



# DMEK Step-by-Step Anleitung

Fachinformation für Ärzte

## Auf dem Weg zum Goldstandard

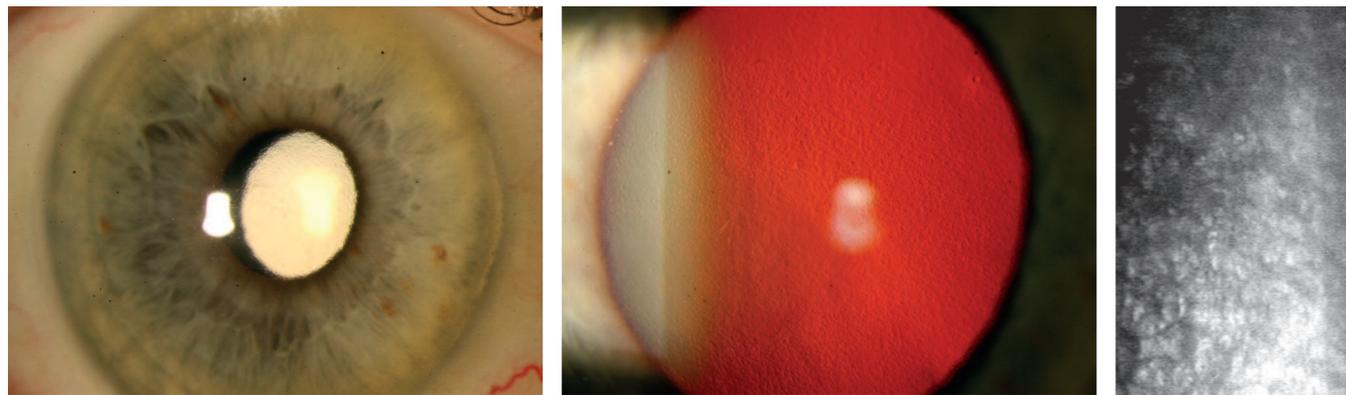
Erkrankungen des Hornhautendothels wie die Fuchs'sche Endotheldystrophie oder die Endotheldekompensation nach vorangegangener intraokularer Chirurgie gehören zu den häufigsten Indikationen für eine Hornhauttransplantation. In den letzten Jahren wurden neben der durchgreifenden Keratoplastik zunehmend die posterior lamellierenden Verfahren populär, da die Visusrehabilitation wesentlich schneller und besser, die postoperative Nachsorge einfacher und die Abstoßungsgefahr geringer sind. Insbesondere die DMEK (Descemetmembran Endotheliale Keratoplastik) scheint sich inzwischen als Standardverfahren durchzusetzen.

Seit vielen Jahren schon besteht Konsens darüber, dass die isolierte Transplantation von Endothelzellen auf dem natürlichen Trägermedium der Descemetmembran prinzipiell ein sinnvoller Ansatz ist und dies die geringste optisch störende Grenzflächenbildung bewirken würde. Es waren eher die damaligen technischen Unzulänglichkeiten, diese delikate Struktur mit

nur 8–10 µm Dicke ohne chirurgisch induzierten Endothelschaden zu transplantieren und zu fixieren, die einen Durchbruch verhinderten (Abb. 1).

Es ist Gerrit Melles' großer Verdienst erstmals 2002 eine gangbare Technik beschrieben zu haben [1]. Dennoch dauerte es noch 10 Jahre, bis erstmals ein No-touch Injektorsystem entwickelt und kommerziell verfügbar wurde, welches die DMEK-Implantation zu einer einfachen, nur wenige Minuten dauernden Clear Cornea Technik wandelte [2]. Seither gewinnt die DMEK weltweit rasch an Bedeutung.

Im Folgenden beschreiben wir die einzelnen Schritte zur Präparation und Implantation mit dem Clear Cornea DMEK Injektorsystem.



**Abb. 1** Fuchs'sche Endotheldystrophie mit typisch gehämmertem Reflex im Spaltlampenbild (links) und im regredienten Licht (Mitte) sowie aufgehobener ausgeprägter Polymorphismus in der Endothelzellmikroskopie (rechts).

