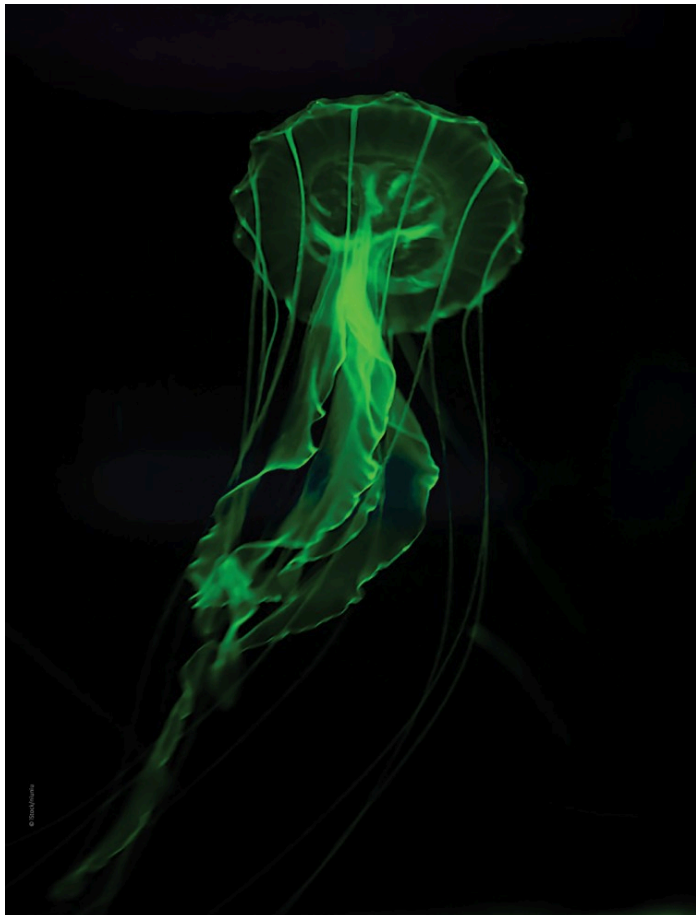


01.06.2026 **Fachübergreifend**

Fluoreszenztechnologie

Benjamin Babic, Kai Nowak, Gregor A. Stavrou, Hans Fuchs



Der Berufsverband deutscher Chirurgie (BDC) hat die Schirmherrschaft des ersten **iSPIES Regional Imaging Summit** (07.-08.10.2025) in Frankfurt am Main übernommen. Die Veranstaltung setzte sich mit dem praktischen Einsatz der Fluoreszenztechnologie, insbesondere mit Indocyaningrün (ICG), auseinander. Im Folgenden werden Erfahrungen und aktuelle Erkenntnisse für die einzelnen Organabschnitte näher beleuchtet.

ICG Fluoreszenz Allgemein

Nachdem die intraoperative Fluoreszenzbildgebung in den 90er-Jahren des letzten Jahrhunderts in verschiedenen Gebieten eingeführt wurde, hat sich diese erst in den letzten Jahren in Form der ICG Fluoreszenz zu einem wichtigen Baustein in mehreren Feldern der diagnostischen und interventionellen Chirurgie entwickelt [Nowak K: Visceral Med 2021]. Neben der Fluoreszenztechnologie mit dem am häufigsten verwendeten Farbstoff Indocyaningrün

(ICG) eröffnen sich zukünftig breite Anwendungsfelder mit gegebenenfalls auch gewebespezifischen bzw. tumorspezifischen Farbstoffen.

In der Viszeralchirurgie ist die häufigste Anwendung der Fluoreszenz Bildgebung mit ICG im Bereich der Gewebepfusion vor oder nach Fertigstellung einer Anastomose im Bereich der kolorektalen und der Ösophaguschirurgie. Weiterhin kann die Fluoreszenzbildgebung wichtige Hilfestellung leisten im Bereich der Identifikation von Gallewegen und Galleleckagen, der Detektion von Metastasen und der Sentinelnode Detektion.

