

FORSCHUNGS
CAMPUS

öffentlich-private Partnerschaft
für Innovationen

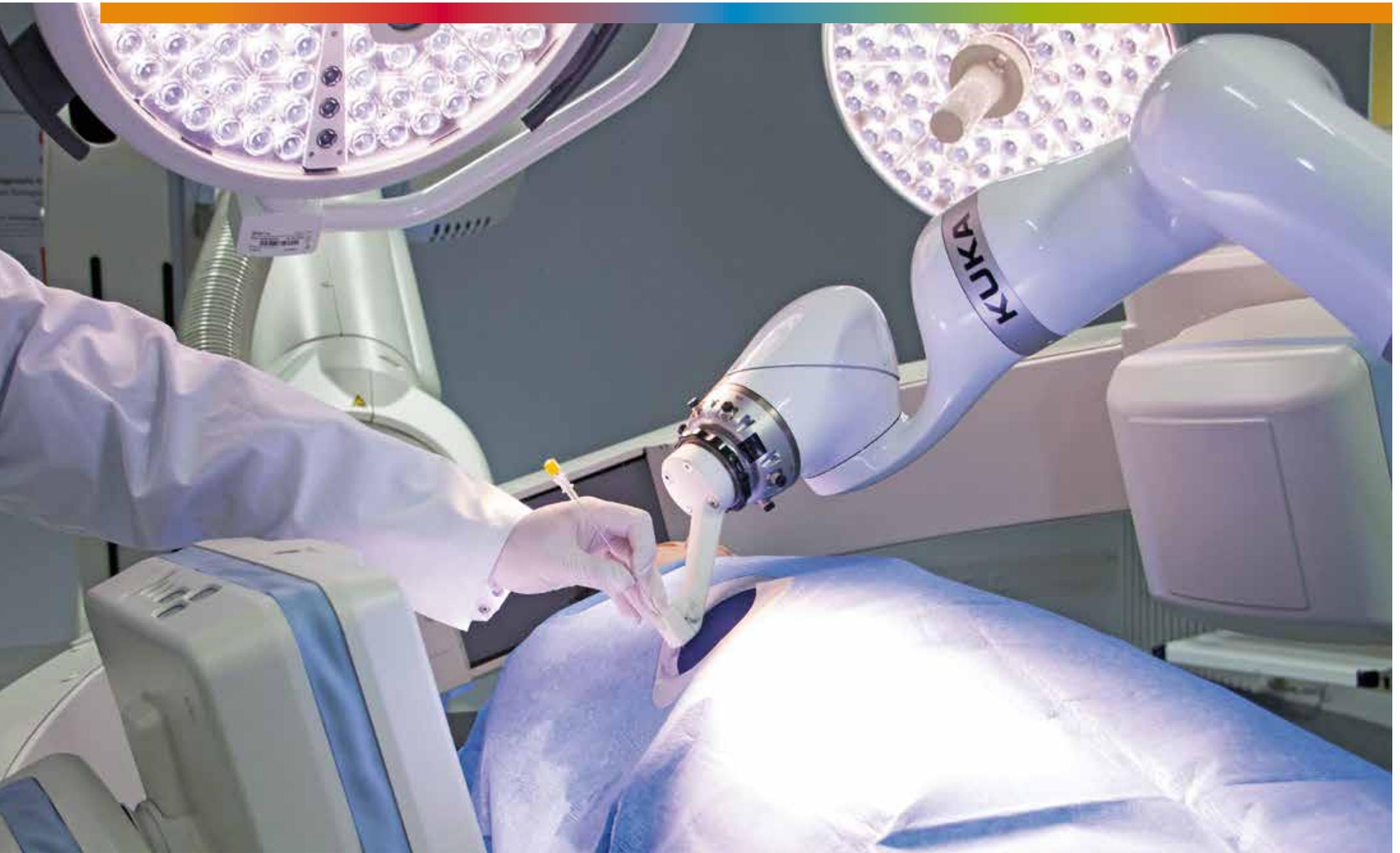
M²OLIE HIGHLIGHTS

ZUR HALBZEIT DER ERSTEN HAUPTPHASE

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung





MANNHEIM MOLECULAR INTERVENTION ENVIRONMENT

In der eineinhalbjährigen Vorphase bis zum Sommer 2014 konnte im Forschungscampus **M²OLIE** – als einem von nur neun dieser durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung deutschlandweit geförderten Verbundprojekte – mit nur acht Partnern und vier Projekten bereits der Beweis erbracht werden, dass durch interdisziplinäre Teams erfolgreich und synergistisch an dem großen Ziel des automatisierten Therapieprozesses von oligometastasierten Krebspatienten geforscht werden kann. Aufgrund dessen erhielt das deutlich komplexere Konsortium aus fünf Verbundprojekten bestehend aus 16 Teilvorhaben und mit schon 13 akademischen und industriellen Partnern Ende 2014 die Mittelzusage für die nächste Förderphase und konnte diese zum Januar 2015 starten.

Nach zwei Jahren intensiver Forschungsaktivitäten und dem Anwachsen um weitere vier Industriepartner gilt es nun zum einen kurz inne zu halten und auf die bisherigen Erfolge zu schauen. Aus den verschiedenen Forschungsfeldern, wie multimodale Bildgebung, Navigation, Tracking und Roboter unterstützte Interventionen, massenspektrometrische Biopsieanalyse, Synthese neuartiger Radiopharmaka, der Entwicklung eines maßgeschneiderten Prozessmanagementsystems oder einer elektronischen Patientenaufklärung, sind inzwischen über 30 Produkte und Anwendungen auf dem Weg zur Marktreife. Zum anderen ist dies auch der Zeitpunkt zu überlegen und zu definieren, was in den kommenden zwei Jahren noch erreicht werden soll, um als Voraussetzungen für die Verstetigung von **M²OLIE** in der nächsten fünfjährigen Förderphase dienen zu können.

LIEBE LESERINNEN UND LESER!

Die Geschäftsstelle von **M²OLIE**, die mit Freude den Forschungscampus in allen administrativen Belangen begleitet, wünscht Ihnen mit dieser Broschüre informative Einblicke in den Forschungscampus **M²OLIE**.