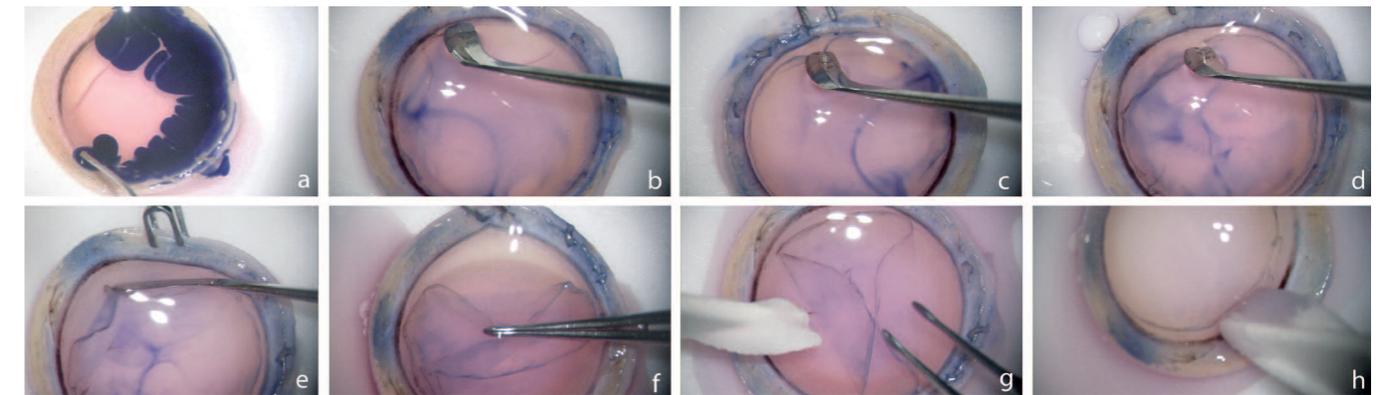
## Operationstechnik

### Präparation der Lamelle nach Melles

Beschrieben sind unter anderem die mechanische Präparation mit einem Hockeymesser, die Ablösung mit Luft oder BSS sowie verschiedene Viscotechniken [3]. Obwohl die mechanische Präparation die zeitlich aufwendigste ist, stellt sie immer noch die Standardmethode dar.

Zunächst erfolgt eine Anfärbung des Trabekelmaschenwerkes möglichst isoliert, um einen toxischen Effekt auf das Endothel zu vermeiden. Anschließend erfolgt im Medium-gefüllten Corneasklerascheibchen die Präparation mit einem speziellen Hockeymesser, welches Bestandteil des Geuderinjektorsystems ist (DMEK-Kartusche, Geuder AG, Heidelberg). Grundlage aller Präparationstechniken ist es, eine mechanische Manipulation nur am peripheren Rand außerhalb des zu transplantierenden Areals (z. B. 8,25 mm Durchmesser) durchzuführen, um jedweden Endothelschaden des zu transplantierenden Materials zu vermeiden (Abb. 2a). Es ist wichtig mit der Präparation genau

im Trabekelmaschenwerk zu beginnen, um eine Fehlpräparation in das Stroma hinein zu vermeiden. Zunächst wird das Trabekelmaschenwerk scharf eingeschnitten und dann stumpf mit dem speziellen Hockeymesser nach zentral präpariert (Abb. 2 b–d). Es ist wichtig zu berücksichtigen, dass im Bereich der Schwalbelinie und ca. 2,0 mm zentral davon eine recht starke Verwachsung zwischen der Descemetmembran und dem darunter liegenden Stroma besteht, welches nur durch ein mechanisches Abschaben überwunden werden kann. Erst zentral von dieser Übergangszone ist die Descemetmembran wesentlich leichter zu lösen und kann dann mit einer Pinzette weiter abgezogen werden (Abb. 2 e–g). Diese Schnabelpinzette (Geuder-DMEK-Set) ist besonders breit und erlaubt eine Präparation ohne Einrisse der Descemet. Ist die Descemetmembran vollständig abgezogen, wird sie an die gleiche Stelle wieder angelegt und die Sub-Descemetflüssigkeit mit einem Keiltupfer abgetrocknet.



