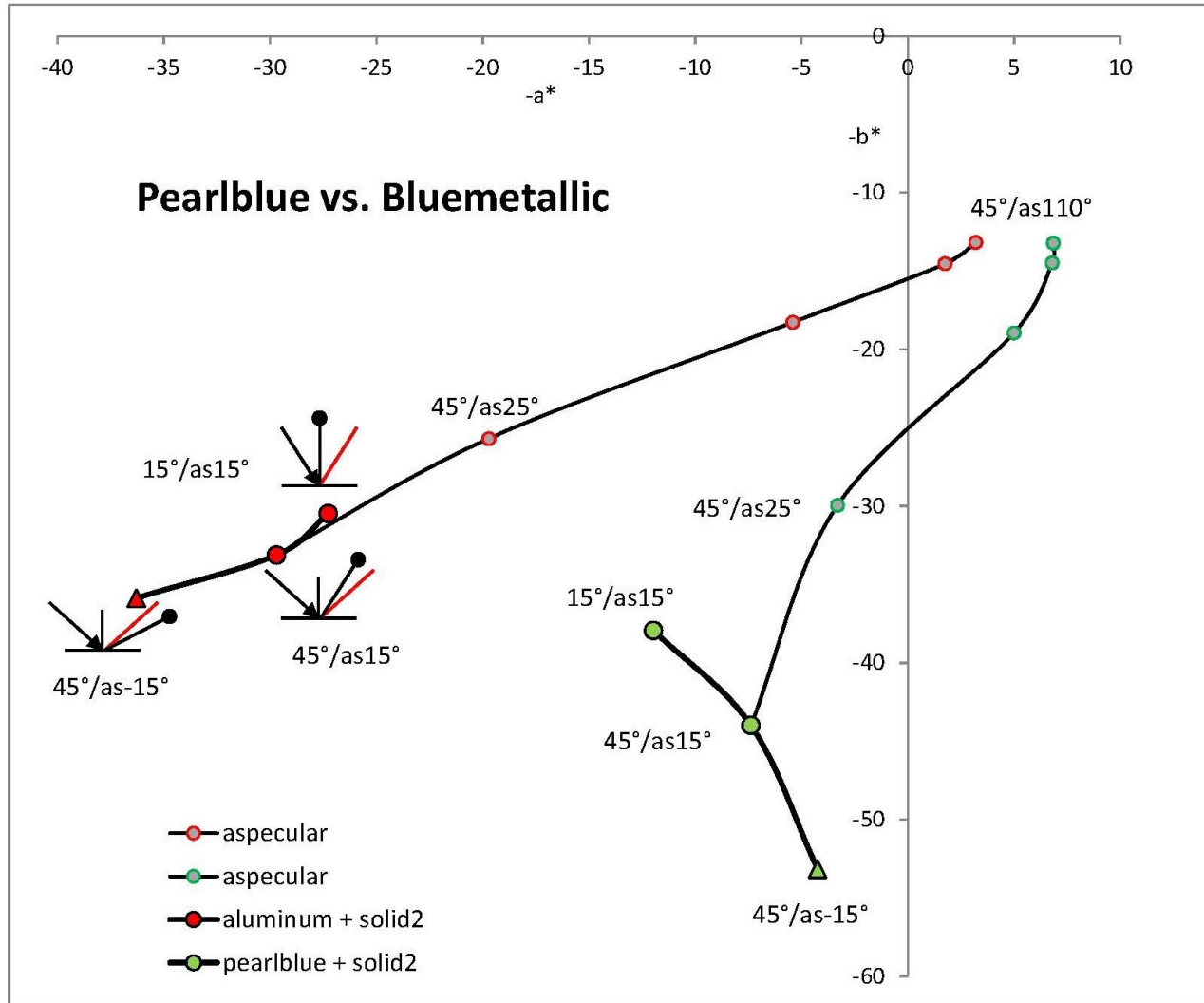
# Ohne und mit Interferenzlinie



- 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

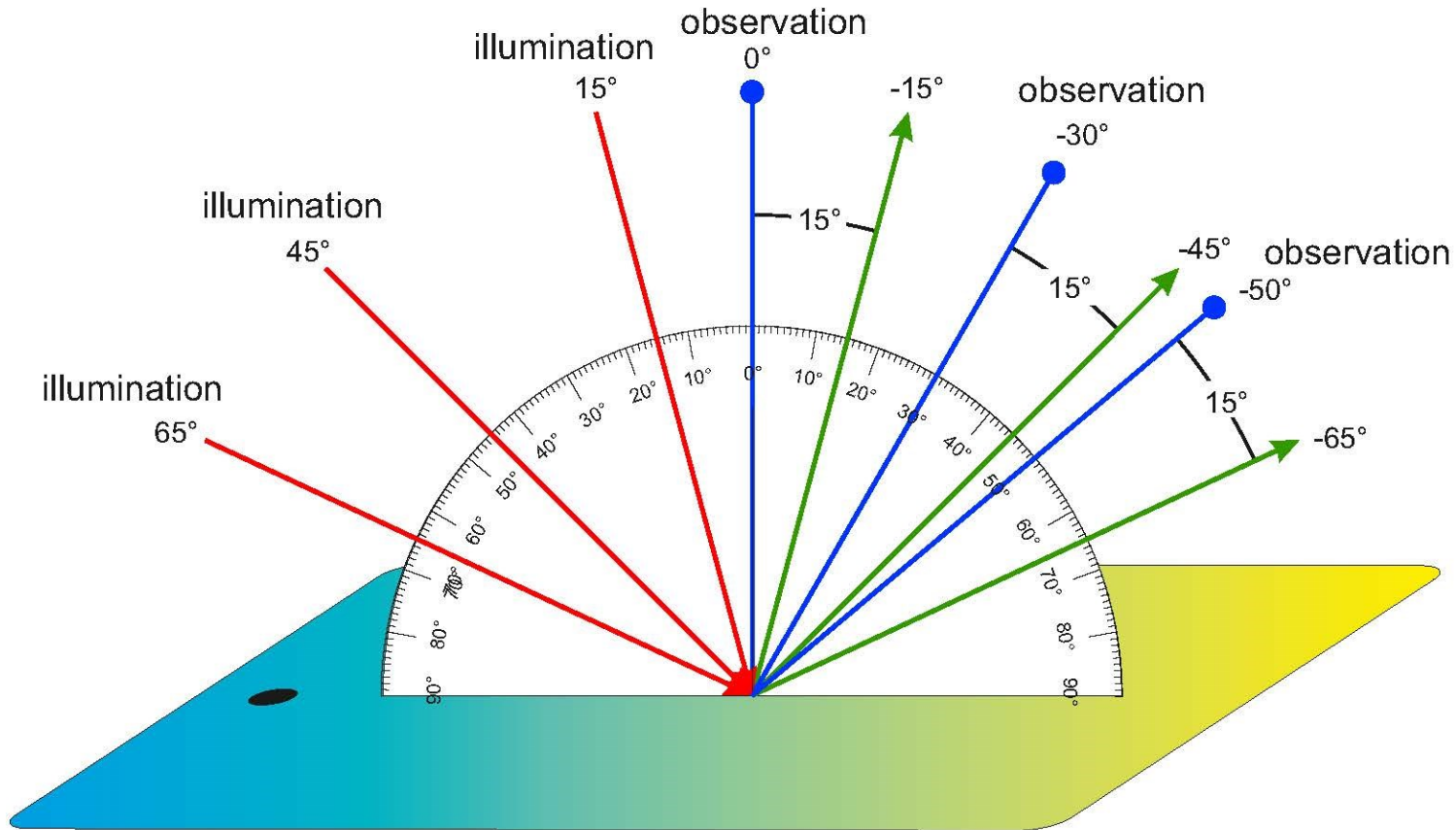


# Vergleich Perlblau und Blaumetallic



- 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

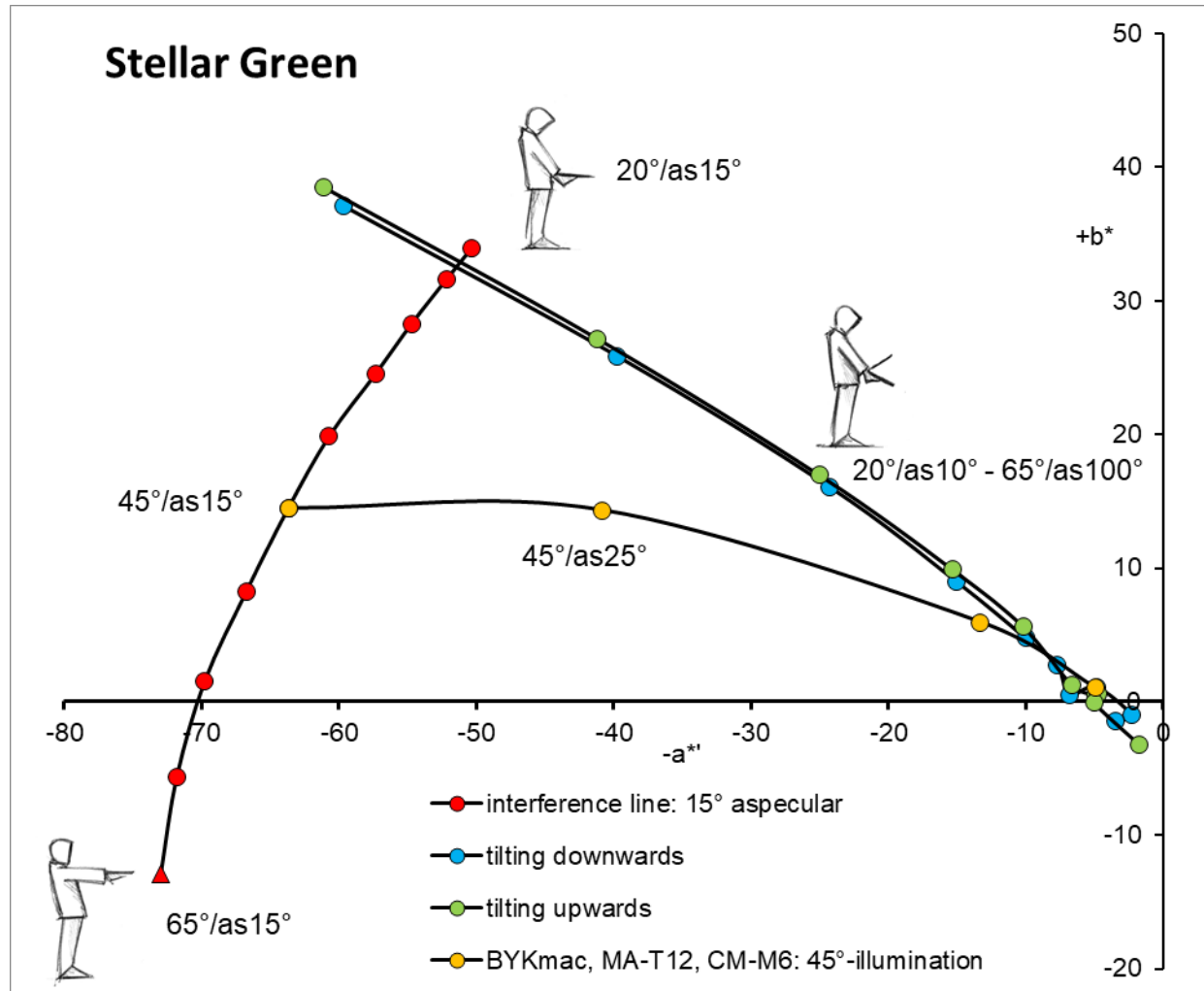


Drei Messwerte bilden die Interferenzlinie:

- Eine steile Beleuchtung bei 15°
- Eine mittlere Beleuchtung bei 45°
- Eine flache Beleuchtung bei 65°

