



### Dagmar Sturm

2001 Abschluss zur staatl. gepr. Augenoptikermeisterin. 2004 Gründung der Firma SafyCon-Systems Sturm GmbH. Berufliche Tätigkeiten: Kontaktlinsen-Anpassung, Labor, Entwicklung, Beratung und Vertrieb.

### Petra Buth

1983 Abschluss zur staatlich geprüften Augenoptikerin und Augenoptikermeisterin. Berufliche Tätigkeiten in Augenoptikerfachgeschäften mit Schwerpunkten Kontaktlinsenanpassung und Refraktion. VDCO Mitglied seit 1990.

## VDCO-WORKSHOP

Freitag | 11.10.2019

13:45 - 15:15 Uhr + 15:45 - 17.15 Uhr | Raum 2

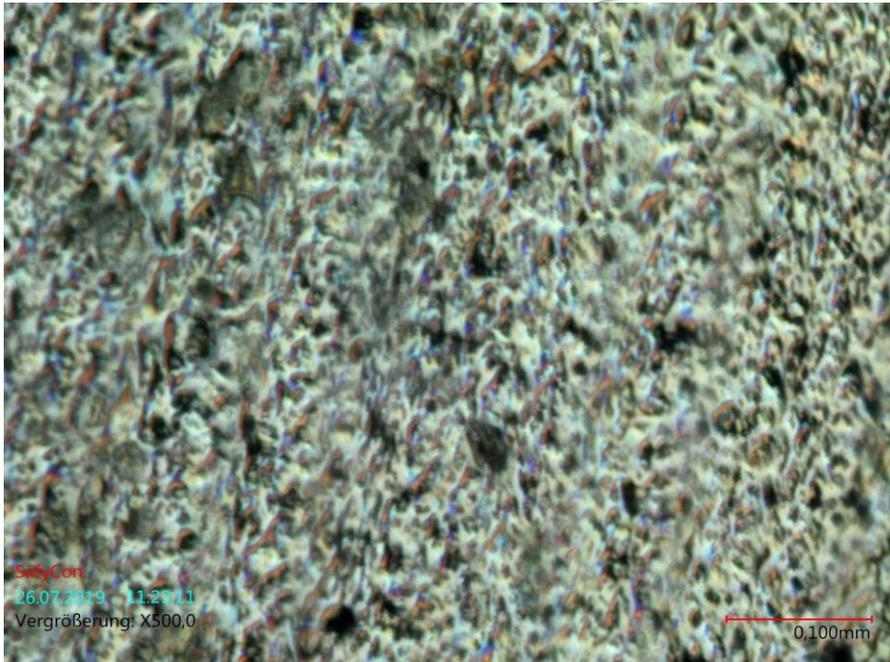
## CASE REPORT - KONTAKTLINSEN- OBERFLÄCHEN IM DIGITALEN PHASEN-KONTRAST-MIKROSKOP

Als Kontaktlinsenspezialist/in untersuchen wir mit Selbstverständlichkeit den vorderen Augenabschnitt - aber was wissen wir eigentlich über den Zustand der auf dem Auge ‚aufliegenden‘ Kontaktlinseninnenfläche? Welche Materialeigenschaften finden wir vor und wie steht es um die tatsächliche Sauerstoffdurchlässigkeit? Wie verändert sich das Material durch den täglichen Gebrauch und wie gut ist der Rand verarbeitet? Ist eine blisterfrische Kontaktlinse wirklich sauber und welchen Einfluss haben die verschiedenen Pflegemittel auf die Oberflächen im Verlauf eines Tragezyklus? Sehen Sie ihr tägliches Arbeitsmaterial aus einer ganz neuen Perspektive mit bis zu 1000facher Vergrößerung.

Mehr Programm auf [WWW.SICHTKONTAKTE.DE](http://WWW.SICHTKONTAKTE.DE)



## Case Report: Kontaktlinsen-Oberflächen im digitalen Phasen-Kontrast-Mikroskop



**Dagmar Sturm**

[sturm@safycon-systems.com](mailto:sturm@safycon-systems.com)

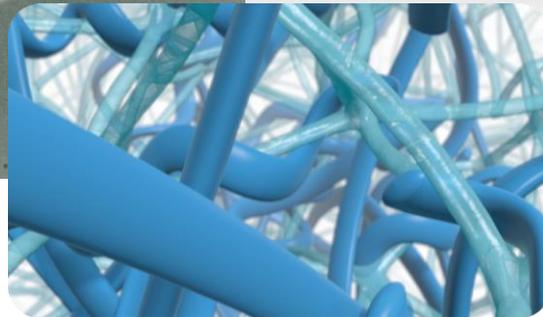
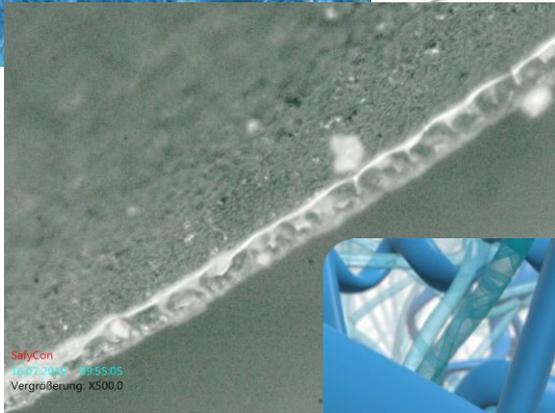
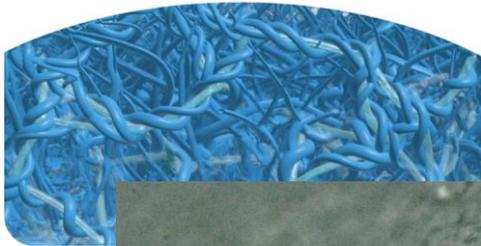
[www.safycon.de/news](http://www.safycon.de/news)

**Petra Buth**

[buth.wpln@t-online.de](mailto:buth.wpln@t-online.de)

## Sichtkontakte 2019

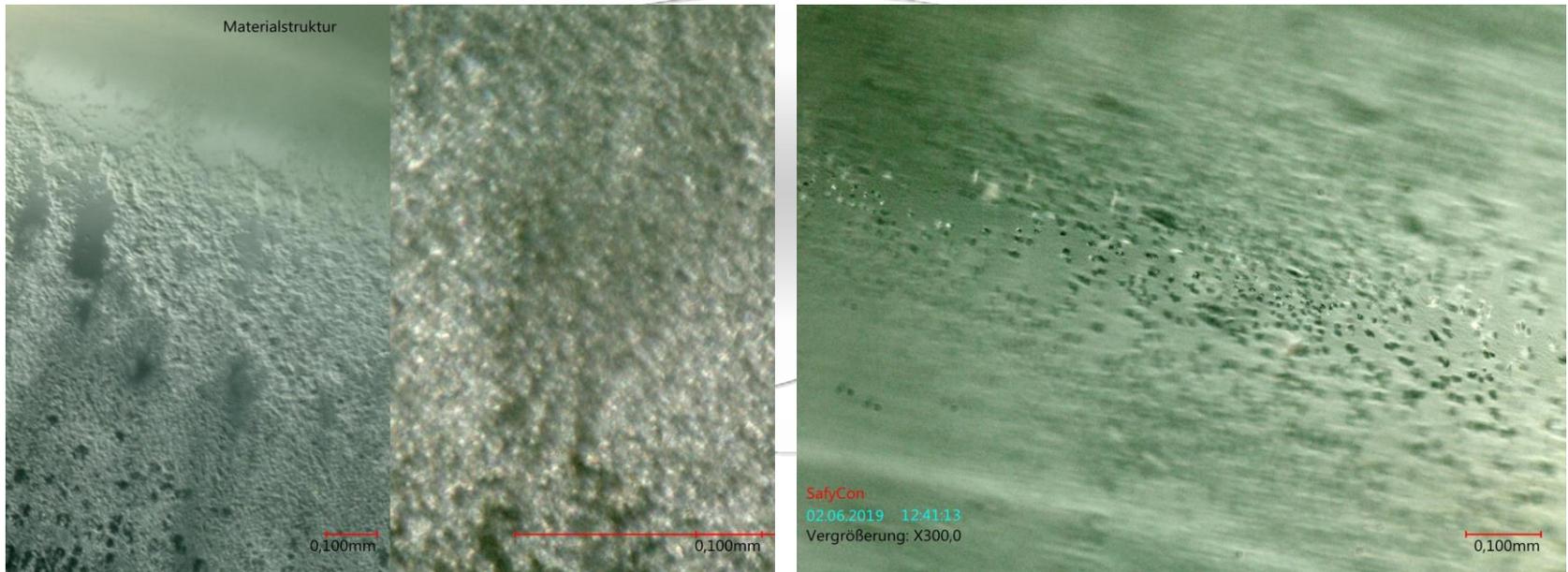
# Interpenetrierende Netzwerke



- **Silikon-Hydrogele** bestehen aus teils hochkomplexen Monomeren aus **Siloxan, Fluorverbindungen** und **hydrophilen Anteilen**.
- Zur Erhöhung des Wassergehalts und der Benetzbarkeit werden hydrophile Monomere (C=C) hinzugefügt.
- Um eine Trübung durch die Mischung der hydrophoben und hydrophilen Komponenten zu vermeiden, werden **interpenetrierende Netzwerke** gebildet. Das bedeutet, dass zwei Netzwerke (ein hydrophobes und ein hydrophiles) stark miteinander verwoben sind.
- Durch die Feinmaschigkeit wird die **Transparenz dieses Materials** erreicht.

Querschnitt durch ein getragenes Monat-SiHy

# Silikon-Poren auf der Oberfläche eines Silikon-Hydrogels (interpenetrierendes Netzwerk)

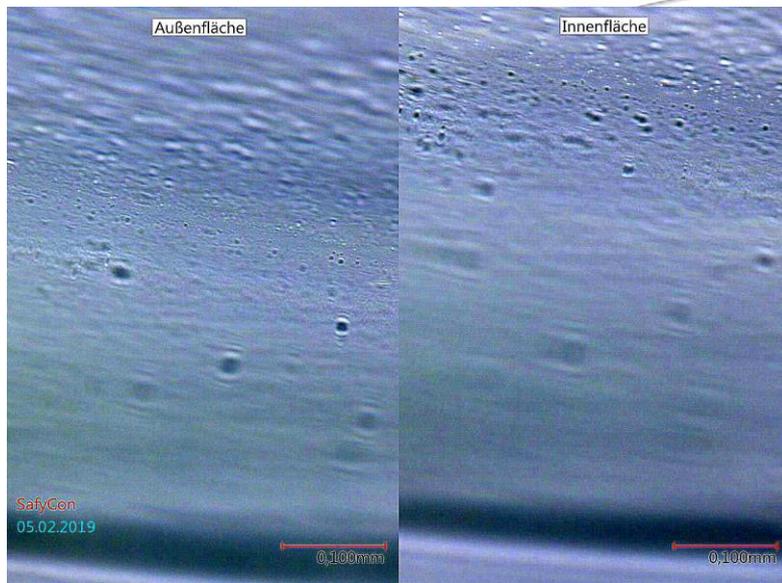


V X 200

V X 1000

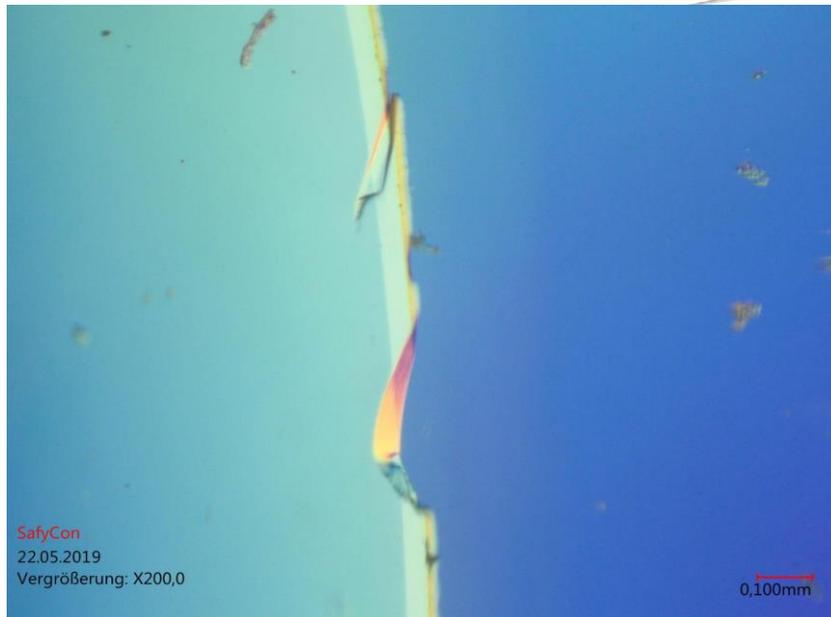
V X 300

# Silikon-Poren der Sauerstoff-Kanäle durch ein Silikon-Hydrogel (DOZ 03/19, Kinder/Dr. Berke)

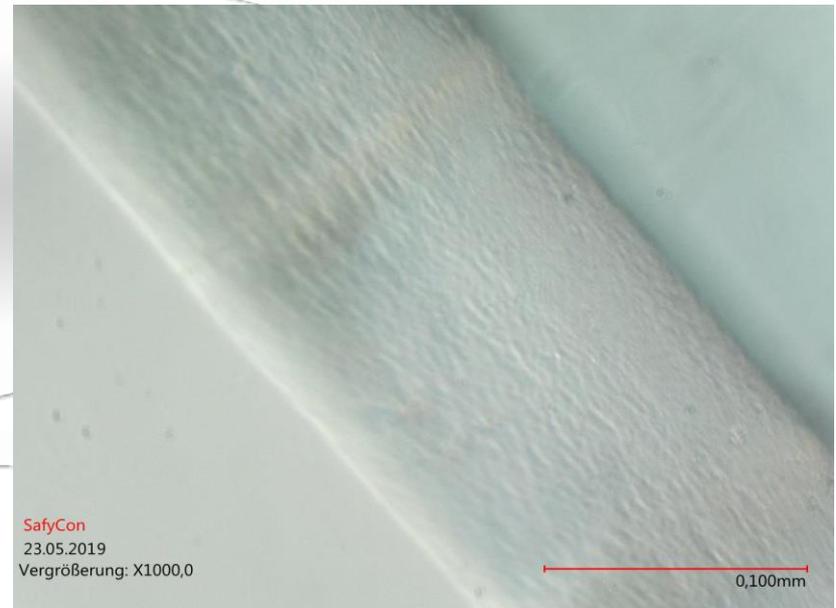


- Die ursprünglich berechnete **Porendiffusions-Konstante** des Materials ist **effektiv mindestens um 50% reduziert**, mit der Tendenz zu 80-90% unter der Berücksichtigung, dass die Poren ein Labyrinth durch das Material bilden.
- Maximal kann also **nur die Summe der Sauerstoff-Poren** auf der Kontaktlinsen-Oberfläche diesen auch durchlassen

# Silikon-Poren und Sauerstoff-Kanäle durch ein Silikon-Hydrogel

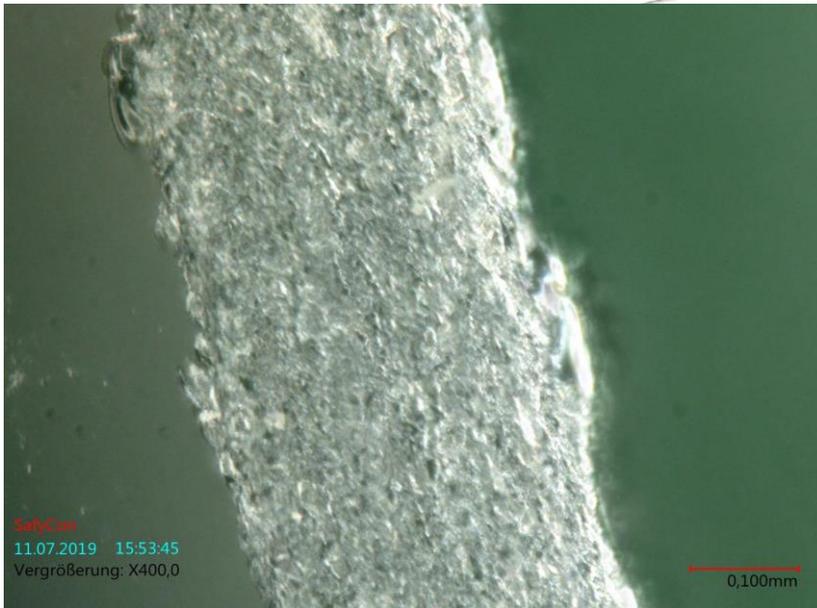


Querschnitt SiHy in NaCl

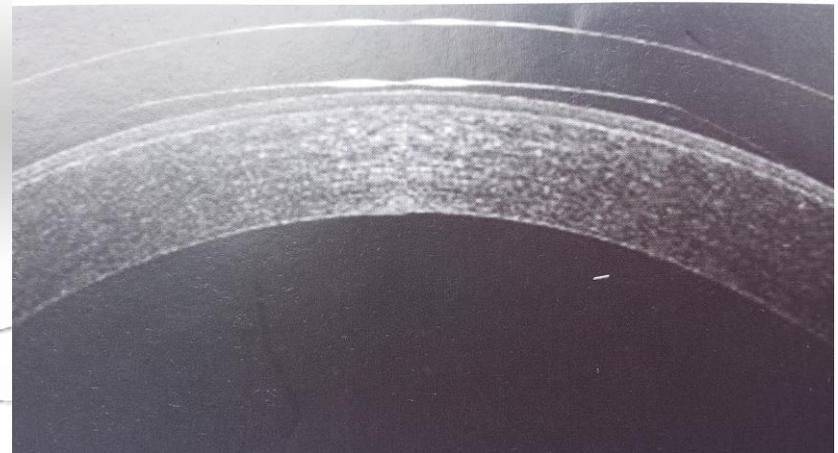


Querschnitt SiHy V: X 1000

# Silikon-Poren und Sauerstoff-Kanäle durch ein Silikon-Hydrogel



Kontaktlinsen "Stroma"