**Abb. 2** Präparationsschritte mit Scraping-Technik

### Präparation der Lamelle mit Sulzbacher

#### Liquid Bubble Technik

Alternativ ist die Präparation mit der neuen Liquid-bubble Technik wesentlich einfacher und erlaubt gleichzeitig das selektive Anfärben nur der stromalen Seite der Descemet. Somit kommen die Endothelzellen nicht in Kontakt mit dem Farbstoff, was sich positiv auf die Vitalität auswirken kann.

Dazu wird an der Irisbasis mit einem Parazentesemesser bis in den Schlemm'schen Kanal scharf präpariert. Anschließend erfolgt das weitere Vordringen mit einem stumpfen Spatel bis ca. 2 mm zentral der Schwalbe Linie. Mit einer Sautterkanüle kann der Farbstoff direkt in den Sub-Descemetraum injiziert werden. Dies ermöglicht das sichere Ablösen der Descemet bei gleichzeitiger Anfärbung (Abb. 3).

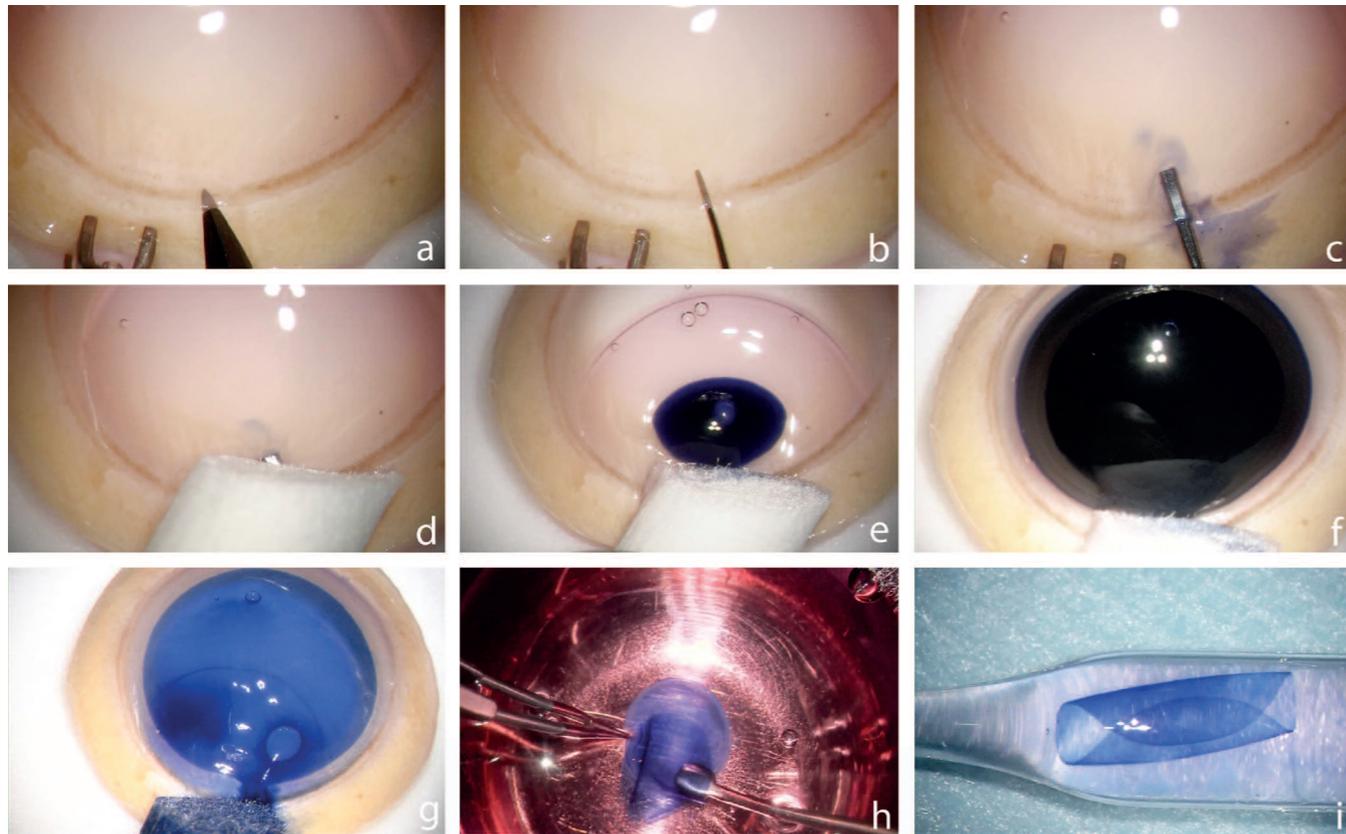


Abb. 3 Präparationsschritte mit der neuen Liquid-Bubble Technik [5]