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Patrick Maier'.

PROF. DR. PATRICK MAIER

Leiter der Geschäftsstelle

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Laura Winter'.

LAURA WINTER, M. A.

Mitarbeiterin der Geschäftsstelle

PATIENTEN MIT KREBSERKRANKUNGEN BENÖTIGEN EINE PERSONALISIERTE THERAPIE, DIE AUF DIE GENAUE AUSBREITUNG IHRER ERKRANKUNG ZUGESCHNITTEN IST. IN DEN LETZTEN JAHREN HAT SICH GEZEIGT, DASS ABSIEDLUNGEN VON TUMOREN (METASTASEN) HÄUFIG UNTERSCHIEDLICHE GENETISCHE INFORMATIONEN IN SICH TRAGEN UND SOMIT NICHT VOLLSTÄNDIG DURCH MODERNE MEDIKAMENTÖSE THERAPIEN ERFASST WERDEN KÖNNEN.

DAS MANNHEIMER MODELL ALS THERAPIEFORM DER ZUKUNFT



Der Forschungscampus **M²OLIE** verfolgt deshalb die innovative Vision, diese Metastasen mit modernster Bildgebung aufzuspüren, in kürzester Zeit durch bahnbrechende Analyseverfahren zu charakterisieren und durch punktgenaue, minimal-invasive Therapieverfahren schonend auszuschalten. Übergeordnetes Ziel ist es dadurch, den Verlauf von metastasierten Krebserkrankungen so günstig zu beeinflussen, dass diese eine ähnlich gute Prognose wie gutartige chronische Erkrankungen aufweisen. Ermöglicht wird dies durch ein einzigartiges Konsortium von Partnern aus der Industrie und Akademie, die in engster Partnerschaft gemeinsam grundlegende Neuentwicklungen bei Diagnose- und Therapieverfahren sowie der Gestaltung von effizienten Ablaufprozessen realisieren.

Ein Erfolgsfaktor bei **M²OLIE** ist das breite Spektrum an Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus den Gebieten der Medizin, Physik, (Radio-)Chemie, Biotechnologie, Betriebswirtschaft, Informatik und dem Ingenieurwesen. Unter einem Dach schafft dies die idealen Rahmenbedingungen für integrative Konzepte und Produkte, die die moderne Krebstherapie verändern. Herauszugreifen sind beispielsweise adaptive Systeme zur bildgestützten minimal-invasiven Therapie mit einem Bruchteil an Strahlenexposition und Vervielfachung der Geschwindigkeit, schnelle Gewebeanalyse per molekularem Fingerabdruck mit der Massenspektrometrie oder intelligente Sonden zum Aufspüren kleinster Tumormanifestationen.

Eingebettet ist der Forschungscampus **M²OLIE** in eine optimale Umgebung, bestehend aus dem Universitätsklinikum Mannheim, den beteiligten Hochschuleinrichtungen der Metropolregion Rhein-Neckar und den Ausgründungszentren Mannheim² Cluster Medizintechnologie, wodurch eine durchgängige Wertschöpfungskette von der Grundlagenentwicklung und -erprobung über die erste Anwendung beim Patienten bis zur Konzeption und Umsetzung als marktfähiges Produkt im internationalen Wettbewerb gelingt.



PROF. DR. MED. STEFAN SCHÖNBERG

*Mitglied im Lenkungsausschuss von M²OLIE
und Direktor des Instituts für Klinische
Radiologie und Nuklearmedizin,
Universitätsmedizin Mannheim*

DER FORSCHUNGS-CAMPUS

DAS CLOSED-LOOP-SYSTEM FÜR DIE MOLEKULARE INTERVENTION – HOCHINTEGRIERTE PROZESSKETTE IM INTERVENTIONSRAUM MIT BILDGEBUNG, ROBOTIK UND LABORANALYSE.

Bei etwa 20 Prozent aller Krebspatienten treten neben einem Primärtumor wenige auf ein weiteres Organ begrenzte Metastasen auf. Da sich die Metastasen bezüglich ihrer molekularbiologischen Charakterisierung nicht nur vom Primärtumor, sondern durch klonale Selektion auch häufig untereinander unterscheiden können, bedarf es einer spezifischen Therapie jeweils für den Primärtumor und jede Metastase.

Hier setzt das Konzept von **M²OLIE** an: die Etablierung einer höchst integrierten Infrastruktur für individualisierte Therapiemethoden durch effiziente Automatisierung und Prozessoptimierung. Der gesamte Behandlungsprozess der Patienten (Aufnahme, Biopsien, Diagnose, Behandlung, Entlassung) soll reibungslos im Rahmen des „Closed-Loop-Prozesses“ innerhalb eines halben Arbeitstages erfolgen.

Die langfristige Perspektive der Innovation des Großvorhabens **M²OLIE** zielt darauf ab, das progressionsfreie Überleben auf Jahre zu verlängern und somit die Krebserkrankung in eine chronische Krankheit zu überführen.

VISION
PROGRESSIONSFREIES ÜBERLEBEN OLIGOMETASTASIERTER PATIENTEN

↑
MISSION

Etablierung des M²OLIE Best-Practice Modells als Interventionsraum der Zukunft im klinischen Alltag

↑
ZIELE

Effiziente und individualisierte Tumorbehandlung durch Automatisierung und Prozessoptimierung im Closed-Loop-Prozess

↑
MASSNAHMEN

Roboterassistenzsystem zur schnellen Navigation, gezielten Biopsie und zur minimal-invasiven Therapie des Tumors

Vollautomatisierte Biopsieanalyse bezüglich Tumorcharakteristika mit Massenspektrometrie

Radiochemische Produktion von Diagnostika und Radiopharmaka

Fusion innovativer molekularer Bildgebungsmethoden

Patientenzentrierte und zeitoptimierte Behandlungspfade

Prozessmanagementsystem für die optimale Nutzung personeller und infrastruktureller Ressourcen



