



Fraunhofer ITWM versus Corona

Das Jahr 2020 wird immer untrennbar mit der Corona-Pandemie verbunden sein. Das neuartige Virus erschüttert alle Bereiche des öffentlichen Lebens. Seine weltweite Ausbreitung wird als »Notfall für die öffentliche Gesundheit von internationalem Ausmaß« deklariert. Die Pandemie verändert den Alltag der Menschen und stellt Unternehmen, Ökonomie und Weltwirtschaft plötzlich vor ungeahnte Herausforderungen. Fraunhofer initiiert unmittelbar das Aktionsprogramm »Fraunhofer vs. Corona«, um wissenschaftliche Erkenntnisse schnellstmöglich im Kampf gegen die Pandemie einsetzbar zu machen. Das Fraunhofer ITWM leistet mit mathematischen Methoden seinen Beitrag zum Kampf gegen das Virus und ist eines der Institute mit den meisten Anti-Corona-Projekten.

Mit Mathematik gegen Covid-19

Bei der Bekämpfung der Covid-19-Pandemie wirken unsere Expertinnen und Experten von Beginn an in verschiedenen Forschungsprojekten mit. So unterstützen sie auf vielfältige Weise und in unterschiedlichen Bereichen Gesellschaft und Wirtschaft beim Bewältigen der Corona-Krise durch mathematische Methoden. Eine Auswahl unserer Aktivitäten auf einen Blick:

EpiDeMSE – Unterstützung für Entscheidende

Entscheidungstragende auf lokaler Ebene bestmöglich bei der Maßnahmenplanung zu unterstützen – das ist das Ziel des Projekts EpiDeMSE (Epidemiologische Modellierung, Simulation und Entscheidungsunterstützung). Direkt im April 2020 nahmen Forschende im Rahmen des Anti-Corona-Programms der Fraunhofer-Gesellschaft die Arbeit an einem Tool auf, das Prognosen zum Epidemie-Verlauf liefert. Das Modell verwendet zeitlich variable Parameter, die aus den erhobenen Fallzahlen geschätzt und mit weiteren statistischen Daten abgeglichen werden. So kann auch die Wirksamkeit der Maßnahmen auf die Infektionsrate beurteilt werden.

Kooperation mit dem DFKI

Kompetenzen bündeln, um zusammen mehr zu erreichen: Gemeinsam mit dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) haben Forschende des Fraunhofer ITWM ein Modell entwickelt, das mögliche Öffnungsszenarien simuliert und untersucht. Dabei kam EpiDeMSE zum Einsatz. Das Ergebnis ist eine übersichtliche und gut verständliche Visualisierung der Infektionslage sowie eine Prognose zukünftiger regionaler Entwicklungen.

Standortplanung für Impfzentren

Noch bevor ein Impfstoff gegen das SARS-CoV-2-Virus erhältlich war, arbeiteten Forschende des Fraunhofer ITWM bereits gemeinsam mit dem Robert-Koch-Institut und der TU Kaiserslautern an der Standortplanung für Impfzentren. Auf Fragen mit vielen Unbekannten galt es Antworten zu finden: Wie viele Impfdosen sind verfügbar? Wer wird zuerst geimpft? Wo soll geimpft werden? In ihren Veröffentlichungen betrachten die Forschenden unterschiedliche Standortszenarien und evaluierten unter anderem die Anzahl benötigter Ärztinnen und Ärzte, die Entfernung der Bevölkerung zu den Impfzentren sowie die Anzahl der Standorte.

Streuspanne: Blog und Podcast

Der Statistik-Blog »Streuspanne« widmet sich seit dem Beginn der Pandemie Fragen und statistischen Kennwerten, die die Diskussion um Corona prägen. Neben einer dreiteiligen Miniserie zu Corona-Tests beschäftigen sich die bloggenden Mathematiker und Statistiker Dr. Sascha Feth und Dr. Jochen Fiedler auch mit mutierten Corona-Viren und Verschwörungstheorien. Im gleichnamigen Podcast sind die beiden Wissenschaftler auch zu hören und machen Statistik für Laien verständlich.

