

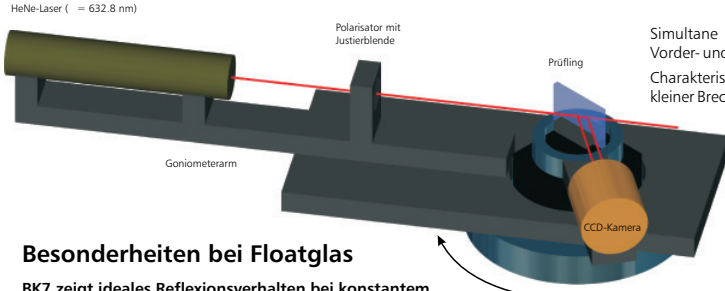
K. Kröger, A. Hertzsch, M. Hans, K. Hehl

## Besonderheiten bei der Reflexionsgradmessung zur Schichtcharakterisierung auf Floatglas

**Kontakt:** Innovent e.V. Technologieentwicklung Jena, Prüssingstr. 27b, 07745 Jena, Telefon (0 36 41) 28 25 89 Fax (0 36 41) 28 25 30 E-mail: kk2@innovent-jena.de Internet: www.innovent-jena.de

### Messverfahren

#### Laborgoniometer zur Zweistrahl-Reflexionsgradmessung im Bereich Brewsterwinkel $\pm 2^\circ$



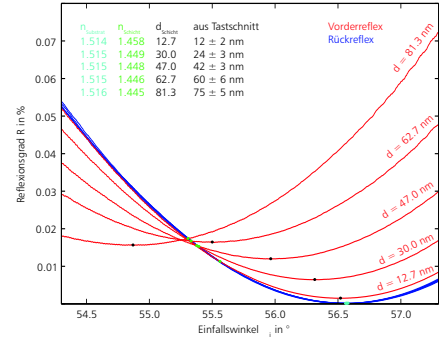
Unabhängige Bestimmung von Brechzahl und Schichtdicke optisch transparenter Schichten anhand der Messwinkel:

- Minimum des Vorderreflexes
- Minimum des Rückreflexes
- Schnitt von Vorder- und Rückreflex

Simultane Vermessung der Reflexionsgradkurven von Vorder- und Rückreflex

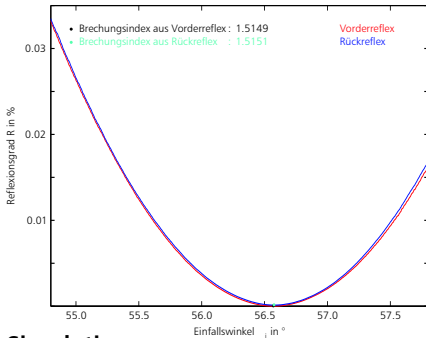
Charakterisierung von Schichten im nm - Bereich bei kleiner Brechzahl-Differenz

#### Messungen an SiO<sub>2</sub> beschichteten BK7 Prüflingen mit unterschiedlicher Schichtdicke

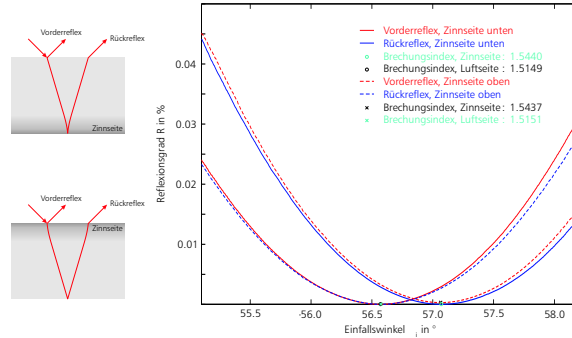


### Besonderheiten bei Floatglas

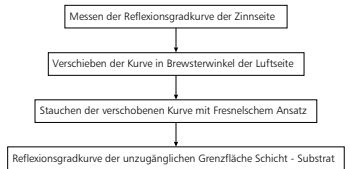
#### BK7 zeigt ideales Reflexionsverhalten bei konstantem Volumen-Brechungsindex



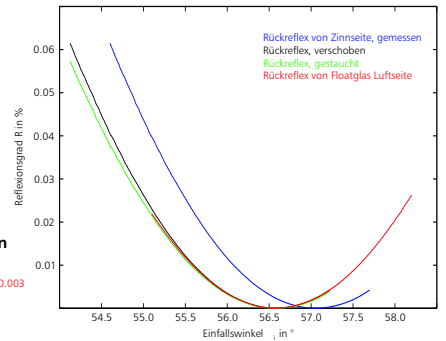
#### Problem: Floatglas weist unterschiedliche Brechungsindizes an Ober- und Unterseite auf