PROXIMITÄT | LANGFRISTIGKEIT | ÖFFENTLICH-PRIVATE PARTNERSCHAFTEN



DER CLOSED-LOOP-PROZESS

DAS ALLEINSTELLUNGSMERKMAL VON M²OLIE

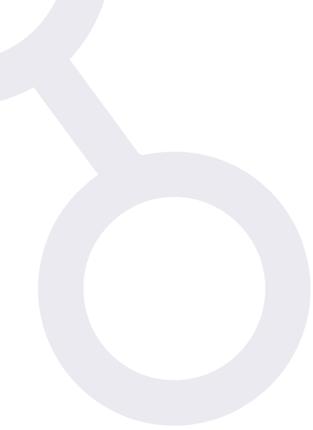
DAS ZIEL VON M²OLIE, EINE INDIVIDUALISIERTE THERAPIE DURCH MOLEKULARE INTERVENTION FÜR PATIENTEN ZU ERMÖGLICHEN UND INNERHALB EINES HALBEN ARBEITSTAGES DURCHFÜHREN, SETZT EXZELLENT ANWENDUNGS-ORIENTIERTE FORSCHUNG IN VIELEN TEILBEREICHEN VORAUS.

Der Closed-Loop-Prozess stellt die optimale und effizienteste Lösung für oligometastasierte Patienten und klinische Anwender in der Zukunft dar.

Mit dem Einsatz und der Fusion verschiedener Bildgebungsverfahren (MRT, CT, PET/CT) beginnt der geschlossene Kreislauf. Diese Informationen werden dann an robotergestützte Assistenzsysteme weitergeleitet, um schnell navigieren zu können und hochpräzise Biopsieentnahmen zu ermöglichen. Das automatisierte Assistenzsystem befördert die Biopsieproben direkt zur Analyse durch Massenspektrometrie, um jeden Tumorherd zu diagnostizieren. Auch die Therapie mittels interventioneller Radiologie, intraoperativer Strah-

lenthapie oder durch Applikation direkt synthetisierter Radiotherapeutika erfolgt minimal-invasiv durch das robotergestützte Assistenzsystem. Der Durchlauf dieses Interventionszyklus soll innerhalb eines halben Arbeitstages ermöglicht werden.

Ein zeitoptimierter Behandlungspfad für jede Patientin und jeden Patienten innerhalb dieser ambitionierten Zeitspanne ist nur durch einen reibungslosen Ablauf möglich. Deshalb wird zusätzlich und kontinuierlich durch ein klinisches Prozessmanagement-System auf die Integration und optimale Nutzung aller personellen und infrastrukturellen Ressourcen geachtet.



DIE PARTNER VON M²OLIE

AKADEMIE UND INDUSTRIE UNTER EINEM DACH

DAS MANNHEIM MOLECULAR INTERVENTION ENVIRONMENT BASIERT AUF DEM KONSORTIALVERTRAG VON ACHT GRÜNDUNGSPARTNERN AUS AKADEMIE UND WIRTSCHAFT. FÜR EIN GROSSVORHABEN WIE M²OLIE IST DIE OFFENHEIT HINSICHTLICH NEUER KOMPLEMENTÄRER PARTNER UNERLÄSSLICH, UM DIE BREITE DES ERFORDERLICHEN WISSENS DURCH EXPERTENWISSEN ABDECKEN ZU KÖNNEN.

Jeder Partner erfüllt eine bestimmte wichtige Nischenfunktion und erzeugt durch die Interaktion mit anderen Partnern Synergien, die häufig nur an Schnittstellen entstehen. Ob KMU, Großunternehmen, außeruniversitäre Einrichtung, Hochschule oder Universität, das Grundverständnis von M²OLIE liegt in der Zusammenarbeit auf Augenhöhe.

Seit der Gründung des Forschungscampus in 2013 sind weitere Partner hinzugekommen, nur vier Jahre später sind es bereits 17 M²OLIE Partner. Auch der Stadt Mannheim ist M²OLIE vor allem durch das Mannheim² Medizintechnologie Cluster verbunden.

Zudem bestehen Forschungsk Kooperationen mit anderen Forschungscampi und gemeinsam mit dem Magdeburger Forschungscampus Stimulate wird die Imageguided Interventions Conference ausgerichtet (3. Konferenz am 6. und 7. November 2017).



UNIVERSITÄT
HEIDELBERG
ZUKUNFT
SEIT 1386

UNIVERSITÄT
MANNHEIM



AUF EINEN BLICK

DAS MANNHEIM MOLECULAR INTERVENTION ENVIRONMENT

- **Forschungsziel:** effiziente und individualisierte Tumorbehandlung durch Automatisierung und Prozessoptimierung im Closed-Loop
- **Forschungsstart:** Februar 2013 (Vorphase)
- **Laufzeit:** 15 Jahre
- **Fördersumme:** bis 2 Mio. € jährlich (BMBF)
- **Alleinstellungsmerkmal:** Closed-Loop-Prozess für klinische Anwender, One-Stop-Shop für Patienten
- **Projekte:** drei Leitprojekte und zwei Querschnittsprojekte
- **Mitarbeiter:** > 90 Wissenschaftler / **M²OLIE** Mitarbeiter
- **Verortung:** Campus des Universitätsklinikums Mannheim, insbesondere der experimentelle Interventionsraum im CUBEX⁴¹ und die Infrastruktur der jeweiligen Partner vor Ort

