

**150**

million active users were playing the AR app Pokémon Go in May 2018.  
Millionen aktive Nutzer spielten im Mai 2018 die AR-App Pokémon Go.

# Real digital

By Thorsten Schönfeld

Augmented reality (AR) merges the physical world with the virtual world. This is just as fascinating as it is technically complex – especially with AR glasses, which are coming into fashion. Producers of these high-tech glasses are supported by LightTrans located in Jena, Germany. The company develops and sells physical optics software for modeling and simulation.

**Echt digital:** Augmented Reality (AR) lässt reale und virtuelle Welt miteinander verschmelzen. Das ist nicht weniger faszinierend als technisch aufwendig – speziell bei den immer beliebter werdenden AR-Brillen. Unterstützung erhalten Hersteller solcher Hightech-Brillen bei LightTrans in Jena. Das Unternehmen entwickelt und vertreibt eine spezielle Optiksoftware zur Modellierung und Simulation.



LET'S CREATE A NEW REALITY.  
[WWW.SCHOTT.COM/REALITY](http://WWW.SCHOTT.COM/REALITY)

GEMEINSAM ERLEBEN WIR EINE NEUE WELT.  
[WWW.SCHOTT.COM/REALITY](http://WWW.SCHOTT.COM/REALITY)

**EN** The question at hand is a deep one: How do we see the world? The fact that every individual perceives reality from a different angle has been hard enough for philosophers to ponder, but even from a purely technical perspective, AR presents physicists with enormous challenges. The fusion of the physical and virtual worlds is very complicated, especially when it comes to the trend of AR glasses. After all, viewing reality should stay unclouded while being enriched with additional virtual superimpositions. So how do you get the virtual image information in front of your eyes with clarity and sharpness, all while users of AR glasses continue to see the world clearly?

Answers can be found in Jena. The University City located in Thuringia, Germany, is regarded as the optics center for excellence, following the tradition of Carl Zeiss, Otto Schott and Ernst Abbe. SCHOTT is located here, with a glass production plant – as is LightTrans. The up-and-comer has developed VirtualLab Fusion software, which simulates and optimizes optical elements and systems using fast physical-optics calculation models.

Situated not far from Saale, southwest of downtown Jena, there is little to suggest from the outside that the office building houses the high art of physical optics. That impression changes as soon as the company owner opens the door. ►

**DE** Es geht um nicht weniger als die Frage: Wie sehen wir die Welt? Lässt diese bereits Philosophen ins Grübeln geraten, weil jedes Individuum die Realität aus einem anderen Blickwinkel wahrnimmt, stellt sie Physiker in Hinblick auf AR rein technisch betrachtet vor enorme Herausforderungen. Denn das Verschmelzen von realer und virtueller Welt gestaltet sich speziell bei den im Trend liegenden AR-Brillen hoch kompliziert. Schließlich soll der Blick für die Realität ungetrübt bleiben und darüber hinaus mit zusätzlichen virtuellen Einblendungen angereichert werden. Die Anforderung: Wie kommen die virtuellen Bildinformationen so ins Auge, dass dort ein klares, scharfes Bild entsteht, AR-Brillenträger aber gleichzeitig die reale Welt so ungetrübt wahrnehmen, wie sie ist?

## Software für die hohe Kunst der optischen Physik

Antworten darauf finden sich in Jena. Die Universitätsstadt in Thüringen gilt als das Optik-Zentrum schlechthin, steht sie doch in der Tradition von Carl Zeiss, Otto Schott und Ernst Abbe. Hier ist nicht nur SCHOTT mit einem Werk für die Glasproduktion angesiedelt, sondern auch LightTrans beheimatet. Das aufstrebende Unternehmen hat die Software VirtualLab Fusion entwickelt, die optische Elemente und Systeme mithilfe von schnellen Rechenmodellen der physikalischen Optik simuliert und optimiert.

Betrachtet man das Bürogebäude im Südwesten Jenas von außen deutet wenig darauf hin, dass hier die hohe Kunst der physikalischen Optik zur Anwendung kommt. ►



Professor Dr. Frank Wyrowski is President of LightTrans and Chair of the Applied Computational Optics Group at the University of Jena.

Professor Dr. Frank Wyrowski ist Präsident von LightTrans und Leiter der Applied Computational Optics Group an der Universität Jena.