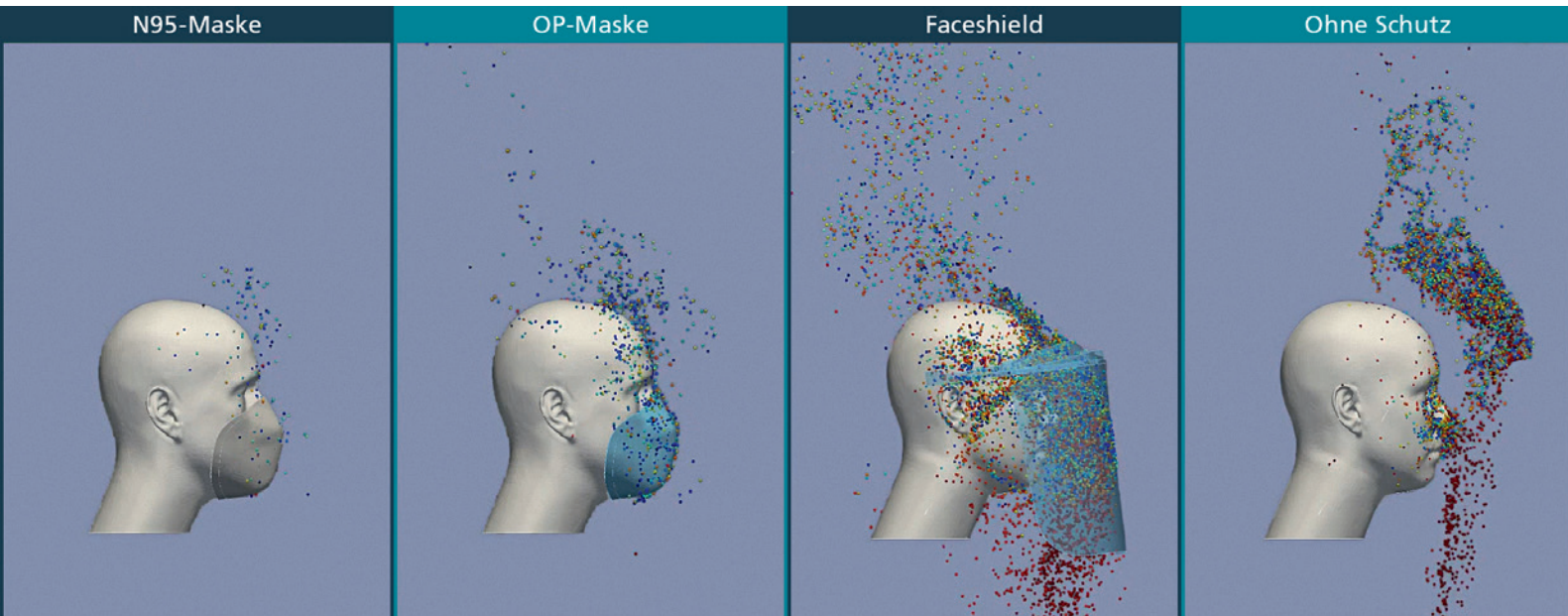


Weitere Informationen unter www.itwm.fraunhofer.de/corona



Alle Social-Media-Aktivitäten unter dem Hashtag #ITWUvsCorona

AVATOR – Wie breiten sich Aerosole in Innenräumen aus?



Verschiedene Schutztypen von Mund-Nasen-Bedeckungen verhindern die Ausbreitung von Aerosolen in unterschiedlichem Maße.

Die Covid-19-Pandemie hat vielen Menschen bewusstgemacht, dass infektiöse Aerosole eine wesentliche Rolle bei der Ausbreitung der Krankheit spielen. Im Projekt »AVATOR« (Anti-Virus-Aerosol: Testing, Operation, Reduction) untersuchen mehrere Fraunhofer-Institute Wege zur Risikobewertung und Verminderung der Infektionsgefahr durch Aerosol-getragene Viren. Ein abteilungsübergreifendes Team des ITWM entwickelt dazu einen Multiskalen-Simulator, der die Aerosolausbreitung in Innenräumen berechnet.

