

# Überprüfung optischer Lackfilmeigenschaften

---

**Hung Tran**

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik  
und Automatisierung IPA, Stuttgart

Telefon 0711 970-1774

Fax 0711 970-1001

ManhHung.Tran@ipa.fraunhofer.de

---

Seite 1

© Fraunhofer IPA



ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

 **Fraunhofer**  
IPA

## Welche optischen Lackfilmeigenschaften beeinflussen das Aussehen eines Objektes?



---

Seite 2

© Fraunhofer IPA



ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

 **Fraunhofer**  
IPA

# Zusammenhang der optischen Komponenten

Beispiel:

Die Orangenhautstruktur ist weniger ausgeprägt wenn

- Farbe → hell,
- Glanz → matt,
- Einschluss → deutlich,
- Abbildungsqualität → unscharf.

**Einschluss**

1 = undeutlich  
5 = deutlich

**Glanz**

1 = matt  
5 = hochglänzend

**Farbe**

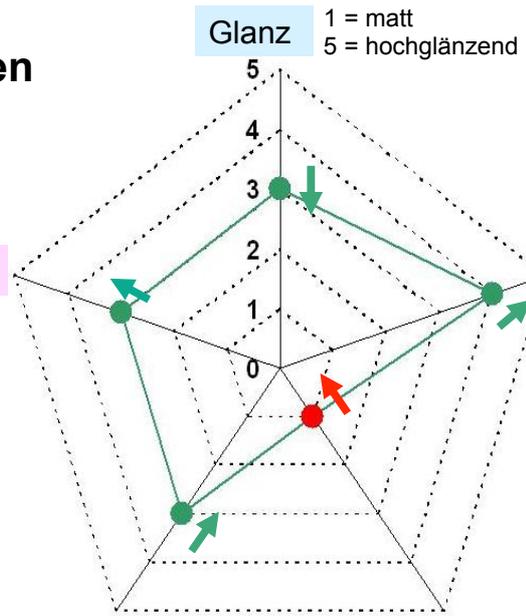
