

# MATERIALIEN IN DER AUGENOPTIK

Samstag, 20. September 2008

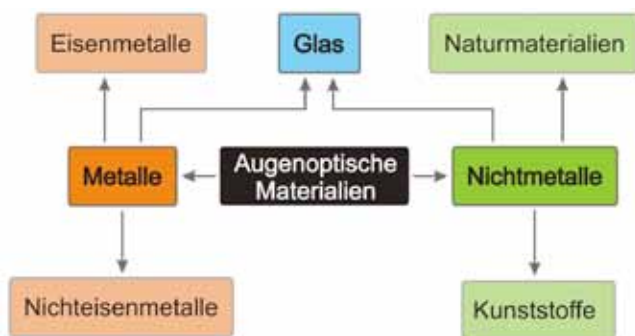
Vorträge

<b>Grundlagen augenoptischer Materialien – leicht gemacht</b>	3
Dipl.-Ing. (FH) Ralf Cordes Frank Spors, MSc, EurOptom (Fielmann Akademie Schloss Plön)	
<b>Moderne Brillenglasbeschichtungen</b>	2
Dipl.-Ing. (FH), Frank Lautenbach, MSc (Seiko) Dipl.-Ing. (FH) Thorsten Stein (R&H)	
<b>Kontaktlinsen heute – gibt es das universelle Material?</b>	5
Dipl.-AO (FH) Sylvia Wulf, MSc (Fielmann Akademie Schloss Plön)	
<b>Materialien für Intraokularlinsen – faltbar, formbar und mehr</b>	7
Dr. Hans H. Ott (OphthalmoTech)	
<b>Allergien in der Augenoptik</b>	9
Prof. Dr. Hans-Jürgen Grein (Fielmann Akademie Schloss Plön / Fachhochschule Lübeck)	

# GRUNDLAGEN AUGENOPTISCHER MATERIALIEN – LEICHT GEMACHT

Dipl.-Ing. (FH) Ralf Cordes, Frank Spors, MSc, EurOptom  
(Fielmann Akademie Schloss Plön)

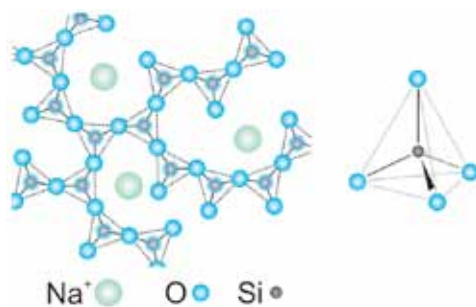
Für die Zusammenhänge und das Verständnis augenoptischer Materialien sind materialtechnische Grundlagen unerlässlich. Dieser Vortrag beginnt mit der Unterteilung der Materialien in Metalle und Nichtmetalle und in ihre Untergruppen vorgestellt.



[Abbildung 1]

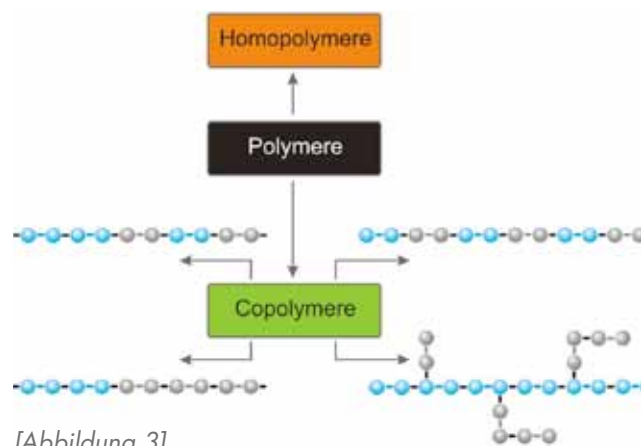
Anschließend werden die in der Augenoptik wesentlichen Anforderungen und Grundlagen zu den Metallen, den mineralischen Gläsern und den Kunststoffen betrachtet. Die verwendeten Eisen- wie auch Nichteisenmetalle werden kurz in ihrem Aufbau und einigen wesentlichen Eigenschaften vorgestellt. Insbesondere wird auf ihre Dichte und die damit verbundenen Vorteile eingegangen.

