

# Verbundprojekt Tragbare Langzeitunterstützung der Lunge zur Behandlung der schweren COPD (p-ECCO<sub>2</sub>R)

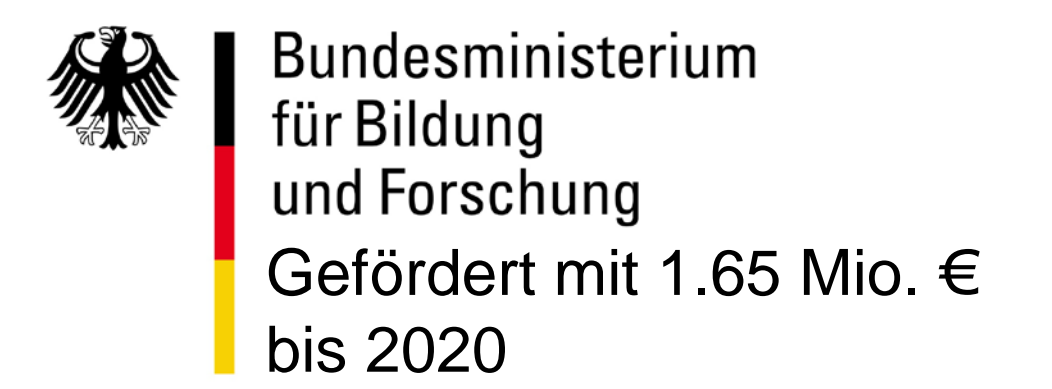
Fördermaßnahme „Neue Therapieoptionen durch innovative Medizintechnik zur Behandlung chronischer Erkrankungen“

Christian Karagiannidis<sup>1</sup>, Ralf Borchardt<sup>2</sup> und Tim Kaufmann<sup>2,3</sup> für das Verbundprojekt

<sup>1</sup> ARDS und ECMO Zentrum Köln-Merheim, Lungenklinik, Lehrstuhl für Pneumologie der Universität Witten/ Herdecke

<sup>2</sup> Enmodes GmbH, Wilhelmstr. 38, 52070 Aachen

<sup>3</sup> RWTH Aachen, LuF Kardiovaskuläre Technik, Pauwelsstr. 20, 52074 Aachen



**Hintergrund:** In Deutschland leiden aktuell mehr als 7 Mio. Menschen an der chronischen Atemwegserkrankung COPD. In den Industrienationen ist diese Erkrankung, die mit einem sehr hohem CO<sub>2</sub> Gehalt im Blut einhergehen kann, die fünfthäufigste Todesursache, Tendenz steigend. Im fortgeschrittenen Krankheitsstadium ist ein Teil der Patienten auf eine intensivstationäre oder auch auf eine chronische häusliche Beatmung angewiesen, die mit einer erheblichen Einschränkung der Lebensqualität, der Mobilität und der Fähigkeit zu kommunizieren einhergehen kann. Die einzige kurative Behandlung ist die Lungentransplantation, die jedoch bei Patienten mit COPD in Deutschland weniger als 100x pro Jahr durchgeführt wird. Ein tragbares extrakorporales CO<sub>2</sub> Eliminationssystem hat das Potential, die Morbidität und Mortalität bei Patienten mit schwerster COPD zu verbessern.