Kontakt

Dr. Ralf Kirsch
Teamleiter »Filtration und Separation«
Telefon +49 631 31600-4695
ralf.kirsch@itwm.fraunhofer.de



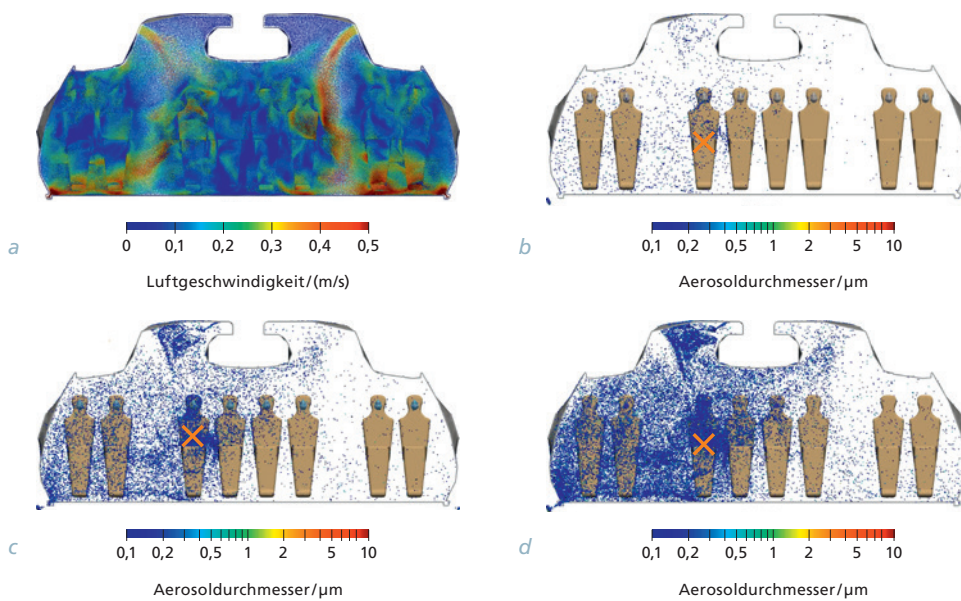
Lüften als Kampfmittel gegen Corona? SARS-CoV-2 kann über Aerosole – in der Luft schwebende Tröpfchenkerne, die kleiner als zehn Mikrometer sind – übertragen werden. Dies ist auch in bestimmten Situationen über größere Abstände möglich, beispielsweise, wenn viele Personen in nicht ausreichend belüfteten Innenräumen zusammenkommen.

Digitale Zwillinge simulieren Situation und bilden Basis für Konzepte

Vor diesem Hintergrund sind Abstand, die Anzahl an Personen in Räumen sowie die Innen-

raumlufthygiene und Lüftung wichtige Bausteine in der Pandemie. Speziell für Bildungseinrichtungen, Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, Hotelfachbetriebe, Flugzeuge oder Züge und Büro- sowie Produktionsbetriebe sind die Forschenden im Projekt auf der Suche nach Antworten in hygienischen Fragestellungen sowie praktischen Lösungen zum Vermeiden der Verbreitung von Aerosolinfektionen.

In Innenräumen verschwinden die Aerosole nicht einfach, sondern verteilen sich mit der Zeit im Raum. AVATOR untersucht neben Reinigungstechnologien für die Raumluft auch die Ausbreitung von Aerosolen und leitet



Simulationsszenario Flugzeug – Wie verteilen sich Aerosole im Innenraum?

Aerosolausbreitung ausgehend von der markierten Person mit verschiedenen Masken:

a. Luftströmungsgeschwindigkeit; b. N95-Masken; c. OP-Masken; d. ohne Masken

Hygienekonzepte für Anwendungsfälle ab. Die Ausbreitungsmechanismen modellieren die Forschenden unter Verwendung von ITWM-Simulationen.

Langjährige ITWM-Expertise hilft bei Umsetzung

»Wir entwickeln einen dynamischen Multiskalen-Simulator, der die Aerosolausbreitung in Innenräumen berechnet. Als Szenarien betrachten wir unter anderem Transportmittel, wie zum Beispiel das Flugzeug«, so Dr. Christian Leithäuser der Abteilung »Transportvorgänge«. »Die Methodik basiert auf unserer gitterfreien Simulationssoftware MESHFREE für dynamische Strömungsszenarien.«

Dr. Ralf Kirsch, Teamleiter »Filtration und Separation« der Abteilung »Strömungs- und Materialsimulation«, ergänzt: »Wir am ITWM profitieren bei unserer Arbeit sehr davon, dass wir auf ein breites Spektrum an Expertise zurückgreifen können – in diesem Fall sind unsere langjährigen Erfahrungen im Bereich Modellierung und Simulation von Filtern sehr hilfreich.«

Multiskalen-Ansatz berücksichtigt mehrere Komponenten

Durch den Multiskalen-Ansatz fließen dabei auch feine Details in Langzeitbetrachtungen mit ein – wie beispielsweise die Art der individuellen Schutzausrüstung. Welche Mund-Nasen-Bedeckung schützt wie? Aus den Simulationsergebnissen leiten die Forschenden anschließend eine Risikobewertung ab, mit der sich für jedes Szenario unterschiedliche Raumluftkonzepte vergleichen lassen.