Hornhaut Stroma

# Einteilung weicher Kontaktlinsenmaterialien nach FDA



Außenfläche SiHy

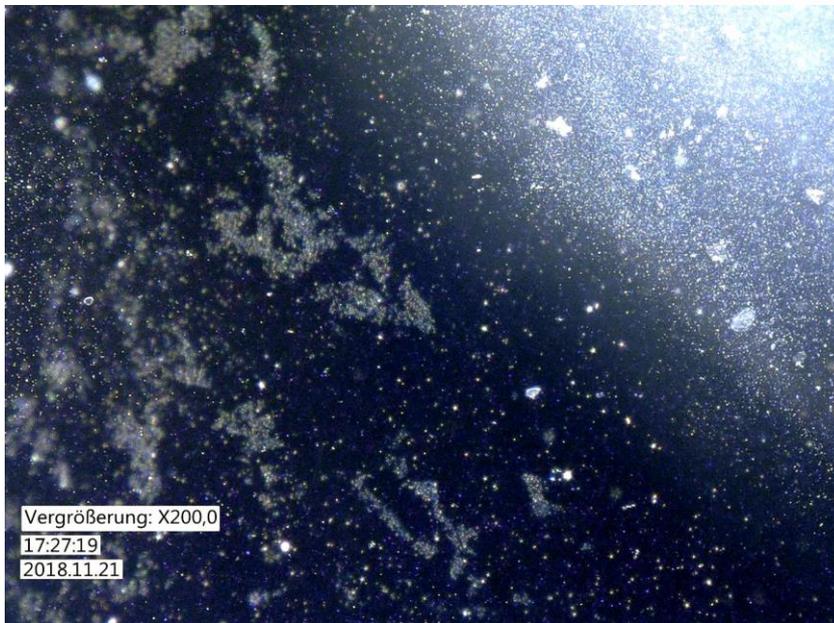
Innenfläche SiHy

- Gruppe 1: Wassergehalt <50%, nichtionische Ladung
- Gruppe 2: Wassergehalt >50%, nichtionische Ladung
- Gruppe 3: Wassergehalt <50%, ionische Ladung
- Gruppe 4: Wassergehalt >50%, ionische Ladung

Dabei ist zu beachten:

- je höher der Wassergehalt ist, desto anfälliger sind die Materialien für Ablagerungen.
- **Liegt zudem noch eine ionische Ladung vor, steigt die Tendenz des Materials zu Ablagerungen.**

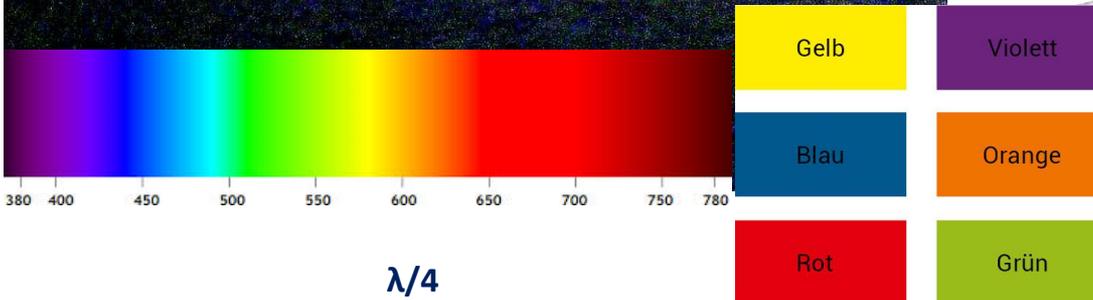
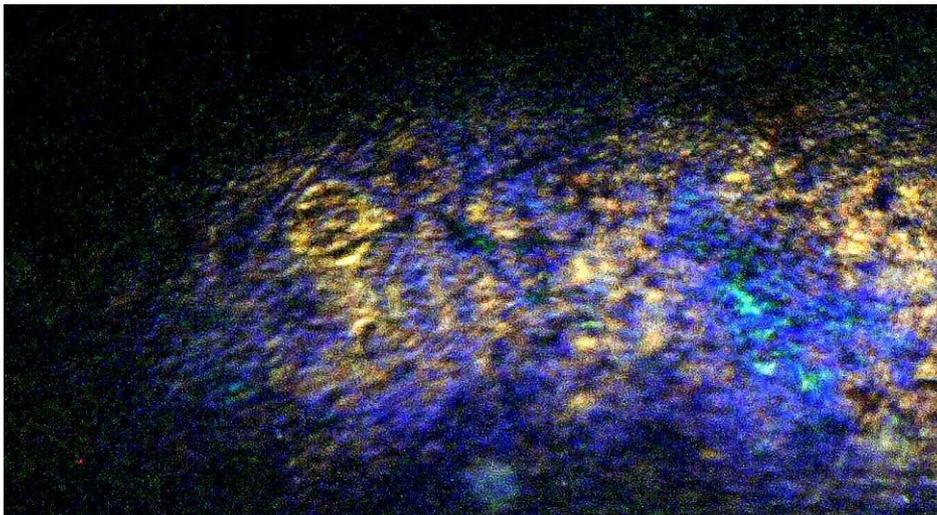
## Proteinablagerung nach 1 Monat



Proteinablagerung auf 1 Monat Gr. II Hydrogel mit Kombilösung

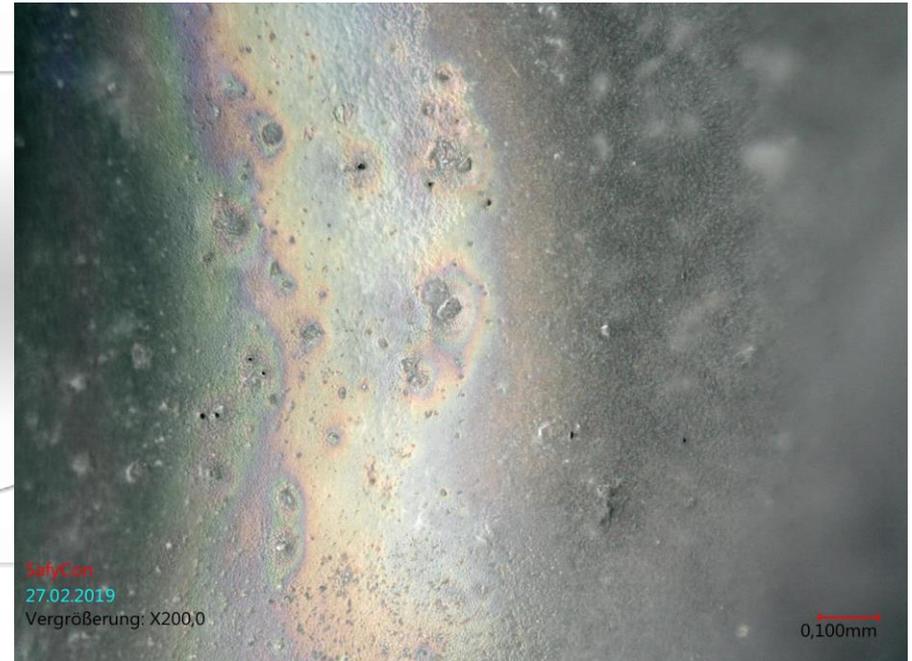
- **Ionische Kontaktlinsen** haben eine negativ geladene Oberfläche, da sie mit Methacrylsäure behandelt wurden, um eine **bessere Benetzbarkeit** zu gewährleisten und die **negativ geladenen Bakterien abzustößen**.
- **Nachteil:** Das Material ist pH-abhängig geworden und am ausschlaggebendsten ist, dass sich positiv geladene **Proteine des Tränenfilms** auf der Linse **anlagern** und dort **denaturieren**.
- Diese sind nicht einfach durch manuelle Reinigung zu entfernen sondern es muss ein Pflegesystem mit **enzymatischer Proteinentfernung** sein. Diese sind **nicht generell in den Kombilösungen enthalten**.
- Die Linsen die nicht oberflächenreaktiv sind, also nicht ionisch, haben eine etwas **schlechtere Benetzbarkeit**.

# Ausgebildeter Proteinteppich über die Oberfläche verhindert den Sauerstofftransport durch das Material



- Wenn die Ablagerungen nicht vorher entfernt werden, bilden sie bald **einen undurchlässigen 'Teppich' aus, der die Sauerstoff-Durchlässigkeit zusätzlich reduziert.**
- Die **gefühlten Folgen für den Träger** sind bekannt: müde Augen, Trockenheit, schlechter Komfort und Visus allgemein **mit dem Wunsch verbunden, die Linsen ausziehen und reinigen bzw. kontrollieren zu lassen.**

# Ausgebildeter Proteinteppich auf der Oberfläche WCI/HCl (1 Monat Tragezeit)

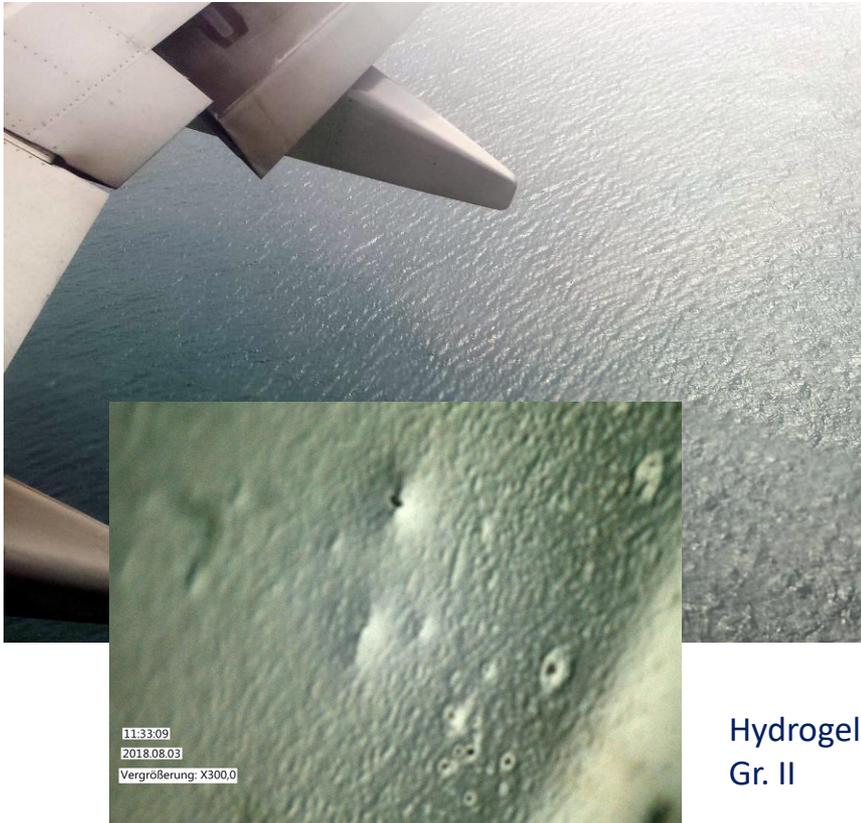


WCI nichtionisch Gr. II  
,Selbstversorgung'

SiHy Gr. I nichtionisch  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

HCl Gr. III R: Hersteller abrasiver Oberflächenreiniger

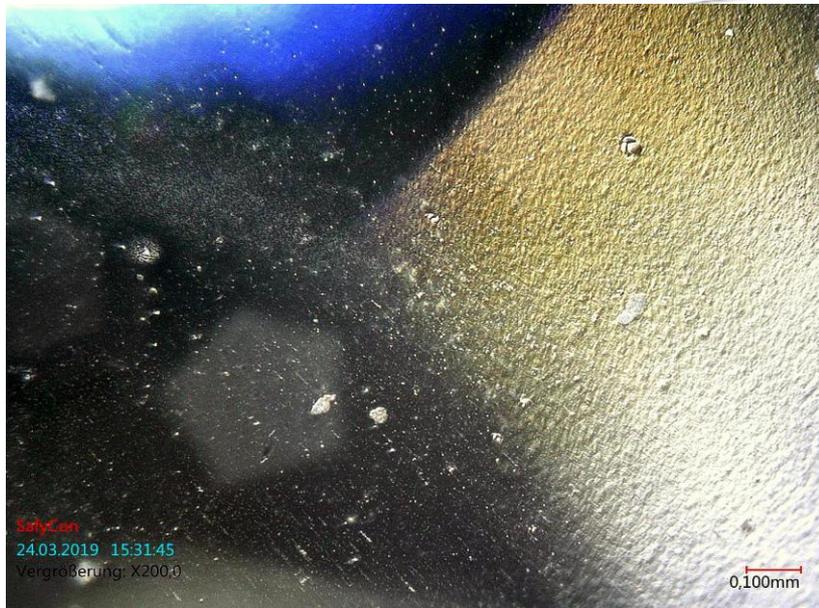
# Wassergehalt weicher Kontaktlinsen-Materialien



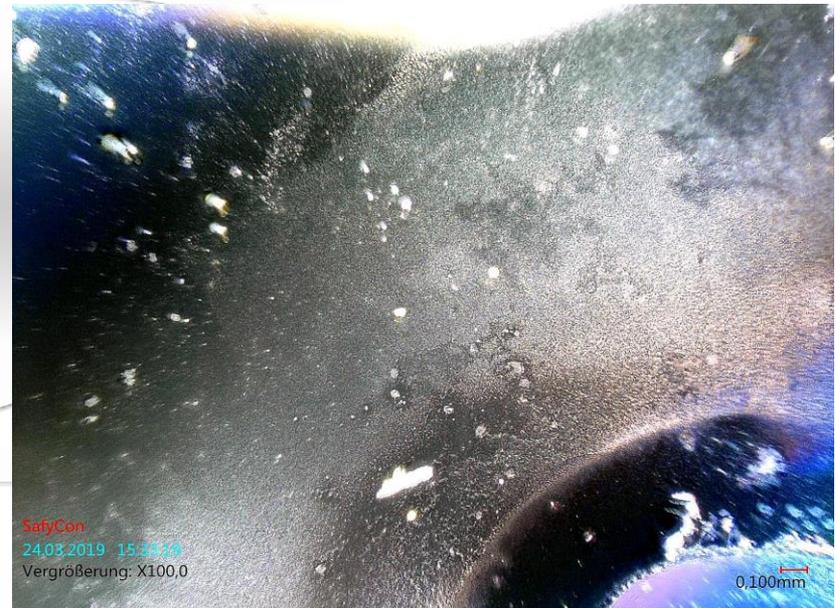
Hydrogel  
Gr. II

- **Wassergehalt, Material** (Hydrogel oder Silikon-Hydrogel), **Dk/t-Wert** und **Linsendicke** hängen direkt voneinander ab.
- Auch bei einem höheren Wassergehalt kann mehr Sauerstoff transportiert werden, jedoch abhängig vom Modulus muss das Material ein **Mindestmaß an Dicke** aufweisen, um handhabbar zu sein.
- Durch die höhere Dicke wird der **Sauerstofftransport** weiter behindert und der **Dk/t-Wert** schließlich verringert.