1 = dunkel  
5 = hell

**Abbildungsqualität**

1 = unscharf  
5 = scharf

**Orangenhaut**

1 = undeutlich  
5 = deutlich



## Visuelle Farbbewertung

Im Freien

- Nördliches Himmelslicht
- Bedeckter Himmel
- Mittagsstunden

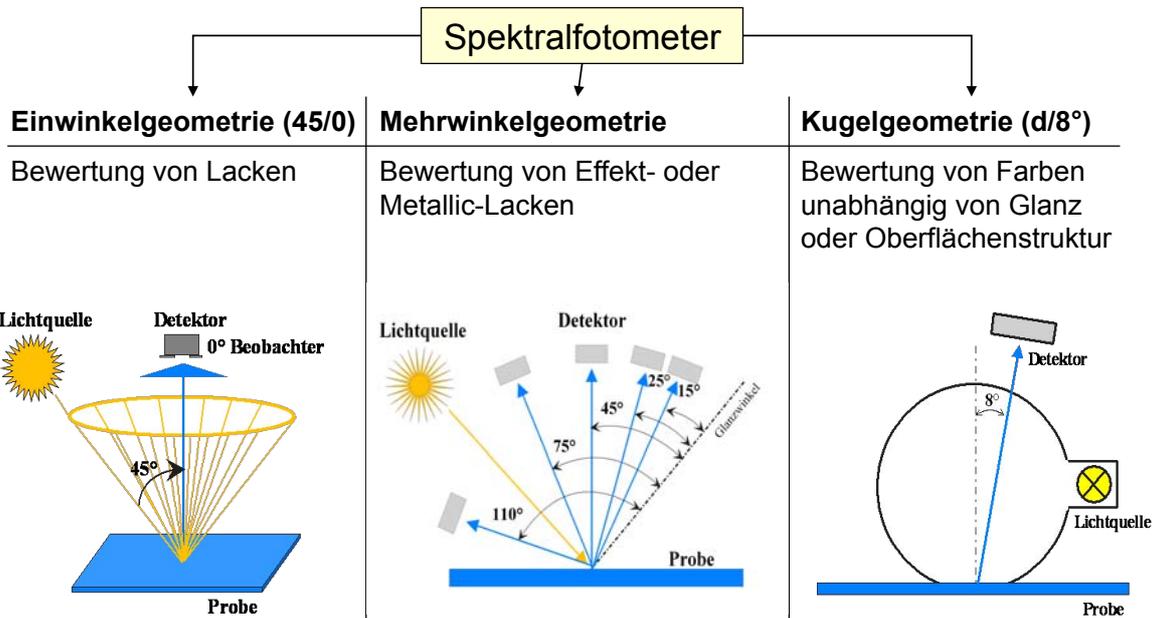


Farbbemusterungskabine

- Neutraler Hintergrund
- Genormtes künstliches Tageslicht D<sub>65</sub>



# Messtechnische Farbbewertung



Seite 5

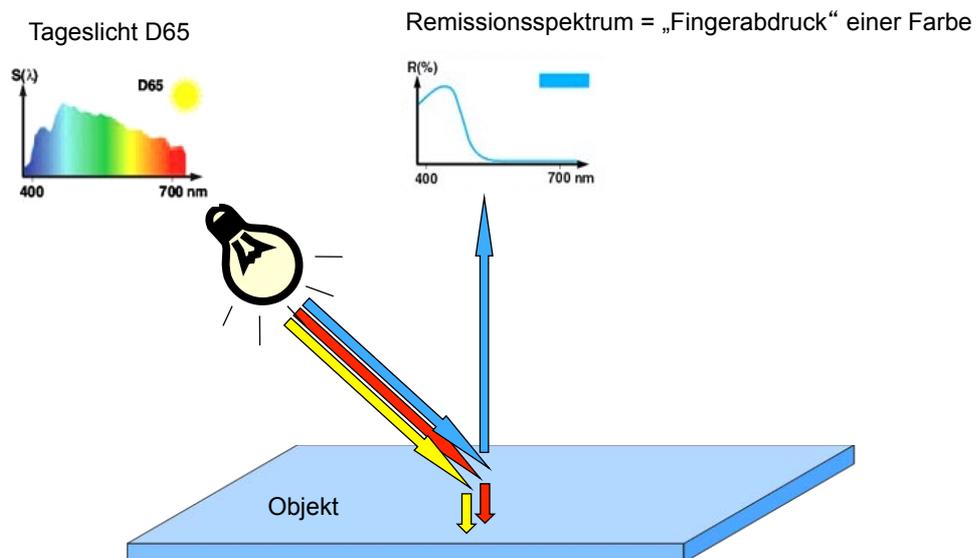
© Fraunhofer IPA



ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

**Fraunhofer**  
IPA

## Messprinzip des Spektralfotometers



Seite 6

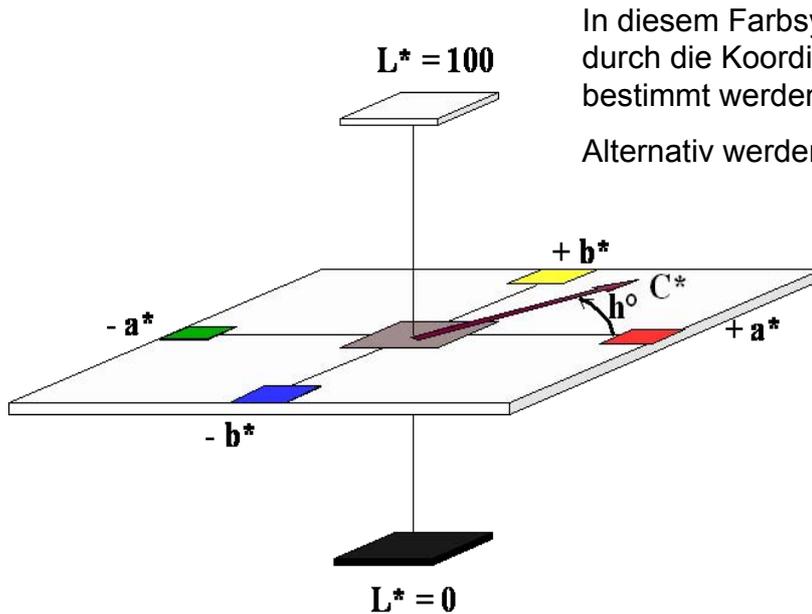
© Fraunhofer IPA



ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

**Fraunhofer**  
IPA

# CIELAB-Farbsystem



In diesem Farbsystem kann jede Farbe durch die Koordinaten  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  bestimmt werden.