Parallel zu den simulationsbasierten Bewertungsverfahren für die Luftausbreitung entwickeln die beteiligten Institute diverse Luftreinigungstechnologien. Diese Erkenntnisse werden schließlich in Laborumgebungen getestet sowie in Realumgebungen validiert. Die Projektergebnisse münden dann in neuen Konzepten zur Verringerung der Infektionsgefahr mit SARS-CoV-2.

So können sinnvolle Hygienemaßnahmen entwickelt und die Wirksamkeit von vorhandenen validiert werden. AVATOR ist Teil des Programms »Fraunhofer versus Corona« der Fraunhofer-Gesellschaft und läuft bis September 2021.

Kontakt

Dr. Christian Leithäuser
Abteilung »Transportvorgänge«
Telefon +49 631 31600-4411
christian.leithaeuser@itwm.fraunhofer.de



Meltblown: Weniger Wolken am Simulationshimmel

Die Vliesstoffproduktion bekommt in der breiten Öffentlichkeit zu Corona-Zeiten so viel Aufmerksamkeit wie nie, denn Vlies ist entscheidend für den Infektionsschutz. Mundschutz, Einmal-Bettwäsche, OP-Kittel, Wundschutzauflagen oder Kompressen sind nur einige Beispiele. Die Feinst-Vliesstoffprodukte werden in sogenannten Meltblown-Verfahren hergestellt. ITWM-Simulationen helfen die Produktionsprozesse besser zu verstehen und effizienter zu gestalten. Forschende der Abteilung »Transportvorgänge« und »Strömungs- und Materialsimulation« unterstützen mit ihrer Expertise.

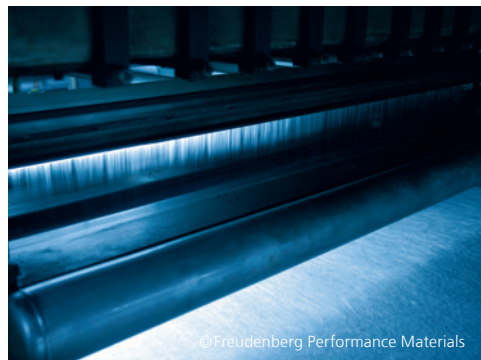
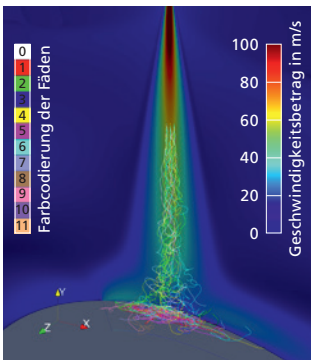
Beispielsweise im Fraunhofer-internen Projekt »ProQuIV« wird so die ganze Produktionskette des Infektionsschutzes optimiert. Das Kürzel steht für »Produktions- und Qualitätsoptimierung von Infektionsschutzkleidung aus Vliesstoffen«. Denn zu Beginn der Krise waren Engpässe bei der Produktion dieser Materialien zu beobachten. Für die Klasse der Meltblown-Vliesstoffe gestaltet sich eine Effizienzsteigerung der Produktion besonders schwierig, weil diese Prozesse sehr sensitiv auf Schwankungen und Materialunreinheiten reagieren.

verantwortlich sind, dass in Gesichtsmasken die entscheidende Filterfunktion gegeben ist. Dabei wird das geschmolzene Polymer durch Düsen gepresst, und zwar in einen vorwärts strömenden Hochgeschwindigkeitsstrom. Es wird in einer stark turbulenten Luftströmung verstreut und abgekühlt. So entstehen die einzelnen Fasern (Filamente). Sie verwirbeln unter dem Luftstrom, verschlingen und verstrecken sich und fallen mehr oder weniger zufällig auf ein Transportband, wo sie sich beim Abkühlen weiter verfestigen.