Gemessen wird jeweils 15° vom Glanz

# Abmusterung Stellar Green

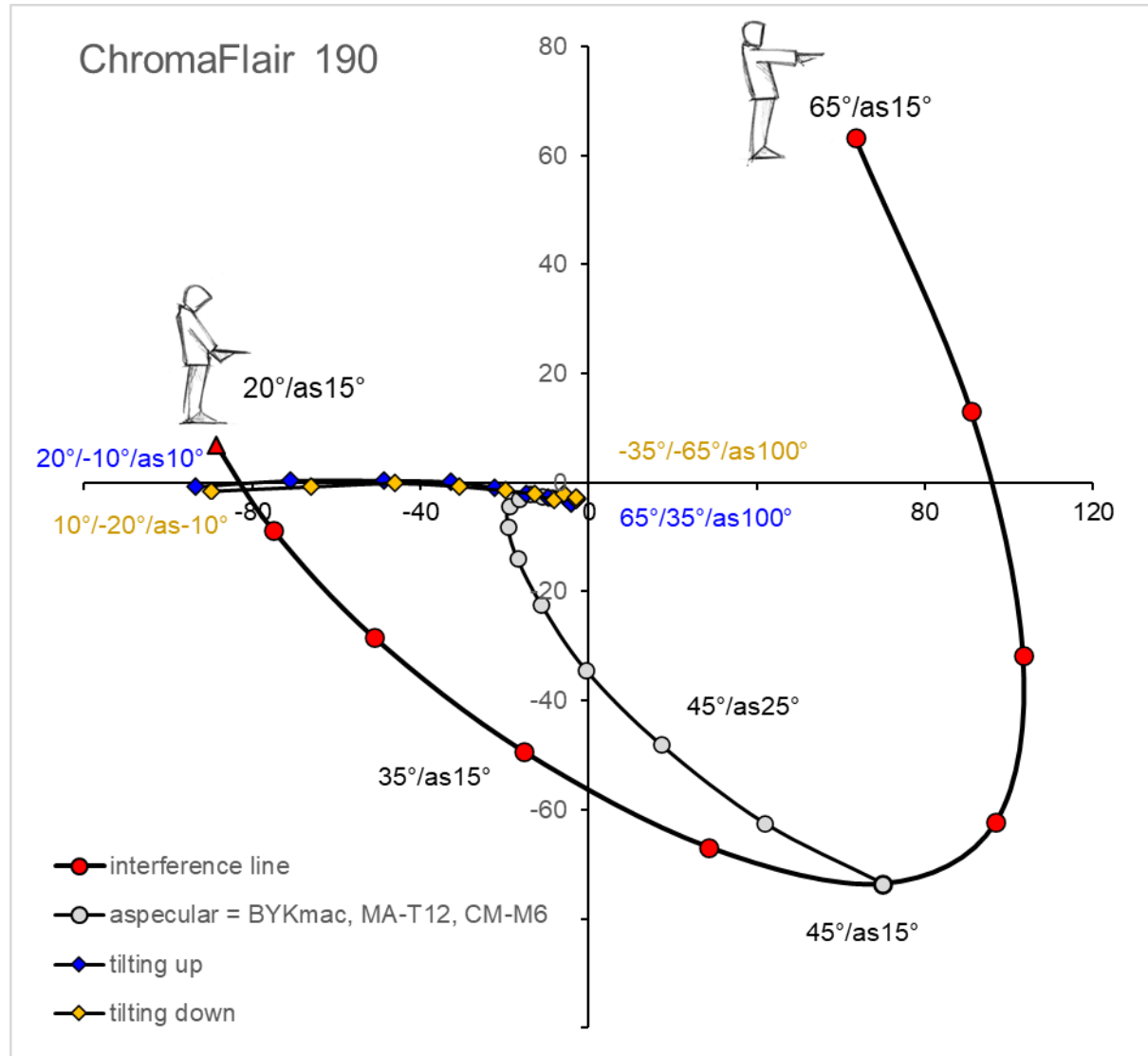


## Drei verschiedene Abmusterungen

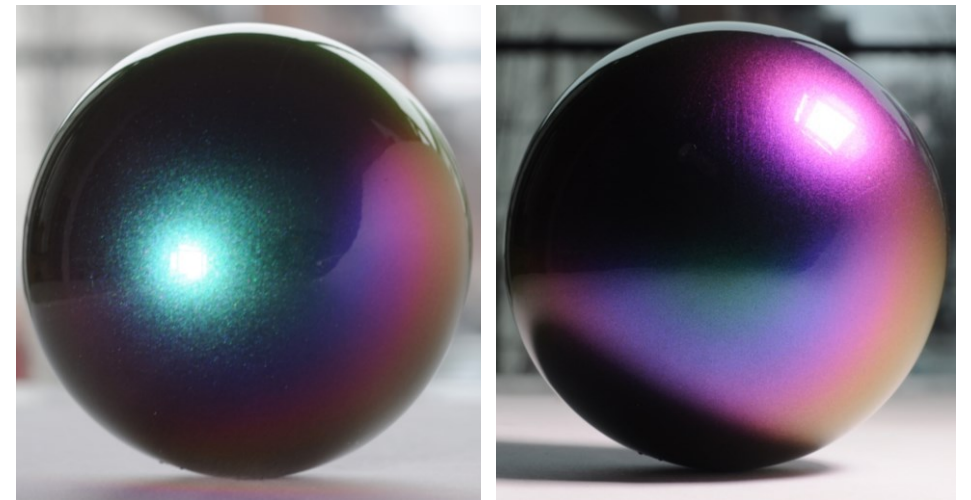
- Interferenzlinie von 20°/as15° bis 65°/as15°
- Aspecular-Linie ab 45°/as15°
- Visuelle Beurteilung am Fenster oder in der Lichtkabine: Hoch- und Runterkippen eines Musterbleches



# Abmusterung ChromaFlair 190

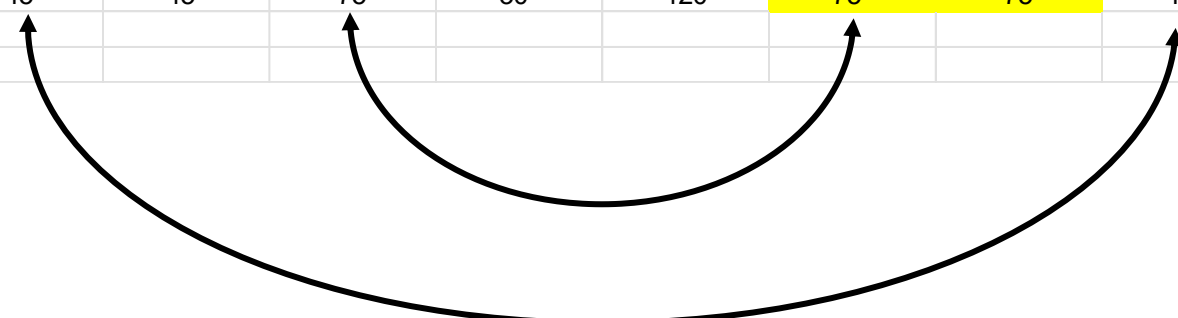


- Das Pigment ChromaFlair 190 besitzt einen deutlichen Farbwechsel von Grün über Blau, Violett und Rot nach Gelb
- Dieser wird weder mit den aktuellen Messgeometrien noch bei der Beobachtung am Fenster wiedergegeben