Der Klassiker mineralisches Glas wird bezüglich seiner Bestandteile und seines prinzipiellen Aufbaus beschrieben.



[Abbildung 2]

Die Vielzahl der in der Augenoptik verwendeten Kunststoffe basieren auf ähnlichen chemischen Grundlagen. Sie stehen im Vordergrund dieses Vortragsteils. Insbesondere der Weg vom Monomer zum Polymer und die entstehende Struktur der Polymere, mit den Stichworten Thermoplaste und Duromere stehen im Zentrum der Betrachtungen.



[Abbildung 3]

Abschließend wird der Beschichtungsaufbau von modernen Kunststoffgläsern zum Anlass genommen einige heutzutage üblichen Entspiegelungsmaterialien vorzustellen. Aus der sich dann die Frage nach eventuell besseren Alternativen ableitet.

## SEIKO ORGATECH – BRILLENGLÄSER VON MORGEN SCHON HEUTE

*Dipl.-Ing. (FH) Frank Lautenbach, MSc (Seiko)*

Eine Hauptfrage bezüglich der Wertschöpfung ist: „Warum werden Brillengläser reklamiert?“ und „Wie kann ein höherer Wareneinsatz durch Neubestellung nach Werkstattbruch reduziert, bzw. vermieden werden?“. Wäre ein Produkt, das eine höchstmögliche Sicherheit bei der Bearbeitung und dem Geschäftserfolg mit gleichzeitig mehr Zeit für die Betreuung der Brillenträger bietet, nicht die beste Lösung?

Entscheidend ist immer ein einwandfreies Vertrauensverhältnis zwischen Augenoptiker und Verbraucher, was gleichzeitig Erfolg und Stückzahlen sichert, da Konsumenten dadurch Mehrkäufe tätigen. Das Ziel ist der von Anfang an zufriedene Brillenträger, der in den Augenoptiker wie die Produkte vertraut.

Der Hauptgrund bei unzufriedenen Brillenträgern sind defekte Beschichtungen, wenn Nachfragen oder gar Reklamationen entstehen. Dabei fällt immer die verminderte Transparenz des Brillenglases auf und wird vermeintlich berechtigt bemängelt.

Die beliebten Kunststoffgläser sind heute so dünn wie mineralische Produkte. Neben vornehmlich bei organischen Produkten angewendeten modernsten Flächengeometrien ist der Innovations-Vorsprung mit genau kalkulierten geringsten Mitten- und Randdicken und Basiskurven leicht erklärt, um leichte und ästhetische Brillengläser zu erhalten. Nicht ganz so schnell lässt sich das Know-how bei der Kenntnis um organische Produkte samt aufgetragener Beschichtungen erklären.

Die Veredelungen von organischen Brillengläsern haben, neben vielen Vorteilen für den Brillenträger, einen gravierenden

Nachteil: Bei starker thermischer oder auch mechanischer Belastung von Brillengläsern können Beschichtungen reißen.

Ob es sich nun um die Stärke oder Dauer der Beanspruchung handelt: Risse sind physikalisch ein vollkommen normales und alltägliches Phänomen während der Nutzung und Alterung bei jeder Art von Gebrauchsgegenständen.

Für Forschung und Entwicklung existieren mit Beginn der Kunststoffgläser viele Gründe, Vergütungen zu verbessern. Bei den bisherigen Beschichtungsqualitäten ist herauszustellen, dass es sich immer um einen Mix aus verschiedenen Produktionsverfahren wie auch verwendeten Materialien handelt. Die Charakteristik und das Verhalten von teilweise mineralisch geprägten Vergütungen ist auf organischen Brillengläsern – somit die Produktqualität – nicht vollkommen einheitlich.

Schon seit den achtziger Jahren war bekannt, dass bei Brillengläsern einheitliche Eigenschaften und Materialien die größtmögliche Resistenz und Haltbarkeit sichern. Die Marke SEIKO hat dies nun mit SEIKO ORGATECH weltweit erstmals umgesetzt und bietet einen komplett neuen und einheitlichen Qualitätscharakter durch organisch-elastische Vollvergütung an. Bisher waren Defekte durch die verwendeten spröden mineralischen Komponenten mit diffusen Reflektionen und hohem Streulicht stets das sichtbare Problem.