Alternativ werden  $L^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$  verwendet.



## Farbabstand

Der Gesamtfarbabstand zwischen einer Probe und einer Standardfarbe wird als  $\Delta E$  bezeichnet.

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Beispiel:



STANDARD		14.10.2005	13:58		
$L^*a^*b^*$ Data:	<u>Licht/Beob</u>	<u>L*</u>	<u>a*</u>	<u>b*</u>	
Winkel: 45°	D65/10°	22,96	-20,91	-45,11	
PROBE		14.10.2005	14:00		
$L^*a^*b^*$ Data:	<u>Licht/Beob</u>	<u>DL*</u>	<u>Da*</u>	<u>Db*</u>	<u>DE*</u>
Winkel: 45°	D65/10°	1,84	-3,11	-1,59	3,95



# Metamerie

Metamerie tritt auf, wenn zwei Proben, die unter einer Lichtart gleich aussehen, die aber unter einer anderen Lichtart einen Farbabstand zeigen.

Die Bestimmung der Metamerie erfolgt

- visuell in einer Lichtkabine



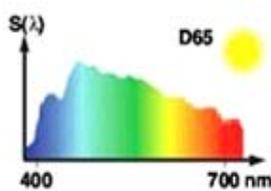
- mit dem Spektralfotometer



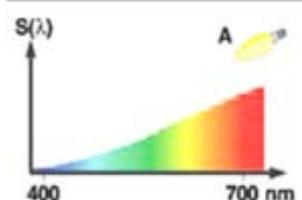
# Metamerie

Folgende genormte Lichtarten werden für die Metamerie-Bewertung verwendet:

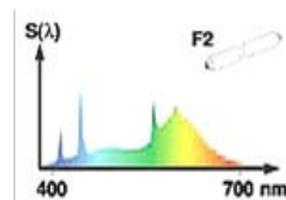
D65  
(Tageslicht)



A (Glühlampe)



F11 (Leuchtstoffröhre)

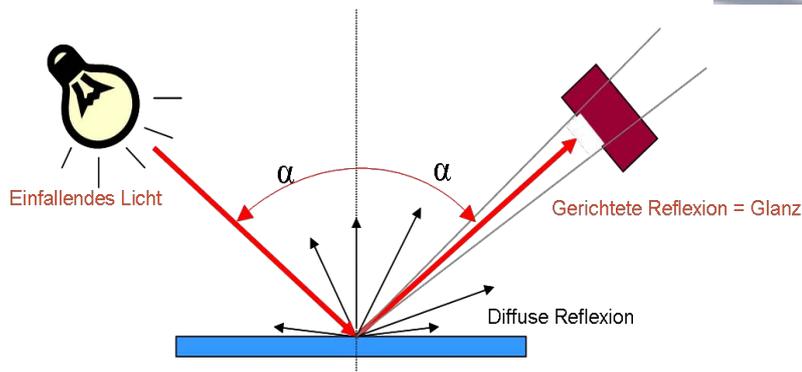


## Glanzmessung nach DIN EN ISO 2812

Die Bestimmung des Glanzes erfolgt mit dem Reflektometer.

Prinzip der Glanzmessung:

Messung der Intensität der gerichteten Reflexion.



Seite 11

© Fraunhofer IPA



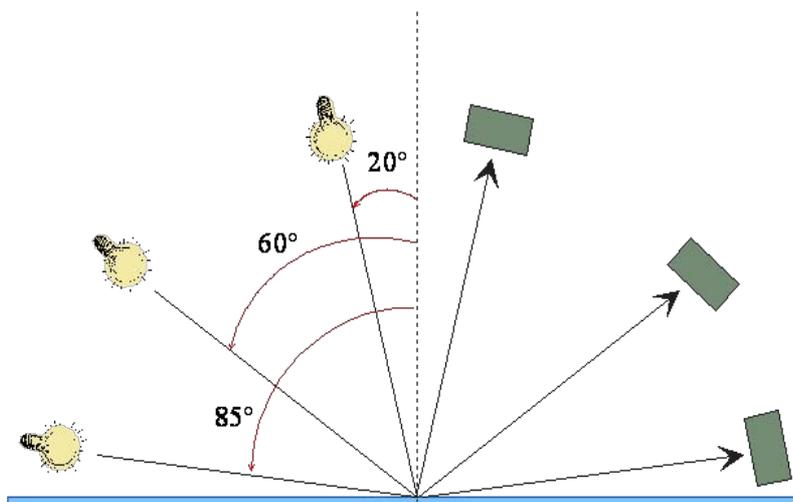
ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

Fraunhofer  
IPA

## Glanzmessung nach DIN EN ISO 2812

Die Intensität des reflektierten Lichtes ist stark abhängig vom Einstrahlwinkel.