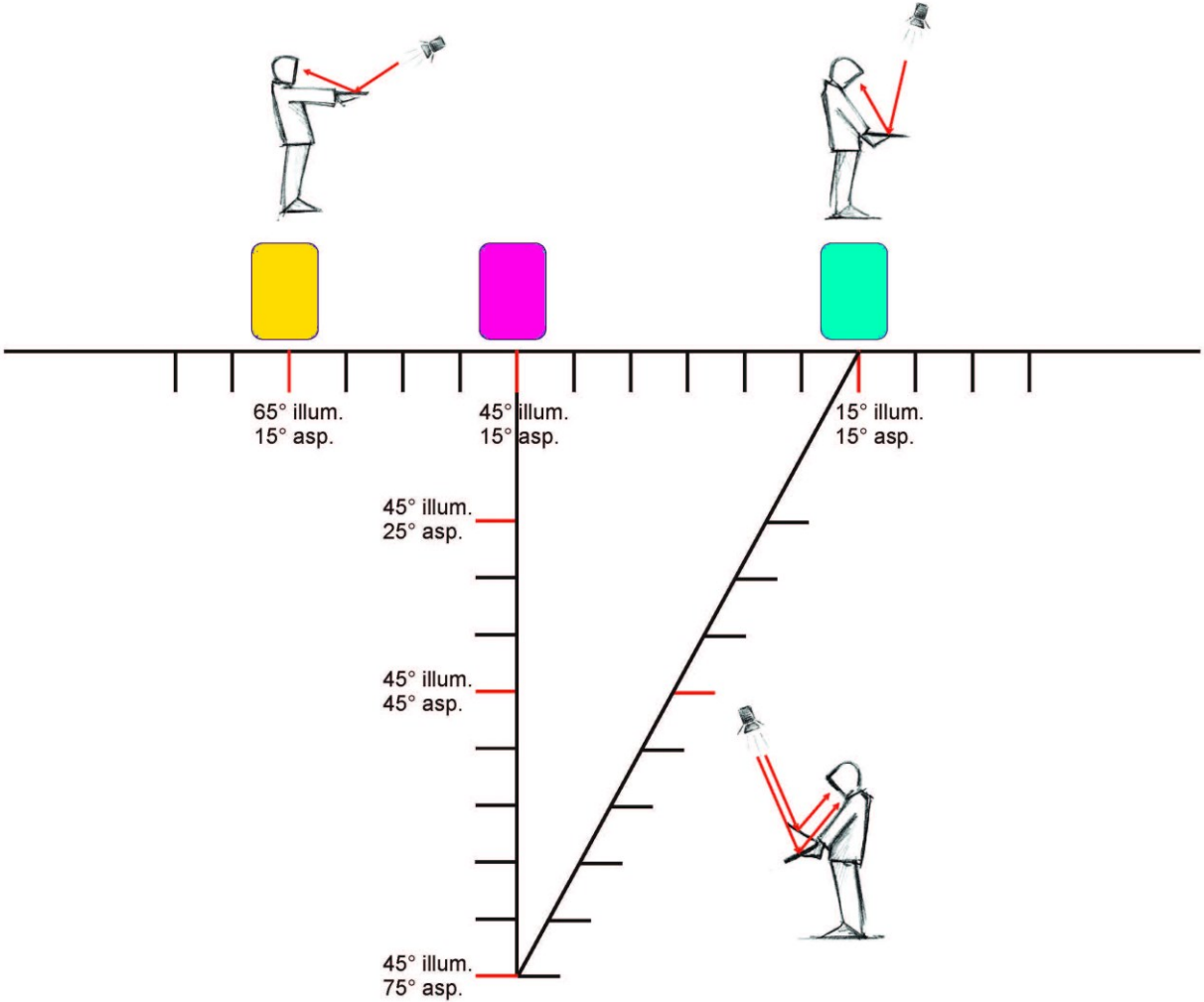


# Gleiche Geometrien beim Kippen

					<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°

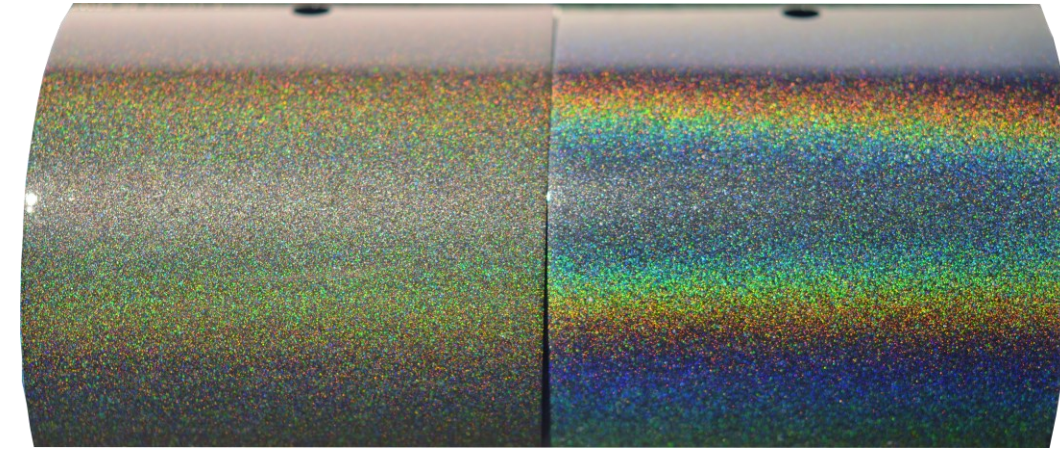
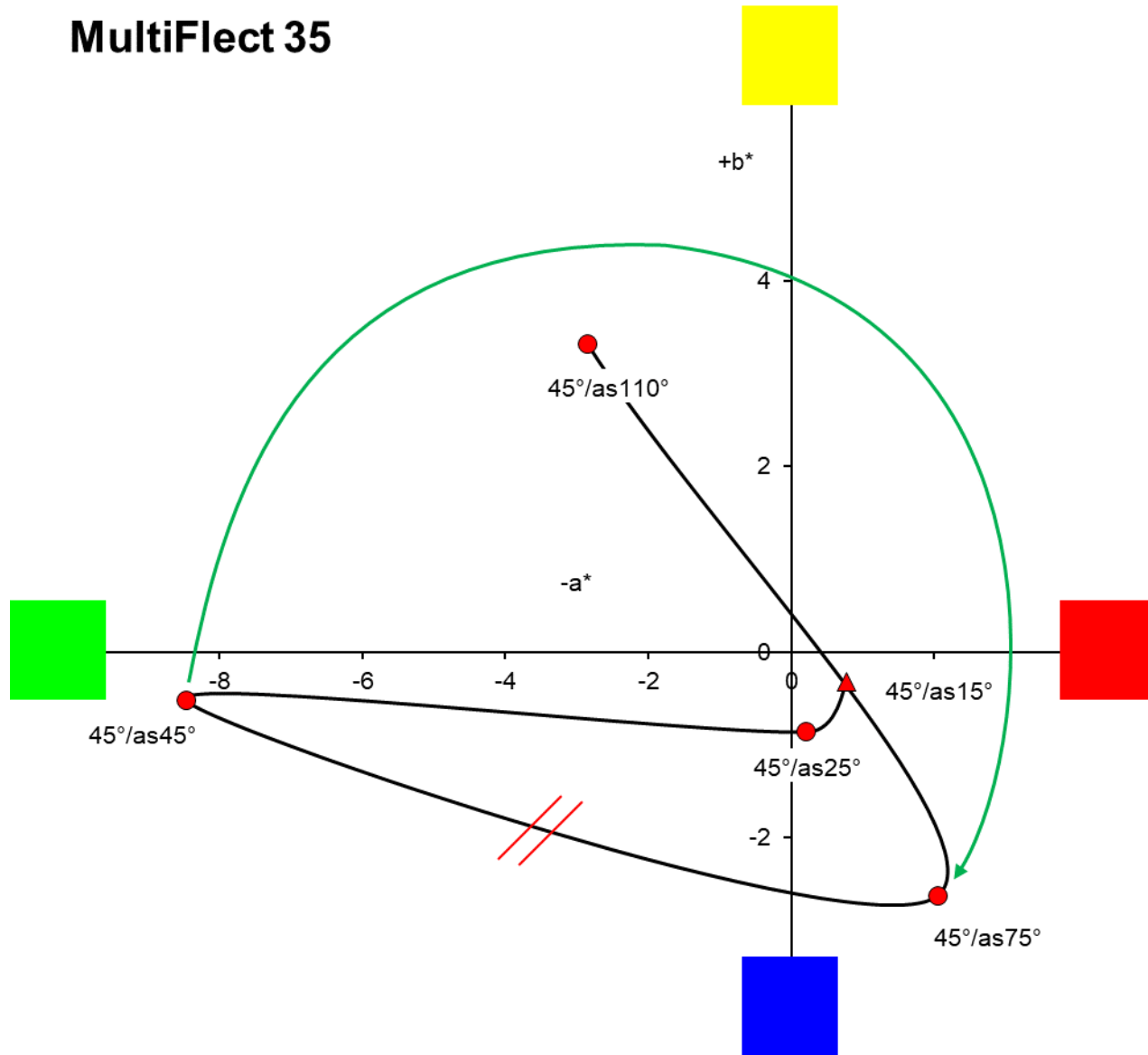