F. Imberger

Even shaking hands speaks volumes: this man wants to make a difference. The glow in Frank Wyrowski's eyes as he discusses augmented reality confirms the first impression. Wyrowski is a physics professor. He heads the Applied Computational Optics Group within the Institute of Applied Physics at the Friedrich-Schiller University of Jena. He founded the LightTrans corporate group in 1999, consisting of three companies: LightTrans GmbH, LightTrans International UG and Wyrowski Photonics GmbH. The company now has about 30 employees – including physicists, mathematicians, and computer experts. “We see ourselves as trendsetters in electromagnetic modeling and design. Our VirtualLab Fusion software not only allows us to simulate light propagation in modern optical systems, but also combines various simulation models on a single platform,” explains Wyrowski. A unique selling point.

## Software for the fine art of optical physics

AR is booming. Two years ago, the smartphone game Pokémon Go triggered a global craze. Still today, around 60 million fans around the world hunt for virtual fantasy creatures every month. New worlds have long since opened up, and not only for gamers. Innovative applications using augmented reality are poised to drastically change our everyday lives. In the survey “Augmented Reality Monitor 2018”



Christian Hellmann, CEO of Wyrowski Photonics (left), tries out a pair of AR glasses together with SCHOTT Principal Scientist Dr. Frank-Thomas Lentz.

Christian Hellmann, CEO der Wyrowski Photonics (links), probiert zusammen mit SCHOTT Wissenschaftler Dr. Frank-Thomas Lentz eine AR-Brille aus.

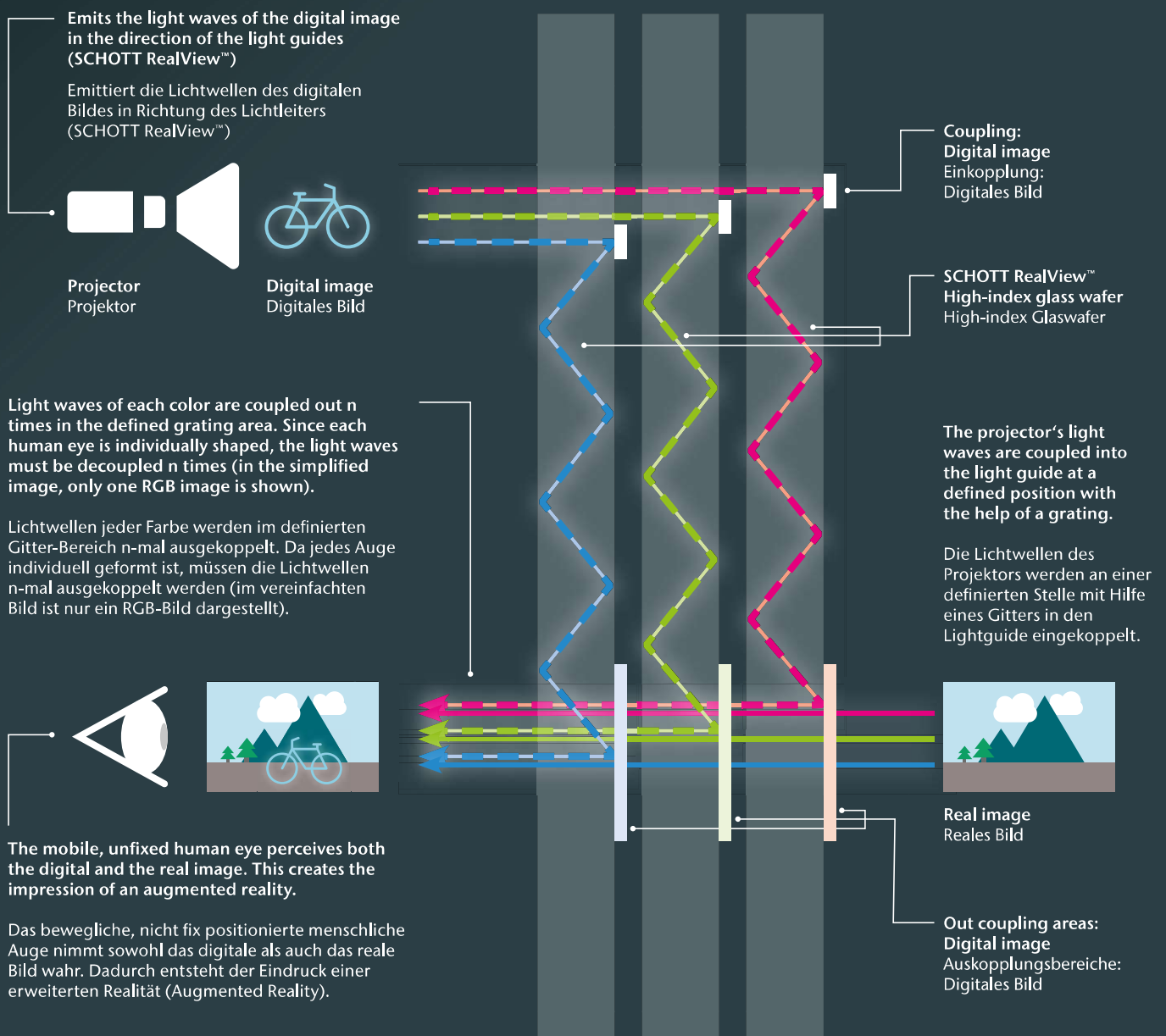
Der Eindruck ändert sich schlagartig, wenn der Hausherr die Tür öffnet. Schon beim Händeschütteln wird klar: Dieser Mann will etwas bewegen. Und das Leuchten in den Augen, wenn Frank Wyrowski über Augmented Reality spricht, unterstreicht diesen Eindruck. Wyrowski ist Physikprofessor. An der Friedrich-Schiller-Universität Jena leitet er innerhalb des Instituts für angewandte Physik die Applied Computational Optics Group. 1999 gründete er die LightTrans Unternehmensgruppe, die sich aus den Unternehmen LightTrans GmbH, LightTrans International UG und Wyrowski Photonics GmbH zusammensetzt. Die Unternehmensgruppe zählt mittlerweile rund 30 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – darunter Physiker, Mathematiker sowie Computerexperten. „Wir sehen uns als Trendsetter in elektromagnetischer Modellierung und Design. Mit unserer Software VirtualLab Fusion lässt sich nicht nur die Lichtausbreitung in modernen optischen Systemen simulieren, vielmehr vereint sie obendrein verschiedene Simula-