SEIKO ORGATECH ist derzeit das einzige vollorganische Kunststoffbrillenglas, das zu 100 Prozent organische Eigenschaften zeigt und einheitliches Verhalten bei Belastung aufweist. Durch die insgesamt gesteigerte

Widerstandsfähigkeit und Langlebigkeit gehören gerissene Schichten mit mineralischen Bestandteilen auf Kunststoffgläsern bei zu starker Beanspruchung der Vergangenheit an. Die besondere Stellung der neuartigen Technologie ist weltweit schon mehrfach erkannt und hervorgehoben worden: In Frankreich Nominierung Silmo d'Or 2007, in den USA unabhängige Top-Prüfungsergebnisse bei COLTS 2008 oder in Russland erhaltener Grand Prix MSOO 2009.

Die einzigartigen Vorteile der neuen Technologie spiegeln sich nicht nur im höheren Nutzen für den Träger wider, sondern machen die Bearbeitung gerade hochwertiger Brillengläser in der Werkstatt einfach, unproblematisch und sicherer. Unbeabsichtigte Schäden in der Werkstatt, Einsetzen von Kunststoffgläsern in Fassungen aus Kunststoff oder Probleme beim Schleifen stellen kein Risiko mehr dar. Somit genießt der Augenoptiker Vorteile in doppelter Hinsicht, da auch der Verbraucher absolut sicher zufrieden gestellt wird.

## KONTAKTLINSEN HEUTE

Gibt es das universelle Material?

*Dipl.-AO (FH) Sylvia Wulf, MSc (Fielmann Akademie Schloss Plön)*

Seit Jahren stagniert das Wachstum des Kontaktlinsenmarktes in Deutschland. Dies hat unterschiedliche Ursachen. Eine davon ist die hohe Aussteigerrate. Jedes Jahr verlieren wir im Schnitt genauso viele Kontaktlinsenträger, wie wir dazu gewonnen haben. Eine Kundenumfrage unter fast 10000 Kontaktlinsenträgern hat ergeben, dass nahezu 50 Prozent der Befragten Probleme mit dem Tragekomfort der Kontaktlinsen haben. Um die Verträglichkeit von Kontaktlinsen zu verbessern, schaffen Produktentwickler seit nun mehr als 40 Jahren immer neue Materialien. Sie versuchen ein Material zu entwickeln, welches nicht zu spüren ist, den Stoffwechsel des Auges nicht beeinträchtigt und am besten nicht gereinigt werden muss. Nahezu vierteljährlich werden den Anpassern heute Kontaktlinsen aus immer besseren Materialien vorgestellt. Für den Anpasser ist so ein nahezu undurchdringlicher Dschungel an Materialien entstanden, der es schwer macht, den Überblick zu behalten.

Die Veränderungen der Materialien im formstabilen Bereich beschränkten sich meist auf Materialkompositionen unter der Zugabe von mehr oder weniger Silikon und Fluor. Im Bereich der Hydrogele wurde zunächst über Jahre hinweg versucht, die Sauerstoffdurchlässigkeit über die Integration von Wasser zu verbessern. Seit 1999 wurde dies durch die Silikonhydrogele abgelöst. Mit ihrer hohen Sauerstoffdurchlässigkeit haben sie das Tragen von Kontaktlinsen gesünder gemacht. Mittlerweile haben sie auch den Weg in die konventionelle Kontaktlinsenproduktion gefunden. Heute finden die Anpasser mehr als zehn unterschiedliche Silikonhydrogele am Markt. Unzählige Studien betrachteten in den letzten