# Verschiedene Wege der Geometrien



# MultiFlect 35: Diffractive-Pigment

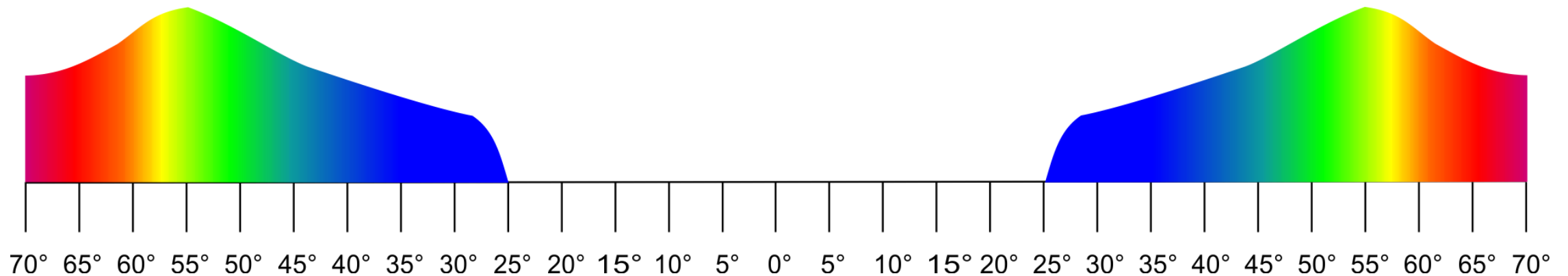
MultiFlect 35



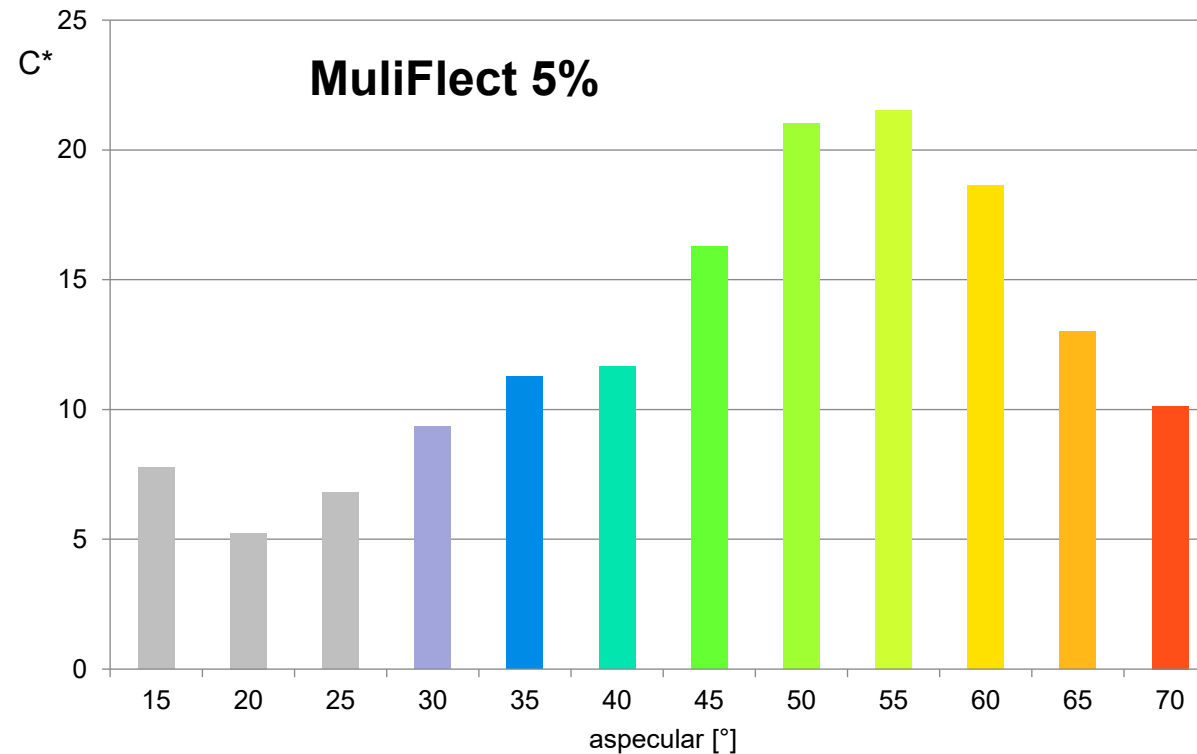
- Das MultiFlect-Pigment von Schlenk gehört zu den Diffractive-Pigments
- Es zeigt einen Regenbogen ab 25° vom Glanz