ICG

Hinsichtlich der physikalischen/optometrischen und chemischen Beschaffenheit von ICG ist die Datenlage für die klinische Anwendung (und experimentelle Anwendung) inkonsistent. In den meisten Studien wird ICG in destilliertem

Wasser aufgelöst und intravenös verabreicht. Jedoch empfehlen oftmals Informationen zur genauen Dosierung, der Art der Applikation (Bolus oder fraktioniert), und den Zeitpunkt zudem die Flasche mit ICG geöffnet wurde (ICG degradiert über den Zeitraum) [Mindt et al]. Für die intravenöse Anwendung beträgt die Halbwertszeit im Plasma von ICG ca. 2,4 Minuten. Die Substanz wird dann über die Leber metabolisiert und in der Galle ausgeschieden, was zu einem verlängerten Fluoreszenzeffekt bei Patienten mit limitierter Leberfunktion führt [Ott P 1998].

Kolorektalchirurgie

Bei der Mesenterialischämie hat sich die Anwendung von ICG als hilfreich erwiesen. Es ergaben sich Entscheidungshilfen für/gegen eine Resektion, der Revaskularisierung bzw. second look [KArampinis et al.].

Zu einer Anastomoseninsuffizienz tragen viele Faktoren, neben der Durchblutung des Anstomosenbereichs, bei. Daher ist die isolierte Betrachtung der Perfusion bzw. ICG Perfusion allein als Faktor sicherlich nicht unproblematisch. Im Bereich der Kolorektalchirurgie gibt es die größte Anzahl an Studien zur ICG Perfusion und Anastomosenheilung. Bis heute wurde die Studienlage durch mehrere systematische Reviews und Metaanalysen aus den Daten der Studien zum Einfluss der ICG Fluoreszenz bei kolorektalen Anastomosen gesammelt und ausgewertet. Hierbei wurden mitunter Tumorresektionen und linksseitige Kolonresektionen bzw. Rektumresektionen gesondert analysiert. In den Analysen gibt es mittlerweile eine steigende Anzahl höherwertiger Studien und bisher neun prospektiv randomisierte Studien.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass alle Studien und Metaanalysen eine exzellente Machbarkeit der ICG Fluoreszenz mit 100 % bei einem Zeitbedarf unter vier Minuten, sowie eine Reduktion der Typ A und B Anastomoseninsuffizienzen zeigten. In einem Konsensuspapier der EAES wurde die Anwendung von ICG zur Reduktion der Anastomoseninsuffizienz bei Kolonresektionen klar empfohlen.

Leberchirurgie

Im Bereich der minimal invasiven Leberchirurgie gibt es immer mehr sinnvolle Anwendungen für die ICG Fluoreszenz. Diese haben sich zuerst in asiatischen Zentren verbreitet, sind aber mittlerweile in der täglichen Routine auch in Deutschland vertreten.

Grundsätzlich war der erste Einsatz für die ICG Bildgebung für die Markierung anatomischer Landmarken vorgesehen, hierzu zählt vorwiegend die positive und negative Staining Technik. Diese ist von der von Makuuchi ursprünglich propagierten Methylenblau staining -Technik abgeleitet.

Vereinfacht gesagt wird zunächst der portale Zufluss eines Segmentes kontrolliert und dann über die intravenöse ICG-Gabe das zu resezierende Segment (Positive Staining) oder die Restleber (Negative Staining) in ihrer individuellen Anatomie markiert und so das Resektionsausmass definiert. So gelingt zum Beispiel auch bei größeren anatomischen Resektionen eine gute Markierung der Transsektionslinie.

Da das größte Problem der minimalinvasiven Leberchirurgie das Fehlen der taktilen Rückmeldung ist, kann mit Systemen der neuesten Generation, bei denen dauerhaft im ICG modus gearbeitet werden kann, auch ein intraparenchymales Tumortracking während der Resektion erfolgen. Dies wird durch die Speicherung von ICG im Tumorgewebe (und peritumoral) bei einer Gabe vor der OP erreicht. Dies ist vermutlich die vielversprechendste Anwendung. Auch die Perfusionskontrolle post-Resektion und die Detektion von Galleleckagen sind mit ICG möglich.

Im Rahmen der Gallenblasenchirurgie verspricht die ICG-Cholangiographie einen deutlichen Benefit für die Erhöhung der Sicherheit bei der Operation (insbesondere bei der akuten Cholecystitis) genauso wie für die schnellere Lernkurve der Auszubildenden Chirurgen.

