

# SILL OPTICS NEWS



BILDVER-  
ARBEITUNG  
MACHINE  
VISION



**LASER** World of **PHOTONICS**

## Bildverarbeitung

Telezentrische Objektive mit variablem Arbeitsabstand  
Wann ist bildseitige Telezentrie notwendig?  
Telezentrische Objektive mit FOV bis zu  $\varnothing$  190 mm  
Kundenspezifische Lösungen

## Machine vision

Telecentric lenses with tunable working distance  
In which cases is image-sided telecentricity necessary?  
Telecentric lenses with a FOV of up to  $\varnothing$  190 mm  
Customized solutions

## Messen / Fairs

Besuchen Sie uns / Visit us  
**Control in Stuttgart**  
9. bis 12. 5. 2017  
Hall 5, Booth 5426  
**Laser in München**  
26. bis 29. 6. 2017  
Hall B3, Booth 302

# Telezentrische Objektive mit variablem Arbeitsabstand

## Telecentric lenses with tunable working distance

Wenn in industriellen Prüfanwendungen Objekte unterschiedlicher Höhe vermessen werden, sind telezentrische Objektive unerlässlich. Leider stoßen Anwender oft an Ihre Grenzen hinsichtlich der nutzbaren Schärfentiefe.

Um eine deutlich größere Variation des Arbeitsabstands zu kompensieren und die notwendige Auflösung beizubehalten, bedarf es einer variablen Fokussierung.

Gemeinsam mit der Firma Optotune Switzerland hat Sill Optics telezentrische Objektive mit fokusvariabler Linse konzipiert, die eine ausreichende Fokussierung ohne mechanische Verschiebung realisieren, wobei die Abbildungsqualität im angegebenen Verstellbereich kaum beeinflusst wird.

Dieser Aufbau ermöglicht eine telezentrische Messung mit zeitlich veränderbarem Arbeitsabstand in Bilderfassungsgeschwindigkeiten von etwa 40 fps.

Der Arbeitsabstand der Objektive ist dabei nahezu linear vom Brechwert (Kehrwert der Brennweite) der fokusvariablen Linse abhängig.

Aufgrund der Beeinflussung der Brennweite durch die fokusvariable Linse ist die Vergrößerung nicht konstant. Der geringfügige Unterschied kann aufgrund der Linearität aber durch Kalibrierung des Setups eliminiert werden, so dass mit gleichbleibender Genauigkeit gemessen werden kann.

Die Variation des Arbeitsabstandes bietet zusätzlich die Möglichkeit eines z-Scan durch ein vorliegendes Messobjekt und damit einen weiteren Ansatz in der 3D-Messtechnik.

Erste Prototypen konnten erfolgreich zur Vision 2016 in den Markt eingeführt werden. Ab Mai 2017 kann Sill Optics bereits eine Serie telezentrischer Objektive mit fokusvariabler Linse anbieten. Die Breite an verfügbaren Objektiven umfasst zunächst einen Abbildungsmaßstab von 0,13x bis 0,66x für Sensordiagonale bis 16mm, sowie Objektive von 1x bis 3x für Sensordiagonale bis 35mm.

Eine Vertiefung der Thematik bieten wir bei unserem Vortrag im Rahmen der „Control Vision Talks“, sowie an unserem Stand auf der Control und der Laser - World of Photonics.

Sill Optics ist als flexibler Lieferant für kundenspezifische Optiken bekannt und steht auch in diesem Produktbereich gerne als Partner für Sonderentwicklungen zur Verfügung.

In case measuring objects at different heights in industrial testing applications, telecentric lenses are indispensable. Unfortunately, users quickly hit the limitations of the exploitable depth of field.

To benefit from a significantly larger variation of the working distance and still maintaining the necessary resolution, a variable focusing is needed. In corporation with Optotune Switzerland, Sill Optics has designed telecentric lenses with tunable working distance. They are able to achieve an adequate focusing without any mechanical movement and thereby preserving performance in the given tuning range.

These new products allow telecentric measurements with temporally adjustable working distance up to image capture speeds of 40 fps.

The working distance is thereby linearly proportional to the dioptic power (reciprocal of the effective focal length) of the focus tunable lens element.

Due to the retroactive effect of the focal length, the magnification of the lens is not constant. With calibration of the setup, this small difference can be corrected for consistent accuracy, because of the linear behavior.

Variation of working distance is also offering additional possibilities via z-scan through a measurement object and therefore another approach in 3D measurement technology.

The first prototypes have been successfully launched at the Vision 2016. From

May 2017, Sill optics is offering a broad series of telecentric lenses with variable working distance. This range covers lenses with magnifications from 0.13x to 0.66x for sensors up to 16mm diagonal length and magnifications from 1x to 3x for sensor diagonals of 35mm.