# 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



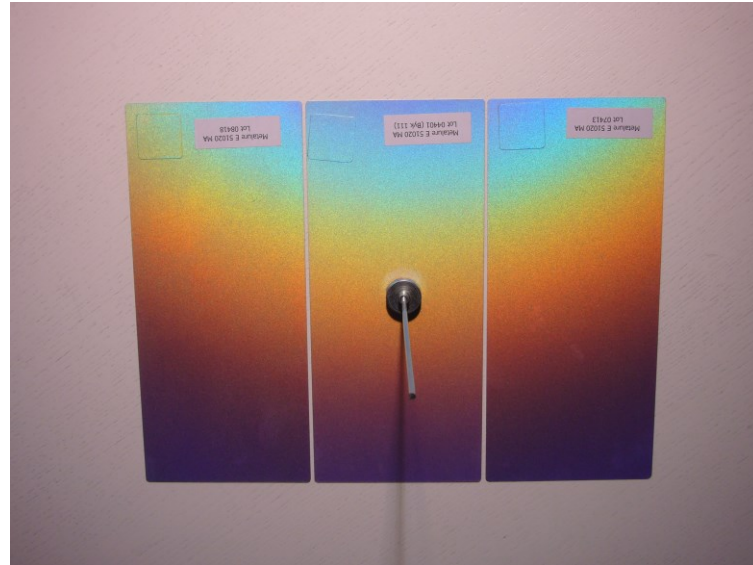
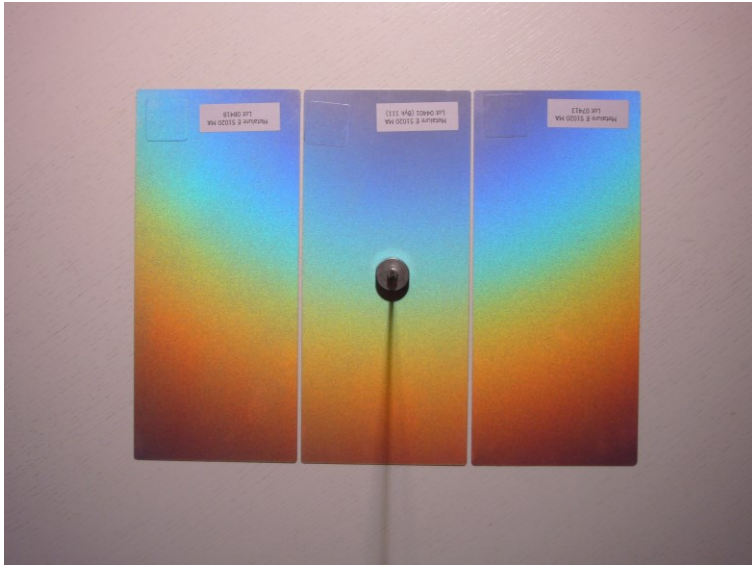
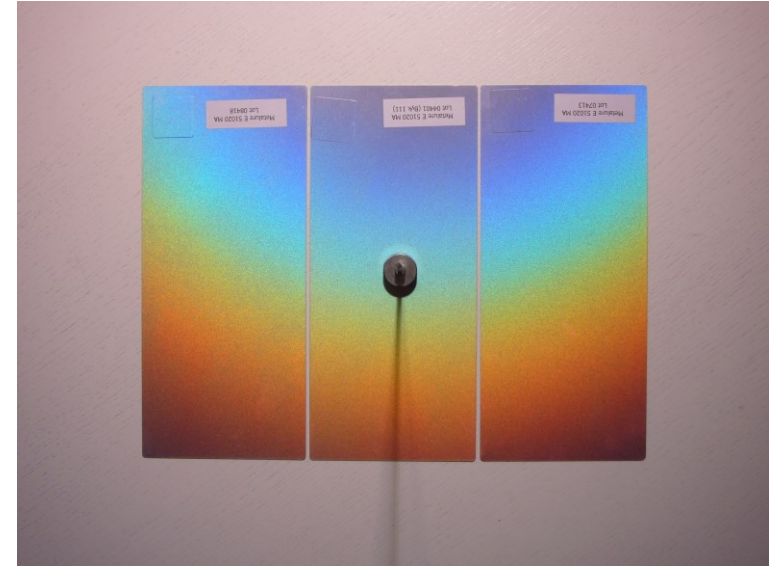
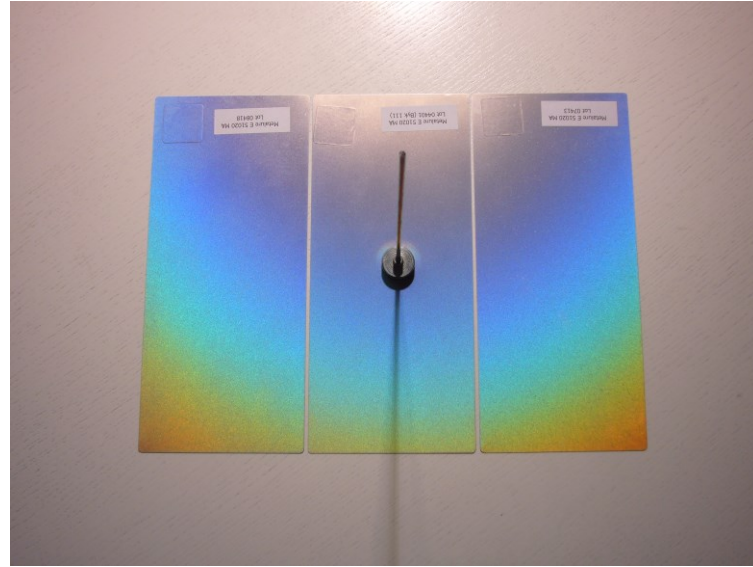
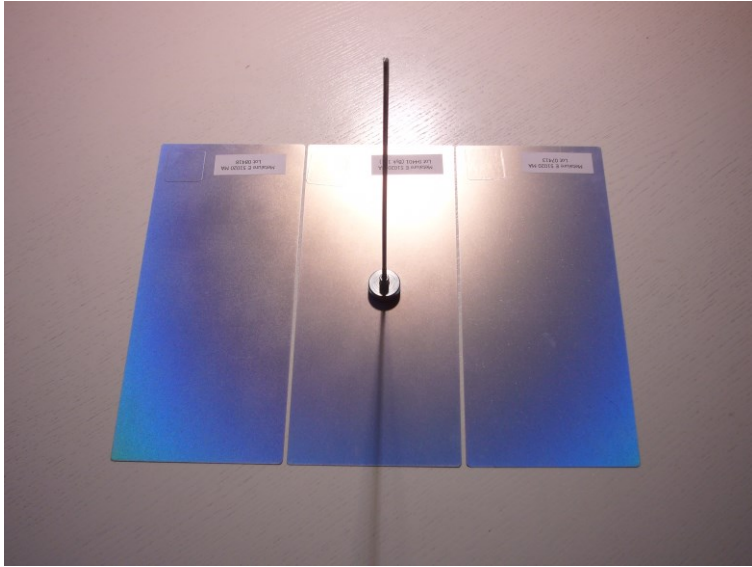
# Abhängigkeit der Buntheit $C^*$