Auf dem iSpies Meeting konnte im gemeinsamen Austausch mit Faculty und Teilnehmern durch lebhaftes Diskussions diese Thematik erörtert werden, anhand von praktischen Beispielen und Videobeiträgen vertieft werden und eine weitere Verbreitung der noch neuen Technik ermöglicht werden. Dabei wurden auch praktische Dinge wie Dosis, Zeitpunkt der Gabe und technische Optimierung für beste Ergebnisse geteilt und diskutiert.

Ösophagus-/Magenchirurgie

Die Fluoreszenzbildgebung wird in der oberen gastrointestinalen Chirurgie breit eingesetzt. Die sichere Nutzung ist durch mehrere Studien belegt [EAES Consensus, Cassinotti et al.]. Es wird insbesondere der intraoperativen Entscheidungsfindung in Echtzeit eingesetzt. Durch die Bindung an Plasmaproteine und die damit verbundene Fluoreszenz unter Nahinfrarotlicht ermöglicht ICG die Visualisierung von Strukturen (wie Gallengängen, Gefäßen und Lymphknoten), die sonst schwerer zu identifizieren wären.

In der Ösophaguschirurgie wird sie insbesondere für die Beurteilung der Gefäßdurchblutung des zur Rekonstruktion verwendeten Magenschlauchs benutzt. Hierbei kann sie helfen, schlecht durchblutete Bereiche zu identifizieren, um Anastomoseninsuffizienzen zu reduzieren. Über die intraoperative Gefäßdarstellung in Echtzeit, wird die Durchblutung auch bei der ischämischen Konditionierung [ISCON, Schiffmann et al.].

Zusätzlich wird es bei der Darstellung des Ductus thoracicus genutzt. Die intralymphatische Injektion (z. B. auch im Mesenterium des Dünndarms) von ICG während der Ivor-Lewis-Ösophagektomie ermöglicht die präzise Visualisierung des Ductus thoracicus, was eine sichere Ligatur erleichtert und das Risiko eines Chylothorax verringern kann. Im Bereich des Lymphknotenmapping ist der Effekt bisher nicht von onkologischer Relevanz. Insgesamt ist eine gute Darstellung der Lymphknoten möglich. Durch peritumorale Injektion von ICG 24 h vor der Operation, kann das Lymphabflussgebiet gut dargestellt werden. Eine Voraussage ob diese Lymphknoten metastatisch verändert/befallen sind, lässt sich dadurch aber nicht treffen.

In der Magenchirurgie wird analog zur Ösophaguschirurgie die ICG-Gabe zum Lymphknotenmapping durchgeführt. Hierzu wird ebenfalls 24 h vor dem geplanten Eingriff eine submucöse, peritumorale Injektion durchgeführt. Am OP-Tag können dann die Lymphabflusswege dargestellt werden. Erste Untersuchungen beschäftigen sich mit der Sentinel Lymphknotendarstellung. Insbesondere bei Frühkarzinomen wird versucht eine angepasste, weniger extensive Lymphadenektomie durchzuführen (tailored approach). Aktuell sind die Daten aus westlichen Ländern unzureichend, um eine gezielte Lymphadenektomie onkologisch sicher zu vertreten. Dennoch ist es so, dass unter der Zuführung der ICG Technik die onkologische Lymphadenektomie signifikant erhöht werden kann. Bei der D2-Lymphadenektomie werden unter ICG Kontrolle relevant mehr Lymphknoten des klassischen Lymphabflussgebietes reseziert als ohne ICG Kontrolle.