### Trepanation

Das Corneaskleralscheibchen mit der vorgelösten Descemetmembran wird auf einen Trepanationsblock überführt und mit einem Trepan zentriert ausgestanzt. Die Trepanationsgröße liegt in der Augenklinik Sulzbach bei 8,2 mm, denkbar sind aber Trepanationsgrößen von 8–9,5 mm. Die trepanierte Hornhaut wird in eine Schale mit Medium überführt (Abb. 3g). Obwohl die Hornhaut initial gelöst war, bestehen dennoch, insbesondere im Randbereich der Stanzung, deutliche Adhäsionen, die wieder gelöst werden müssen. Dies erfolgt in einer No-touch Technik mit dem abgeflachten Olivenspatel (Geuder-Set), indem die Descemetmembran von der unteren stromalen Seite unterfahren und abgelöst wird, ohne Kontakt mit den darüber liegenden Endothelzellen zu haben (Abb. 3g).

### Beladen der Kartusche

Nach Anfärben mit Trypanblau erfolgt das Beladen der DMEK-Kartusche. Hierzu wird die Descemetmembran über die hintere

größere Öffnung der DMEK-Kartusche abgesaugt. Die Descemetmembran rollt sich grundsätzlich mit dem Endothel nach außen auf und hat idealerweise die Konfiguration einer doppelt gefalteten Rolle, die in der Glaskartusche gut kontrolliert werden kann (Abb. 3i). Die Präparation kann bereits einige Zeit vor der Implantation am Patienten durchgeführt werden.

### Vorbereiten des Empfängerauges

Die Vorbereitung am Empfängerauge beginnt mit der Descemetorhexis, welche in der möglichst exakt gleichen Größe wie die zu transplantierende Spenderlamelle präpariert werden sollte (8,2 mm). Hierzu stehen verschiedene gebogene Häkchen oder eine Descemetorhexis-Pinzette zur Verfügung (Abb. 4a–c, Geuder-Set). Eine basale Iridektomie ist nicht zwingend notwendig, verhindert jedoch sicher einen Pupillarblock, welcher sich durch die Lufttamponade der Vorderkammer innerhalb von wenigen Stunden ausbilden kann (Abb. 4d).