#### Lösungsansatz: Korrekturverfahren



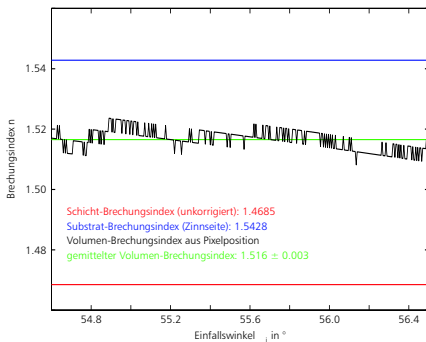
#### Nach Korrektur gleicht der gemessene Reflexionsgrad der Zinnseite dem der unbeschichteten Luftseite



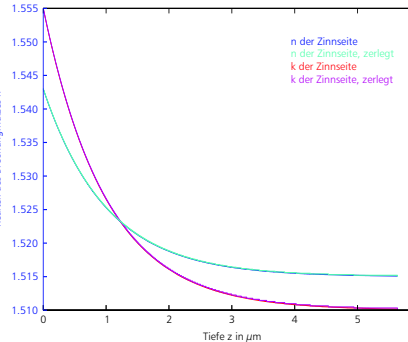
### Simulation

Durch Änderung der Beleuchtungsrichtung (Zinnseite oben/unten) ergeben sich bei Floatglas unterschiedliche Anstiege der Reflexionsgradkurven. Dies weist auf einen zusätzlichen Volumeneinfluss bei Floatglas hin. Veröffentlichungen [1] beschreiben das Brechzahlprofil von Luft- und Zinnseite in erster Näherung mit Exponentialfunktionen für n und k. Da der Brechzahlverlauf herstellungsprozessabhängig ist [2], wurde er hier so angepasst, dass die Messwinkel möglichst genau reproduziert werden. Um die Volumenwirkung mittels Vielstrahlinterferenz in Matrixform simulieren zu können, wird das Brechzahlprofil in äquidistante n - Schichten zerlegt. Die Volumenwirkung der Luftseite kann hier vernachlässigt werden.

#### Volumen-Brechungsindex aus Strahlversatz von Vorder- zu Rückreflex entspricht dem der Luftseite (1.5151)



#### Zerlegung des Brechungsindexprofils der Zinnseite in äquidistante n - Schichten



#### Anpassung mit Korrekturverfahren:

Zinnseite unten	Messung	Simulation
Substrat-Brechungsindex:	1.5151	1.5151
Schicht-Brechungsindex:	1.4370	1.4361
Schichtdicke	56.3 nm	55.9 nm
Zinnseite oben		
Substrat-Brechungsindex:	1.5151	1.5151
Schicht-Brechungsindex:	1.4509	1.4508
Schichtdicke	60.9 nm	61.2 nm

#### Ergebnis

Die Simulation zeigt, dass erst durch Einbringen von Absorption im Brechungsindexverlauf der Zinnseite die gemessene Veränderung der Reflexionsgradkurven beim Drehen der Probe reproduziert werden kann.

Trotz annähernd gleicher Messwinkel wirkt die Absorption im vereinfachten Schichtmodell stärker als bei der Messung.

Aus der simulierten Schichtdicke lässt sich im betrachteten Extremfall ein Schichtdickenfehler von  $\pm 3$  nm abschätzen.

Das beschriebene Korrekturverfahren nähert den Reflexionsgrad der unzugänglichen Grenzfläche gut.

Die Zweistrahl-Reflexionsgradmessung ist zur Kontrolle der Beschichtung von Floatgläsern gut einsetzbar.

#### Literatur

- [1] Dughail, B., Viret, O., "Optical Profile of Surface Layers on a Float Glass Determined by Ellipsometry", Applied Optics, 1994, 33(25), 5853-5858.
- [2] Townsend, P.D., Can, N., Chandler, P.J., Farmery, B.W., Lopez-Herederero, R., Peto, A., Salvin, L., Underdown, D., Yang, B., "Comparisons of Tin Depth Profile Analyses in Float Glass", Journal of Non-Crystalline Solids, 1998, 223(1), 73-85.
- [3] Hertzsch, A., Kröger, K., Wiedl, R., "A Simple Technique for Optical Thin Film Characterisation in the Case of Small Refractive Index Differences Between the Coating and the Substrate", Glass Technology, 2008, 49(1), 41-46.
- [4] Hertzsch, A., Kröger, K., Hehl, K., "Verfahren zur Bestimmung der Dicke und des Brechungsindex von optisch transparenten Schichten auf optisch transparenten planparallelen Substraten", Patent: DE 10 2007 043 937 A1.