# Innen- und Außenfläche eines getragenen Silikon-Hydrogels mit koaxialer Beleuchtung (Kombilösung)

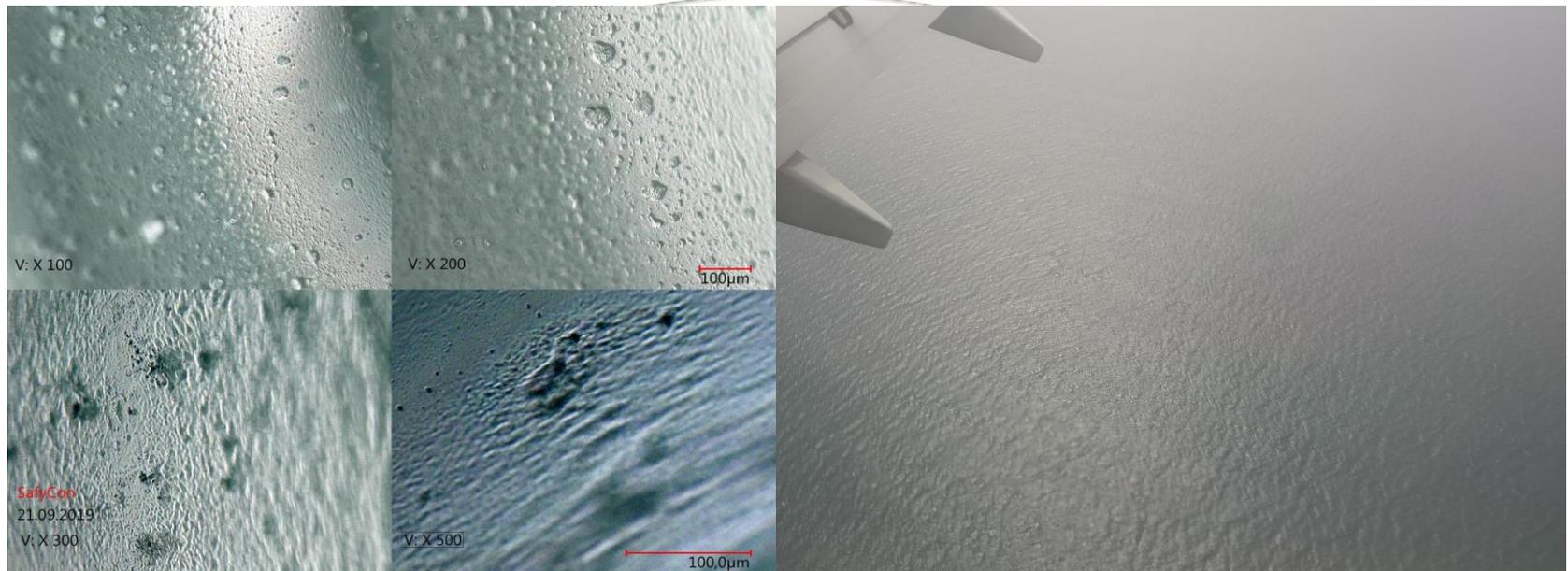


Innenfläche



Außenfläche

# Innenfläche einer formstabilen Kontaktlinse Gr. III (im Vergleich zu WCI)



3 Monate mit Hersteller-Empfehlung gepflegt

# Einteilung formstabiler Kontaktlinsenmaterialien nach FDA (1994)



- Gruppe 1: weder Silikon noch Fluorkomponenten (PMMA, CAB...)
- Gruppe 2: Silikon- aber keine Fluorkomponenten
- Gruppe 3: Silikon- und Fluorkomponenten
- Gruppe 4: nur Fluorkomponenten

Je höher der **Silikon**anteil ist,

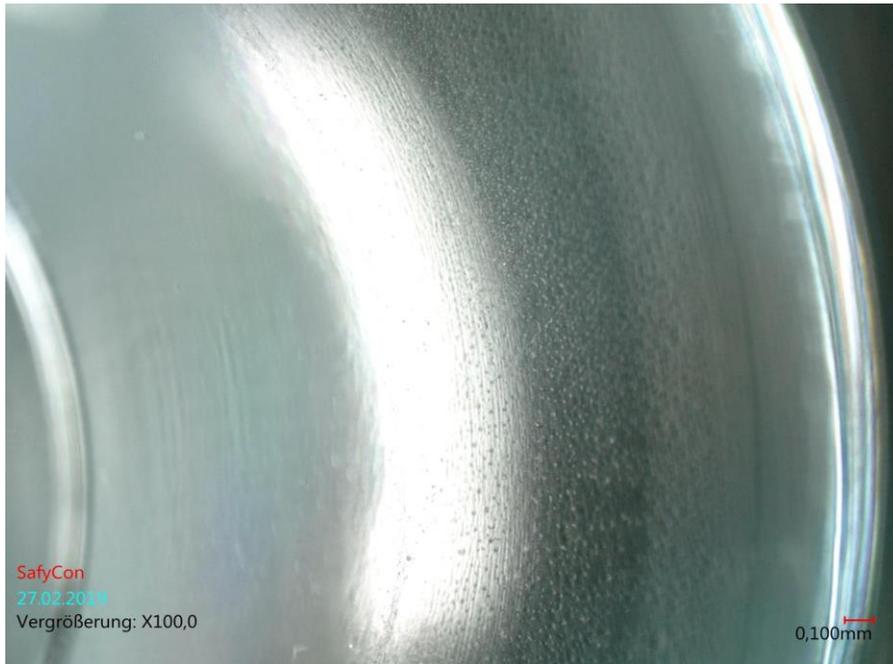
- desto **gasdurchlässiger** aber auch **spröderer**
- **anfälliger für Proteinablagerungen**
- **schlechter benetzbar**

Durch Zugabe von **Fluor**anteilen

- wird das Material **flexibler** und
- **besser benetzbar** jedoch auch
- **anfälliger für Lipid-Ablagerungen und weicher.**

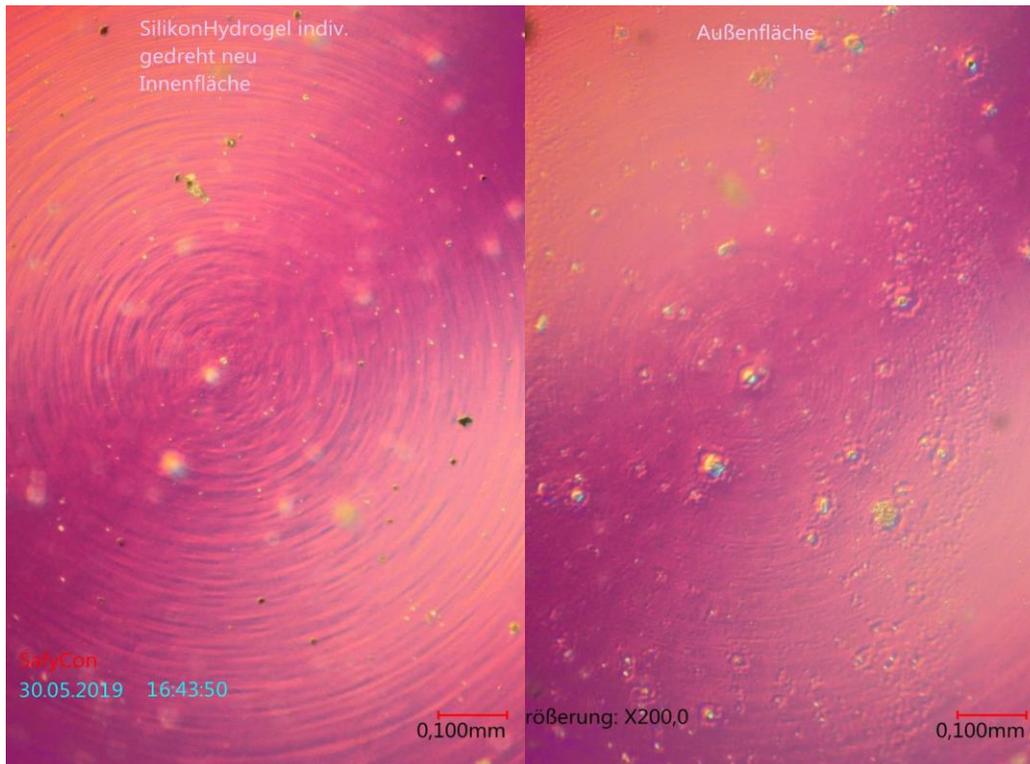
Außenfläche eines **Fluor-Silikon-Acrylates** Gr. III

# Innenfläche individuell gedrehter HCl (Gr. III) 2 Jahre alt



Fluor-Silikon-Acrylat, individuell gedreht hergestellt, abrasiv (manuell) gereinigt

# Innen- und Außenfläche einer neuen individuell gedrehten Silikon-Hydrogel Monatslinse



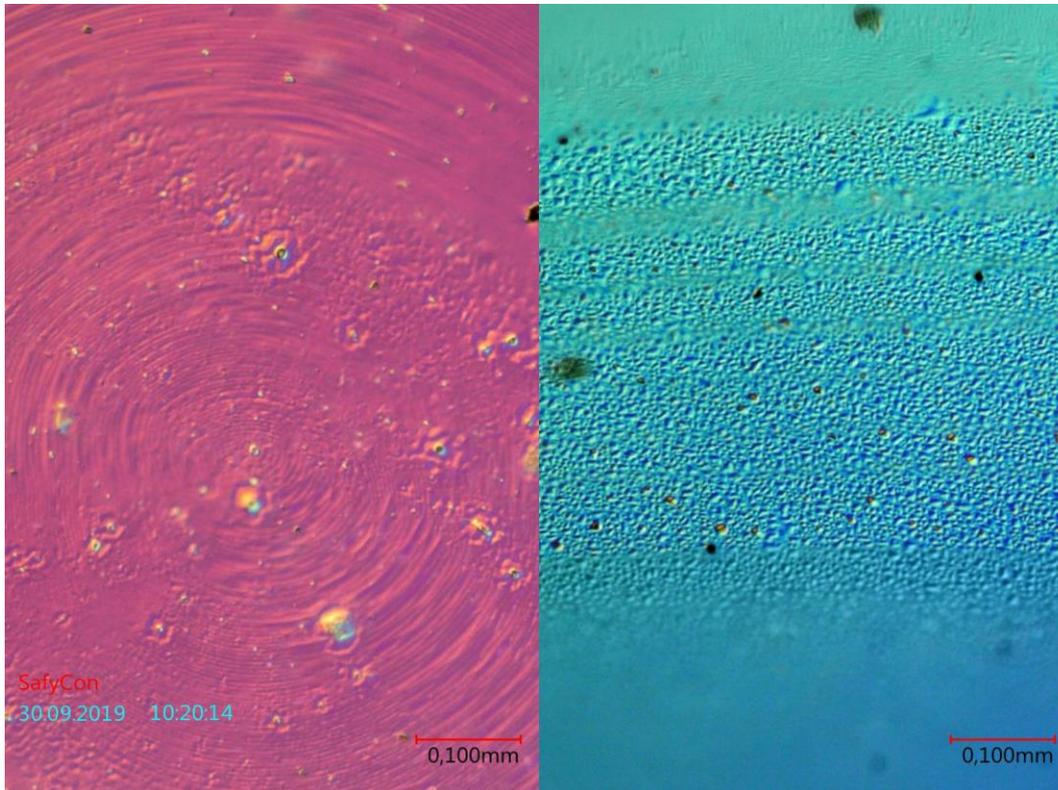
links:

Innenfläche einer neuen, individuell gedrehten Monat-Silikon-Hydrogel-WCI (Gr. I)

rechts:

Außenfläche

# Struktur der (neuen) Innenfläche SiHy



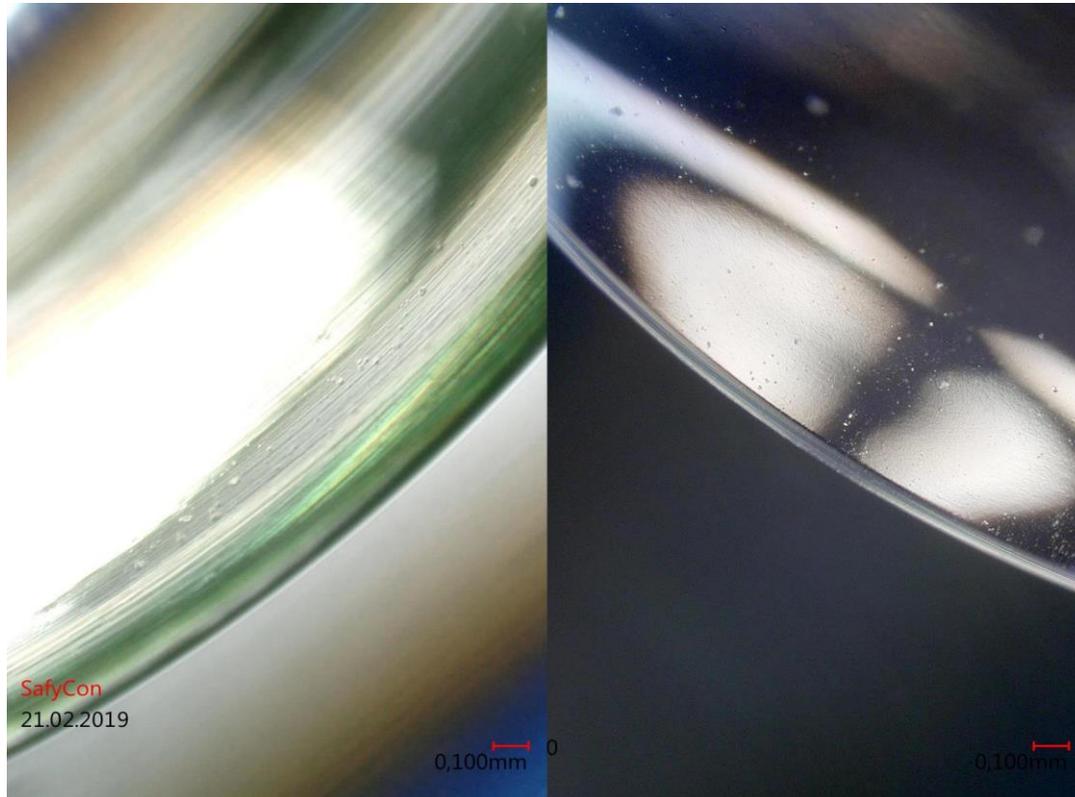
links:

Material-Struktur einer  
neuen individuell  
gedrehten Silikon-  
Hydrogel Monatslinse

rechts:

Material-Struktur einer  
gemuldeten 1 Monat  
getragenen Silikon-  
Hydrogel Monatslinse mit  
Kombilösung gepflegt

# Struktur der neuen Innenfläche



links:

Material-Struktur einer  
individuell gedrehten  
Silikon-Hydrogel  
Monatslinse

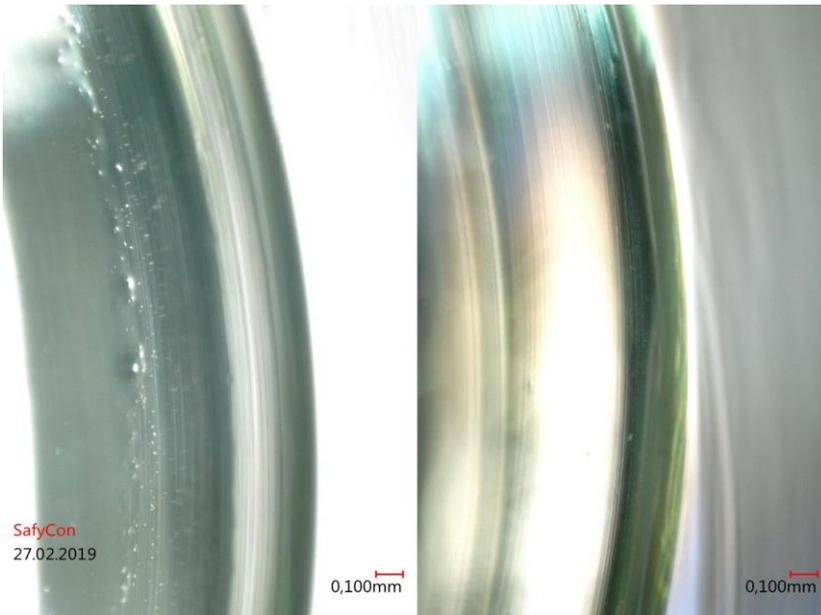
rechts:

Material-Struktur einer  
gemuldeten  
Massenproduktion  
(aus der Drogerie)

# Feinstaub bei der Herstellung individueller KI neu aus dem Blister VX200

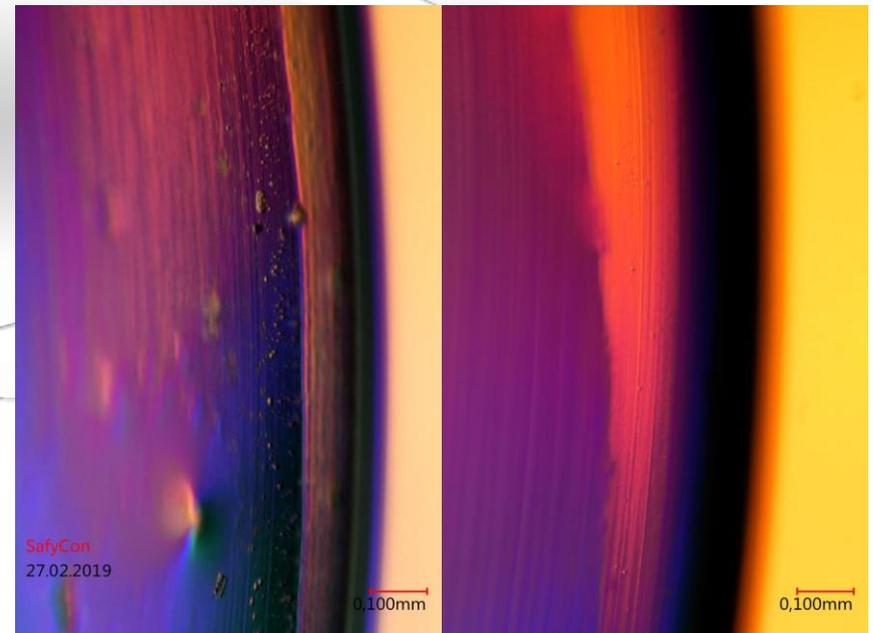


- Individuell gedrehte Monatslinse
- Materialstruktur HCl bei V: X 200
- Vor dem ersten Tragen besser reinigen



neu

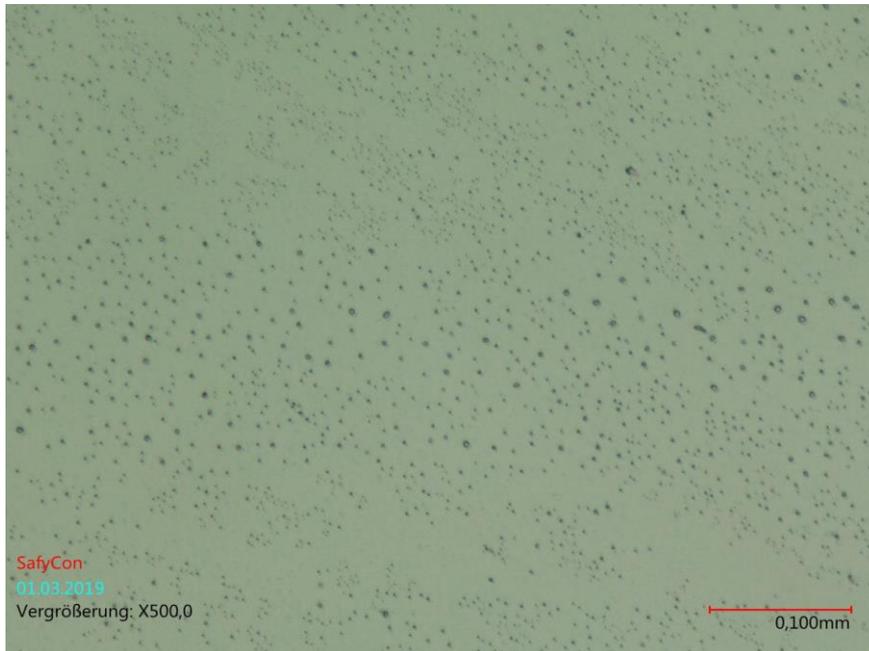
neu nach  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung



# Feinstaub: Haselnuss-Pollen

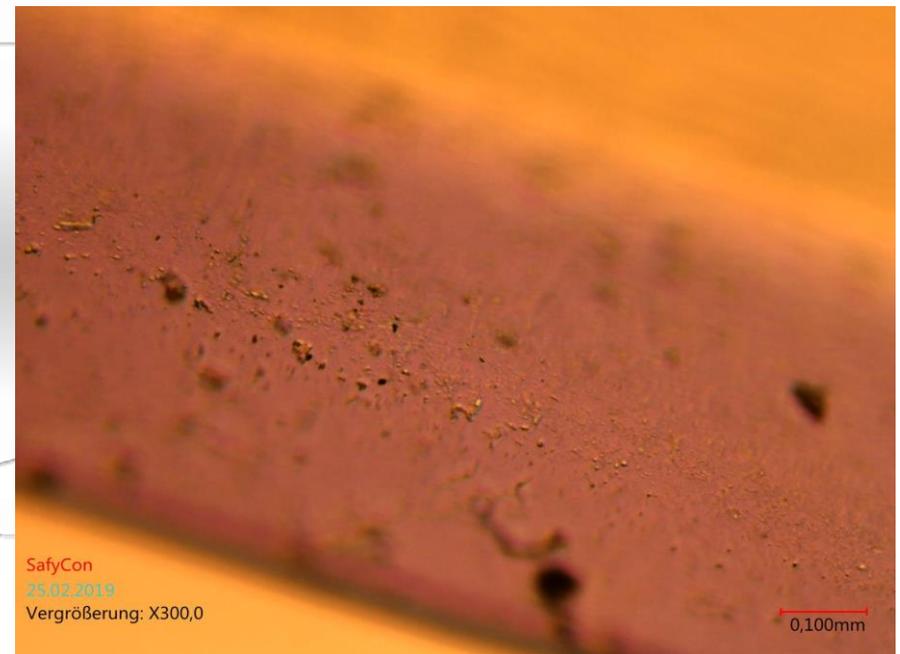


# Feinstaub: Haselnuss-Pollen



Auf dem Objekt-Träger

Auf der SiHy-Außenfläche eines Allergikers



# Feinstaub: auf der Außenfläche von Monat-SiHy

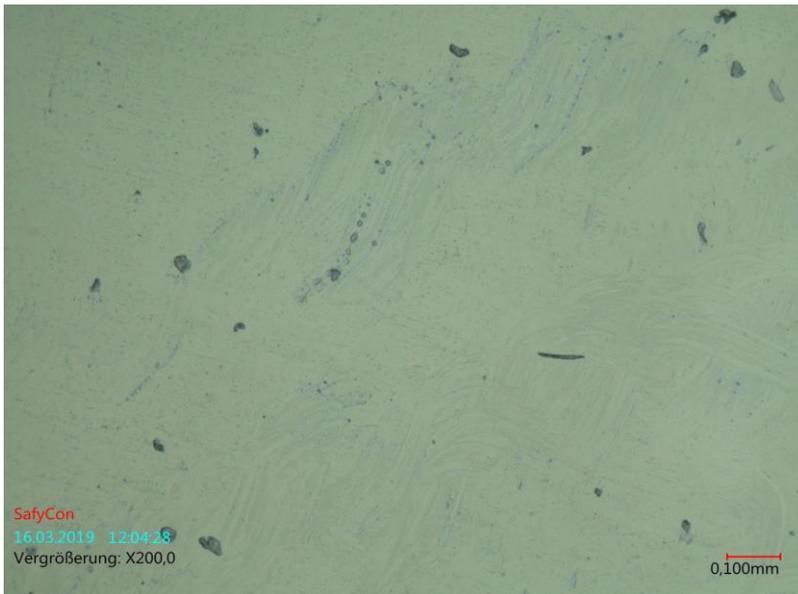


Monat-SiHy Gr. I mit Hersteller-Kombi  
Hersteller A

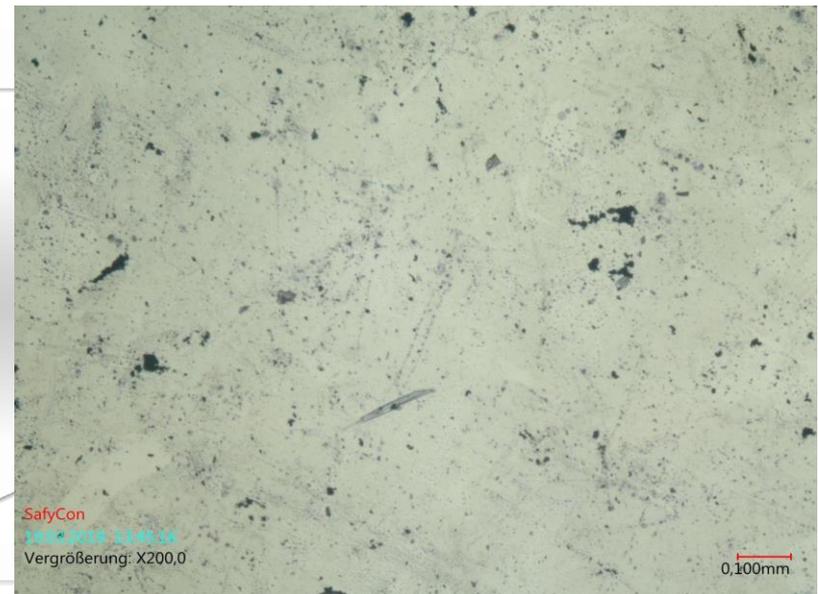


**Allergiker:** Monats-SiHy Gr. III 3 Tage VT mit  
R Hersteller-Kombi; L: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung  
Hersteller B

# Feinstaub: Benziner und Diesel auf Objektträger

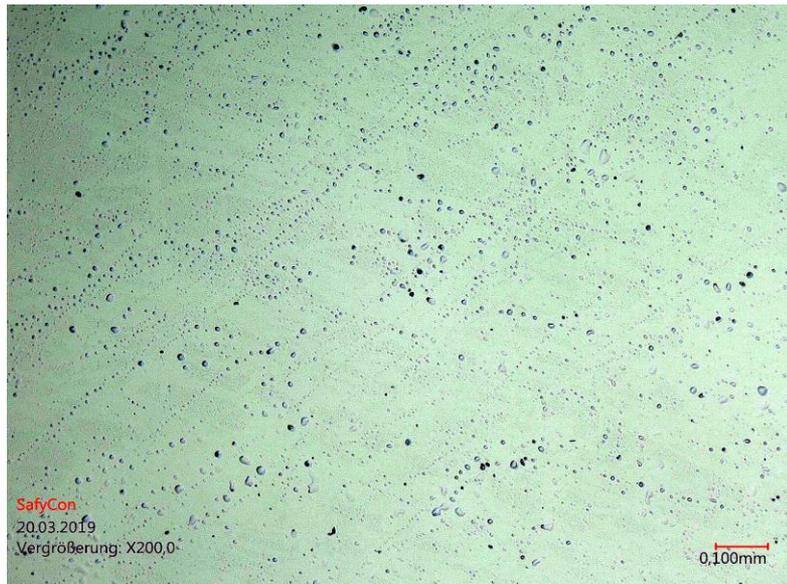


Benziner



Diesel

# Feinstaub: Zigarettenrauch

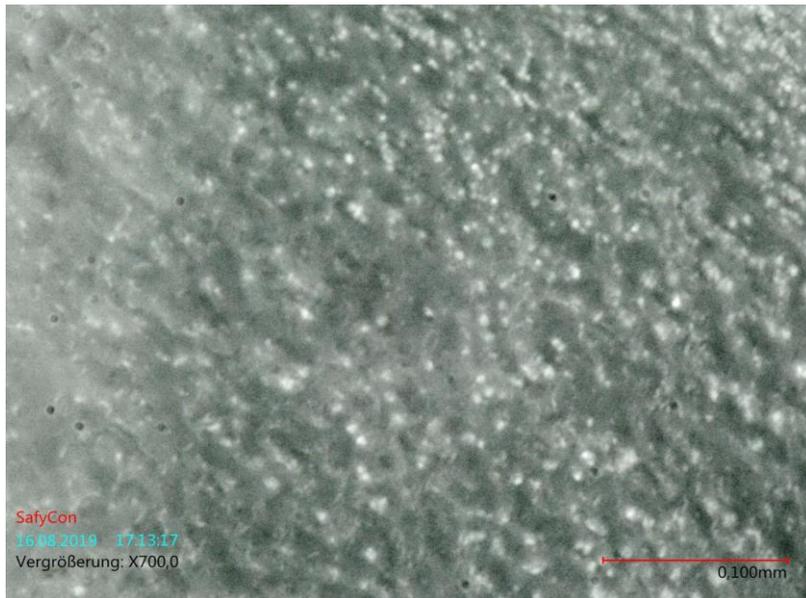


auf dem Objektträger...

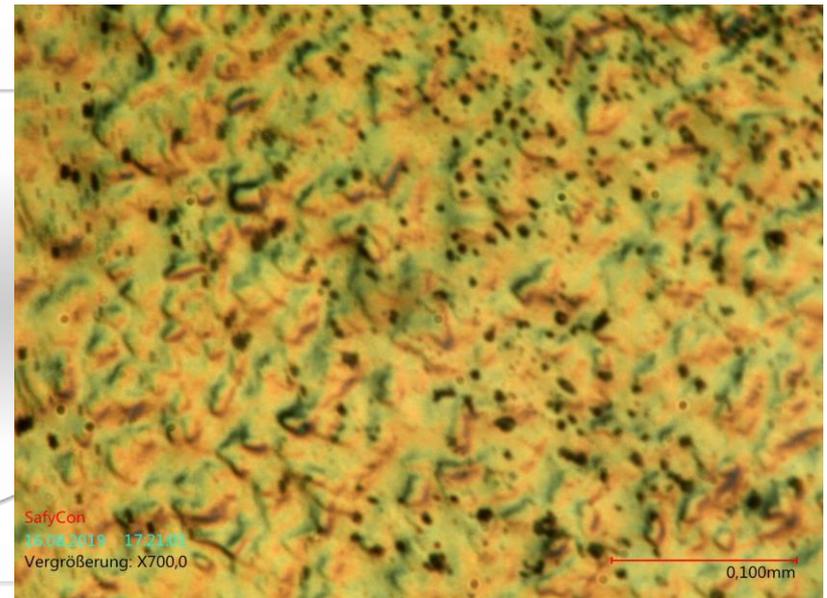


...auf der Kontaktlinsen-Außenfläche eines 1 Monat getragenen SiHy einer Raucherin

# Feinstaub bis ins Material



Außenfläche (dehydriert)

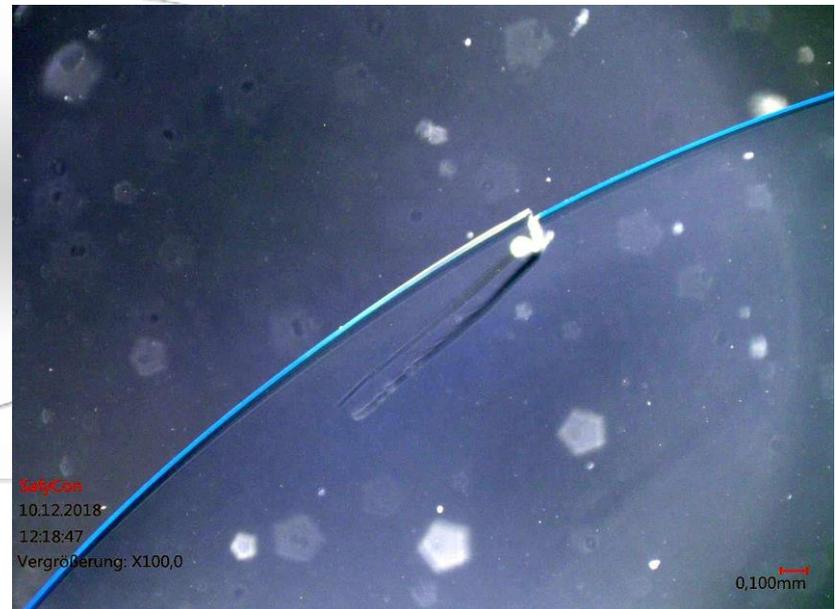


3D Kontrast

Neu: Monat-Silikon-Hydrogel Gr. I  
1 day-Silikon-Hydrogel Gr. IV



Monat-SiHy Gr. I



1-day-SiHy Gr. IV

## Neu: 14 day SiHy (,VT-geeignet') Gr. I

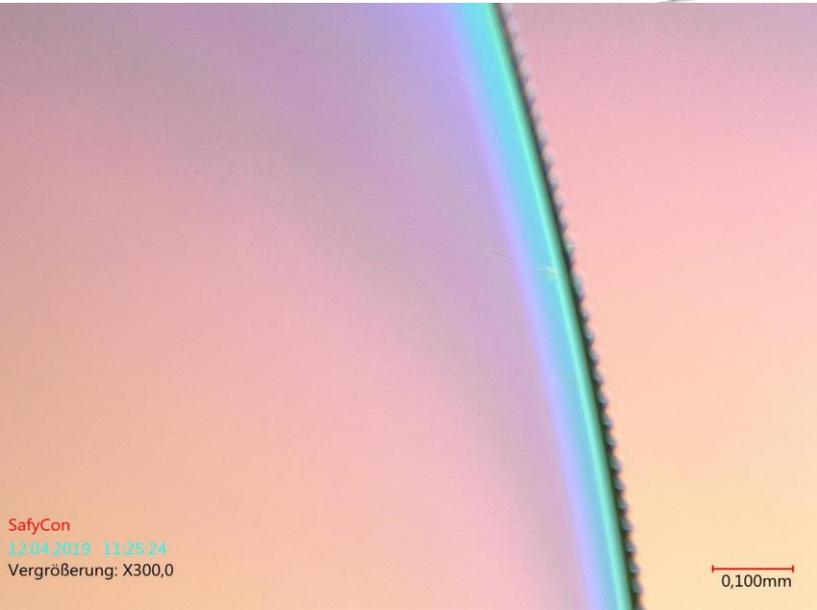


Linsenrandverarbeitung

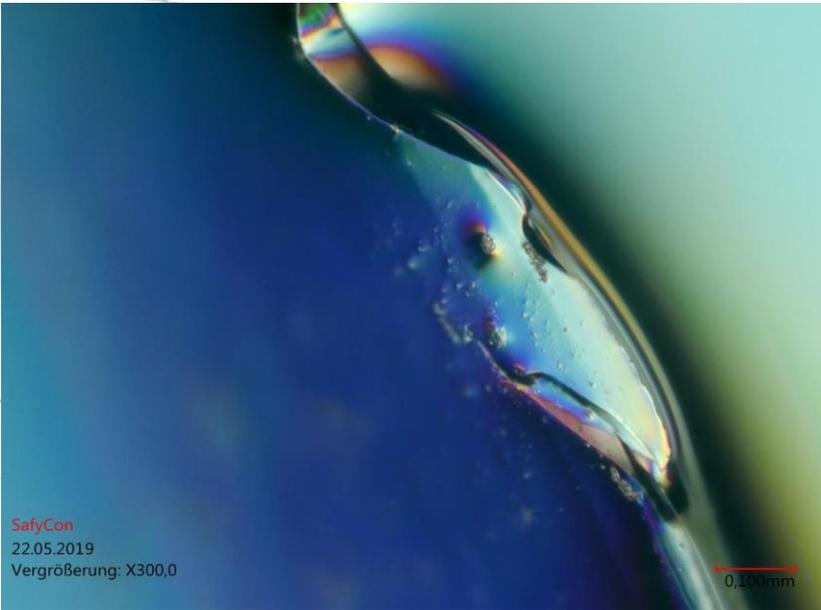


Feinstaub bei der Herstellung

# Neu: 1 Monat-SiHy Gr. I



neu

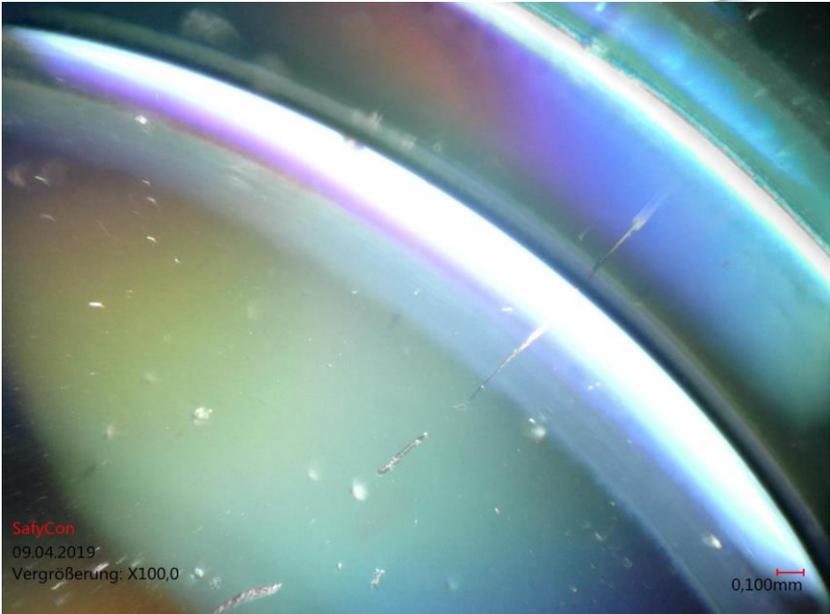


gerissen innerhalb von 10 Tagen

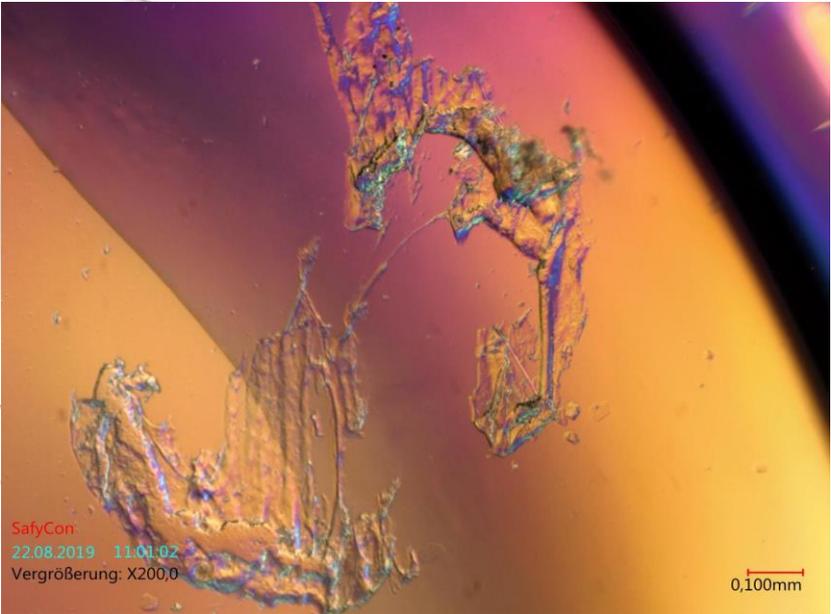
Neu: Monat-SiHy Gr. I  
vom Anpasser...