Digitaler Zwilling optimiert Meltblown-Prozess

»Meltblown« heißt der industrielle Produktionsprozess, dessen Feinstfaser-Vliesstoffe dafür

Bei diesem Verfahren liegt ein Schlüsselfaktor auf dem Verhalten der Filamente im turbulenten, heißen und schnellen Luftstrom. Die Fäden werden durch diese Luftströmung in ihren Eigenschaften beeinflusst. »Der komplexe Prozess stellt in der Simulation eine große Herausforderung dar«, erklärt Dr. Walter Arne vom Fraunhofer ITWM. Er beschäftigt sich am Institut schon seit Jahren mit der Simulation von verschiedenen Prozessen rund um Filamente, Fäden und Fasern. »Denn die Qualität der Filamente und damit am Ende der Vliesstoffe wird durch viele Faktoren beeinflusst. Beispielsweise durch einen Aspekt, den wir Wolkigkeit nennen.« In der Grafik auf der rechten Seite wird deutlich, was damit gemeint ist: Wie homogen ist der Vliesstoff? »Die Qualität der Produkte kann stark verbessert werden, wenn Ungleichmäßigkeiten optimiert werden. Herauszufinden, wie das gelingt, dabei helfen unsere Simulationen«, so der Forscher.



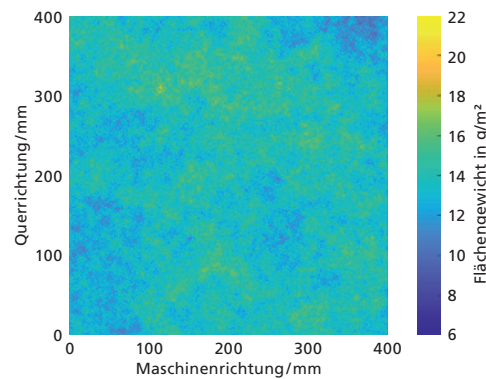
Links: Simulation der Filamente im Meltblown-Produktionsprozess. Rechts: Produktion von Vliesstoffen mit dem Meltblown-Verfahren in Kaiserslautern



© Freudenberg Performance Materials

Oben: Qualitätskontrolle eines Meltblown-Materials im Reinraumbereich. Unten: Wolkigkeit: Wie homogen ist das Vlies? Simulierte Flächengewichtsverteilung als Maß der Homogenität des Vlieses

Hier kommt ITWM-Software ins Spiel. »Mit unserem Fiber Dynamics Simulation Tool FIDYST werden die Bewegungen der Fasern, die Verstreckung, ihr Fallen und die Ausrichtung, mit der sie auf einem Transportband landen, vorausgesagt. Je nach Prozesseinstellungen entstehen spezifische Turbulenzen und damit Vliesqualitäten, die sich z. B. in Struktur, Wolkigkeit, Flächengewicht und Festigkeit unterscheiden«, erklärt Arne.



Simulation über die ganze Prozesskette hinweg

Digitale Zwillinge und Berechnungen aus dem Hause Fraunhofer ITWM unterstützen dabei, die Prozesse simulativ zu überschauen und besser zu verstehen. Die Produktion der technischen Textilien wird so nicht nur effizienter, sondern die Vliesstoffe lassen sich virtuell entwickeln, ohne dies vorab in einer Versuchsstätte zu realisieren. So können Produktionskapazitäten bei gleichbleibender Qualität gesteigert werden. Simulationen sparen Experimente, erlauben neue Einblicke, ermöglichen systematische Parameter-

variationen und lösen Upscaling-Probleme, die zu Fehlinvestitionen beim Übergang von der Laboranlage zur Industrieanlage führen können.

Die virtuelle Umsetzung des Meltblown-Prozesses eröffnet aber auch neue Möglichkeiten zur Optimierung auf anderen Ebenen: Bei der Hochskalierung industrierelevanter Prozesse wie bei der Maskenproduktion fließt ebenso die ITWM-Expertise rund um Filter ein. Das Team »Filtration und Separation« um Dr. Ralf Kirsch beschäftigt sich schon seit vielen Jahren mit dem mathematischen Modellieren und Simulieren verschiedenster Filter.