Für Lacke und Kunststoffe sind 3 Messgeometrien genormt.



Seite 12

© Fraunhofer IPA



ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

Fraunhofer  
IPA

## Glanzmessung nach DIN EN ISO 2812

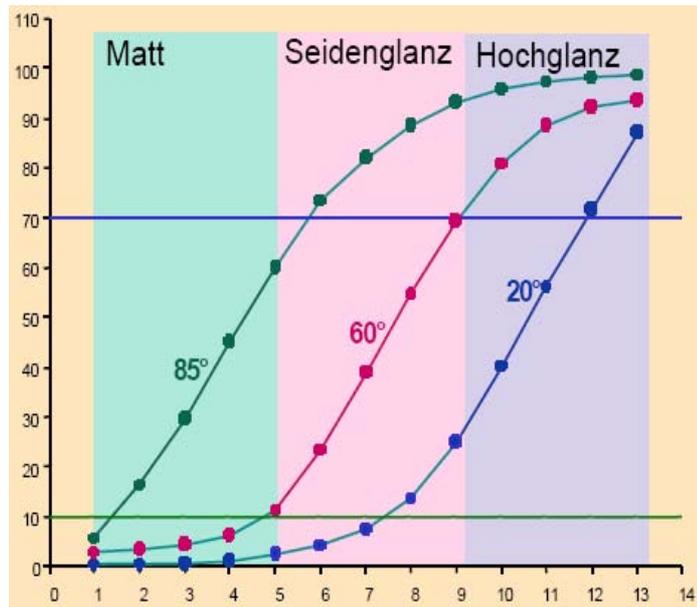
Welche Messgeometrie ist richtig?

Ermittlung des Glanzgrades bei 60°:

10 - 70 GE (Seidenglanz)  
→ 60° Geometrie

>70 GE (Hochglanz)  
→ 20° Geometrie

<10 GE (Matt)  
→ 85° Geometrie



Seite 13

© Fraunhofer IPA



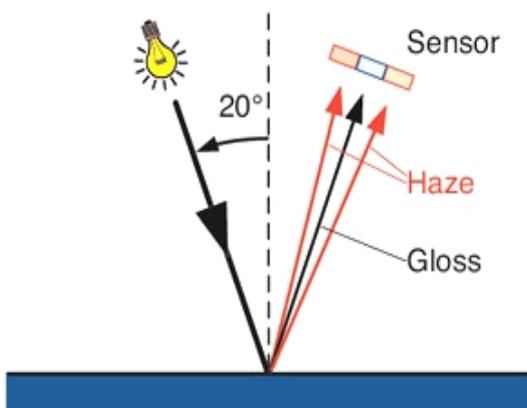
ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

Fraunhofer  
IPA

## Glanzschleiermessung nach DIN EN ISO 13803

Glanzschleier oder Haze entsteht durch Streulicht an Mikrostrukturen.

Die Bestimmung des Glanzschleiers erfolgt mit dem Reflektometer, das neben dem 20°-Glanzdetektor zwei zusätzliche Sensoren für die Haze-Bewertung hat.