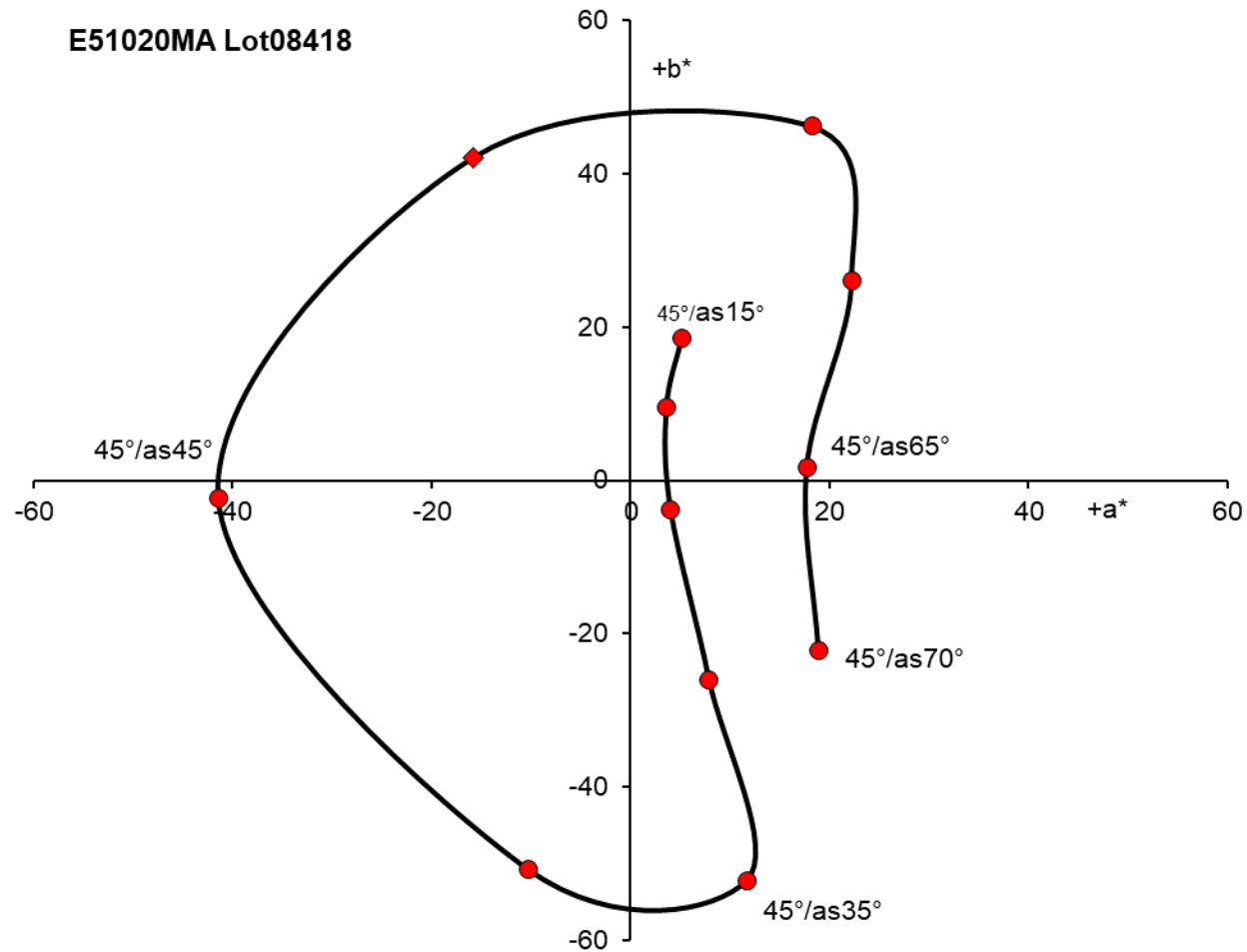
- Den aktuellen Messgeräten fehlen Geometrien zwischen  $25^\circ$  und  $45^\circ$  sowie zwischen  $45^\circ$  und  $75^\circ$  vom Glanz
- Sie können den Regenbogen nur unzureichend erfassen
- Sie zeigen keine Zusammenhänge zwischen den Messwerten