conducted by Splendid Research, more than half of those surveyed stated that they wanted to use AR in the future to support daily life. Sports fans have long been familiar with the superimposed line to signal the line of scrimmage in football or a controversial offside in soccer. It has also long since found its way into trade and industry. Fitters from thyssenkrupp, for example, use AR glasses for elevator maintenance that display information on the needed repairs – leaving both hands free to work in difficult conditions. Carmakers have global development teams collaborating on AR applications such as design objects. And much more will be possible in the future: from medical students learning on virtual human ▶

tionsmodelle auf einer Plattform“, erklärt Wyrowski. Ein Alleinstellungsmerkmal.

AR boomt. Große Begeisterung löste vor zwei Jahren das Smartphone-Spiel Pokémon Go aus. Noch heute machen sich weltweit jeden Monat rund 60 Millionen Fans auf die Jagd nach virtuellen Fantasiewesen. Neue Welten eröffnen sich aber inzwischen längst nicht nur für Spieler. Innovative Anwendungen rund um die sogenannte erweiterte Realität haben das Ziel, den Alltag der Menschen gravierend zu verändern. In der Umfrage „Augmented Reality Monitor 2018“ von Splendid Research haben mehr als die Hälfte der Befragten angegeben, AR künftig zur Unterstützung im Alltag ▶

## Light guide technology Die Lichtleiter-Technologie







bodies to live conversations with friends and coworkers from the other side of the world through photorealistic holograms. The market is changing. There is a reason technology giants like the big smartphone makers are investing in their own programming interfaces (APIs) and sensor technology for the simple implementation of AR content or, like Microsoft with its HoloLens, selling functional AR glasses. However, besides large companies, smaller companies without the resources in expertise or finances can also use LightTrans' software calculations to develop high-quality optical designs.