Kontakt

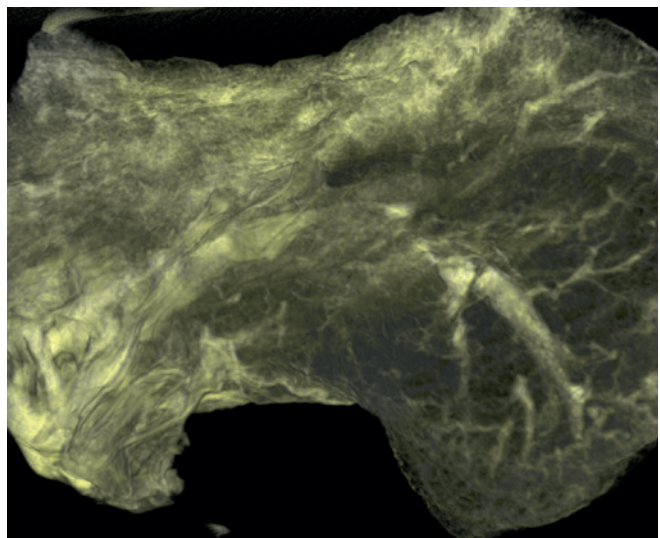
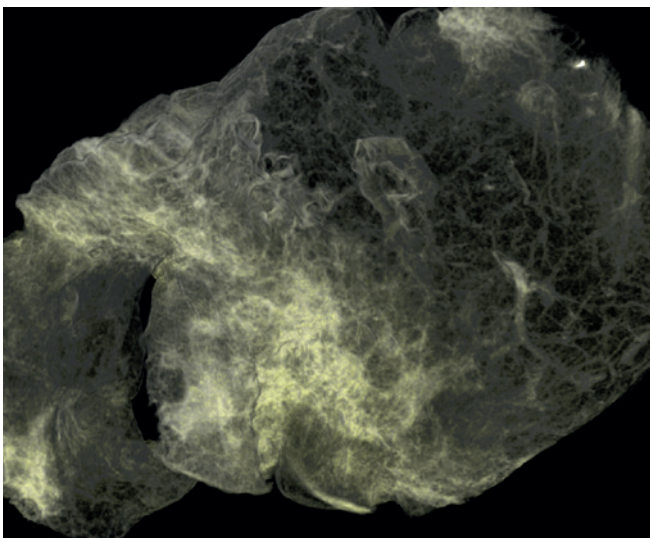
Dr. Walter Arne
Abteilung »Transportvorgänge«
Telefon +49 631 31600-4347
walter.arne@itwm.fraunhofer.de



Weiterführende Informationen inklusive Simulationsvideo gibt es unter www.itwm.fraunhofer.de/meltblown

Lungenschädigung durch Covid-19 besser verstehen

Wie genau schädigt das Sars-CoV-2-Virus die Lunge? Um diese Frage zu beantworten, haben Mediziner:innen tief in die Mikrostruktur der Lunge geblickt. Mit klassischem Röntgen oder Thorax-Computertomografie lassen sich Veränderungen durch Covid-19 leicht detektieren. Um aber auch die mikrostrukturellen Veränderungen und die Pathophysiologie des Covid-19-induzierten Herz-Lungenversagens zu verstehen, brauchen sie mikroradiologische Untersuchungen. Die Bildanalyse-Algorithmen des Fraunhofer ITWM helfen der Klinik Heidelberg bei der Analyse der Bilddaten.