...aus der Drogerie



nach 2 H im Auge gerissen



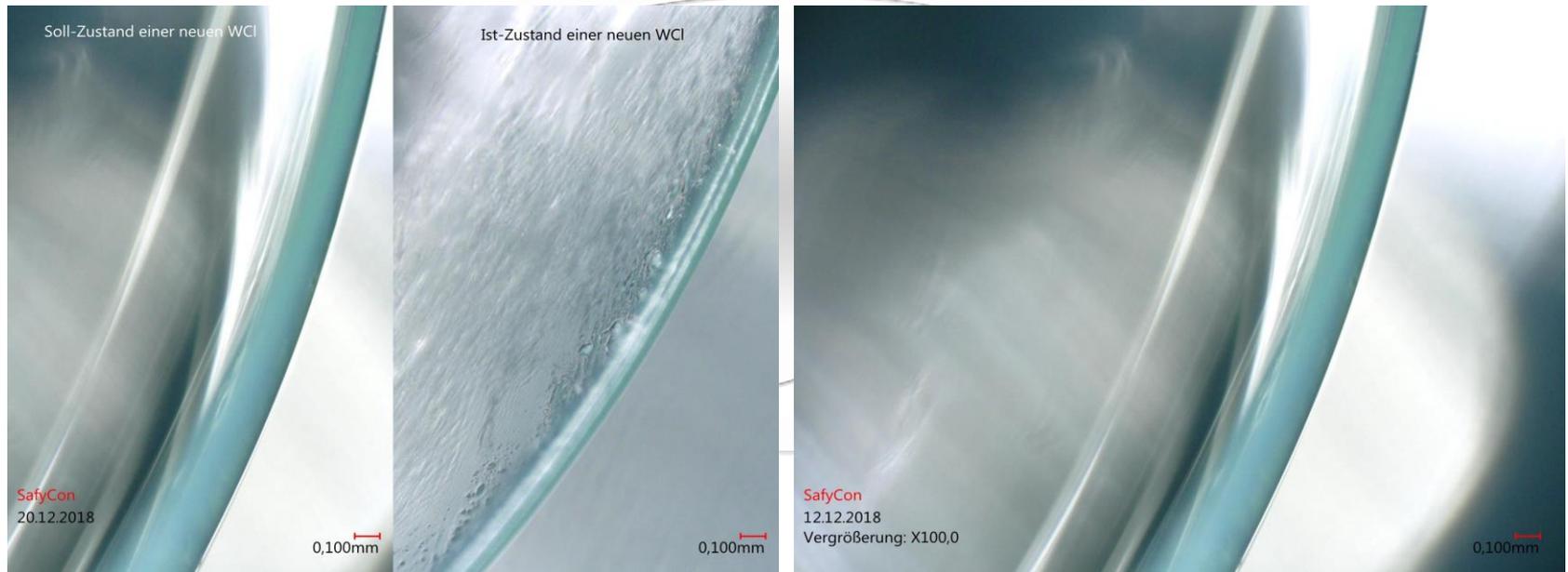
klebte am Blisterdeckel (aus der Drogerie)

Neu: ...aus dem Blister (SiHy Gr. I “new Generation”)



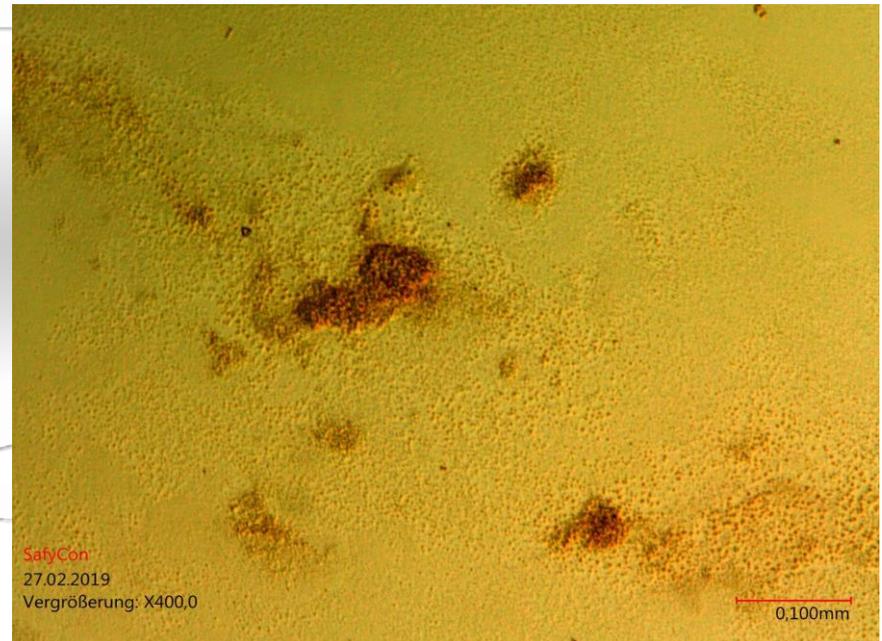
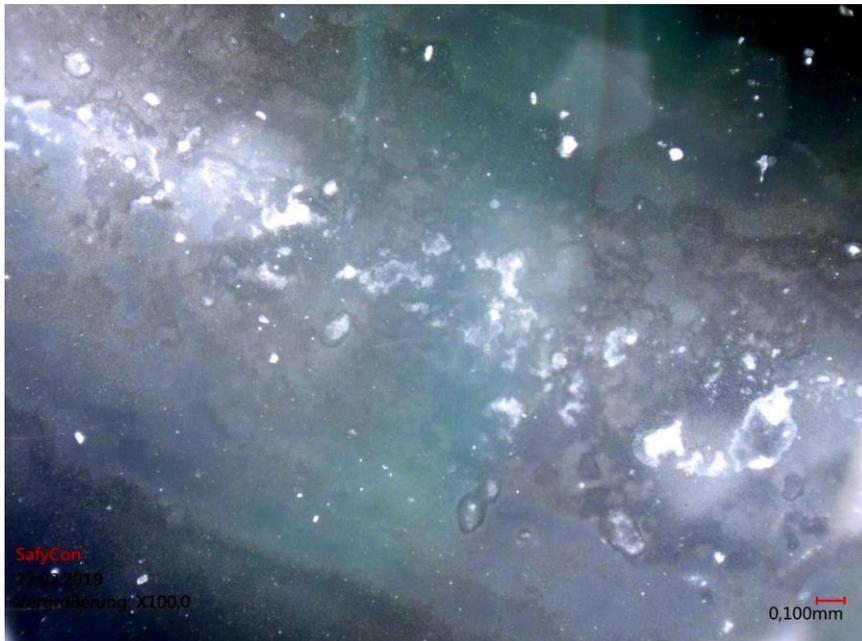
Ausschuss

# Neu: Individuelles 6-Mo-Bio-Hydrogel Gr. II



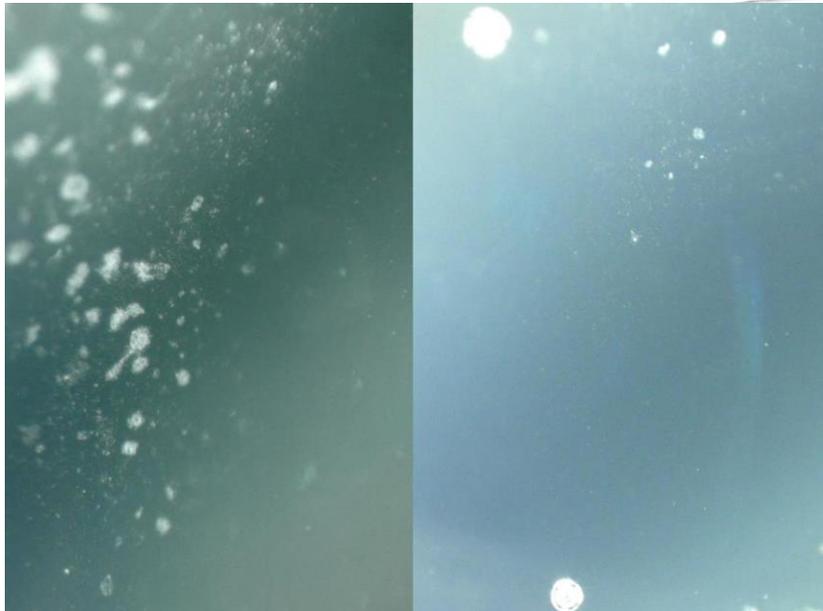
neue WCI Individual nach H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

Fall 1: w, 29 J., PC-Arbeit, Pille, 14 Tage VT SiHy Gr. I  
aus dem Internet mit NoName Kombi gereinigt

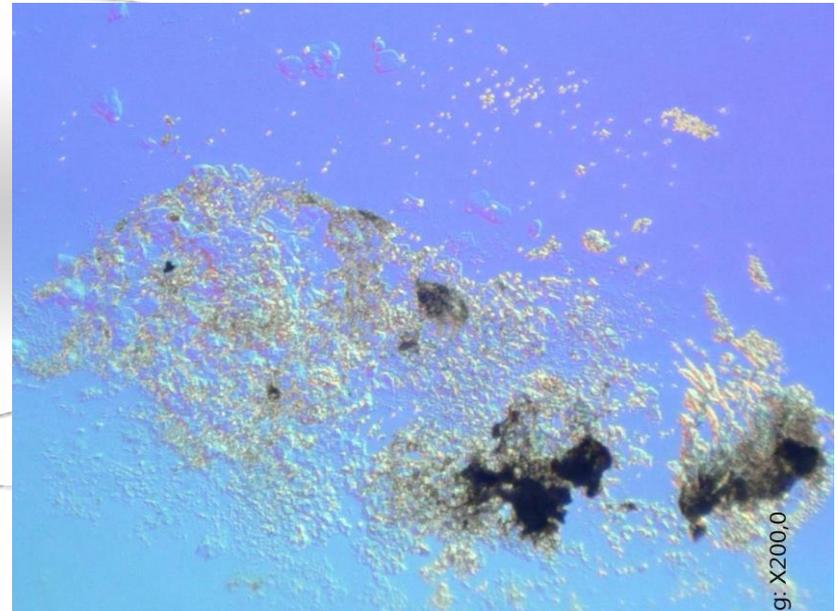


hatte Trage- und Visus-Einschränkungen, (hoher Zyl. + Hyperopie) „Selbst-Anpassung“

jetzt: Gr. II Bio-Hydrogel, individuell angepasst,  
mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung, nun **Computerarbeit**  
von 8:00-20:00

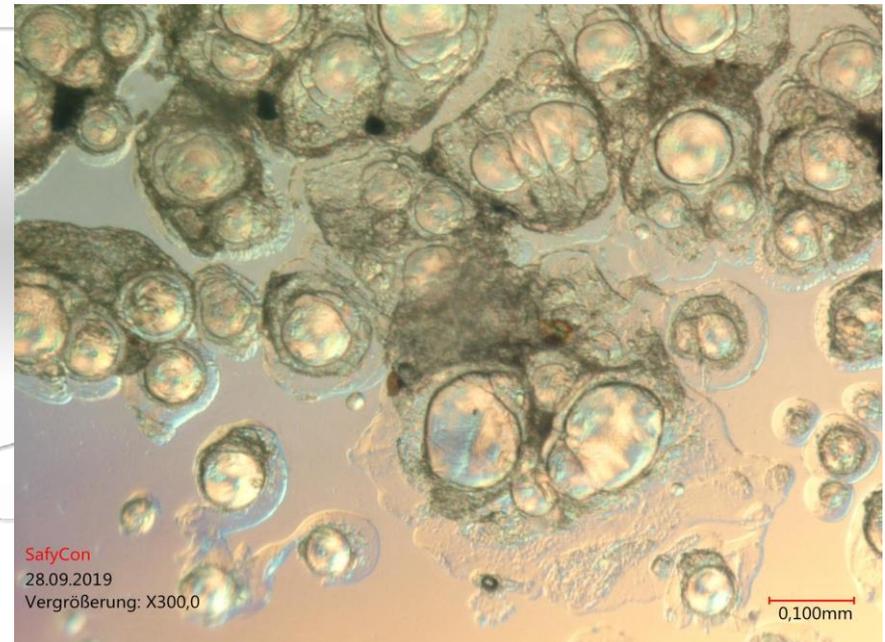
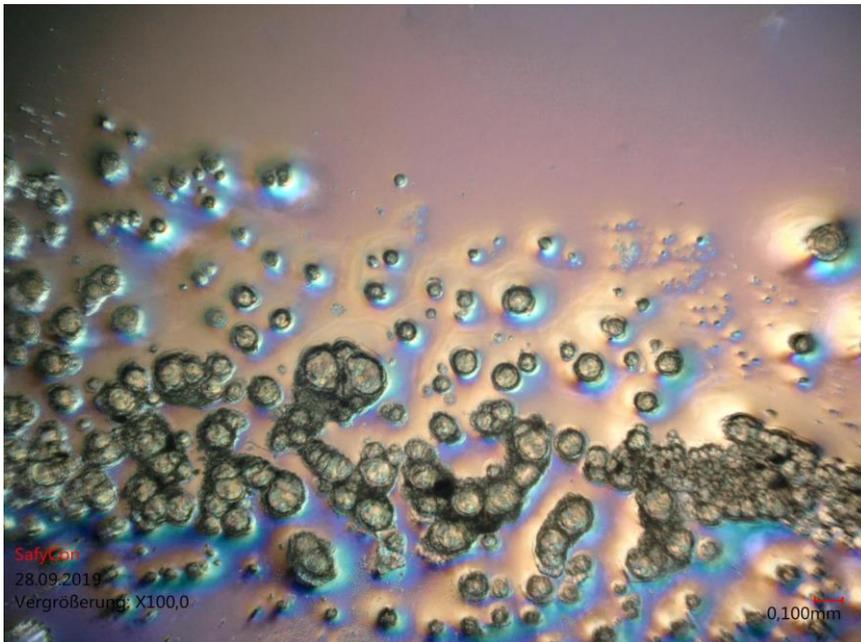


L: vor/nach 30 Tagen mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung



im unteren Bereich (unkompletter Lidschlag)

Fall 1: 2. Paar nach 4 Mo, nur R, unkompletter Lidschlag, Pille  
Wimperntusche mit Silikonen, Öle und Parafine



auf der Außenfläche

Fall 2: m, 47 J., hohe Myopie, 30 J. HCl, PC-Arbeit, Gr. III  
abrasive Oberflächenreiniger,  
mit Aufbewahrungslösung eingesetzt



alte Kl, ca. 2 Jahre getragen, gereinigt



Außenfläche

Fall 2: neue individuelle hochgaspermeable HCl (Gr. III),  
7 Monate getragen, R starkes Fremdkörpergefühl  
nach Haussanierung