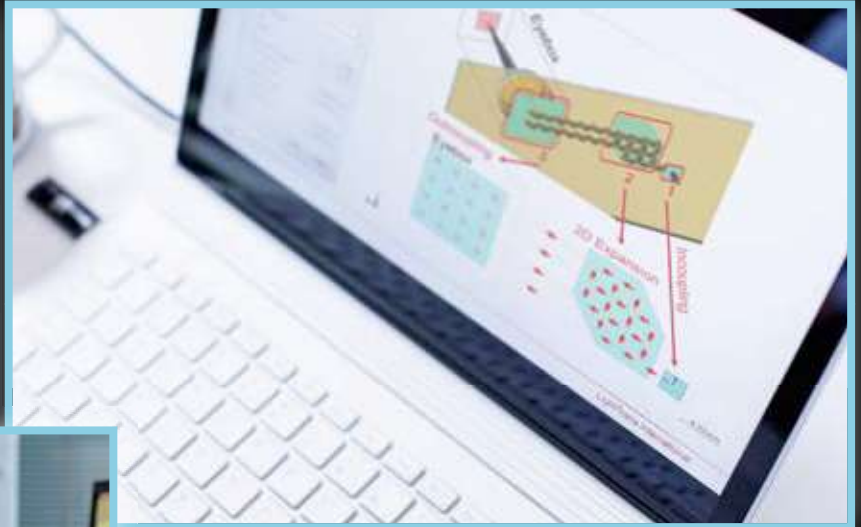
## The goal: a crisp, sharp image

This optical design is particularly difficult for glasses because projection and perception take place in a very confined space without the need for an additional screen to depict the physical and virtual worlds, as is the case with smartphones. "Defining specifications is extremely complicated. The question always arises as to what the brain processes. This still is not well understood," says Professor Wyrowski. He is standing in the LightTrans conference room, training a

nutzen zu wollen. Nicht zuletzt Fußballfans heute schon bekannt: die Einblendung einer Linie bei strittigen Abseitsentscheidungen. Auch in Handwerk und Industrie hat sie längst Einzug gehalten. So verwenden etwa Monteure von thyssenkrupp AR-Brillen bei der Wartung von Aufzügen, um sich darauf die benötigten Reparatur-Informationen anzeigen zu lassen – für die eigentliche Arbeit unter schwierigen Bedingungen haben sie dadurch beide Hände frei. Bei Automobilherstellern gibt es Entwicklungsteams, die über AR-Anwendungen weltweit verbunden gemeinsam beispielsweise an einem Designobjekt arbeiten. Und in Zukunft wird noch viel mehr möglich sein: von Medizinstudenten, die an virtuellen menschlichen Körpern lernen, hin zu Live-Gesprächen mit Kollegen oder Freunden vom anderen Ende der Welt, die als fotorealistic Hologramm im Raum erscheinen. In dem Markt steckt Bewegung. Nicht umsonst investieren Technologieriesen wie die großen Smartphone-Hersteller in eigene Programmier-Schnittstellen (APIs) und Sensorik zur einfachen Umsetzung von AR-Inhalten oder verkaufen wie Microsoft mit seiner HoloLens bereits funktionstüchtige AR-Brillen. Doch neben den großen können auch kleinere Firmen,

Dr. Site Zhang, Chief Technology Officer at LightTrans, oversees the product development and use cases.

Dr. Site Zhang, Chief Technology Officer bei LightTrans, betreut und entwickelt die Kundenanwendungen der Software.



gettyimages; F. Imberger

With VirtualLab Fusion software, a wide variety of optical systems can be modeled accurately and quickly.

Mit der Software VirtualLab Fusion lassen sich verschiedenste optische Systeme exakt und schnell modellieren.

die nicht über die Ressourcen verfügen – weder was Know-how noch Finanzen anbelangt – mithilfe der Berechnungen der Software von LightTrans ebenfalls qualitativ hochwertige optische Designs entwickeln.

Das genannte optische Design gestaltet sich bei Brillen besonders schwierig, weil Projektion und Wahrnehmung auf engstem Raum stattfinden und nicht wie beim Smartphone ein zusätzlicher Bildschirm zur Verfügung steht, der reale und virtuelle Welt abbildet.

laser pointer on a presentation slide projected on the wall that illustrates “plane waves” entering the eye – the path that light takes before it reaches the human retina as an image point. There are many methods for AR glasses to guide waves into the eye as optimally as possible for producing clear, sharp images. “Light guide technology (see infographics on page 17) is proving to be particularly promising for the future,” explains Wyrowski. For one, because there are already promising products on the market, and secondly because AR technology can be compactly designed.