# Visuell ja, instrumentell nein

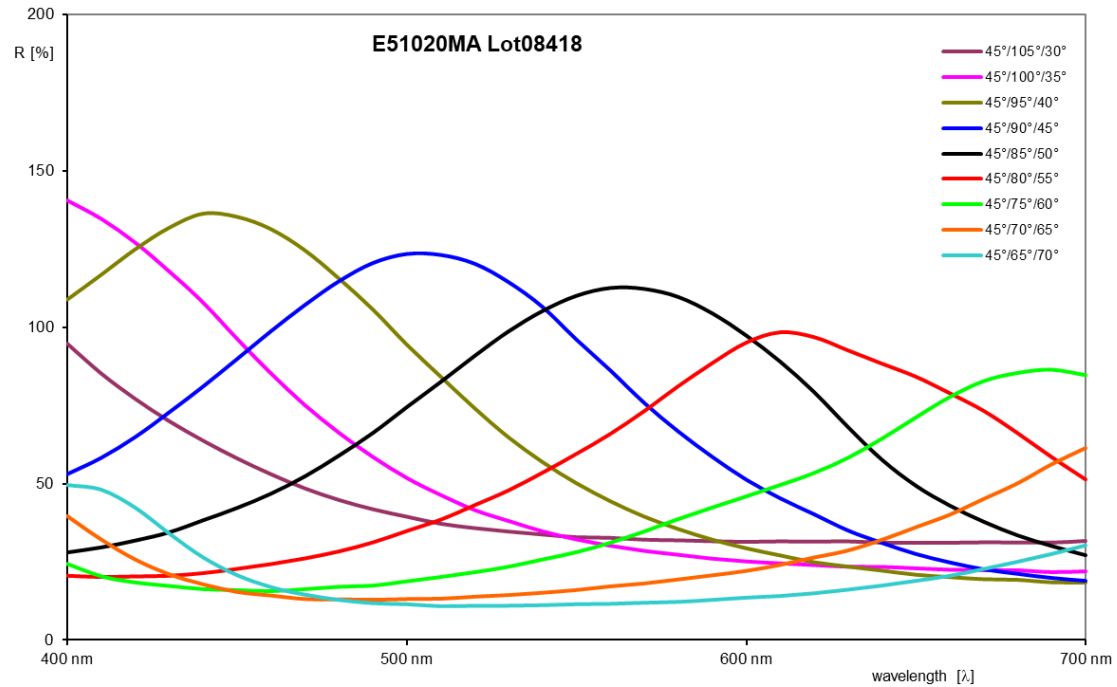


# Zweites Beispiel: Diffractive pigment

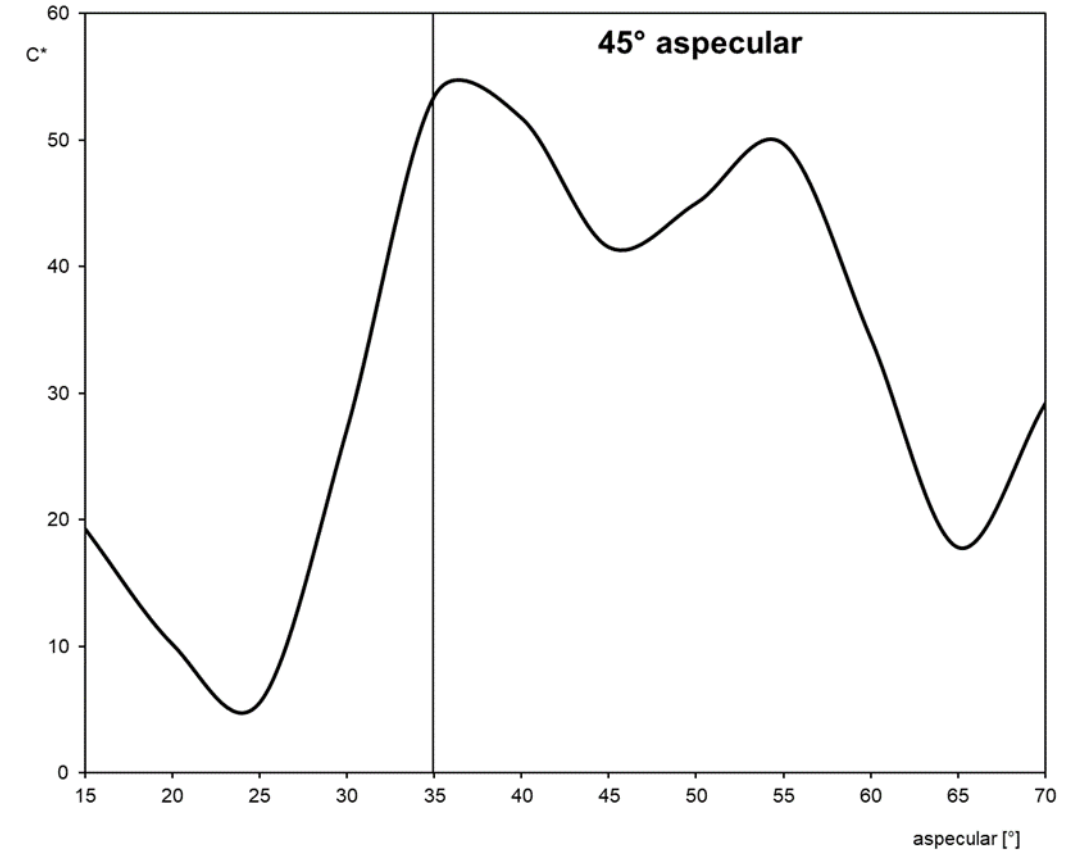


- Die „Farbreise“ beginnt im unbunten Farbbereich
- Von dort geht sie ins Blaue
- Über Blau, Grün und Gelb geht sie im Uhrzeigersinn weiter nach Rot

# Reflexionen und Buntheit C\*



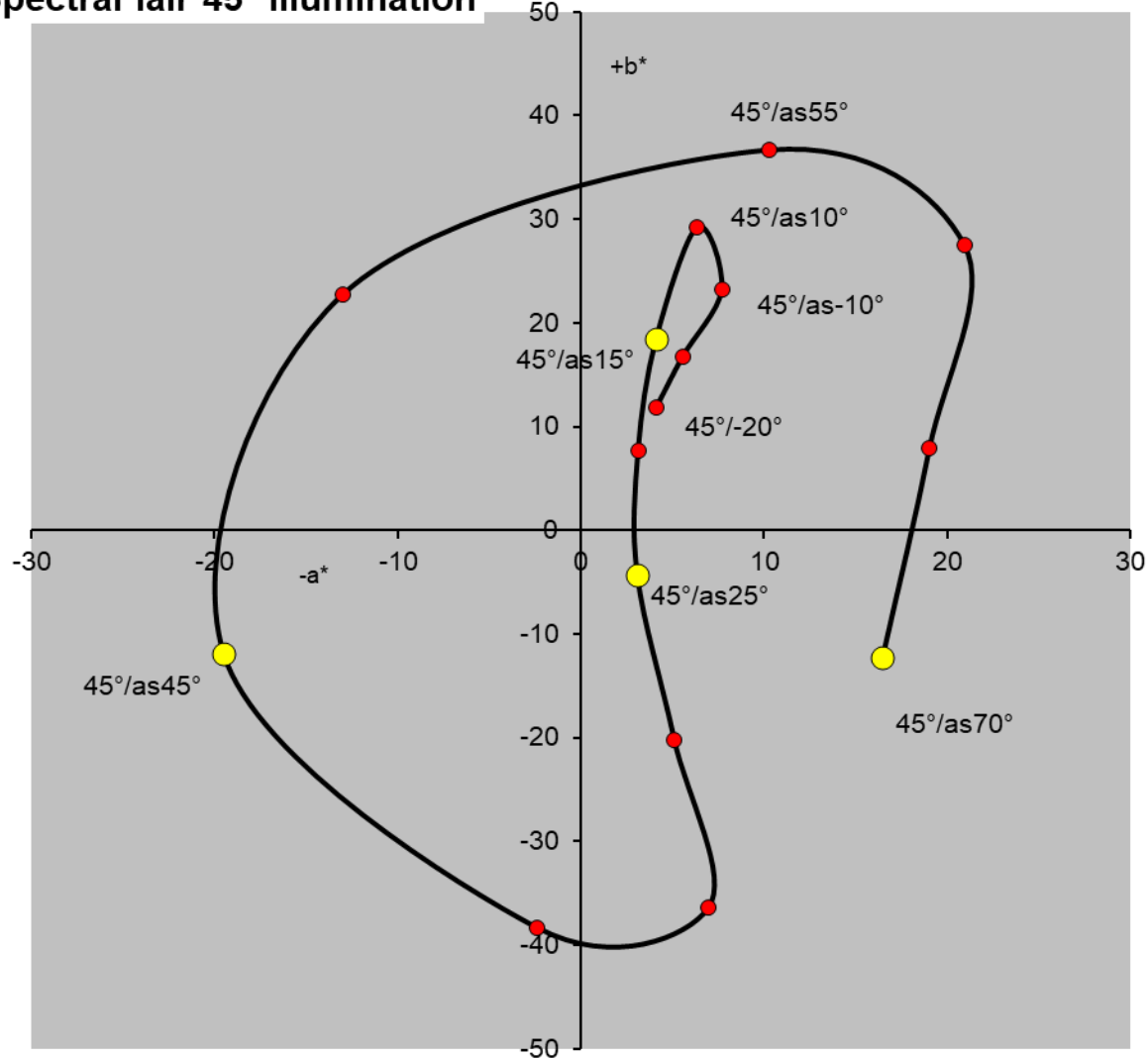
- Die Reflexionskurven starten bei 30° vom Glanz, ab 35° zeigen sie Farbe
- Ab 65° vom Glanz spiegeln sie keine Farbe wider



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

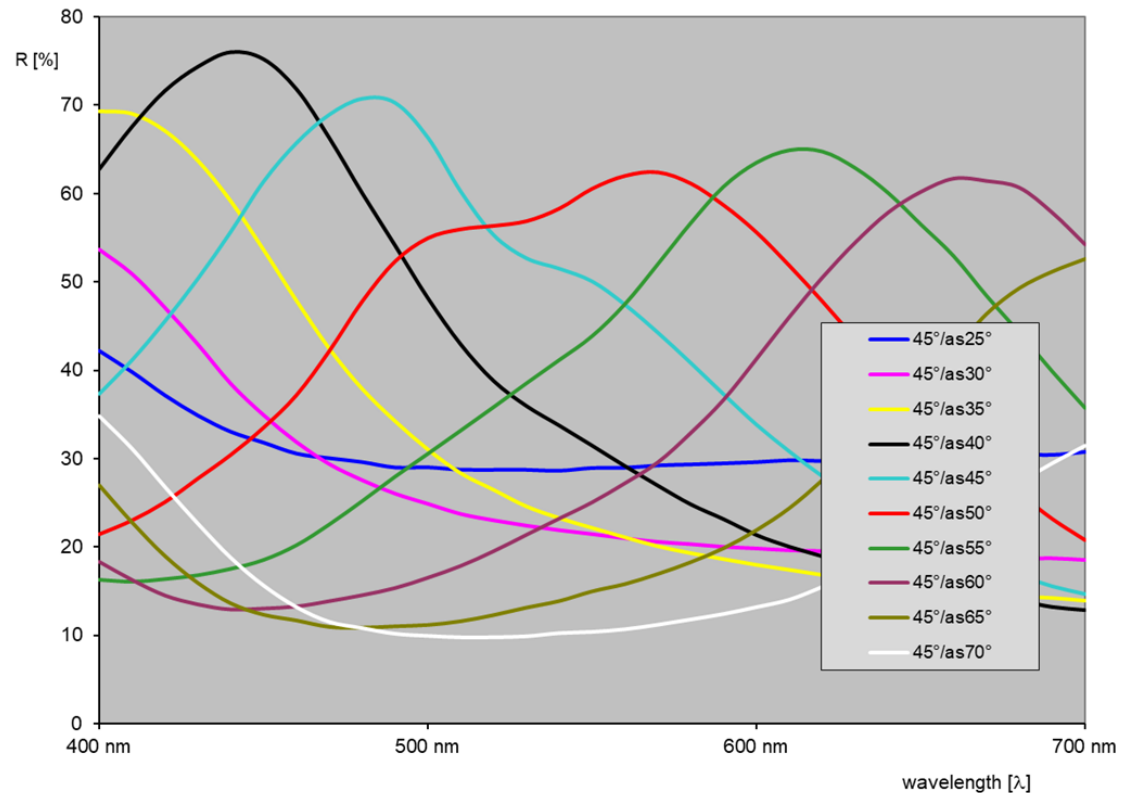
# Visuelle und instrumentelle Abmusterung