Jahren die Leistungsfähigkeit der Silikonhydrogele. Es ist nachgewiesen worden, dass die Umstellung von konventionellen Hydrogelen auf Silikonhydrogele (Acuvue Oasys, Acuvue Advance) zu einem signifikant besseren Komfort in anspruchsvoller Umgebung führen kann (Young, Riley, OVS, 2007). Weiterhin zeigten Träger weicher Kontaktlinsen nach der Neuversorgung mit Air Optix und Air Optix Night & Day nur halb so häufig Symptome des trockenen Auges wie mit vorher getragenen klassischen Hydrogelen (Brennan et al, CLAE, 2007). Die Silikonhydrogele am Markt können aber keinesfalls gleichgesetzt werden. Sie unterscheiden sich in ihren Eigenschaften. Insbesondere Sauerstoffdurchlässigkeit, Benetzung und Modulus sind zum Teil deutlich verschieden. So zeigte sich die Biofinity in einer Studie erfolgreicher als die Night & Day und Pure Vision in Bezug auf den Komfort über den Tag und den Komfort am Ende des Tages (Chalmers, Long, OVS, 2008).

Bedeutet das den langsamen Abschied von konventionellen Hydrogelen? Dass moderne klassische Hydrogele zurzeit keinesfalls abgeschrieben werden sollten, lässt sich schon durch die verhältnismäßig geringe Zahl an multifokalen Silikonhydrogelen begründen. Es besteht eine Versorgungslücke bei den Presbyopen. Wird eine Mehrstärkenlinse gewünscht, muss der Anpasser häufig zu „klassischen“ Materialien greifen. Ist das ein Problem? Bei hohen Fehlsichtigkeiten und damit dicken Kontaktlinsen kann es nachweislich zu Sauerstoffmangelerscheinungen kommen. Ist dies nicht der Fall und die Linsen werden nur über Tag getragen, sind moderne Hydrogele wie zum Beispiel die Proclear in der Lage, einen ebenso guten Tragekomfort bei gleicher Tragezeit zu

garantieren wie zum Beispiel die Acuvue Advance (Iravani et al., BCLA 2005).

Zusammenfassend kann den Entwicklern der Silikonhydrogele zur Eroberung des Marktes gratuliert werden. Für einen Abgesang auf die klassischen Hydrogele ist es jedoch noch zu früh.

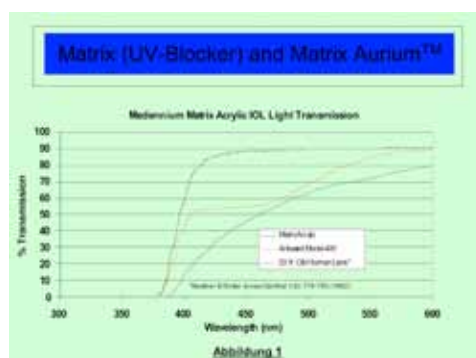
# MATERIALIEN FÜR INTRAOKULARLINSEN – FALTBAR, FORMBAR UND MEHR...

Dr. Hans H. Ott (OphthamoTech)

Moderne Intraokularlinsen bieten heute vielfältige Möglichkeiten zur Behandlung des Grauen Stars (Katarakt) und zur Behebung spezieller Fehlsichtigkeiten. Sie werden zusätzlich zur natürlichen kristallinen Linse implantiert - phake Linsen - oder nach deren Entfernung (pseudophake Linsen). Die Implantation durch einen kleinen Schnitt von 1.8 - 3.5 mm wurde möglich durch die Entwicklung von Materialien, die flexibel und somit faltbar, biologisch verträglich und im Auge für Jahrzehnte stabil sind. Neben Silikonmaterialien der zweiten Generation mit höherem Brechungsindex werden Acrylate verwendet, überwiegend hydrophobe Materialien.