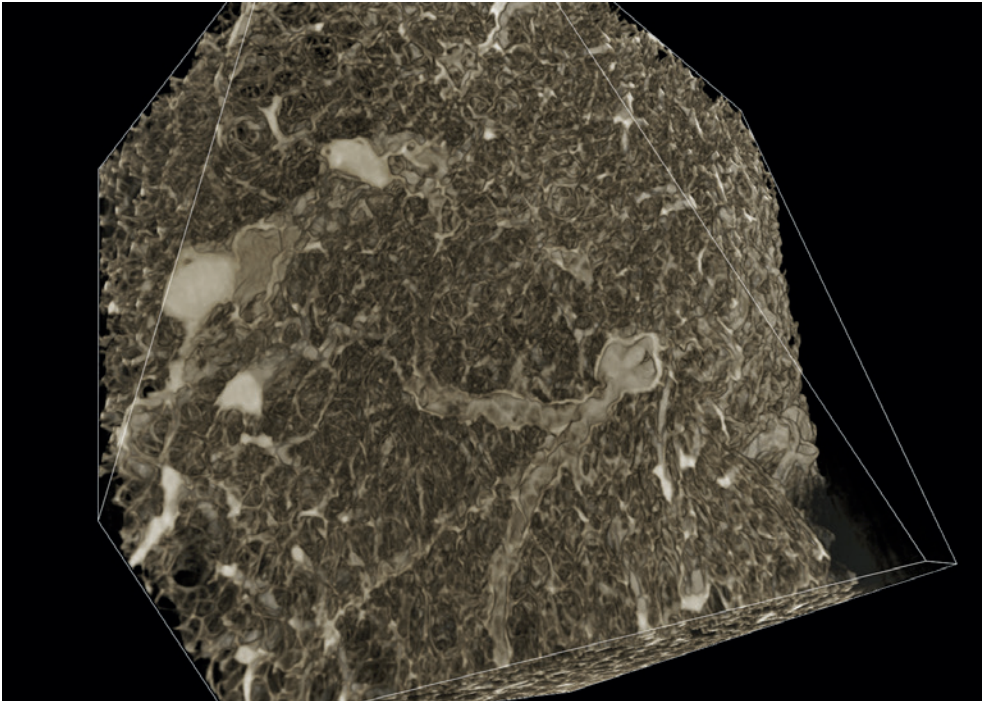


Volumenvisualisierungen aus dem linken oberen Lungenlappen; dargestellt sind hier Ausschnitte der Größe 14 cm x 14 cm x 1,4 cm.

Die Universitätskliniken Göttingen und Heidelberg untersuchen Lungengewebe von Patientinnen und Patienten, die an Covid-19 gestorben sind, mit Computertomografie mit Synchrotron-Strahlung (SR μ CT). Dank der hohen Auflösung und des guten Signal-Rausch-Verhältnisses können in den SR μ CT-Volumenbildern kapillare Gefäße visualisiert und analysiert werden. »Allerdings fallen dabei sehr große Datenmengen auf sehr verschiedenen Skalen an; diese können wir mit unseren Methoden analysieren und interpretieren«, so Projektleiterin Dr. Katja Schladitz.

Ähnlichkeit von Maus und Mensch – zumindest beim Lungengewebe

Bereits vor Jahren entwickelte die Abteilung »Bildverarbeitung« Algorithmen zur Analyse kapillarer Gefäßsysteme in SR μ CT-Bildern präparierter Mäuse-Lungen und beobachtete dabei regeneratives Wachstum in verschiedenen Stadien. Typische Anzeichen für Gefäßwachstum wurden erstmals in 3D-Bildern detektiert und quantifiziert. Im Fall der Covid-geschädigten Lungen ist das Ziel, die Ursachen typischer, im klinischen CT beobachteter Veränderungen



Ein hochaufgelöster Bildausschnitt aus der Visualisierung des Lungengewebes von 5,4 mm x 5,4 mm x 4,5 mm: Sichtbar ist das Gefäßwandssystem; die Lungenbläschen können als Poren erahnt werden.

aufzudecken: Sind lokale Verdichtungen auf Gewebevernarbung, -verstopfung oder Einblutungen zurückzuführen? Verändert sich die Gefäßmorphologie? Welche Gefäße sind wie geschädigt?

Die Antworten auf diese Fragen helfen, den Krankheitsverlauf und typische Symptome besser zu verstehen und spezifizieren die Behandlungsoptionen der Covid-19 induzierten Lungenentzündung.

»Fraunhofer vs. Corona«

Die Fraunhofer-Gesellschaft reagierte sehr schnell auf die Pandemie und legte bereits im April 2020 das Aktionsprogramm »Fraunhofer vs. Corona« auf. Expertinnen und Experten arbeiteten und arbeiten noch immer ganz vorne mit an der Bekämpfung der Pandemie und unterstützen Wirtschaft und Gesellschaft bei der Bewältigung direkter Auswirkungen und späterer Folgen. Schwerpunkte liegen auf Anti-Corona-Projekten aus dem Medizin- und Gesundheitssektor, zum Beispiel der Impfstoffentwicklung, innovativer Diagnostik und Medikamentenentwicklung, aber auch in der Bereitstellung von IT-Kapazitäten. Darüber hinaus unterstützt Fraunhofer technologisch bei der Produktion von Komponenten für Schutzausrüstungen. Begleitende Vorlaufforschung ebnet zudem den Weg in eine resilientere Gesellschaft.

Das Fraunhofer ITWM war mit acht Projektanträgen erfolgreich am Aktionsprogramm beteiligt – die hier vorgestellte Covid-19-Analyse für Synchrotron-Aufnahmen gehört zu den geförderten Projekten.

Kontakt

Dr. Katja Schladitz
Abteilung »Bildverarbeitung«
Telefon +49 631 31600-4625
katja.schladitz@itwm.fraunhofer.de