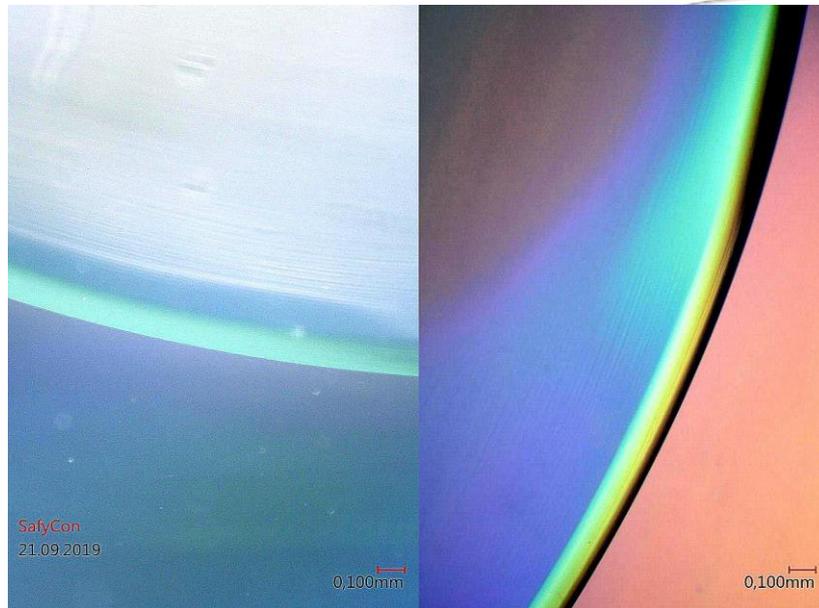
L: vor/nach H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

rechte HCl

**Fall 3:** m, 54 J., PC-Arbeit, hohe Myopie und Asti.,  
seit 9 J. individuelle torische ½ J. WCI  
vorher: H2O2 + Alkoholreiniger + Proteinbad



**Nun neu mit H2O2+Proteinentfernung** nach 3 Monaten

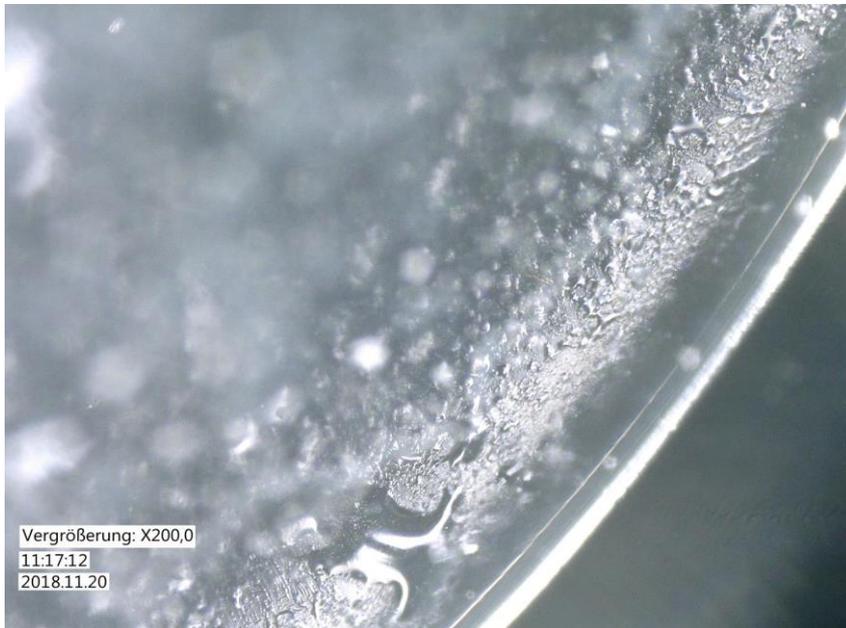


- Total begeistert
- „ganz einfach“  
„verträglicher“
- „warum haben Sie mir  
das nicht schon früher  
empfohlen“

neu

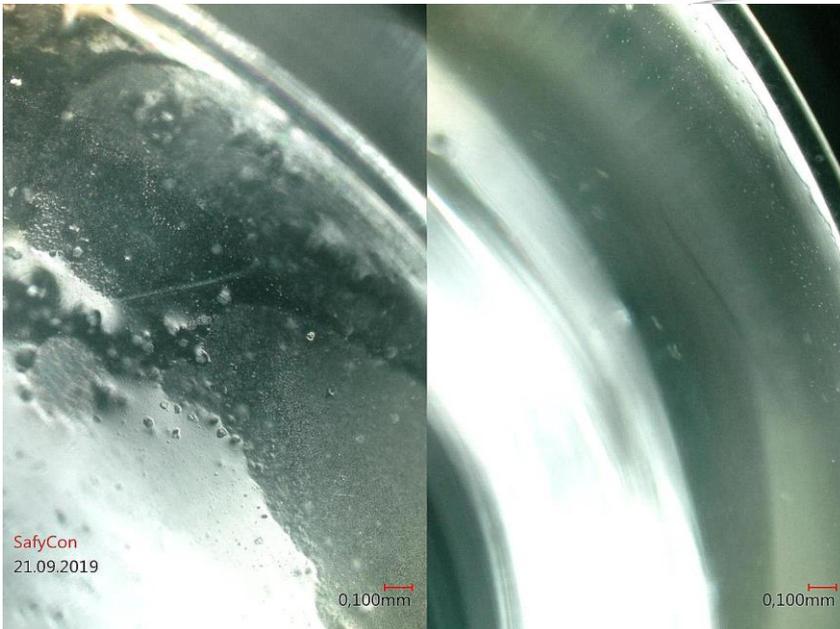
nach 3 Monaten  
H2O2+Proteinentfernung

**Fall 4:** w, 65 J., PC-Arbeit, stark hyperop, 40 J HCl,  
Hobby: Stricken, Gartenarbeit (Feinstaub)  
alte HCl (Gr. I, PMMA) ca. 4 J. alt,



- Starkes Fremdkörpergefühl
- Ständig rausgenommen und manuell gereinigt
- L: V 0.3; R: V 0.7
- **Betriebsarzt empfiehlt neue Linsen und neuer Anpasser**

## Fall 4: jetzt neue HCl Gr. III mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung



- Strickt bis spät für Enkelin
- Kein Fremdkörpergefühl mehr
- Verlängerte Tragezeit (6:00 – 21:00)
- Kein Benetzer mehr
- Ist begeistert: einfache und unkomplizierte Handhabe
- Kein weißer Schleier mehr
- **Kann wieder Linsen tragen**
- R: V 0.95; L: V 0.8 **Betriebsarzt staunt**

vor/nach H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

Fall 5: m, 90 J, Monats SiHy Gr. III, 3 Tage VT  
R: mit vom Hersteller empfohlener **Kombilösung**

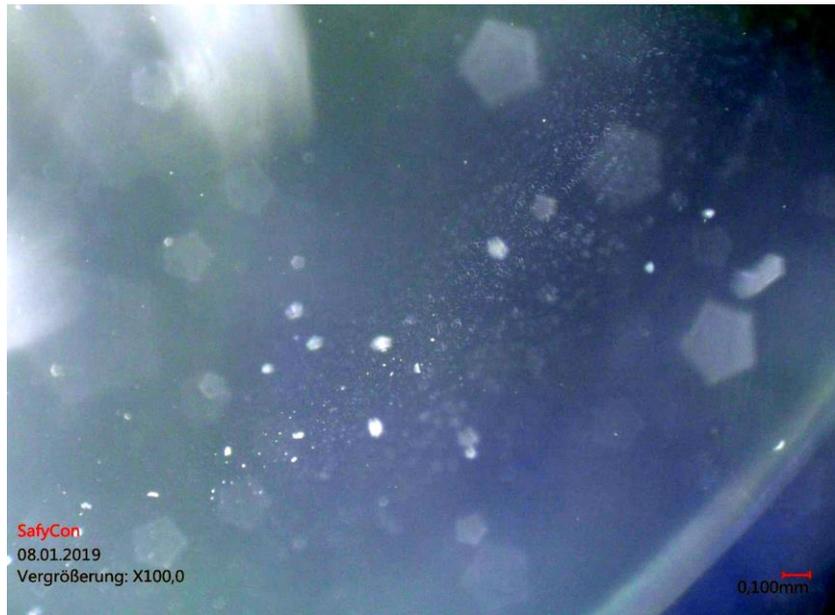


vor der Reinigung

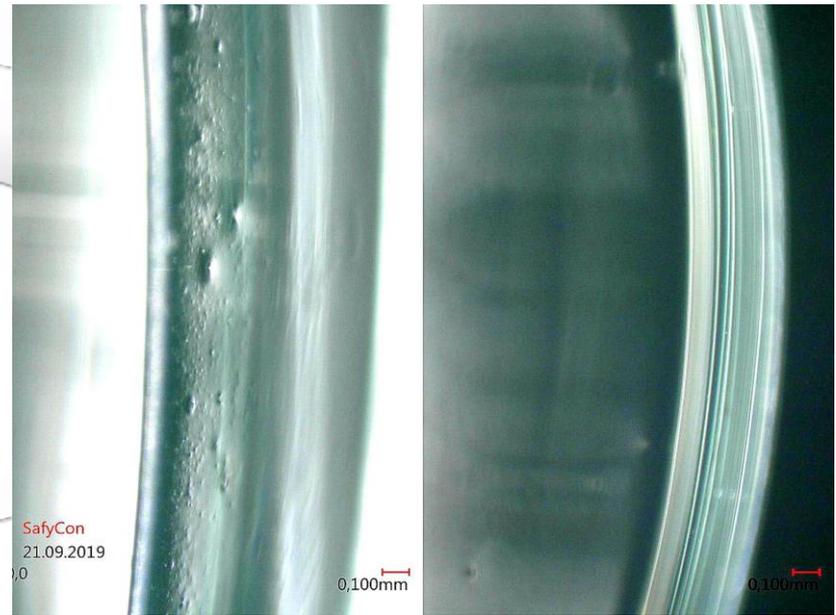


nach der Reinigung

Fall 5: m, 90 J, Monat-SiHy Gr. III, 14 Tage VT  
L: mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

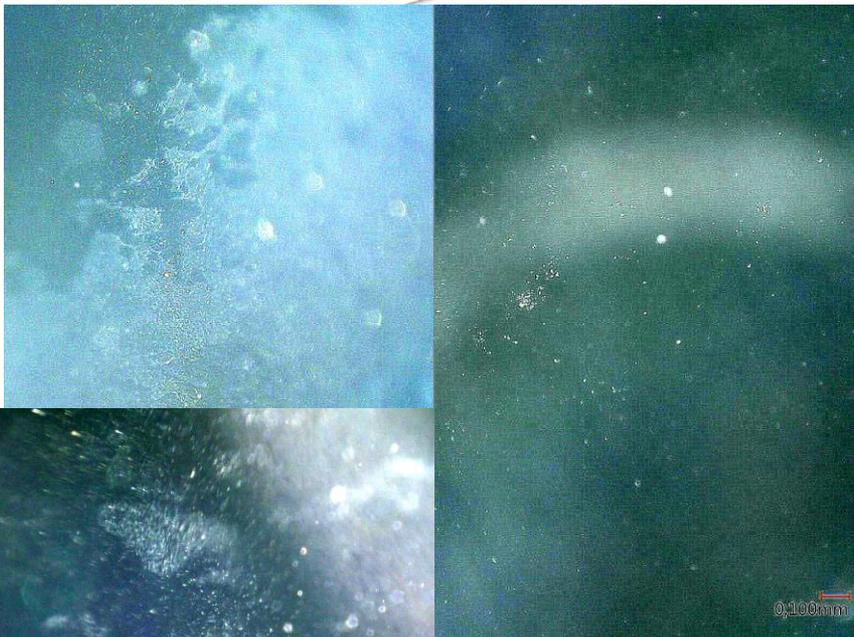


L: neu



Nach 14 T. VT: vor/nach H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

Fall 6: w, 46 J., PC mit Brille, Reiterin, trockenes Auge,  
Tragezeit 4-5 H in Freizeit, „Selbstversorger Internet“  
R -1.0 dpt L +1.75 dpt, Stereosehen (Polartest)



Neuversorgung:  
Silikon-Hydrogel  
„new Generation“  
Gr. I

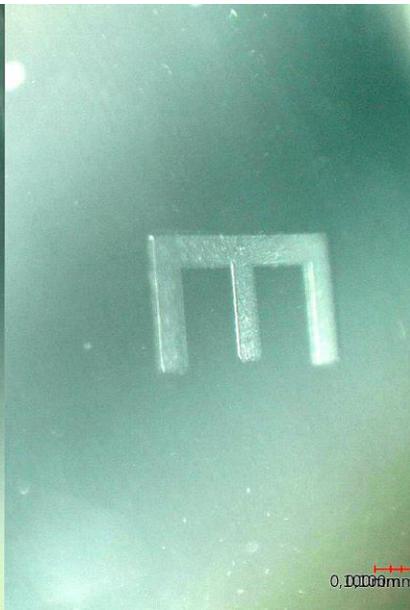
- R: vom Hersteller empfohlene Kombilösung mit Proteinentfernung
- L: H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> mit Proteinentfernung



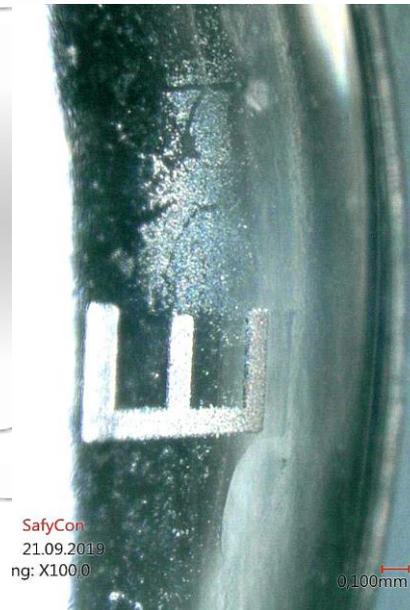
# Fall 7: 55 J, Raucherin, PC-Arbeit, trockenes Auge 30 Tage SiHy Gr. III, Hersteller A



neu



nach 1 Monat mit  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

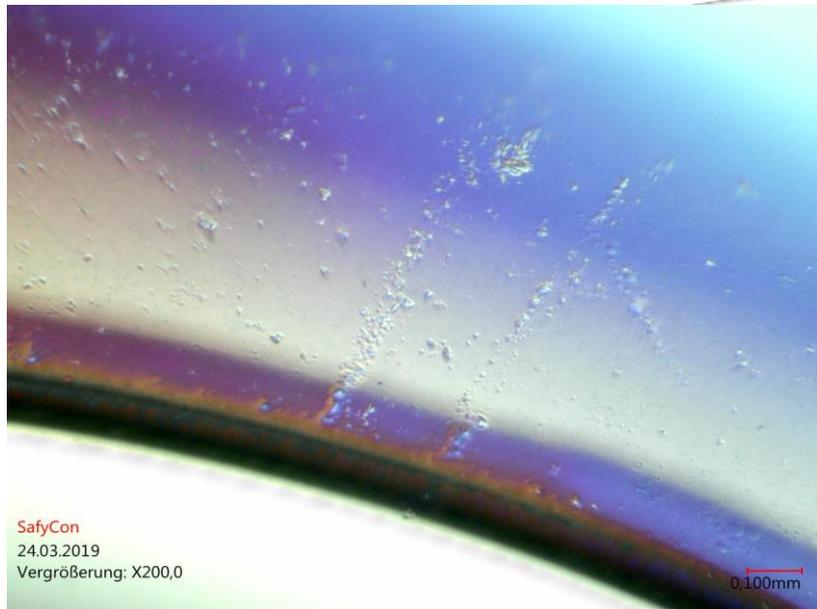


1 Monat mit Hersteller  
Kombilösung

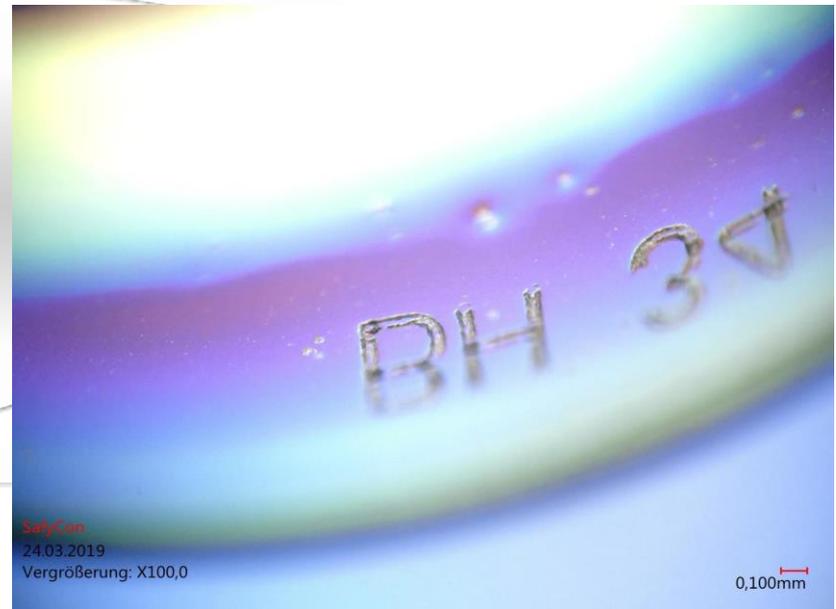


1 Monat mit  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

Fall 7: 55 J, Raucherin, trockenes Auge  
30 Tage SiHy Gr. III, Hersteller B

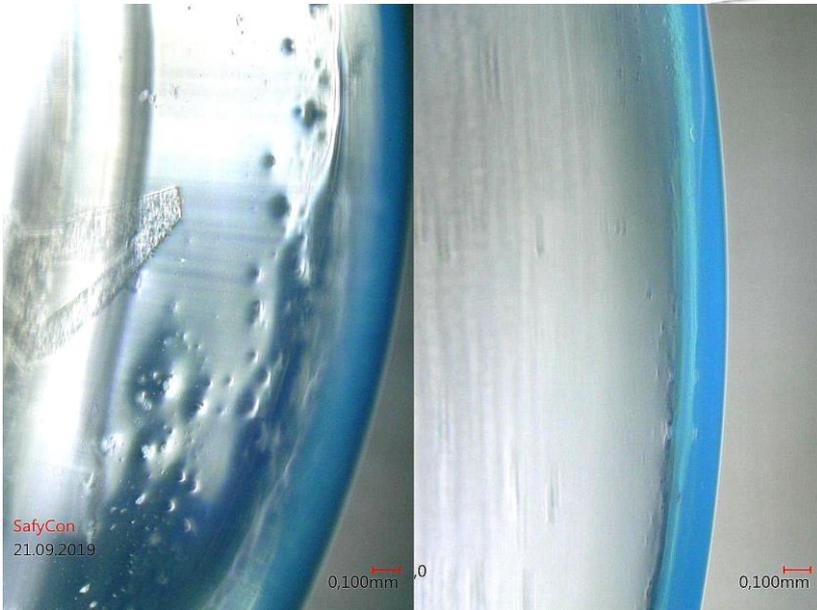


R: 30 Tage mit Hersteller H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung  
(Katalysator)