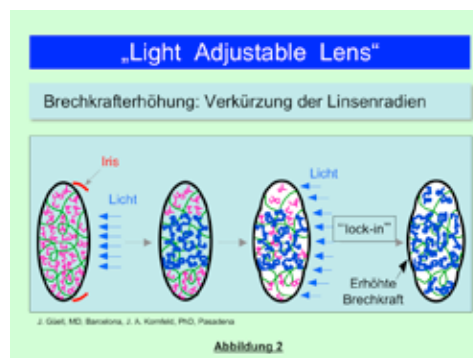
Forschung und Entwicklung konzentrieren sich heute darauf, Intraokularlinsen mit zusätzlichem Nutzen zu entwickeln:

- Schutz der Netzhaut vor energiereichem Licht durch entsprechende Filter. Während heute praktisch alle Intraokularlinsen UV-Licht absorbieren, sind Blaulicht-Filter nicht unumstritten, da der Schutz vor altersbedingter Makuladegeneration epidemiologisch nicht eindeutig nachgewiesen und blaues Licht wichtig ist für den Schlaf-/Wach-Rhythmus. Eine Alternative könnte ein seit September 2008 erhältliches phototropes Implan-



tat sein (Abb. 1), Langzeiterfahrungen insbesondere zur Stabilität des Chromophors fehlen jedoch.

- Moderne Kataraktchirurgie führt bei über 95% der Patienten zur Zielrefraktion. Zu Abweichungen von mehr als 1.5 dpt („Refractive Surprises“) können Messfehler bei der Biometrie und suboptimale Berechnungsformeln für das jeweilige Auge führen sowie physiologische Reaktionen. Als Korrekturmaßnahmen kommen refraktive Laserchirurgie und zusätzliche Implantate in Vorderkammer oder Sulcus ciliaris in Frage oder Linsenaustausch. Alternative zu diesen invasiven Verfahren ist seit kur-



zem eine Intraokularlinse, die im Auge ohne weitere Operation an die Sehanforderungen angepasst werden kann. Die Linse besteht aus einem langkettigen Silikongerüst, das auch noch kurze Moleküle enthält. Werden diese durch UV-Bestrahlung teilweise und gezielt polymerisiert entsteht ein Diffusionsgradient, noch vorhandene kurze Moleküle wandern in das bestrahlte Areal ein, die Linse wird dort dicker und die Brechkraft nimmt zu (Abb. 2, 3). Mit einer abschließenden Bestrahlung mit energiereichem UV-Licht wird die Zielrefraktion fixiert. Die Vorteile der Methode sind evident,



Nachteile sind u. a. strikte Vermeidung von Sonnenlicht vor der Fixierung für 2 bis 4 Wochen und hoher apparativer Aufwand.

- Die Behandlung der Presbyopie gewinnt in einer alternden Bevölkerung immer größere Bedeutung. Mit modernen bi- oder multifokalen IOL wird eine häufig zufrieden stellende Pseudoakkommodation erreicht, sorgfältige Auswahl geeigneter Patienten vorausgesetzt.
- Zur Wiederherstellung des Sehvermögens wie beim jungen Auge durch echte akkommodierende Linsen werden aktuell zwei Mechanismen genutzt:
  - o Axiales Verschiebungsprinzip: Die Linsenoptik soll sich im Auge durch Ziliarkräfte bewegen. Die erreichbare Akkommodation ist jedoch limitiert (Abb. 4).



- o Teleskopeffekt: Zwei Linsen werden gegeneinander verschoben (Abb. 5), dieses Produkt ist noch in klinischer Erprobung. Erste Erfahrungen lassen eine nutzbare Akkommodationsbreite erwarten.



Das Wiederbefüllen des Kapselsacks mit injizierbaren Gelen oder Flüssigkeiten imitiert die natürlichen Verhältnisse und wird seit etwa dreißig Jahren experimentell untersucht, bislang jedoch ohne dauerhaften Erfolg, da verbliebene regenerationsfähige Zellen zu einer Trübung des Kapselsacks führen. Versuche, diese Zellen zu einem geordneten Wachstum zu bringen, also einer neuen, natürlichen Linse, sind ebenfalls in einem sehr frühen Stadium.

Moderne Intraokularlinsen ermöglichen die sichere und effektive Therapie der Katarakt und ergänzen Brille und Kontaktlinse bei der Korrektur von Fehlsichtigkeiten, nach weiteren Verbesserungen bei der Presbyopie wird geforscht.