We are offering a consolidation of this topic in the course of a presentation at the “Control Vision Talks” as well as on our booth at the Control and the Laser – World of Photonics.

As Sill Optics is known as a supplier for customized optics, we are also open to any special projects in this product range.



part number	magnification	working distance [mm]	clear aperture [mm]	max. sensor size [mm]	wave-length [nm]	NA	max. distortion [%]	length [mm]	mount
S5VPJ1860	0.133	79.7 – 434.1	153	16.0 (1")	450 - 680	0.01	0.35	587.0	C-mount
S5VPJ5060	0.192	215.3 – 366.6	83	11.0 (2/3")	450 - 680	0.01	0.7	357.6	C-mount
S5VPJ1565	0.193	193.6 – 338.7	123	16.0 (1")	450 - 680	0.01	0.5	396.3	C-mount
S5VPJ6060	0.289	137.4 – 205.8	86	16.0 (1")	450 - 680	0.02	0.5	283.4	C-mount
S5VPJ1260	0.311	155.1 – 211.2	62	16.0 (1")	450 - 680	0.02	0.45	241.2	C-mount
S5VPJ3060	0.343	133.1 – 184.4	58	8.9 (1/1.8")	450 - 680	0.02	0.4	224.9	C-mount
S5VPJ2660	0.374	133.4 – 172.8	48	11.0 (2/3")	450 - 680	0.02	0.65	203.5	C-mount
S5VPJ2060	0.499	102.8 – 125.5	29	8.0 (1/2")	450 - 680	0.02	0.3	162.7	C-mount
S5VPJ2898	0.578	81.8 – 98.2	60	16.0 (1")	450 - 680	0.03	0.5	161.7	C-mount
S5VPJ1560	0.659	79.2 – 91.6	28	8.0 (1/2")	450 - 680	0.03	0.36	133.9	C-mount
S5VPJ0625	1.000	179.1 – 196.5	29	16.0 (1")	450 - 680	0.03	0.8	142.5	C-mount
S5VPJ0627	1.500	152.4 – 172.3	29	21.4 (1.25")	450 - 680	0.04	0.45	179.2	C-mount
S5VPJ0422	2.000	100.5 – 109.8	26	32.0	450 - 680	0.04	0.6	133.4	M42x1
S5VPJ0422/216	2.000	100.5 – 109.8	26	16.0 (1")	450 - 680	0.04	0.6	156.0	C-mount
S5VPJ0426	2.500	94.8 – 104.6	26	35.0	450 - 680	0.05	0.4	160.2	M42x1
S5VPJ0420	3.000	91.2 – 101.2	26	35.0	450 - 680	0.06	0.2	186.1	M42x1

# Objektiventwicklung mit dem „TOP INNOVATION AWARD“ ausgezeichnet Lens development awarded



Unsere Entwicklung „Telezentrische Objektiv mit fokusvariablen Linsen“ wurde mit dem Gütesiegel inVISION Top Innovation 2017 ausgezeichnet. Die Fachzeitschrift inVISION verlieh diese Auszeichnung zusammen mit einer unabhängigen Expertenjury zum dritten Mal und würdigt damit innovative Produkte und Lösungen aus dem Bereich Bildverarbeitung.

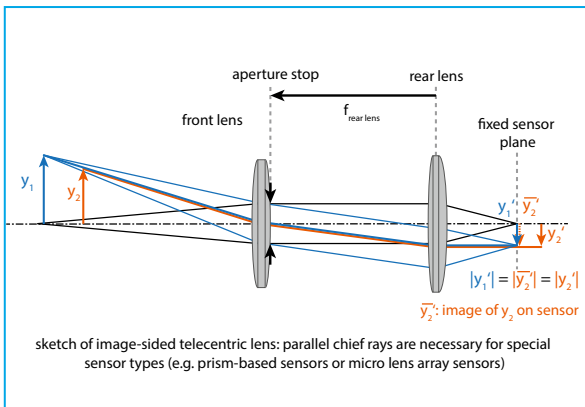
Wie bereits in unserer Fachveröffentlichung in der inVISION 5/2016 publiziert, haben wir zusammen mit der Optotune Switzerland AG die Integration einer Flüssiglense in einer telezentrischen Optik realisiert, um bei einer telezentrischen Messung eine automatisierte und schnelle Verstellung des Arbeitsabstandes zu ermöglichen.



One of our newest developments - “telecentric lenses with focus tunable lenses“ - has been granted the quality seal“ inVISION Top Innovation 2017”. The journal inVISION awarded this honor with an independent jury of experts for the third time and hence dignifies innovative products and solutions in the area of machine vision.