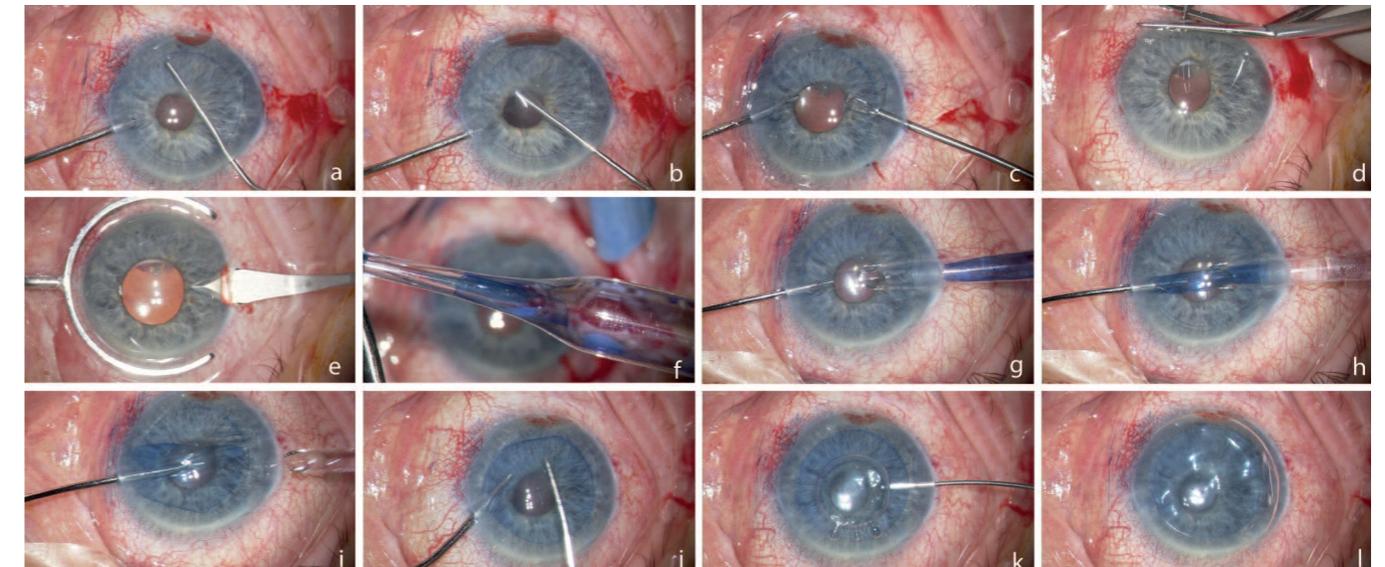


Abb. 4 Implantation mit Sulzbacher Mikroinjektorkartusche

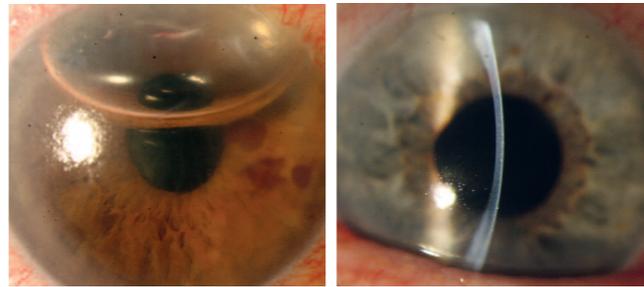
### Implantation

Anschließend erfolgt die Clear Cornea Implantation (Abb. 4e) über einen 2.4 mm Zugang. Hierzu wird die Descemetlamelle innerhalb der Kartusche etwas vorgespült, bis sie im Implantationskanal zu liegen kommt (Abb. 4f). Bei der Clear Cornea Implantation ist es wichtig die Descemetmembran von der gegenüberliegenden Seite mit einem Instrument „abzuholen“. Eine ausreichende, insgesamt jedoch niedrige Tonisierung kann idealerweise mit einem speziellen Irrigationshandstück (Geuder-Set) erreicht werden (Abb. 4g–h). Während des kontrollierten Injektionsvorganges der Descemetmembran wird das Irrigationshandstück in das Innere der Descemetrolle eingeführt und diese so stabilisiert, um beim Herausziehen der Kartusche einen Prolaps aus der Tunnelöffnung zu vermeiden (Abb. 4i).

Mit geeignetem Irrigationsdruck wird eine moderate Abflachung der Vorderkammer erreicht und hierunter bimanuell die Lamelle ausgerichtet. Die Endothelzellen liegen nach unten zur Iris gerichtet, entsprechend darf die Manipulation der Descemetmembran ausschließlich von oben von der Descemetseite erfolgen (Abb. 4j). Eine bereits initial perfekte Zentrierung ist nur in seltenen Fällen möglich. Hier hilft eine temporäre Stabilisierung mit einer kleinen Luftblase. Mit dieser Luftstabilisierung kann die Descemetmembran in den Randbereichen durch externe Massage auf der Cornea ausgestrichen werden (Abb. 4k). Erst wenn die Descemetlamelle ideal zentriert ist und die Ränder der Descemet sich faltenfrei ausgebreitet haben, erfolgt die vollständige Luftfüllung der Vorderkammer. Dies gewährleistet eine Stabilisierung der Descemetmembran für 48–72 Stunden.

### Postoperativer Verlauf

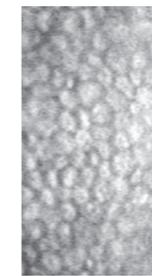
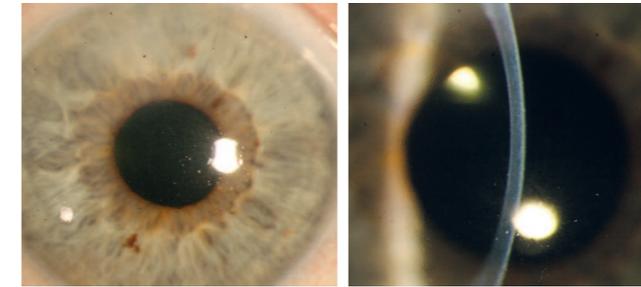
Es besteht kein Konsens über die Bedeutung der Rückenlagerung. In günstig verlaufenden Fällen mit vitalen Endothelzellen erfolgt bereits nach wenigen Minuten eine Adhäsion. In der klinischen Routine kann es dennoch sinnvoll sein, den Patienten