Seite 14

© Fraunhofer IPA



ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

Fraunhofer  
IPA

## Messung des Verlaufs - Orange Peel

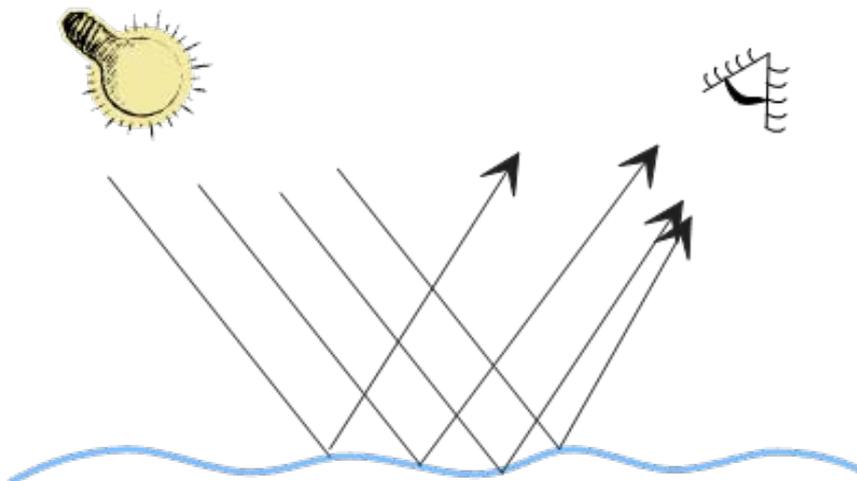
Wellige Strukturen von ca. 1 bis 30 mm Größe werden als Orange Peel oder Verlaufsstörung bezeichnet.

Orange Peel sieht man bei normalem Betrachtungsabstand auf hochglänzenden Oberflächen als ein welliges Muster heller und dunkler Felder.



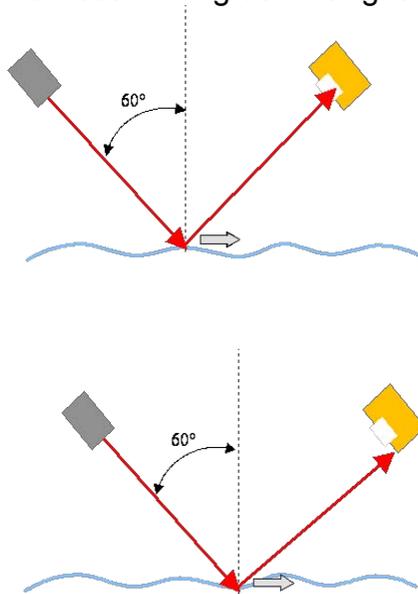
## Messung des Verlaufs - Orange Peel

Das Licht wird entsprechend der Oberflächenstruktur in verschiedene Richtungen reflektiert. Nur solche Flächenelemente werden als hell gesehen, die das Licht in Richtung der Augen reflektieren.



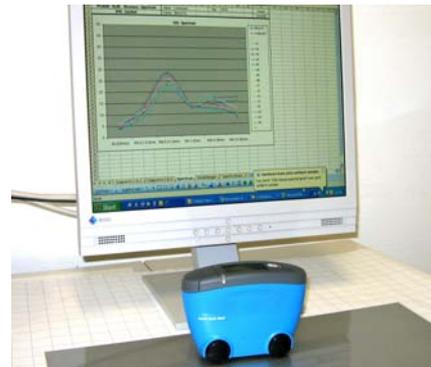
## Messung des Verlaufs - Orange Peel

Die Bestimmung der Welligkeit erfolgt mit dem Wave-Scan.



Prinzip der Messung:

Ein Laserstrahl fährt über die Probenoberfläche. Dabei werden die reflektierten Laserstrahlen durch ein Detektor in Form eines optischen Helligkeitsprofils aufgenommen.



Seite 17

© Fraunhofer IPA

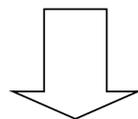


ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

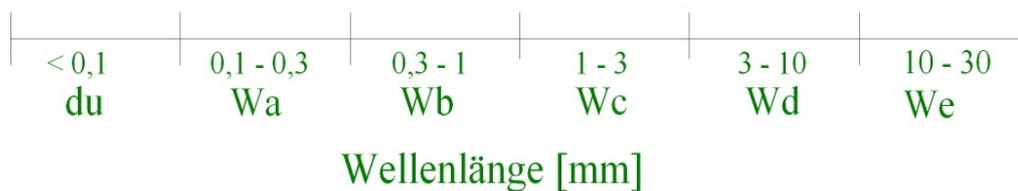
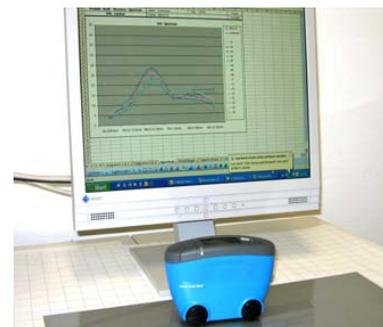
**Fraunhofer**  
IPA