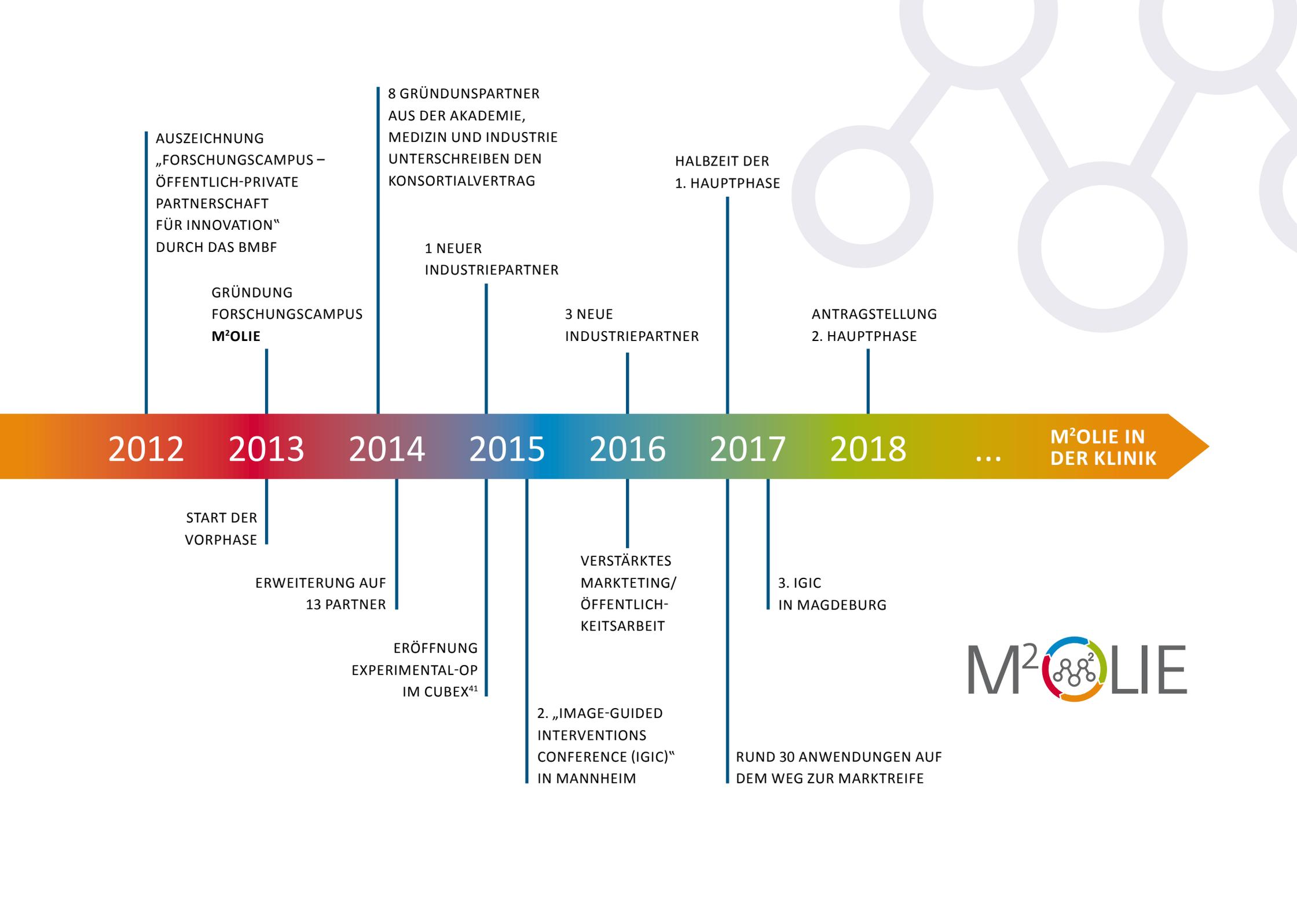


SPANNENDE VIDEOS ZU
DEN FORSCHUNGSAKTIVITÄTEN
FINDEN SIE AUF DEM
M²OLIE-YOUTUBE-KANAL!

➤ **60 MIN**

DAUERT ES MITTLERWEILE
NUR NOCH VON DER ERSTEN
CT-AUFNAHME EINES PHANTOMS
BIS ZUR BIOPSIEENTNAHME.





AUSZEICHNUNG
„FORSCHUNGSCAMPUS –
ÖFFENTLICH-PRIVATE
PARTNERSCHAFT
FÜR INNOVATION“
DURCH DAS BMBF

8 GRÜNDUNGSPARTNER
AUS DER AKADEMIE,
MEDIZIN UND INDUSTRIE
UNTERSCHREIBEN DEN
KONSORTIALVERTRAG

HALBZEIT DER
1. HAUPTPHASE

GRÜNDUNG
FORSCHUNGSCAMPUS
M²OLIE

1 NEUER
INDUSTRIEPARTNER

3 NEUE
INDUSTRIEPARTNER

ANTRAGSTELLUNG
2. HAUPTPHASE

2012

2013

2014

2015

2016

2017

2018

...

M²OLIE IN
DER KLINIK

START DER
VORPHASE

ERWEITERUNG AUF
13 PARTNER

ERÖFFNUNG
EXPERIMENTAL-OP
IM CUBEX⁴¹

VERSTÄRKTES
MARKETING/
ÖFFENTLICH-
KEITSARBEIT

2. „IMAGE-GUIDED
INTERVENTIONS
CONFERENCE (IGIC)“
IN MANNHEIM

3. IGIC
IN MAGDEBURG

RUND 30 ANWENDUNGEN AUF
DEM WEG ZUR MARKTREIFE



A patient is lying on a table in a medical room. A large white robotic arm is positioned over the patient, and a Siemens scanner is visible in the background. The room is brightly lit with overhead lights.

7 ½ TAG

SOLL DER M²OLIE CLOSED-LOOP-PROZESS
VON PATIENTENAUFNAHME BIS
PATIENTENTLASSUNG DAUERN.

7 ⅙ DER ZEIT

BENÖTIGT DAS INTELLIGENTE ROBOTIKSYSTEM
IM VERGLEICH ZU EINER BISHERIGEN
STANDARD-BIOPSIEENTNAHME.

M²OLIE IM FOKUS

➤ **PROF. DR. PATRICK MAIER:** Herr Wenz, welches sind für Sie die wichtigsten Meilensteine, die bis jetzt innerhalb M²OLIE erreicht wurden?

PROF. DR. MED. FREDERIK WENZ: Einer der wichtigsten Meilensteine ist, dass wir im Ansatz des Closed-Loop-Prozesses bestimmte Einzelschritte automatisiert haben: Es gibt inzwischen die Möglichkeit der schnellen bildgestützten Biopsieentnahme, das Material schnell aufzuarbeiten und auch beispielsweise im Bereich der Kypho-IORT¹ die automatisierte roboter-assistierte Therapie. Allerdings sind die Einzelschritte im Augenblick noch nicht miteinander verknüpft.