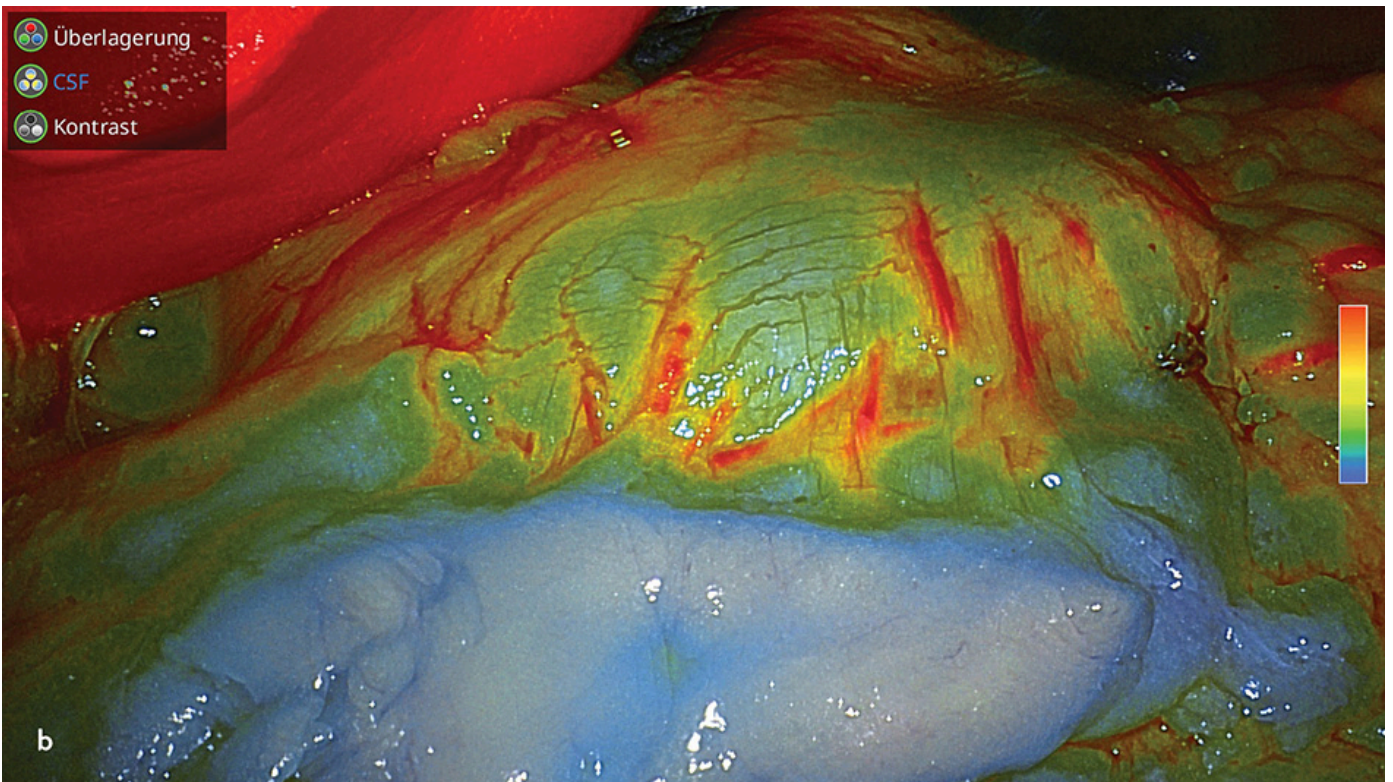
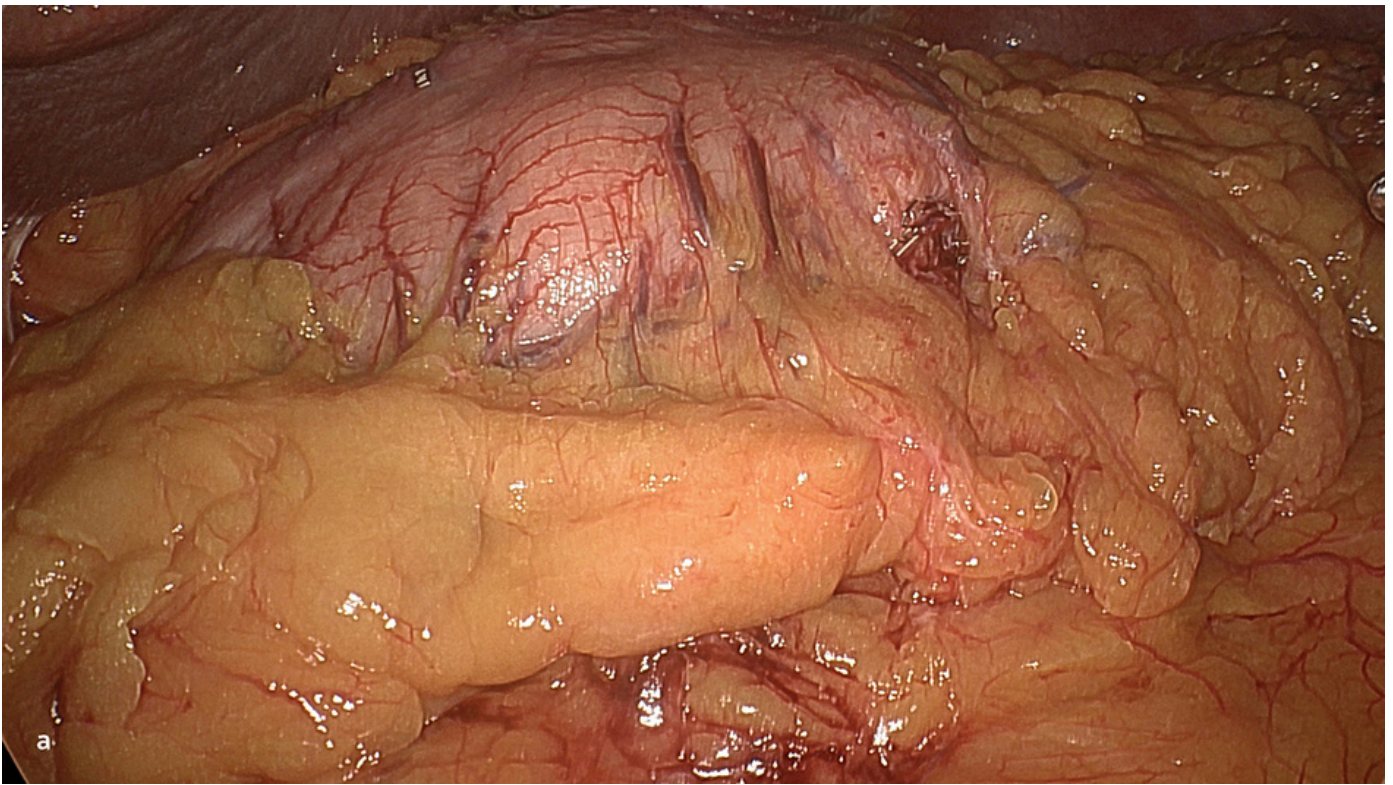