## Messung des Verlaufs - Orange Peel

Optisches Helligkeitsprofil



Mathematischer Filter



Seite 18

© Fraunhofer IPA



ABTEILUNG  
LACKIERTECHNIK

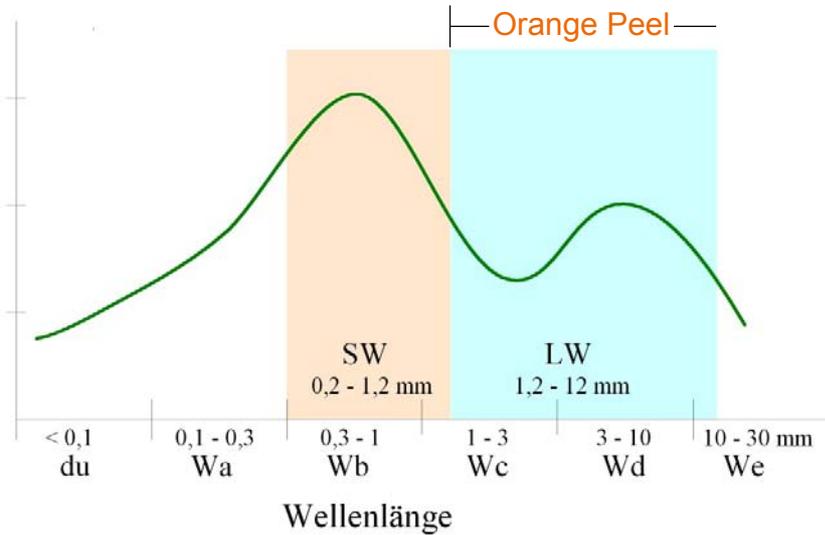
**Fraunhofer**  
IPA

# Messung des Verlaufs - Orange Peel

Klassische Auswertung nach Longwave (LW) und Shortwave (SW)

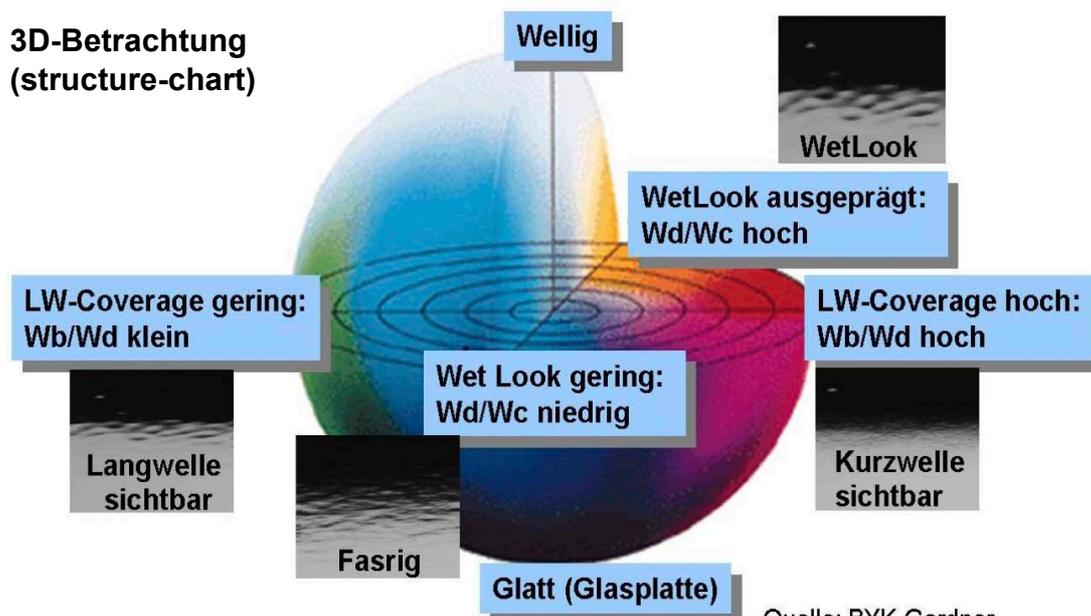
Das Verhältnis  $W_b : W_d$  sollte bei 1,5 : 1 liegen.