As published in inVISION 5/2016, Sill Optics has realized the integration of a liquid lens inside a telecentric optic together with Optotune Switzerland AG. It enables a fully automatable and fast change of the working distance during telecentric measurements.

## Wann ist bildseitige Telezentrie notwendig? In which cases is image-sided telecentricity necessary?



Objektseitig telezentrische Objektiv bieten einen enormen Vorteil bei der präzisen Vermessung von Bauteilen. Durch die telezentrische Perspektive sind

On one hand, object-sided telecentric lenses offer the advantage of precise measurements of components. The telecentric perspective is able to compensate object depths and slight variances in object distances.

On the other hand, image-sided telecentricity is not really necessary in many cases, because the precisely defined and flat surface of sensors does not produce these kind of measurement errors. Nevertheless, there are certain application areas or particular sensors that require an image- or double-sided telecentric lens.

There are cameras requiring an image-sided telecentricity. CCD or CMOS cameras with a microlens array in front of the pixels rely on a perpendicular incidence of light in all field positions as there would be strong vignetting and therefore shading effects otherwise. Also for sensors including beam splitter prisms to separate the colors, a telecentric incidence of light through the prism must be ensured to realize the image over the entire field.

Another application for image-sided telecentricity is the combination of lenses to relay systems or setups with virtual intermediate images. To process the entire image information after the intermediate image by a following lens both lenses have to be telecentric in the direction of this intermediate image. In other terms, the first lens has to be image-sided telecentric and the subsequent one object-sided.

There are also cases, where a perfect telecentricity is not needed for the camera but only a small deviation is acceptable. According to the maximum angle of acceptance, which could be stated on the datasheet of the sensor, we are furthermore able to recommend also non-image-sided telecentric lenses for your application.



Tiefenausdehnung des Objektes und Varianz in der Objektentfernung leicht kompensierbar.

Die bildseitige Telezentrie wiederum ist in vielen Fällen nicht zwingend notwendig, da eine definierte Sensorebene und eine flache Sensoroberfläche keine derartigen Messfehler produzieren. Dennoch gibt es bestimmte Anwendungsbereiche und spezielle Sensoren, die eine bildseitige oder beidseitige Telezentrie erfordern. Zum einen sind bestimmte Kameras nur mit bildseitiger Telezentrie einsetzbar. CCD- oder CMOS-Kameras, bei denen Mikrolinsensarrays vor dem Sensor angeordnet sind, erfordern in jeder Feldhöhe einen exakt senkrechten Lichteinfall, damit starke Vignettierung und somit Shading-Effekte vermieden werden.

Auch bei Spezialkameras, die zur Farbaufspaltung Teilerprismen vor den Sensoren verwenden, muss ein telezentrischer Lichtdurchgang durch das Prisma gewährleistet werden, um die Abbildung über das komplette Feld zu realisieren.

Ein weiterer Einsatzbereich für bildseitige Telezentrie ist eine Kombination von Optiken zu Relay-Systemen oder zu Setups mit virtuellem Zwischenbild. Damit die gesamte Bildinformation nach dem virtuellen Zwischenbild von einer nachfolgenden Optik verarbeitet werden kann, müssen die entsprechenden Optiken zwischenbildseitig telezentrisch sein, d.h. vorangehende Optik bildseitig telezentrisch und nachfolgende Optik objektseitig telezentrisch.

In einigen Fällen ist keine perfekte Telezentrie am Kameraeintritt notwendig, da eine geringe Abweichung tolerierbar ist. In diesem Fall wird im Kameradatenblatt ein Akzeptanzwinkel angegeben, entsprechend dem wir auch nicht bildseitig telezentrische Objektiv passend zu Ihrer Applikation empfehlen können.

# Telezentrische Objektiv mit FOV bis zu Ø 190 mm

## Telecentric lenses with a FOV of up to Ø 190 mm



Gerade im Bereich großer Objektfelder unterscheiden sich am Markt die Angebote der Hersteller enorm.

Der Aufwand für das Rohglas, Bearbeitung optischer Linsen mit großem Durchmesser und hoher Genauigkeit, sowie die Vergütungsanforderungen haben einen deutlich größeren Einfluss auf die Abbildungsleistung und die Objektivkosten.

Um auch bei  $\varnothing > 150\text{mm}$  wirtschaftlicher agieren zu können, baut Sill Optics die Serie Correctal T200 aus und bietet nun passende Objektiv bis Sensorgröße 1,25" sowie zusätzliche Zwischenstufen an.