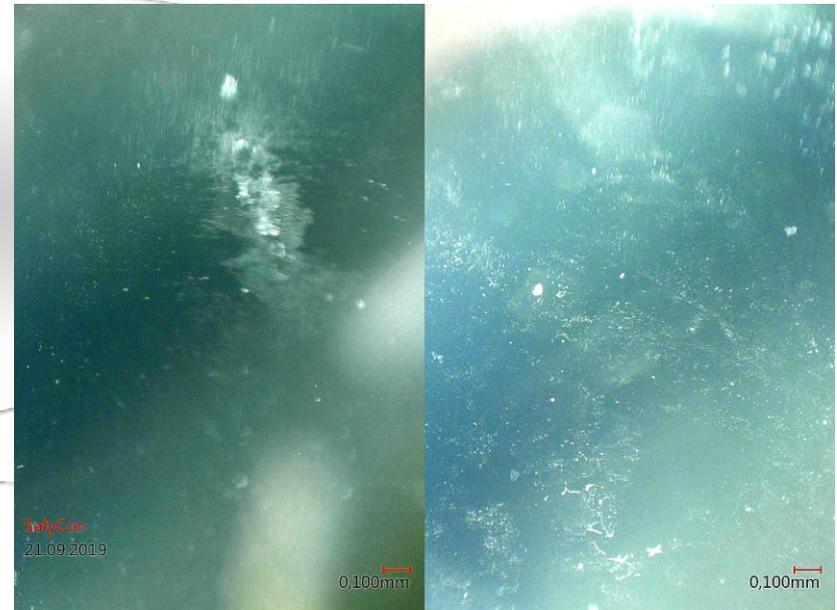
L: 30 Tage mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung  
(mit Katalase)

**Fall 8:** w, 60. J, Schilddrüsenmedikamente, trockenes Auge  
Monat-SiHy WCl Gr. I „new Generation“ 15 Tage  
Hersteller A



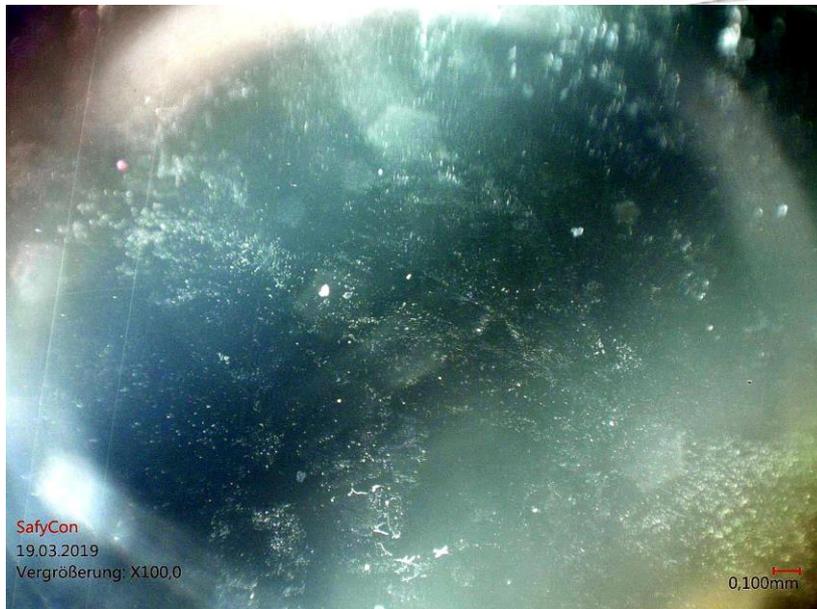
Hersteller A: neu

neu, nach  
H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung

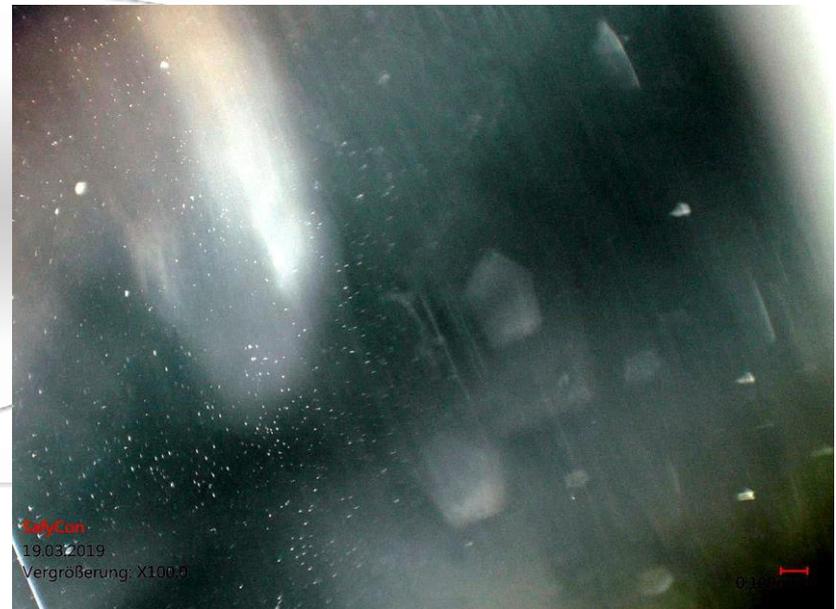


R: mit Hersteller H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung  
(Katalysator) nach 15 Tagen abgebrochen

Fall 8: w, 60. J, Schilddrüsenmedikamente, trockenes Auge  
Monat-SiHy WCl Gr. I „new Generation“ 15 Tage  
Hersteller A

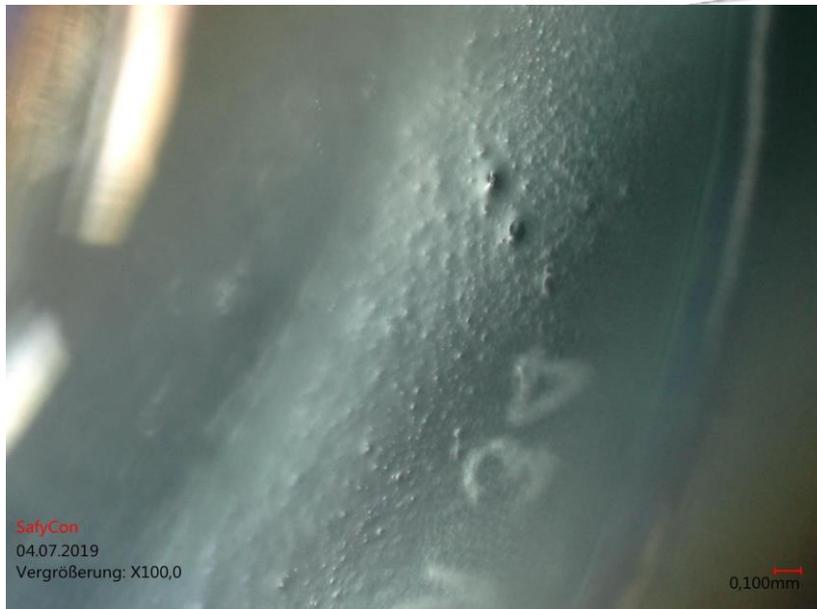


R: 15 Tage mit Hersteller H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung  
(Kat.)



L: 15 Tage mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>+Proteinentfernung  
(Katalase)

## Fall 8: Hersteller B, Abbruch nach 10 Tagen

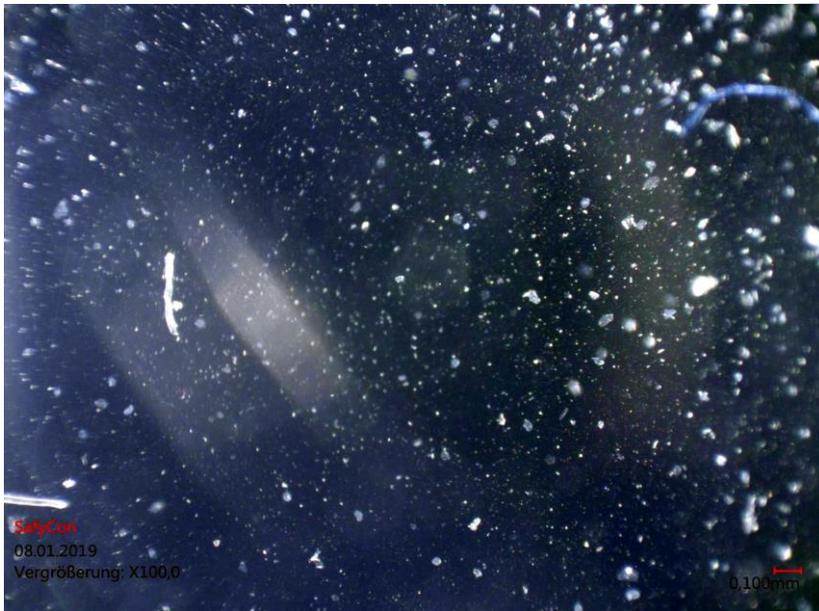


R: 10 X getragen mit Hersteller-Kombilösung

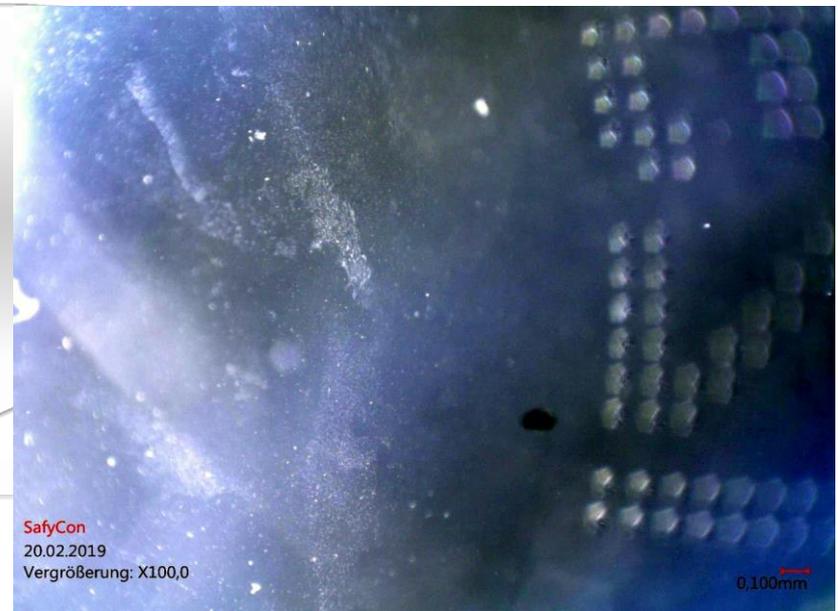


L: mit H2O2+Proteinentfernung

Fall 9: w, 20 J., Sport-Studentin, viel Make-up und künstliche Wimpern: Kombilösung+Proteinentfernung

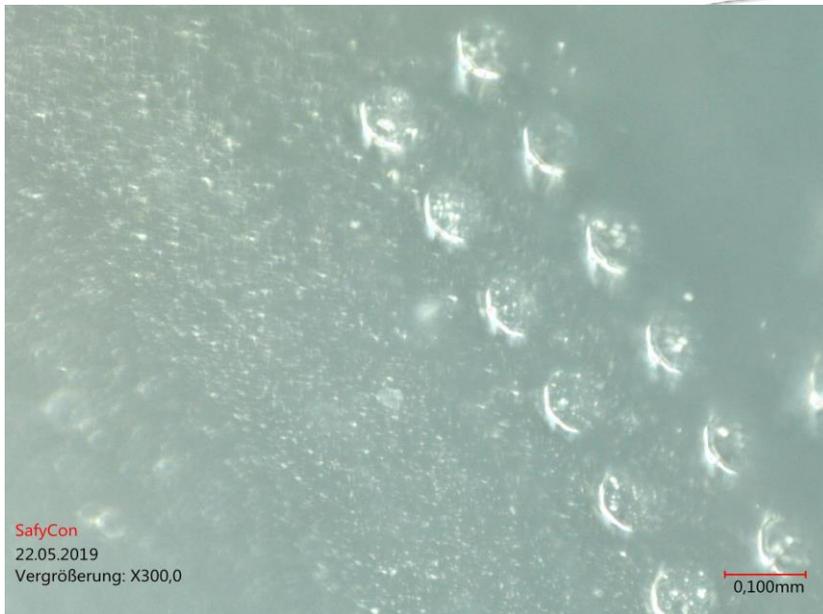


Hersteller A: Monat-WCI Gr. II



Hersteller B: Monat-WCI Gr. I

## Fall 9: 30 Tage Monat-WCI Gr. I „new Generation“

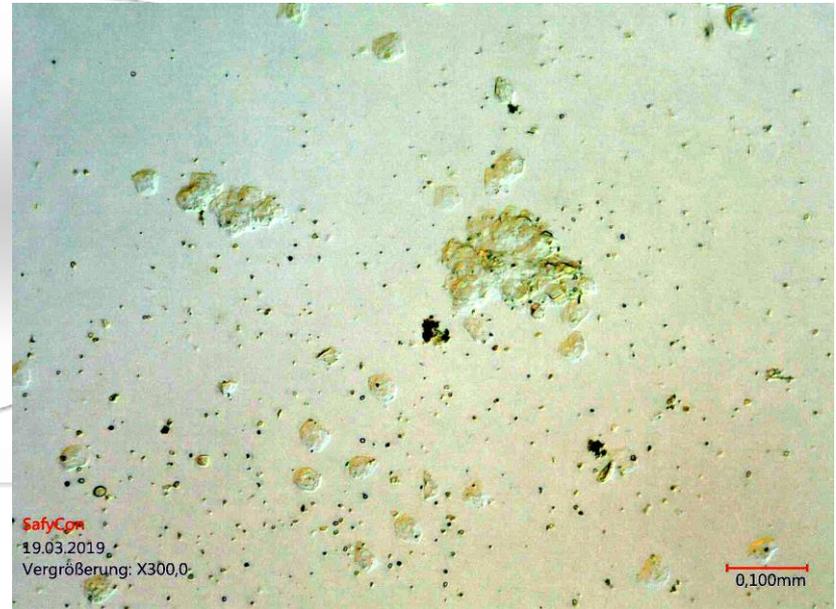
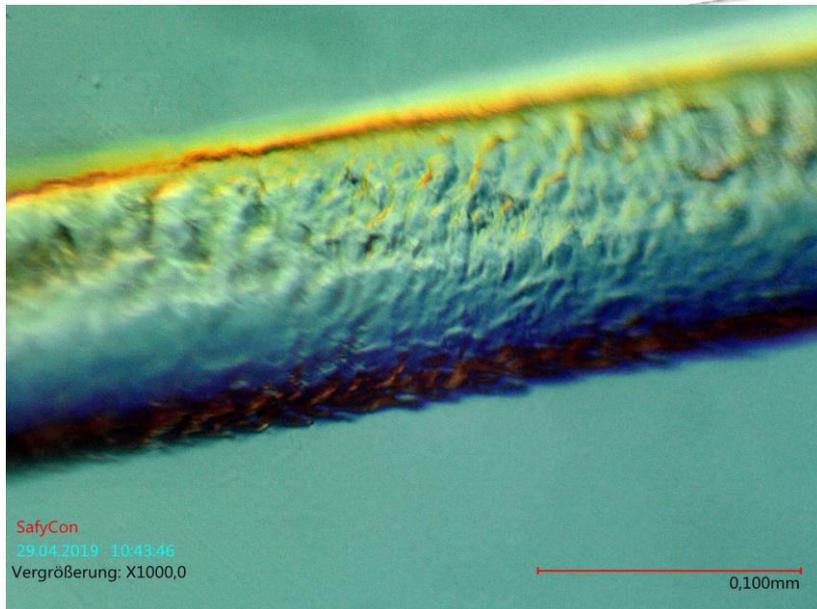