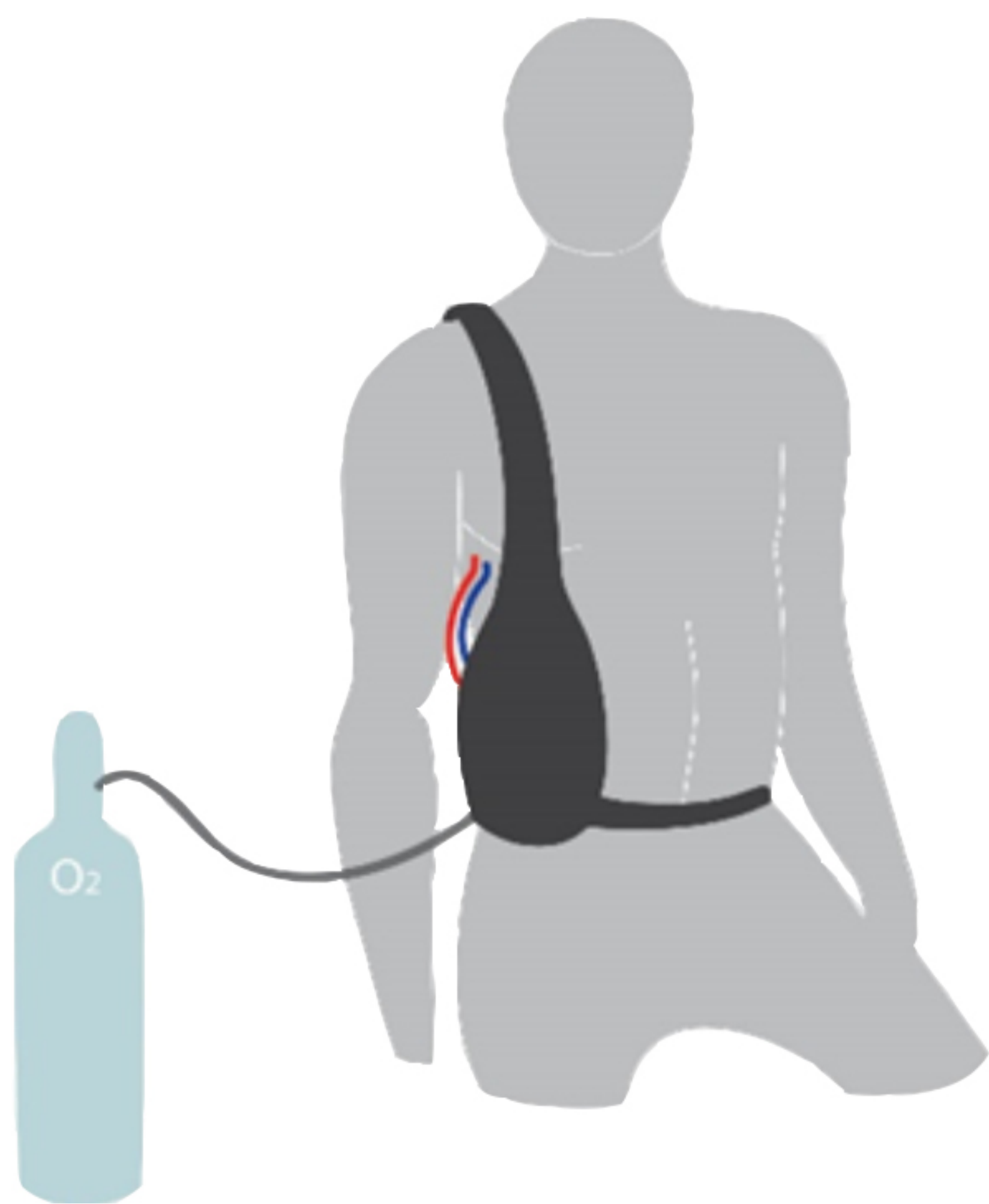


Abb. 1 – Vision für ein tragbares Lungenunterstützungssystem zur Behandlung der COPD

**Projektbeschreibung:** Konventionelle CO<sub>2</sub> Eliminationssysteme können auf Grund der relativ hohen Blutschädigung nicht in der Langzeittherapie eingesetzt werden. Die Neuentwicklung des p-ECCO<sub>2</sub>R Systems zielt daher auf eine **möglichst schonende Blutströmung** und **verbesserte Biokompatibilität** ab.

Kernbestandteil ist ein Gasaustauscher mit integrierter Elastizität (RAS-Q® Technologie). Diese neuartige Technologie verteilt das Blut bei geringem Strömungswiderstand gleichmäßig im Faserbündel, wodurch die Gefahr für Thrombenbildung und Hämolyse signifikant verringert wird. Kombiniert wird der Gasaustauscher mit einer Rotationsblutpumpe, die besonders wenig Blutschädigung erzeugt. Durch die Kanülierungstechnik **vom rechten Vorhof zur Pulmonalarterie** wird zusätzlich der oft stark belastete rechte Ventrikel entlastet.

Im ersten Projektteil werden Blutschädigung und Effizienz des Systems intensiv mittels numerischer Simulationen sowie in Labor- und Tierversuchen analysiert und interpretiert. Im zweiten Projektteil wird die Blutkompatibilität zunächst in chronischen Tierversuchen untersucht. Zum Projektabschluss soll eine gut kontrollierte klinische Studie die Sicherheit der Behandlung und die Reduktion der Morbidität und Mortalität in der Klinik zeigen.

**Technologie des Gasaustauschers:** Der Gasaustauscher (Oxygenator) übernimmt in Teilen durch den Gasaustausch von CO<sub>2</sub> und O<sub>2</sub> die Funktion der Lunge. Dieses wird mit Hilfe von Hohlfasermembranen (Abb.2) erreicht, welche von Sauerstoff durch- und von Blut umströmt werden. In einem solchen Oxygenator befinden sich mehrere tausend Hohlfasern. Herkömmliche Gasaustauscher sind starr und haben einen hohen Druckverlust. Die RAS-Q®-Technologie integriert flexible Silikonelemente in das Hohlfaserbündel, sodass eine Dehnbarkeit je nach Druckverhältnissen mit einer Minimierung einer Blutstase entsteht. Die Silikonelemente verbessern die Auswaschung des Faserbündels und verringern zugleich den Druckverlust. Beides führt zu einer blutschonenderen Strömung.