## ALLERGIEN IN DER AUGENOPTIK

*Prof. Dr. med. Dipl.-Ing. (FH) Hans-Jürgen Grein (Fielmann Akademie Schloss Plön  
Fachhochschule Lübeck)*

Allergien sind Überreaktionen des Körpers gegen eigentlich unschädliche, körperfremde Substanzen. In der Medizin werden vier Allergietypen unterschieden. Für die Augenoptik sind davon nur zwei relevant: Die Soforttyp-Allergie und die Kontaktallergie. Klassisches Beispiel der Soforttyp-Reaktion ist der Heuschnupfen. Zu Beginn der Erkrankung erfolgt eine Sensibilisierung. Nach dem Erstkontakt mit dem Allergen werden im Körper spezielle Antikörper (IgE) gebildet. Beim erneuten Kontakt kommt es zu einem Ausstoß von Histamin durch sog. Mastzellen in der Haut und den Schleimhäuten. Die typischen Entzündungsreaktionen mit Schwellung Jucken, Rötung, ggf. Nasenlaufen entstehen. Im Extremfall kann es zum anaphylaktischen Schock kommen. Die Reaktionen des Körpers erfolgen innerhalb weniger Minuten.

Im Gegensatz dazu zeigt sich eine Kontaktallergie erst nach 24 bis 72 Stunden. In der Augenoptik typische Allergene für Kontaktallergien sind Metalle in Brillenfassungen, insbesondere Nickel, aber auch Chrom, Palladium oder Kobalt. Weichmacher in Kunststofffassungen, Nasenauflagen oder Bügelenden sind ebenfalls potentielle Allergene. Klinisch tritt eine Kontaktallergie als Kontaktekzem auf. Es kommt zu Entzündung, Rötung und Schwellung der Haut, ggf. auch zu starkem Nässen. Kontaktallergien am Auge können durch Inhaltsstoffe von Kontaktlinsenpflegemitteln ausgelöst werden. Besonders Konservierungsstoffe wie Thiomersal oder Benzalkoniumchlorid kommen als Allergen in Frage. Injektion und Schwellung der Bindehaut kombiniert mit Jucken sind typische Befunde.

Insgesamt sind etwa 3000 Kontaktallergene beschrieben. In Deutschland sind ca. 10 Millionen Menschen sensibilisiert. Knapp

6 Millionen Menschen erkranken jährlich an Kontaktekzemen. Die Nickelallergie betrifft etwa 15 Prozent der Bevölkerung. Nickel ist Bestandteil vieler Legierungen. In den 1970er und 1980er Jahren wurde Nickel in großen Mengen in Modeschmuck eingesetzt. Dadurch liegt die Sensibilisierungsrate bei Frauen deutlich höher als bei Männern. Durch Kontakt mit dem Hautschweiß wird Nickel aus der Metalllegierung gelöst. Die entstehenden Nickelsalze erzeugen die allergische Reaktion. Erst 1994 wurde die Nickelfreisetzung in der sog. „Schmuckverordnung“ gesetzlich geregelt. Danach ging die Neuallergisierungsrate bei jungen Frauen deutlich zurück. Aktuell tritt eine neue Welle von Nickelallergisierungen durch Nickel in Handygehäusen und Tasten auf. Beim Telefonieren entsteht ein enger Kontakt mit der Haut. Grenzwerte der Nickelfreisetzung fehlen in diesem Bereich bisher.

Getestet werden Kontaktallergien beim Hautarzt durch den sog. Epikutantest. Mögliche Allergene werden in einem umschriebenen Areal auf die Haut gebracht. Nach 72 h wird die Hautreaktion beurteilt. In einem Allergiepass werden die Ergebnisse festgehalten. Etwa 2 Prozent der Bevölkerung leiden an Kontaktekzemen durch die Brille. Die wichtigste Maßnahme ist die Allergenmeidung. Nickelfreie Brillenfassungen werden von den Herstellern angeboten. Kommerziell erhältliche Testlösungen können nickellässige Metalle anzeigen.

Die akuten Folgen von Allergien können medikamentös behandelt werden. Im Falle starker Soforttyp-Reaktionen (anaphylaktischer Schock) ist eine notärztliche Versorgung erforderlich. Die beste Therapie ist die Allergenmeidung, sofern dies möglich ist.