**Abb. 5** Frühpostoperativer Befund. Links: 3. postoperativer Tag mit intracameraler Luftblase. Rechts: Spaltlampenbefund nach 5 Tagen mit typischem Aufklaren und Verdünnen der Hornhaut immer von zentral nach peripher. Gut sichtbar innerhalb der ersten Woche nach DMEK.

ten bis zum nächsten Morgen nach der Operation eine Rückenlage einhalten zu lassen. Dies ist aber nur möglich, wenn vorher eine inferiore Iridektomie zur Vermeidung eines Pupillarblocks angelegt wurde. Ca. 4 Stunden nach der Operation erfolgt eine erste Augendruckkontrolle. Ab dem ersten postoperativen Tag erfolgt die Nachsorge mit einem topischen Antibiotikum sowie einer topischen Steroidgabe, beides in nicht konservierter Form.

Bereits am nächsten Morgen zeigt sich, obwohl noch ca. die Hälfte der Vorderkammer mit Luft gefüllt ist, eine immer von zentral beginnende Aufklärung und signifikante Verdünnung der Hornhaut. Spätestens nach 48 Stunden lässt sich feststellen, ob das Transplantat seine Funktion aufgenommen hat. Bei gutem Verlauf ist eine volle Visusrehabilitation innerhalb einer Woche zu erwarten (Abb. 5+6). Zur Vermeidung einer Transplantatabstoßung sollte eine niedrig dosierte topische Steroidgabe (1x Dexamethason AT) über mindestens ein Jahr erfolgen.



**Abb. 6** Guter postoperativer Befund 3 Wochen nach DMEK mit Visusanstieg auf 0.8 im Auflicht (oben links) und mit feinem Spalt (oben rechts). Intaktes hexagonales Endothelzellmuster in der Endothelzellmikroskopie (unten links).

### Komplikative Situationen

Das Risiko eines Pupillarblocks ist oben beschrieben und lässt sich am sichersten durch Anlegen einer inferioren Iridektomie vermeiden. Bei Auftreten einer postoperativen Teilablösung der Descemetlamelle kann ein Re-Bubbling erfolgen. Die Re-Bubbling-Rate hat sich aber innerhalb der letzten 9 Jahre in der Augenklinik Sulzbach von damals 35% auf inzwischen unter 5% reduziert. Hauptgründe für ein Versagen oder Wiederablösen der Lamelle (Abb. 7) sind zum einen eine primäre Endotheldekompensation des Spenderendothels (bei starker mechanischer Manipulation während der Implantation) sowie eine inverse Lage der Descemet. Tatsächlich ist die Orientierung der Lamelle (Endothel nach unten) intraoperativ nicht immer ganz eindeutig. Sollte intraoperativ eine Lamelle gedreht werden müssen, ist dies am besten mit einer Fliptechnik unter Verwendung der beiden mitgelieferten Irrigationshandstücke möglich (Geuder DMEK Set).



**Abb. 7** Spaltlampenmikroskopisch sichtbare Ablösung der Descemetlamelle 5 Tage nach DMEK und Visusabfall mit Auflicht (links) und mit feinem Spalt (rechts). Richtungsweisend sind bereits das gerötete Auge und das subjektive Fremdkörpergefühl des Patienten.