DR. HEINRICH KOLEM: Aus meiner Sicht ist wichtig, dass am Gesamtkonzept des Closed-Loop-Prozesses festgehalten wird und dass dieser Prozess experimentell bearbeitet wird. Das ist noch kein erreichter Meilenstein in dem Sinne, aber der Fokus, dass sich alles um diesen Prozess rankt, ist deutlich. Und das wird nach meiner Meinung langfristig den Forschungscampus beisammen halten.

PROF. DR.-ING. JAN STALLKAMP: Es sind bereits viele technische Komponenten entwickelt und zu ersten Closed-Loop-Prozessketten zusammengefügt worden. Außerdem wird immer besser zwischen den einzelnen Fachgruppen kommuniziert, was eine grundlegende Voraussetzung für immer komplexer werdende Systeme ist. Diskussionen sind einfacher und fließend. Dieses wachsende gemeinsame, interdisziplinäre Verständnis für einen einzigen Prozessablauf ist neben den technischen Fortschritten einer der wichtigsten Meilensteine.

¹ *intraoperative Radiotherapie bei der Behandlung von Wirbelkörpermetastasen (Anm. d. Red.)*

➤ **Wie sollte es Ihrer Meinung nach in der nächsten Förderphase weitergehen?**

KOLEM: Die zweite Förderphase sollte beinhalten, dass man sich überwiegend auf Projekte fokussiert, die sich genau am ursprünglich skizzierten Closed-Loop orientieren. Schwerpunkte kann man dann selber setzen. Ob der MR-Teil oder der Angiographie-Teil ein Schwerpunkt sein soll, das ist relativ egal solange man diesem Closed-Loop treu bleibt.

STALLKAMP: In der zweiten Förderphase geht es um eine weitere Fokussierung. Wir würden uns auf jeden Fall übernehmen, wenn wir das gesamte Programm aus der ersten Förderphase mit der gleichen Intensität fortsetzen wollten. Und da geht es nicht darum, dass eine der Kompetenzen unwichtiger ist als die andere, sondern dass aus den Arbeitsgebieten die Teile herausgefiltert werden, die für den Prozesskreislauf von Bedeutung sind. Im Grunde genommen ist es eine Reduzierung der Breite, um den Weg in die klinische Evaluation oder sogar Anwendung erreichen zu können.

➤ **Wie schätzen Sie die Fortschritte bis Ende der zweiten Förderphase ein, Herr Wenz?**

WENZ: Ich gehe davon aus, dass wir zum Ende der zweiten Förderphase soweit sind, dass wir die Einzelschritte alle etabliert, beschleunigt und integriert haben und dann tatsächlich in die klinische Phase werden gehen können. Das heißt, 2023 wird man sicherlich schon mit einzelnen Patienten arbeiten. Für die letztlich dritte Förderphase sehe ich die klinische Etablierung. Es muss sicherlich auch in der zweiten Förderphase noch eine Erweiterung stattfinden, also eine Ausweitung – das ist ja auch Ziel der Ausschreibung gewesen, dass einerseits diese initiale Idee etabliert wird, aber man auch die zweite Förderphase nutzt, um rechts und links zu schauen, was sich da tut. Dieses Thema der Ausweitung – auch der neuen Ansätze – wird dann sicherlich eine große Rolle spielen.

➤ **Sie meinen dann auch im Hinblick auf andere Indikationen?**

WENZ: Andere Erkrankungen, andere therapeutische und diagnostische Ansätze. Man wird sicherlich auch Konzepte für andere Ansätze entwickeln müssen.

➤ **Herr Kolem, wie bewerten Sie die Interaktion zwischen Industrie und Akademie, insbesondere den Austausch zwischen den Mitarbeitern am Mannheimer Campus?**

KOLEM: Für mich ist es immer sehr interessant, speziell wenn man im Lenkungsausschuss sitzt, wie doch die Akademie anders funktioniert als die Industrie. Ich finde das sehr erfrischend und gut, dass man sich offen miteinander austauschen kann. Dieses Verständnis auch auf den Arbeitsebenen zu erreichen, sehe ich als zukünftiges Ziel. Deswegen ist es hilfreich, dass wir Mitarbeiter haben, die ab und zu vor Ort sind und mit den Forschern und Ärzten der Fachabteilungen Zeit verbringen.

➤ **Stimmen Sie dieser Einschätzung zu, Herr Stallkamp?**

STALLKAMP: Die Diskussion hat es mehrfach gegeben – was die Industrie will, ist nicht unbedingt das, was der Forscher möchte. Das Beispiel, ob eine Veröffentlichung oder ein Patent bevorzugt wird, zeigt das recht gut. Die Erfahrung hat gezeigt, dass durch Kommunikation immer eine Lösung gefunden wurde, sodass beide Seiten zufrieden sind und sich besser verstehen. Auch dieser Disput kennzeichnet den Forschungscampus in einem durchaus positiven Sinn.



➤ Was bedeutet das für die nächste Förderphase?

STALLKAMP: Die nächste Phase wird sich mit diesem Dialog sicher stärker auseinandersetzen müssen, einfach weil es darum geht, dass am Ende der zweiten Phase Produkte nach den entsprechenden Richtlinien bis zur klinischen Anwendbarkeit entwickelt werden sollen. Also der Pendel war am Anfang noch auf wissenschaftlicher Seite und schwingt bis in die dritte Phase viel stärker in Richtung industriellen Output.

➤ Worauf legt denn die Industrie bei der

Zielerreichung eines Großvorhabens wie M²OLIE besonderen Wert, Herr Kolem?

KOLEM: Das Wichtigste ist immer, dass man das Ziel nicht aus den Augen verliert – was über den M²OLIE Closed-Loop sehr gut definiert ist. Der zweite Punkt ist eine realistische Einschätzung in Richtung Produktentwicklung. Das Ziel ist, dass durch den Forschungscampus diese Art von Kompetenz selber an den entsprechenden Stellen sitzt und erste Produktentwicklungen in der zweiten Förderphase erreicht werden können.