Light guide technology typically uses three glass wafers, each one serving as a light guide for one color in the red-green-blue (RGB) color space. A light source, such as an LED projector, is then positioned on the side of the three wafers to couple the image information into the wafers. The wafers need a “grating” – a periodic nanostructure – to provide the light with the optimal path to the eye. The goal is to enlarge the angle of propagation to the point that it is always larger than the limit angle of the total internal reflection angle. Wyrowski compares this to looking at the surface of water: “If you look directly into a swimming pool from above, you ▶

## Ziel: ein klares, scharfes Bild

„Es ist extrem kompliziert, die Spezifikationen festzulegen. Es stellt sich immer die Frage, was das Gehirn verarbeitet. Das ist nach wie vor noch nicht ausreichend geklärt“, sagt Professor Wyrowski. Er steht mittlerweile im LightTrans-Besprechungsraum und deutet mit einem Laserpointer auf eine an die Wand projizierte Präsentationsfolie, die den Weg von sogenannten „ebenen Wellen“ ins Auge veranschaulicht – also den Weg, den das Licht nimmt, bevor es die menschliche Retina als Bildpunkt erreicht. Um die Wellen innerhalb von AR-Brillen möglichst optimal ins Auge zu leiten, so dass dort ein klares, scharfes Bild entstehen kann, gibt es mehrere unterschiedliche Verfahren.

„Die Lightguide-Technologie (siehe Infografik auf Seite 17) kristallisiert sich dabei als besonders zukunftssträchtig heraus“, erklärt Wyrowski. Zum einen, weil es bereits vielversprechende Produkte am Markt gebe, zum anderen lasse sich AR-Technik hiermit kompakt gestalten. ▶

**SCHOTT RealView™: Core benefits**

Vorteile von SCHOTT RealView™

**COMFORTABLE TO WEAR**

SCHOTT RealView™ glass wafers are light, thin and strong.

**ANGENEHM ZU TRAGEN**

SCHOTT RealView™ Glaswafer sind leicht, dünn und bruchfest.

**BRILLIANT IMAGES**

SCHOTT RealView™ glass wafers give AR device manufacturers the first opportunity to expand the field of view (FoV) almost to the limit of human peripheral vision.

**BRILLANTE BILDER**

SCHOTT RealView™ Glaswafer bieten AR-Geräteherstellern erstmals die Möglichkeit, das Sichtfeld nahezu bis an die Grenzen des menschlichen peripheren Sehens zu erweitern.

can see to the bottom of the pool. If, on the other hand, you dive into the pool on a sunny day and look along the surface, you see a lot of strong light reflections there.” It is also important to cover as large a field of view (FoV) as possible when guiding waves, while also considering different eye positions or distances through large eye boxes. The information to cover several fields of view must be guided through the light guides and then coupled out by gratings again to provide it to the human eye – ideally in the most uniform way possible. “Since this is taking place on a nanoscale in the grating structure, our software modeling must be based on physical optics. We are operating on a very high level of modeling including all relevant physical-optics effects. We can do this quickly and extremely accurately,” says Wyrowski.

SCHOTT also relies on LightTrans’ expertise. A joint project is currently underway in which the two partners are investigating how glass wafers for AR applications can be further improved. Today already, SCHOTT RealView™ high-index glass wafers attain an unprecedented level of sharpness, field of view and weight. The coated wafers are made of

**RAZOR-SHARP**

SCHOTT RealView™ glass wafers are setting standards in flatness and roughness, for projection in best resolution.

**GESTOCHEN SCHARF**

SCHOTT produziert quasi perfekt ebene Wafer mit einer bis aufs Atom präzisen Oberflächenrauigkeit für eine Projektion in bester Auflösung.

Bei der Lightguide-Technologie kommen typischerweise drei Glaswafer zum Einsatz, wobei jeder Wafer als Lichtleiter für eine Farbe im Rot-Grün-Blau-Farbraum (RGB) dient. Seitlich an den drei Wafern ist eine Lichtquelle, beispielsweise ein LED-Projektor, positioniert, der die Bildinformationen in die Wafer einkoppelt. Um dem Licht den optimalen Weg zum Auge vorzugeben, benötigt man auf den Wafern ein „Gitter“ – eine periodische Nanostruktur –, durch das der entsprechende Ausbreitungswinkel erzeugt wird. Das Ziel sei dabei, diesen so groß zu gestalten, dass er immer größer als der Grenzwinkel des sogenannten internen Totalreflexionswinkels ist. Wyrowski vergleicht das mit dem Blick auf eine Wasseroberfläche: „Wenn man direkt von oben in ein Schwimmbecken schaut, kann man bis auf den Grund sehen. Taucht man hingegen an einem sonnigen Tag im Wasser und schaut in Richtung Wasseroberfläche, erkennt man starke Spiegelungen an der Oberfläche.“ Außerdem ist es von höchster Wichtigkeit, beim Leiten der Wellen ein möglichst großes Gesichtsfeld (Field of View, auch FoV) abzudecken sowie gleichzeitig unterschiedliche Augen-Positionen und -Abstände durch große Austrittspupillen (eye boxes) zu berücksichtigen. Eine Vielzahl von Informationen zur Darstellung verschiedener Gesichtsfelder muss zuverlässig durch den Lichtleiter geführt und an definierten Stellen durch Auskopplungs-Gitter in