mit Hersteller-Kombilösung+Proteinentfernung

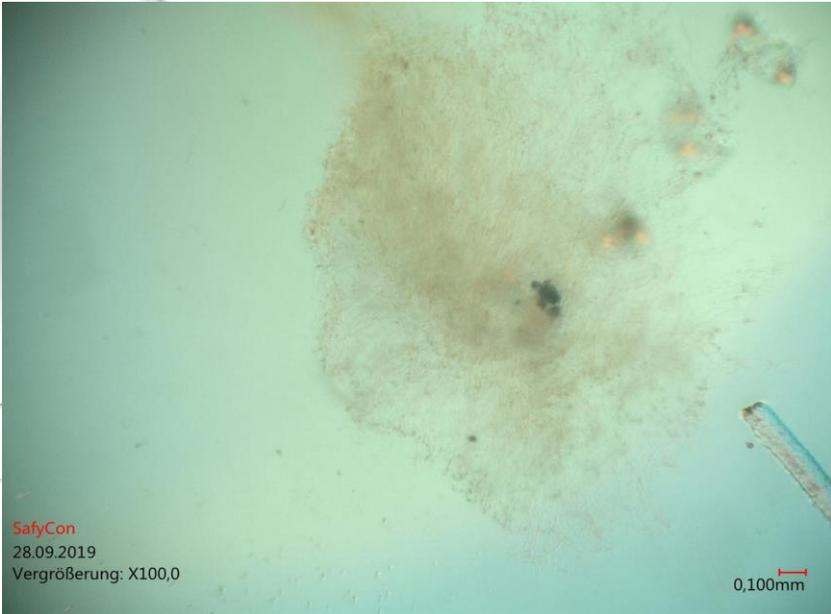
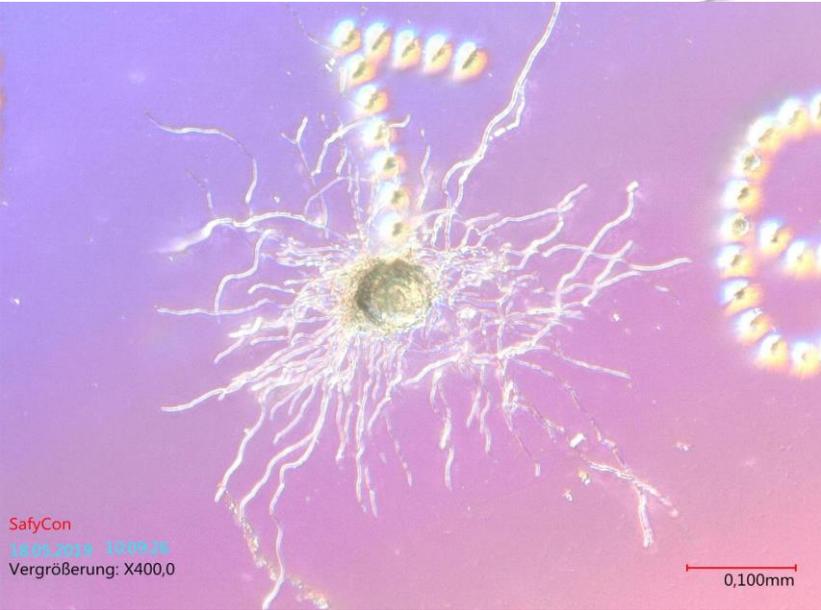


mit H2O2+Proteinentfernung

# Was ist das?



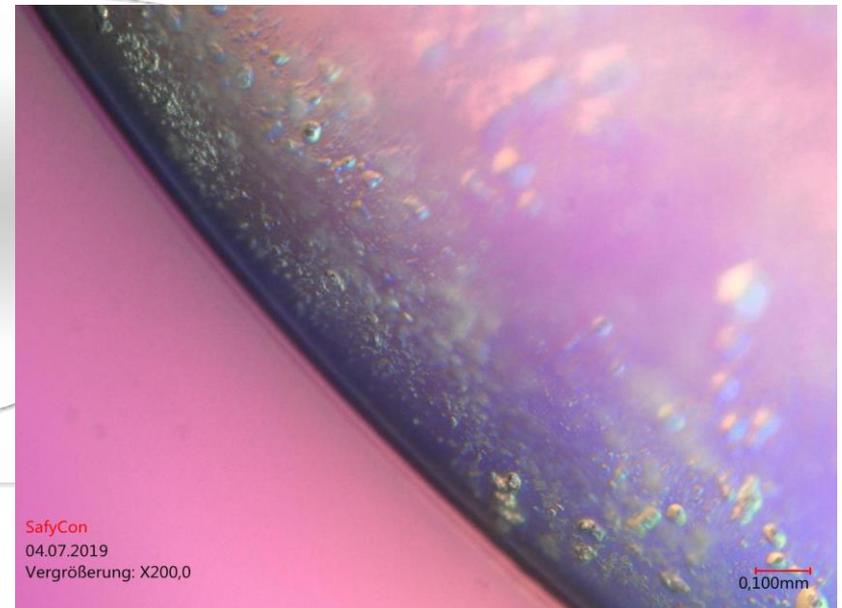
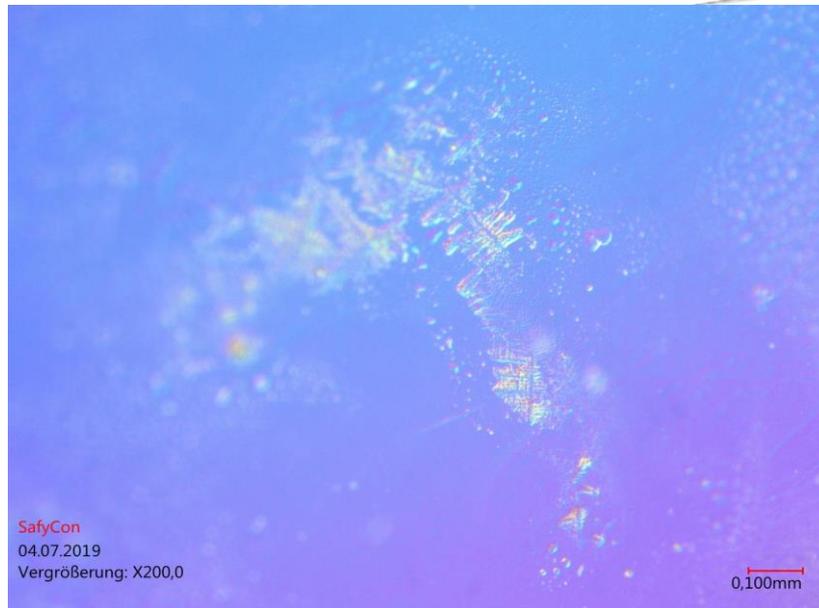
# Was ist das?



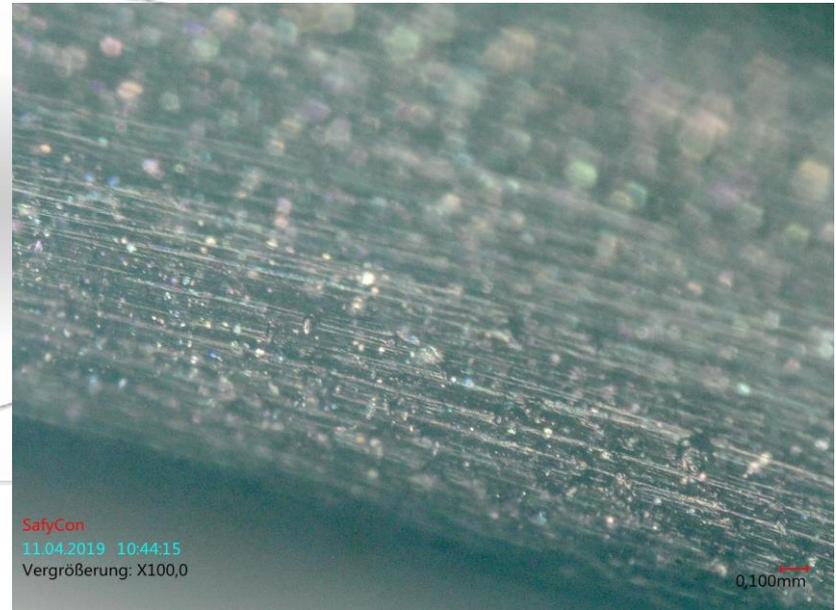
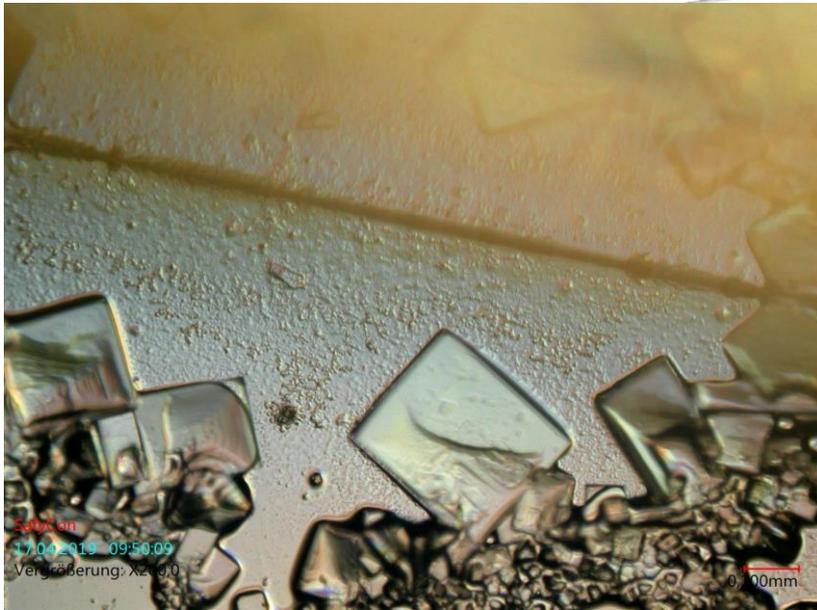
# Was ist das?



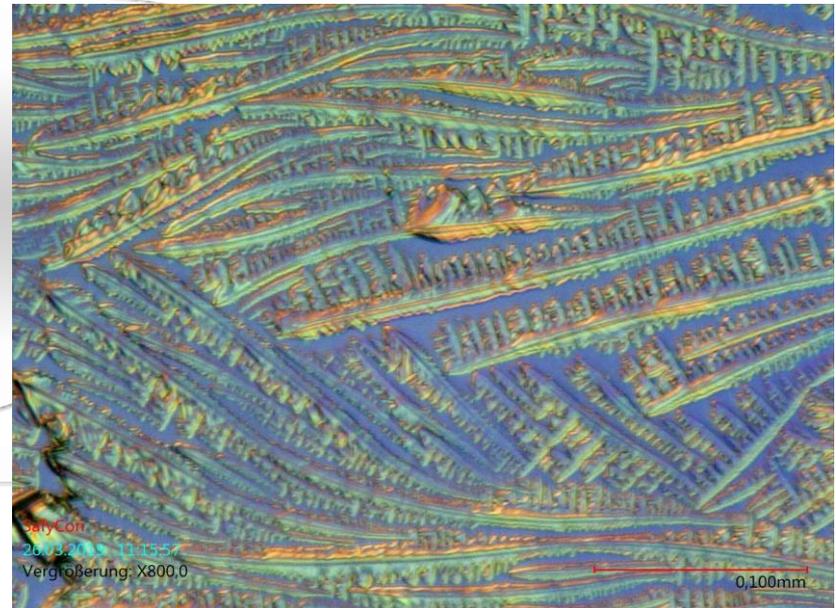
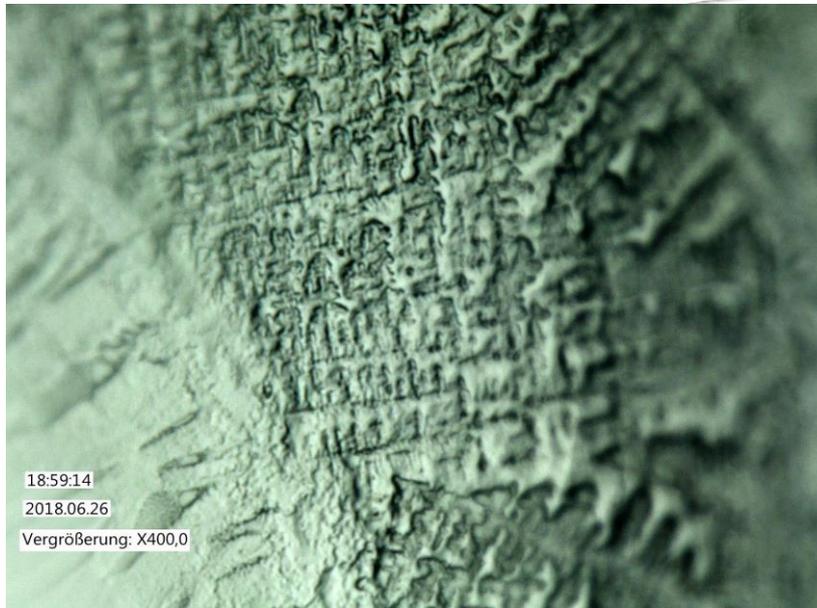
# Was ist das?



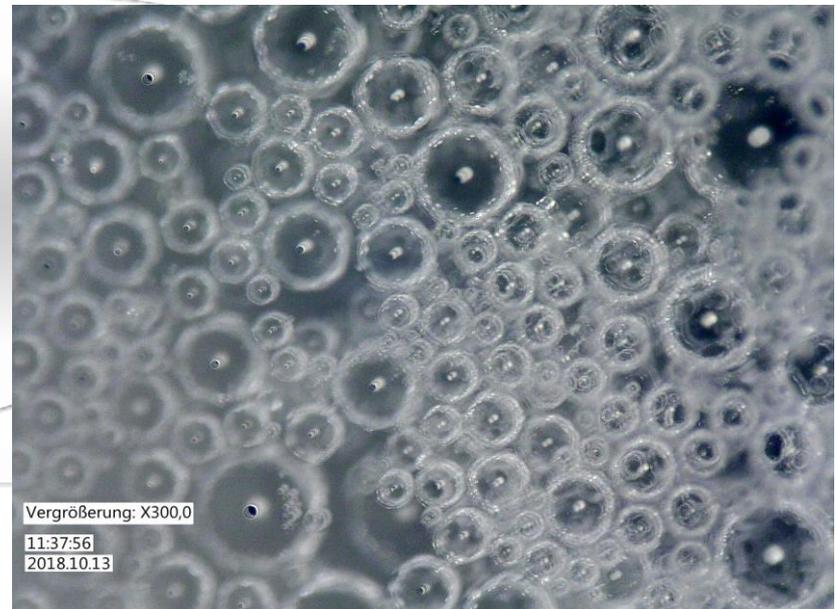
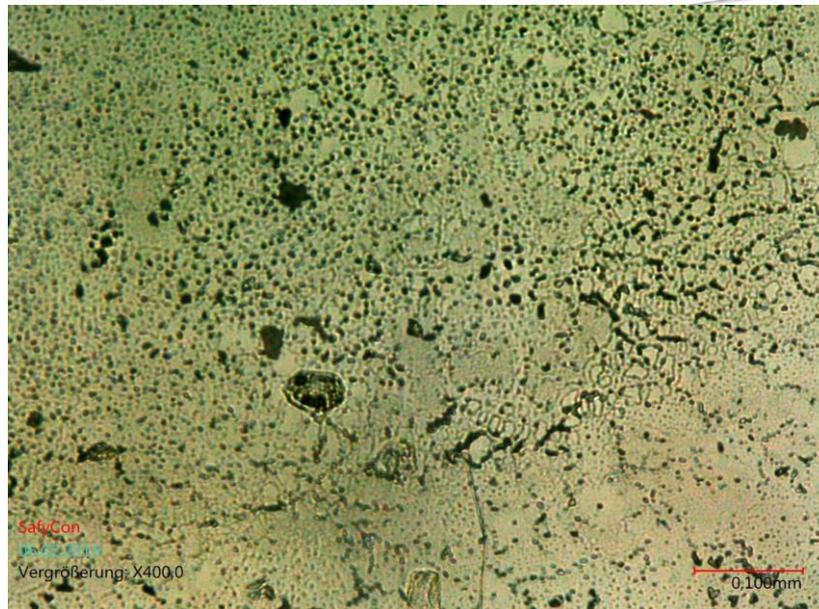
Was ist das?



# Was ist das?

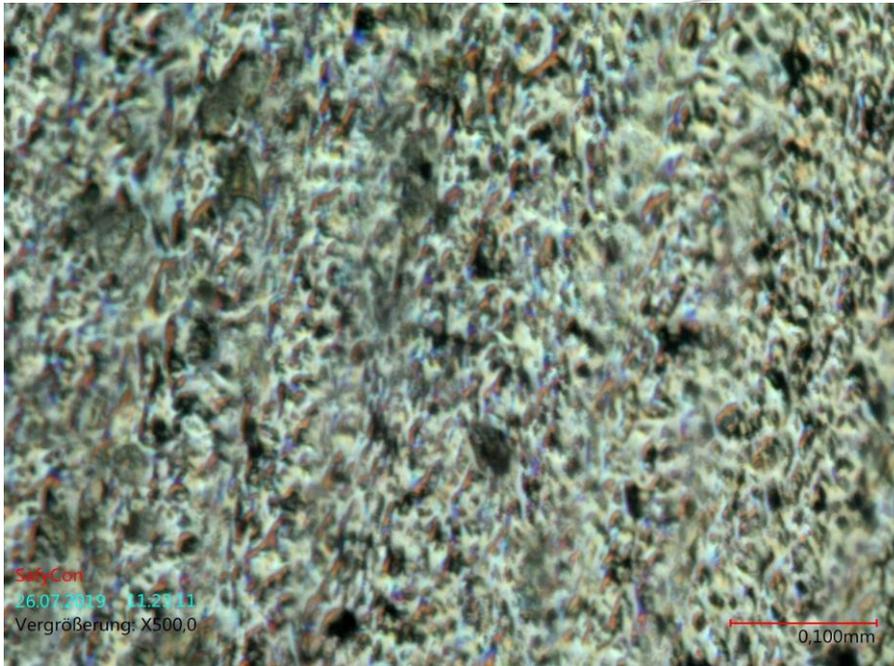


Was ist das?





**Vielen Dank fürs Mitmachen!**



**Dagmar Sturm**

[sturm@safycon-systems.com](mailto:sturm@safycon-systems.com)

**[www.safycon.de/news](http://www.safycon.de/news)**

**0174-9143457**

**Petra Buth**

[buth.wpln@t-online.de](mailto:buth.wpln@t-online.de)

**Sichtkontakte 2019**