Abb. 1: a: Magen in 4K Auflösung; b: Magen in ICG-Technik mit Intensity Control

Die intraoperative Fluoreszenzbildgebung mit ICG ist mittlerweile zum festen klinischen Bestandteil im Bereich der Kolorektal-, Ösophagus- und Leberchirurgie geworden. Alles geht ohne, jedoch mehrt sich die Evidenz in allen Bereichen, dass es vielleicht noch besser mit ICG-Fluoreszenz geht.

Der diesjährige „iSPIES Regional Imaging Summit“ wird vom 12.-13. November 2026 in Frankfurt stattfinden (Anmeldung via: anna.martens@stryker.com).

Autor:innen des Artikels



PD Dr. Benjamin Babic F.E.B.S.

Chefarzt
Chirurgische Klinik I
Klinik für Allgemein-, Viszeral- und
Tumorchirurgie
Sana Klinikum Offenbach GmbH

[> kontaktieren](#)



Prof. Dr. med. Kai Nowak

Chefarzt
Klinik für Allgemein-, Gefäß- und
Thoraxchirurgie
RoMed Klinikum Rosenheim
Akad. Lehrkrankenhaus der LMU
München
Leitung Viszeralonkologisches Zentrum

[> kontaktieren](#)



Dr. med. Dr. habil Gregor A. Stavrou, FEBS (HPB, SurgOnc)

Chefarzt
Klinik für Allgemein- und
Viszeralchirurgie, Thoraxchirurgie
Chirurgische Onkologie

[> kontaktieren](#)



Univ.-Prof. Dr. med. Hans Fuchs FACS FEBS (Hon.)

Professor für roboterassistierte minimal-
invasive Viszeralchirurgie & Künstliche
Intelligenz in der Chirurgie
Klinik und Poliklinik für Allgemein-,
Viszeral-, Thorax- und
Transplantationschirurgie
Uniklinik Köln (AÖR)

[> kontaktieren](#)

Babic B, Nowak K, Stavrou G, Fuchs H: Fluoreszenztechnologie. Passion Chirurgie. 2026 Juni; 16(06/II): Artikel 03_01.