The development and production centers in Germany, Switzerland and China are well prepared to deliver SCHOTT RealView™ glass wafers in high quality and large quantities.

Die Entwicklungs- und Produktionszentren in Deutschland, der Schweiz und China sind bestens darauf vorbereitet, die SCHOTT RealView™ Glaswafer in hoher Qualität und in großen Stückzahlen zu liefern.

“Our glass wafers are the connectors of digital and physical worlds.”

„Unsere Glaswafer sind das Verbindungsstück zwischen digitaler und realer Welt.“

**Dr. Rüdiger Sprengard, Head of Augmented Reality  
SCHOTT Advanced Optics**

optical glass with a high refractive index – they enable refractive indices of over 1.9. This allows them to significantly increase the field of view in AR devices. For the first time, producers can extend the field of view nearly to the limits of human peripheral vision. Up to now, fade-ins were only possible in very small areas. The high geometric precision of the glass surface, accurate down to the atom, allows an image quality in terms of contrast and resolution that has not been thought possible until now. SCHOTT RealView™ wafers double the total reflection angle of conventional glass wafers.

Results like these could not be achieved without LightTrans' precise optical modeling. Close cooperation between the two companies will help us to see the world with completely different eyes in the future. ■

Richtung Auge geleitet werden – im Idealfall so gleichmäßig wie möglich. „Da wir uns bei Gitter-Strukturen im Nanobereich bewegen, setzen wir bei unseren Software-Modellierungen auf die physikalische Optik. Wir bewegen uns auf einem sehr hohen Modellierungs-Niveau, das alle relevanten Effekte der physikalischen Optik berücksichtigt. Wir tun das schnell und extrem genau“, betont Wyrowski.

Auch SCHOTT setzt auf die Expertise von LightTrans. Aktuell läuft ein gemeinsames Projekt, in dem die beiden Partner gemeinsam prüfen, wie sich Glaswafer für den AR-Einsatz weiter verbessern lassen. SCHOTT RealView™ High-Index-Glaswafer erreichen ein bislang unerreichtes Niveau, was Schärfe, Sichtfeld und Gewicht angeht. Die beschichteten Wafer werden aus optischem Glas mit einem hohen Brechungsindex hergestellt – Brechungsindizes jenseits 1,9 sind möglich. Dadurch können sie das Sichtfeld in den AR-Geräten erheblich vergrößern. Hersteller haben so erstmals die Möglichkeit, das Gesichtsfeld nahezu bis an die Grenzen des menschlichen peripheren Sehens zu erweitern. Bisher waren die Einblendungen nur in sehr kleinen Bereichen möglich. Die hohe geometrische und bis aufs Atom exakte Präzision der Glasoberfläche erlaubt eine bisher nicht für möglich gehaltene Bildqualität in Bezug auf Kontrast und Auflösung. Im Vergleich zu herkömmlichen Glaswafern verdoppeln SCHOTT RealView™ Wafer den Totalreflexionswinkel.

Ohne die exakte optische Modellierung durch LightTrans ließen sich solche Ergebnisse nicht erzielen. Die enge Zusammenarbeit der beiden Unternehmen trägt dazu bei, dass wir die Welt künftig mit ganz anderen Augen sehen. ■

More information / Weitere Infos  
[www.schott.com/realview](http://www.schott.com/realview)  
[www.schott.com/reality](http://www.schott.com/reality)  
[www.schott.com/AR](http://www.schott.com/AR)



Contact  
Kontakt  
[ruediger.sprengard@schott.com](mailto:ruediger.sprengard@schott.com)