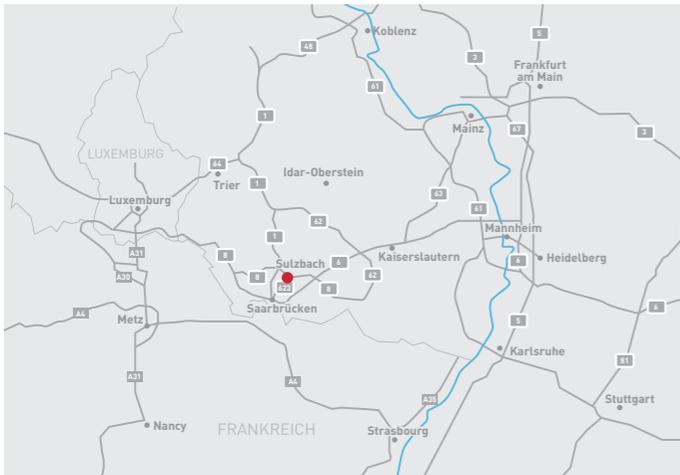
### Zukunftsperspektiven

Die hier vorgestellte Technik unter Verwendung des Clear Cornea DMEK-Injektorsystems hat die Operation zu einem komplikationsarmen und rasch durchführbaren Eingriff gewandelt. Patienten mit Guttata oder Endotheldekompensation erreichen eine rasche Visusrehabilitation innerhalb von wenigen Tagen. Ab Herbst 2016 werden Preloaded Descemetmembranen aus unserer zertifizierten Reinraum-Gewebebank Sulzbach verfügbar sein. Dies wird auch ambulanten Vorderabschnitt-Operateuren erlauben, problemlos eine DMEK durchzuführen, da das Risiko einer Fehlpräparation wegfallen wird.

### Literaturverzeichnis

- Melles GR, Lander F, Rietveld FJ. Transplantation of Descemet's membrane carrying viable endothelium through a small scleral incision. *Cornea* 2002; 21:415-418
- Szurman P. Internationales Patent zum Descemetmembran-Mikroinjektorsystem: Vorrichtung zum Bereitstellen und Einbringen eines Descemetmembran-Transplantats in den lebenden Körper über eine Injektorkartusche. Internationales Patent 2012 (WO 2012/065602 A2) und Deutsches Patent 2012 (DE 10 2010 051 458.6).
- Yoeuruk E, Bayyoud T, Hofmann J, Bartz-Schmidt KU, Szurman P. Comparison of pneumatic dissection and forceps dissection in Descemet membrane endothelial keratoplasty. *Cornea*. 2012; 31(8):920-5
- Opitz N, Januschowski K, Szurman P. DMEK Step by Step. *Ophthalmolog N* 2015
- Szurman P, Januschowski K, Rickmann A, Opitz N. Novel liquid-bubble dissection technique for DMEK lenticular preparation, *Graefes Arch Clin Exp Ophthalmol* 2016; in press

# Anfahrt



## Augenlinik Sulzbach

### An der Klinik 10, 66280 Sulzbach

**Bahn:** Mit dem ICE von Karlsruhe in Richtung Paris mit Umsteigen in Saarbrücken Hbf. Von dort aus Direktverbindung nach Sulzbach Bahnhof mit direkten Verbindungen aus/nach Saarbrücken/Trier sowie Neunkirchen/Kaiserslautern.

**Bus:** Bitte wählen Sie die Saartallinien 103, 104 aus Richtung Friedrichsthal und Spiesen-Elversberg sowie aus Klarenthal über Saarbrücken (Haltestellen: Johanneskirche/Rathaus) kommend.

**PKW:** Über die A8 aus Richtung Neunkirchen oder Saarlouis kommend: Am Autobahndreieck Friedrichsthal wechseln Sie auf die A 623, an der Abfahrt 3 (Sulzbach, Quierschied) fahren Sie ab und folgen der Ausschilderung Sulzbach. Aus Saarbrücken über die A 623 kommend wählen Sie die Abfahrt 3 (Sulzbach, Quierschied) und folgen der Beschilderung Sulzbach.

**Flugzeug:** Vom Flughafen Saarbrücken-Ensheim ([www.flughafen-saarbruecken.de](http://www.flughafen-saarbruecken.de)) erreichen Sie die Klinik mit dem PKW in 16 Minuten: Der Balthasar-Goldstein-Straße folgen Sie bis zur L108 (500 m) und fahren auf der L126 bis „An der Klinik“ in Sulzbach/Saar weiter (13,8 km). Mit der Buslinie R 10 erreichen Sie den Hauptbahnhof Saarbrücken (27 Minuten) und nehmen danach die Regionalbahn bis Bahnhof Sulzbach. Alternativ stehen Taxis oder der Airport Shuttle Transfer bereit. Fahrplanauskunft: [www.saarfahrplan.de](http://www.saarfahrplan.de)