➤ Welche Vorteile und Herausforderungen birgt aus Ihrer Sicht der Ansatz des Closed-Loop-Prozesses im medizinischen Kontext?

WENZ: Die Vorteile sind, dass man komplexe Einzelschritte in einem zeitlich begrenzten Rahmen zusammenfasst, integriert, und eben nicht nur schneller, sondern auch sicherer macht.

KOLEM: Ich glaube, die große Herausforderung ist es, die Orientierung am Closed-Loop-Prozess intern durchzusetzen, dass alle Leute dieses Gesamtziel im Kopf behalten.

STALLKAMP: Der Closed-Loop-Prozess mit seinen zahlreichen interdisziplinären Aspekten bleibt das zentrale Element von M²OLIE, das die verschiedenen Kräfte zusammenfügt. Aus Sicht des Ingenieurs ist bei M²OLIE die Effizienz, ohne die solche teuren Prozesse sich nicht mehr realisieren lassen, eine zentrale Herausforderung. Zunächst machen wir den Prozess durch zusätzliche Systeme im Interventionsraum teurer als er heute ist. Mittlerweile gehen wir davon aus, dass wir mit einem automatisierten Prozess bestimmte Interventionen nicht nur schneller, sondern auch präziser, das heißt qualitativ besser, als in manueller Vorgehensweise durchführen können. Somit lassen sich zukünftig die höheren Kosten auch rechtfertigen.

➤ Welche weiteren Vorteile sehen Sie bei der Automatisierung im klinischen Kontext?

STALLKAMP: Wichtig ist das Ziel im Auge zu behalten, dass der Patient im Operationssaal der Zukunft eine moderne und schonende Behandlung erfährt. Auch wenn es so aussieht, als würden wir durch die Zeitoptimierung auch die Arbeitsbelastung des ärztlichen und pflegerischen Personals erhöhen, möchten wir im Gegenteil nicht nur die körperliche, sondern auch die psychische Belastung verringern, beispielsweise die ständige Sorge, einen Fehler während der Operation zu begehen. Dazu müssen die Automatisierungslösungen im Interventionsraum noch zuverlässiger werden, mehr Aufgaben vom Arzt übernehmen können und zunehmend zur Bestätigung der ärztlichen Diagnostik und Therapieoptionen dienen. Der Arzt muss dem Navigationssystem zum Beispiel bezüglich der Position des Tumors vertrauen. Die Ergebnisse, die im Forschungscampus bis jetzt erarbeitet wurden, haben gezeigt, dass dies ein Weg zur Etablierung der Automatisierung in der Medizin sein kann.

➤ Herr Wenz, was ändert sich durch diesen innovativen Behandlungspfad aus Ihrer Sicht für Ärzte und klinische Mitarbeiter im Arbeitsalltag?

WENZ: Es wird noch stärker der Ansatz sein, dass die Spezialisten zum Patienten kommen und nicht der Patient von Spezialist zu Spezialist geht. Diese zeitliche und räumliche Koordination der Spezialisten, sei es mit einer physikalischen Präsenz oder mit einer virtuellen Einbindung, ist auch eine der Herausforderungen. Wenn es nur um Wissen geht, wird man sicherlich mit einer virtuellen Einbindung arbeiten können, wie beispielsweise beim virtuellen Tumorboard. Hierbei müssen die Leute nicht mal zur selben Zeit am selben Ort sein. Es wird also auch da vollkommen neue Ansätze der Zusammenarbeit geben. Das halte ich auch für ganz besonders spannend, weil man durchaus auch Konzepte der Digitalisierung und Virtualisierung, die außerhalb der Medizin bereits etabliert sind, ins Krankenhaus bringen wird.

➤ Was würde die erfolgreiche Etablierung des Closed-Loop-Prozesses für Siemens in wirtschaftlicher Hinsicht bedeuten?

KOLEM: Das ist ein sehr indirekter Effekt, den ich nur schwer abschätzen kann. Wenn wir einen Prozess wie den Closed-Loop implementieren und sicherstellen und zeigen können, dass der auf der klinischen Seite wirklich Vorteile hat, dann wird keine Behörde oder Geldgeber das gut finden, wenn so etwas Grundlegendes für die Gesundheit genau an einer Firma und einem Prozess hängt. Das heißt, wir werden vielleicht einen indirekten Vorteil dadurch haben, dass wir daran beteiligt sind und als erstes Unternehmen entsprechende Konsequenzen bei uns in die Produkte einbauen können. Mittelfristig aber wird das etwas sein, was auch unsere Konkurrenten können



PROF. DR. MED. FREDERIK WENZ

Mitglied im Lenkungsausschuss von **M²OLIE** und Ärztlicher Direktor des Universitätsklinikums Mannheim und Direktor der Klinik für Strahlentherapie und Radioonkologie



PROF. DR.-ING. JAN STALLKAMP

Sprecher des Forschungscampus **M²OLIE** und Leiter der Fraunhofer Projektgruppe für Automatisierung in der Medizin und Biotechnologie



DR. HEINRICH KOLEM

Mitglied im Lenkungsausschuss von **M²OLIE** und President Advanced Therapies, Siemens Healthineers



wollen und müssen. Darum ist der wirtschaftliche Vorteil einfach nur ein zeitlicher Vorteil in der Entwicklung von innovativen Prozessen.

➤ **Was würde die erfolgreiche Etablierung des Closed-Loop-Prozesses konkret für das Universitätsklinikum Mannheim bedeuten?**

WENZ: Einerseits natürlich ganz klar Innovationsführerschaft – eine überregionale Strahlkraft, dass man innovative Medizintechnik hier in einem überschaubaren Zeitraum an den Patienten bringt. Andererseits ganz konkret natürlich auch, dass man neue Behandlungsmethoden anbieten kann. Aber die Innovationsführerschaft ist ein ganz wichtiger Punkt, weil man als Universitätsklinikum letztlich antritt, einerseits die Medizin von heute nach Stand von Forschung und Technik zu machen, aber natürlich auch die Medizin von morgen in Teilgebieten ein Stück weit mitzugestalten.