SpectraFlair 45° illumination

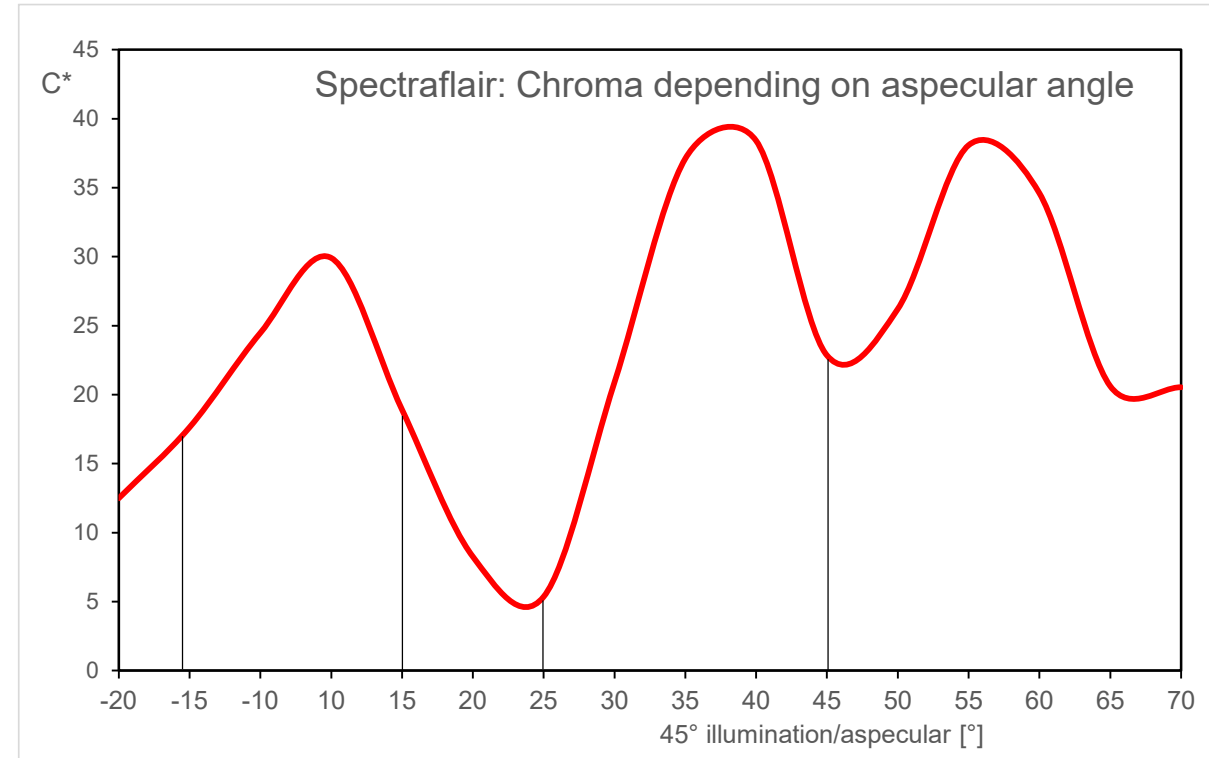


- SpectraFlair gehört ebenfalls zu den Diffractive Pigments
- Ab 30° vom Glanz beginnt der Regenbogen bis etwa 65°
- Die gelben Punkte zeigen die Messergebnisse mit den aktuellen Instrumenten

# 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



# Lösung: Goniometer Experimental

- Je nach Anforderungen lassen sich Geometrien über die Software zusammenstellen
- Goniometer Experimental 01: Beleuchtungswinkel  $45^\circ$ , Beobachtungswinkel in  $10^\circ$ -Schritten bei  $-30^\circ$  bis  $30^\circ$  sowie  $\pm 60^\circ$
- Goniometer Experimental 02: Winkel von  $-25^\circ$  bis  $65^\circ$  zur visuellen Beobachtung mit  $15^\circ$  oder  $25^\circ$  Differenzwinkel zwischen Beleuchtung und Beobachter
- Goniometer Experimental 03: Winkel entsprechen denen der aktuellen portablen Messgeräten
- Goniometer Experimental 04: Geometrien der Interferenzlinie

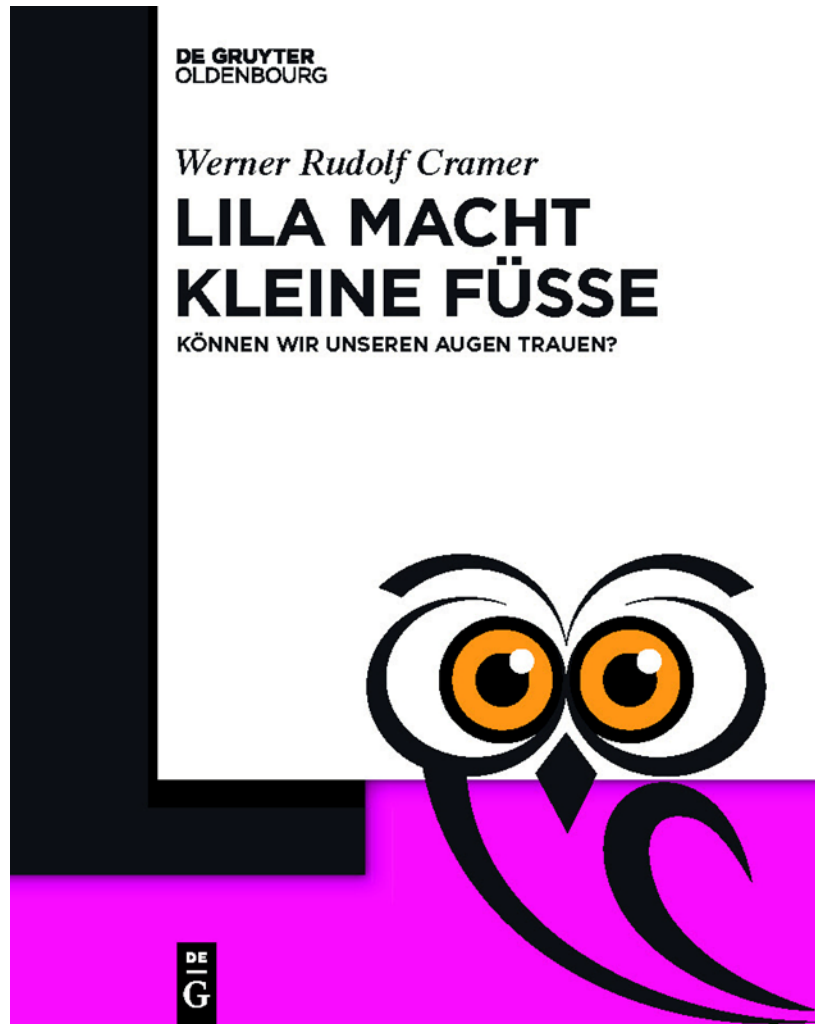


# Resume

---

- 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 den Anforderungen der Pigmente und Lacke genügen
- 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)