Wenn  $W_b$  höher ist als  $W_d$  wird der langwellige Anteil (LW) von der Kurzwelligkeit (SW) überdeckt.



# Messung des Verlaufs - Orange Peel

3D-Betrachtung (structure-chart)

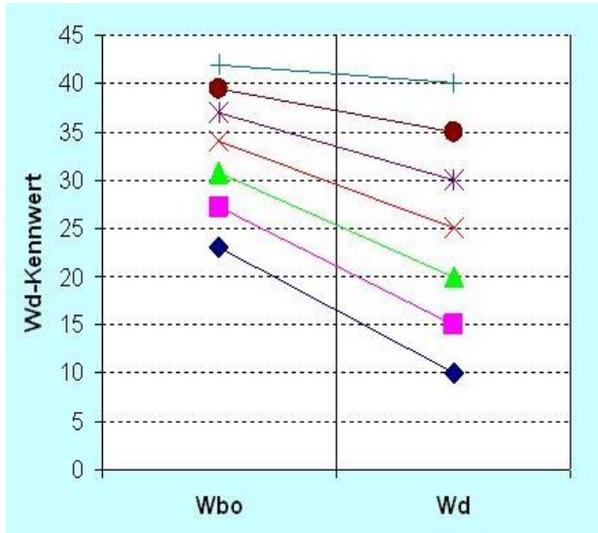


Quelle: BYK-Gardner



# Messung des Verlaufs - Orange Peel

## Strukturbalance B



Neutralspektren = visuell „ausgewogen“

$$W_{b0} = 6 * \sqrt{W_d} + 4$$

Strukturbalance B = Ausgewogenheit

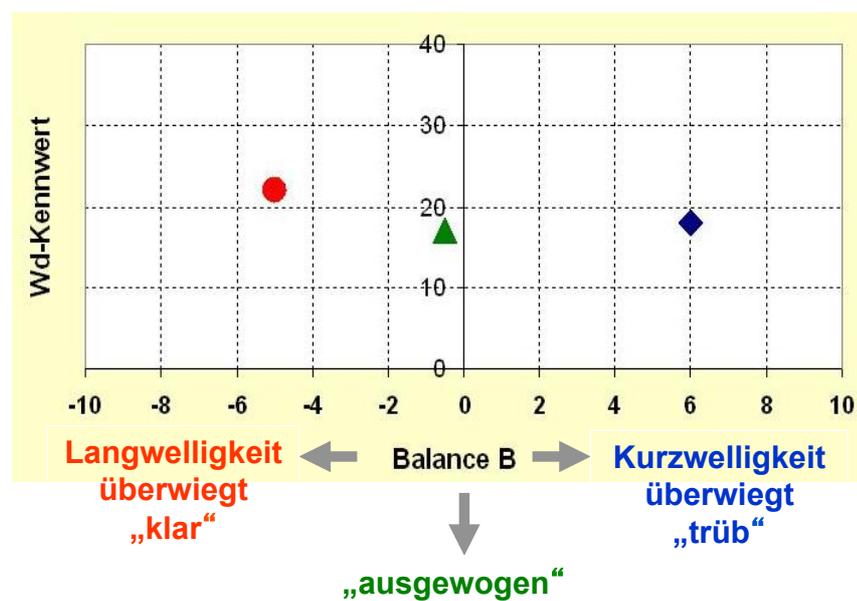
$$B = 10 * \frac{(W_b - W_{b0})}{W_{b0}}$$

Quelle: Thomas Dauser, Audi AG  
Konrad Lex, Byk-Gardner



# Messung des Verlaufs - Orange Peel

## Strukturbalance B



## Messung der Abbildungsqualität DOI (**D**istinctness **o**f **I**mage)



DOI  
schlecht



DOI gut



## Messung der Abbildungsqualität DOI

Die Abbildungsqualität (DOI) einer Lackierung wird durch die Wellenlängenbereiche  $du$ ,  $Wa$  und  $Wb$  bestimmt.

$$DOI = f(du, Wa, Wb)$$

Je größer der DOI-Wert,  
desto besser die  
Abbildungsqualität  
(Skala 0 bis 100)