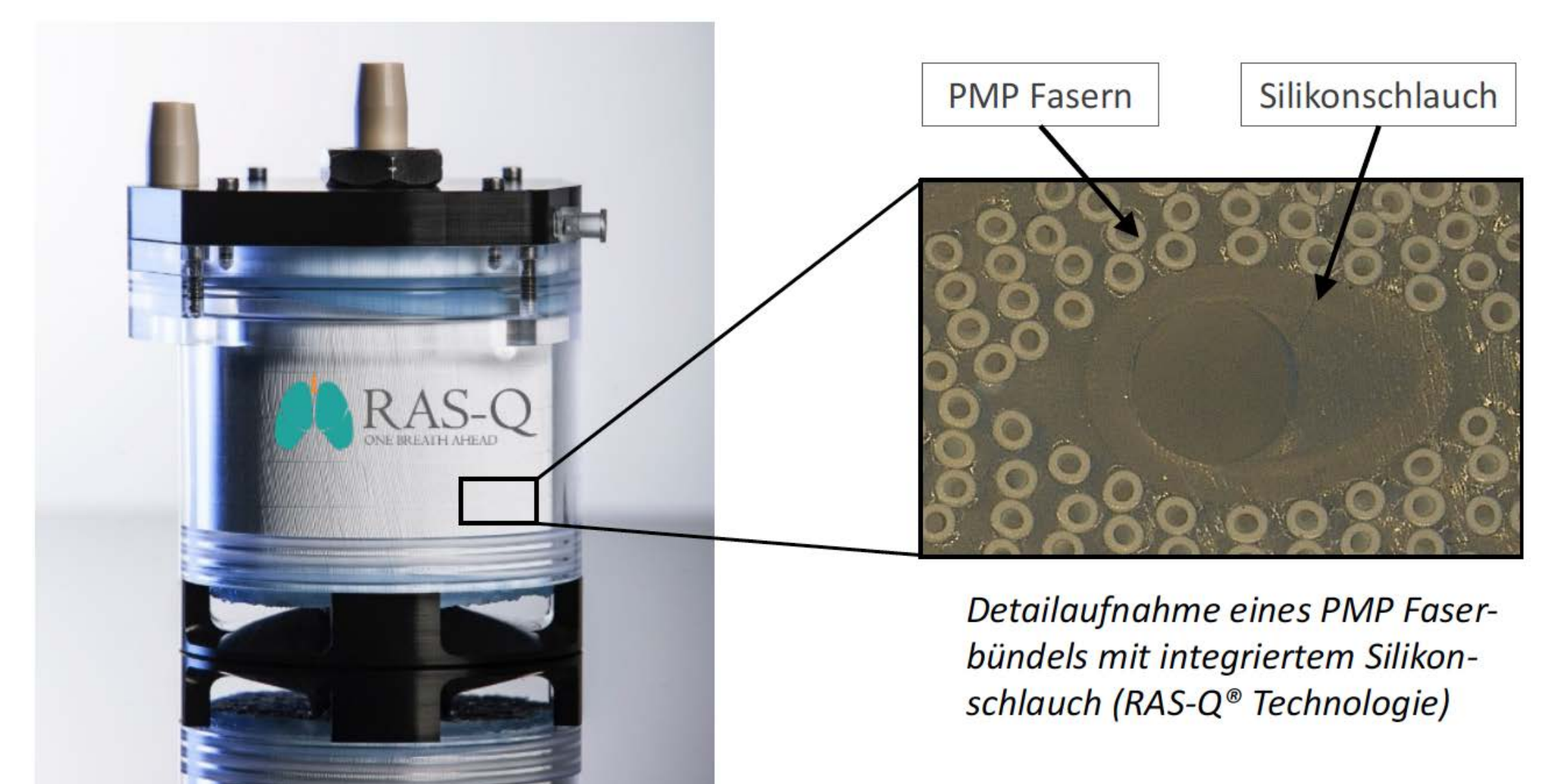


Abb. 2 – Funktionsdarstellung der RAS-Q® Technologie

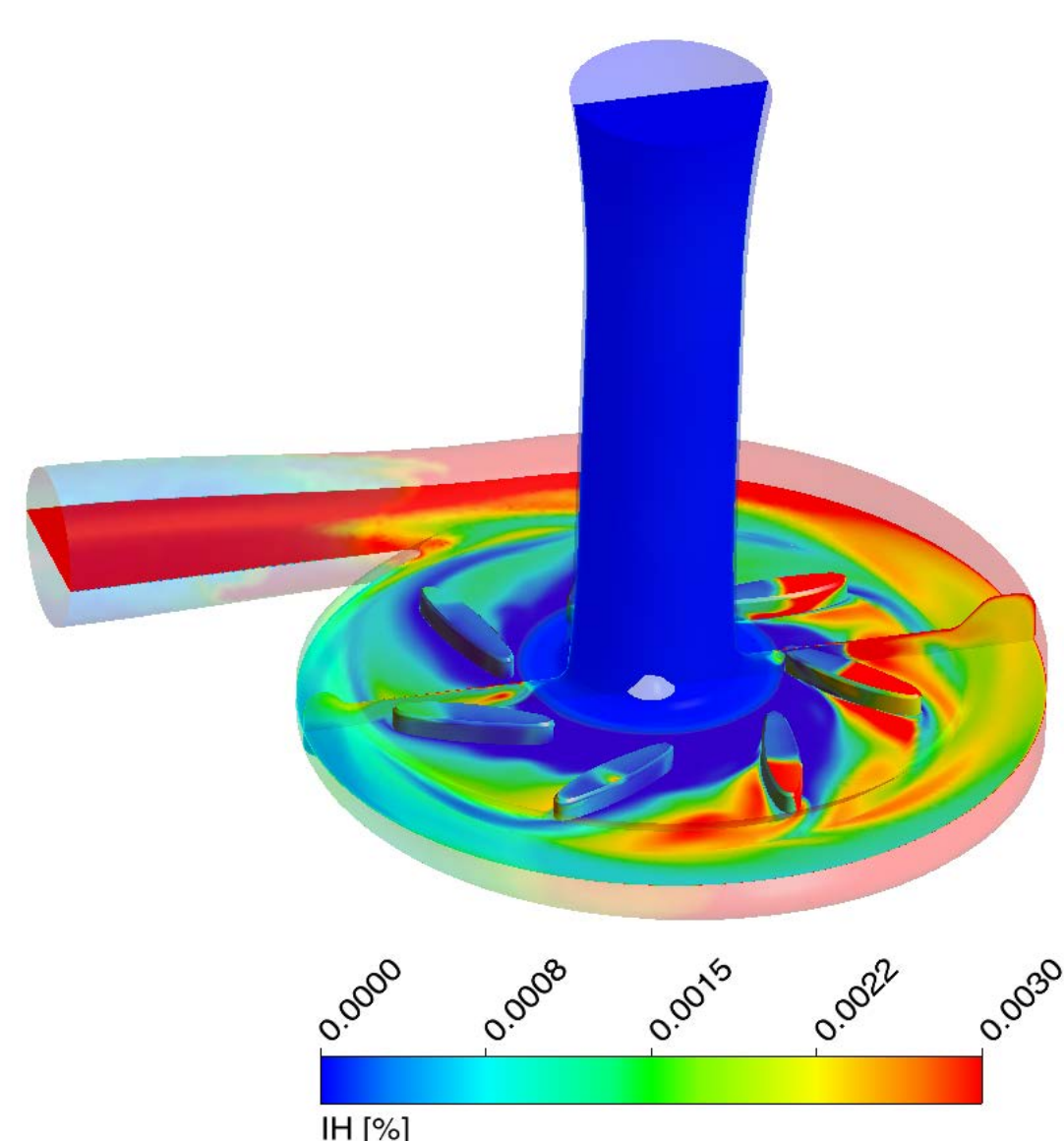


Abb. 3 – Numerische Strömungssimulation einer Rotationsblutpumpe

**Auslegung der Rotationsblutpumpe:** Die Blutpumpe wird passend für das Gesamtsystem ausgelegt. Für die vorliegenden Randbedingungen (Blutfluss und Strömungswiderstand) gibt es derzeit keine kommerziell erhältliche Blutpumpen. Der Druckabfall über Oxygenator und Kanülen wird gering sein, sodass eine besonders blutschonende Rotationsblutpumpe entwickelt werden kann. In weiterer Aspekt bei der Entwicklung der Blutpumpe liegt auf der Langzeitstabilität sowie der nicht-invasiven Druckmessung im System.

Die Entwicklungen werden durch numerische Simulationen unterstützt und begleitet, wodurch die hydrodynamischen Eigenschaften der Blutpumpe besser verstanden und ausgelegt werden können. Weiterhin wird die Entwicklungszeit durch die numerische Simulation stark verringert.