Die Objektivreihe hat einen einheitlichen Arbeitsabstand von 300 mm und ist für das große Objektfeld vergleichsweise kompakt gebaut.

Ein besonderer Fokus wurde auf die hohe Abbildungsleistung bei kleinen Pixelgrößen gelegt. Die Objektiv sind je nach Ausführung für Pixelgröße 2 – 3  $\mu\text{m}$  geeignet.

Especially in the area of large object fields the offers on the market are very different from manufacturer to manufacturer.

The expenditure on raw glass, manufacturing lens elements with high diameters to high precision, and requirements on the optical coating have a significant impact on imaging performance and pricing.

To operate in a more economical way for lenses with diameters larger than 150 mm, Sill Optics is expanding the Correctal T200 series with suitable lenses for up to 1.25" sensors and additional intermediate stages. This series has a consistent working distance of 300 mm and is comparably short in its dimensions.

A special focus has been a high imaging performance for small pixel sizes. Version dependent, the lenses are suitable for pixel sizes of 2 to 3  $\mu\text{m}$ .

part number	magnification	working distance [mm]	clear aperture [mm]	max. sensor size [mm]	wave-length [nm]	NA	max. distortion [%]	length [mm]	mount
S5LPJ2710	0.032	300	193	6.0 (1/3")	450-700	0.003	0.9	478.5	C-mount
S5LPJ2714	0.041	300	193	8.0 (1/2")	450-700	0.004	1.2	479.1	C-mount
S5LPJ2726	0.051	300	193	8.9 (1/1.8")	450-700	0.005	1.0	490.1	C-mount
S5LPJ2720	0.062	300	193	11.0 (2/3")	450-700	0.003	0.7	469.2	C-mount
S5LPJ2725	0.074	300	193	11.0 (2/3")	450-700	0.006	1.0	514.7	C-mount
S5LPJ2728	0.102	300	193	16.0 (1")	450-700	0.008	1.1	486.4	C-mount
S5LPJ2730	0.129	300	193	21.4 (1.25")	450-700	0.007	1.3	484.9	C-mount

## Kundenspezifische Lösungen

### Customized Solutions

Sill Optics bleibt dem Prinzip „Made in Germany“ treu und fertigt das gesamte Produktportfolio am Standort Wendelstein. Damit bieten wir unseren Kunden nicht nur hohe Qualität sondern vor allem Flexibilität, kurze Wege und individuellen Service. Für kundenspezifische Produkte – auch als Prototypen oder Kleinserien – sind wir oft erster Ansprechpartner. Unser Produktportfolio umfasst deshalb grundsätzlich mehr als der Katalog zeigt.

Eine Auswahl an Themen, für die wir gerne mit Ihnen zusammenarbeiten:

- Optikauslegung bei verkippter Objektebene (z.B. Scheimpflug-Prinzip)
- Abbildungsoptik für Laserprozesse (z.B. Prozessbeobachtung, Maskenabbildung, DMD-Abbildung)
- Individuelle Anpassung von Arbeitsabstand und Auflagemaß
- Telezentrische Objektiv im NIR/SWIR

Sill Optics keeps at the principle “Made in Germany” and manufactures almost all components and the whole product range at our location in Wendelstein. Thereby we offer a high quality next to flexibility, short distances and individual services. For customized products – also available as prototypes and short runs – we are first contact in many cases. Our product line-up covers always more than the catalog content.

A small choice of topics, we are looking forward to cooperate with you:

- Lens design for tilted object planes (e.g. Scheimpflug principle)
- Imaging lenses for laser processing (e.g. process observation, mask projection, DMD mapping, ...)
- Individual customization of working distance and flange back distance
- Telecentric lenses in the NIR and SWIR

Wir stehen Ihnen bei Fragen gerne zur Verfügung.  
We are pleased to answer your questions.



**Konrad Hentschel**  
Dipl. Physiker  
Leitung Entwicklung & Q.S.  
Research & Q.A. Manager  
Tel.: +49 (0) 91 29 90 23 - 16  
konrad.hentschel@silloptics.de



**Andreas Platz**  
M.Sc.  
Project Management  
Machine Vision  
Tel.: +49 (0) 91 29 90 23 - 18  
andreas.platz@silloptics.de



**Katharina Friedrich**  
M.Sc.  
Project Management  
Tel.: +49 (0) 91 29 90 23 - 87  
katharina.friedrich@silloptics.de



**Sill Optics GmbH & Co. KG**  
Johann-Höllfritsch-Str. 13  
90530 Wendelstein  
Germany  
Tel: +49 (0) 91 29 90 23 - 0  
Fax: +49 (0) 91 29 90 23 23  
info@silloptics.de  
silloptics.de