➤ **Wie schätzen Sie die Akzeptanz der Betroffenen, allgemein der Gesellschaft, gegenüber dem „Operationssaal der Zukunft“ ein?**

WENZ: Extrem hoch. Für die Patienten bringt es nur Vorteile, weil das Ganze schneller und sicherer appliziert wird. Für das medizinische Personal ergibt es Vorteile, weil man das Behandlungsspektrum erweitern kann. Bisher war man teilweise einfach limitiert, weil keine großen Operationen beim gebrechlichen, älteren Patienten gemacht werden können.

➤ **Und dass der Betroffene sozusagen zwischen Diagnose und Therapie nicht mitentscheiden kann wird nicht problematisch sein?**

WENZ: Es ist natürlich so, dass man bei solchen Verfahren auch entsprechend ergebnisoffen aufklären muss. Das wird sicherlich auch in der Patientenführung gewisse Herausforderungen an die Ärzte stellen. Aber es gibt Beispiele, wie das in anderen Situationen auch gelöst ist, das sehe ich nicht als kritisch an.

➤ **Was ist für Sie das Besondere am Forschungscampus M²OLIE?**

KOLEM: Das wirklich Besondere und das Schöne daran ist, dass bei der Definition des Forschungscampus **M²OLIE** der Closed-Loop als relativ konkreter Anhaltspunkt genommen wurde, inwiefern die Projekte aufgesetzt werden sollen. Das ist auch im Vergleich zu anderen Forschungscampi wirklich einmalig und durch den Closed-Loop kann sich **M²OLIE** differenzieren, was unbedingt beibehalten werden sollte.

WENZ: Es ist so, dass das Stichwort „Industry on Campus“ hier tatsächlich gelebt wird und dass die Konzeptidee des Forschungscampus, dass der Radius der „warmen Kaffeetasse“ wie das ja hier für uns definiert ist, eingehalten wird, um kritische Masse zu erzeugen. Und kritische Masse bedeutet wieder, dass Menschen, innovative Köpfe mit ihren Ideen zur selben Zeit am selben Ort sind. Durch Infrastrukturmaßnahmen wurde es ermöglicht, Ärzte, Wissenschaftler, Ingenieure, Physiker und Medizintechniker zusammenzubringen, wodurch neue Ideen erzeugt werden, aber auch vorhandene Ideen schon frühzeitig durch spätere Anwender geprüft werden, ob sie später umsetzbar sind.



➤ **Wie würden Sie die Innovationskraft des Forschungscampus im nationalen/internationalen Vergleich einordnen?**

STALLKAMP: Das, was wir hier machen, auch dieser Schritt zur Anwendung von einem komplexen System mit der Vielfalt der Fachkompetenzen, hat in dieser Intensivität der interdisziplinären Zusammenarbeit ein gewisses Alleinstellungsmerkmal. Wir sind mit dieser Idee sicher nicht allein auf der Welt. Aber wir haben eine gewisse Einzigartigkeit durch das Ziel, diesen Prozess konsequent umzusetzen. Die hohe Integration der Fachkompetenzen an einem Standort liefert uns einen wesentlichen Vorteil. Am Ende hängt der Erfolg eines solchen Projektes von der Motivation der Mitarbeiter ab – ich spüre jedenfalls in meinem Bereich, dass Vernetzung kreuz und quer stattfindet, und das ist kein Chaos, sondern da entstehen Verbindungen, die im Forschungscampus aus der visionären Idee zu Beginn ein konkretes Arbeitsziel machen.

KOLEM: Im nationalen Vergleich braucht sich der Forschungscampus nicht zu verstecken. Im internationalen Vergleich ist das ein bisschen schwieriger einzuordnen. Der große Vorteil kann sein, dass man sich interdisziplinär zusammenfindet. Große Forschungsinstitute sind typischerweise immer dadurch gekennzeichnet, dass sie doch ziemlich siloartig strukturiert sind. Und da hat der Forschungscampus eine riesige Chance, dass sich die verschiedenen Disziplinen durch dieses Projekt zusammenschließen und mehr Schlagkraft entwickeln.

➤ **Mit dem Bau des MMT Campus in unmittelbarer Nähe zu M²OLIE auf dem Klinikumsgelände setzt die Stadt ja auch ein Zeichen für Innovationsstärke am Standort.**

WENZ: Der MMT Campus ist für mich die logische Fortführung und auch die Potenzierung dessen, was wir ja im Kleinen im Cubex⁴¹ im Augenblick bereits haben. Der Bau wird sicherlich dazu führen, dass hier unheimlich viel kreative Energie entsteht.

STALLKAMP: Und der MMT Campus bringt eben noch mehr Technologie hier an den Standort, und das kann für den Forschungscampus nur gut sein, so dass eben dieser Dialog noch breiter aufgestellt wird als er schon ist – keiner kann komplexe Themen von heute alleine lösen.

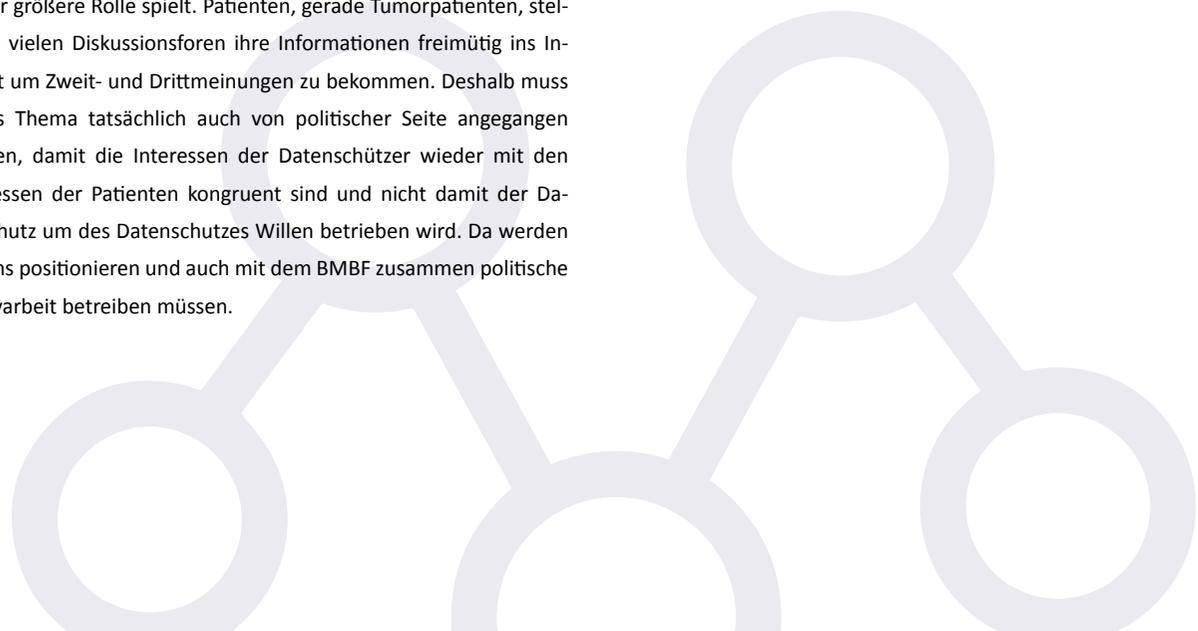
➤ **Welchen Herausforderungen muss sich M²OLIE zukünftig noch stellen?**

WENZ: Die große Herausforderung letztlich für den Forschungscampus, aber natürlich auch für alle medizinischen Forschungen, ist im Augenblick, dass das Thema Datenschutz und Datensicherheit eine immer größere Rolle spielt. Patienten, gerade Tumorpatienten, stellen in vielen Diskussionsforen ihre Informationen freimütig ins Internet um Zweit- und Drittmeinungen zu bekommen. Deshalb muss dieses Thema tatsächlich auch von politischer Seite angegangen werden, damit die Interessen der Datenschützer wieder mit den Interessen der Patienten kongruent sind und nicht damit der Datenschutz um des Datenschutzes Willen betrieben wird. Da werden wir uns positionieren und auch mit dem BMBF zusammen politische Lobbyarbeit betreiben müssen.

➤ **Damit haben Sie auch gerade einen Wunsch an den Projektträger formuliert?**

WENZ: Absolut. Das ist ein Thema, das gelöst werden muss. Das ist ein Sicherheitsthema, ein Qualitätsthema – es gibt klare Daten, die zeigen, dass Medikationsfehler mit elektronischen Patientenakten um bis zu 25 % reduziert werden können. Wenn die Einführung der elektronischen Patientenakte jedoch am Datenschutz scheitert, hat keiner gewonnen. Und das ist eben auch für **M²OLIE** ein ganz zentrales Thema.

➤ **Vielen Dank für Ihre Einblicke.**



DR. TITUS LANZ

Research & Development, Rapid Biomedical GmbH

„DER FOSCHUNGSCAMPUS BIETET UNS DIE MÖGLICHKEIT, IN EINEM HOCHPROFESSIONELLEN TEAM AN DER ENTWICKLUNG PERSONALISIERTER MEDIZINTECHNIK MITZUARBEITEN.“



Ralf Eckert

Vice President Innovations & Lab Automation,
Leica Biosystems Nussloch GmbH

„Die Mitarbeit am Forschungscampus M²OLIE bietet uns die Gelegenheit, mit hochklassigen Wissenschaftlern und Experten zu kooperieren und neue Erkenntnisse in der Krebsforschung zu gewinnen. Das gibt uns die Möglichkeit, die Zukunft der Krebsdiagnostik und Therapie mit neuen Methoden effizient mitzugestalten.“



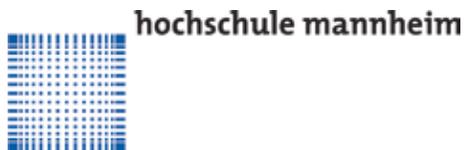
STEFAN BAUR

Geschäftsführer, QIT Systeme GmbH & Co. KG

» FÜR UNS IST M²IBID DIE ZUKUNFTSWEISENDE FORSCHUNGSPARTNERSCHAFT IM BEREICH MOLEKULARER INNOVATIVER BILDGEBUNG FÜR EINE PERSONALISIERTE DIAGNOSTIK.«



GELUNGENES MITEINANDER FÜR DEN TECHNO- LOGISCHEN FORTSCHRITT



AUCH FÜR DIE HOCHSCHULE MANNHEIM IST DER FORSCHUNGSCAMPUS M²OLIE EIN ZUKUNFTSWEISENDES UND AMBITIONIERTES PROJEKT, BEI DEM DIE INVOLVIERTEN WISSENSCHAFTLER MIT IHREM SPEZIFISCHEN KNOW-HOW EINEN WERTVOLLEN BEITRAG LEISTEN. MIT IHRER BETEILIGUNG IN DEN DREI LEITPROJEKTEN M²INT, M²OBITE UND M²IBID TREIBT DIE HOCHSCHULE FORSCHUNGSFRAGEN VORAN UND SETZT WESENTLICHE IMPULSE FÜR DIE ZIELE VON M²OLIE HINSICHTLICH DER ANGESTREBTEN INNOVATIVEN TECHNOLOGIEVERKNÜPFUNG UND PROZESSOPTIMIERUNG IN DEN BEREICHEN BILDGEBUNG, DIAGNOSTIK UND THERAPEUTISCHE INTERVENTIONEN BEI BISLANG SCHWER HEILBAREN TUMOREN.

Aus dem Engagement bei **M²OLIE** ergeben sich für die Hochschule viele positive Effekte. So resultieren bereits neue Forschungsprojekte mit Bezug zur Massenspektrometrie und anderen bildgebenden Verfahren. Die heute in der medizinischen Biotechnologie an der Hochschule intensiv betriebene Forschung zu 3D-Zellkulturen wurde initial über den Forschungscampus aufgebaut und mit der an der Hochschule etablierten Mikroskopie verknüpft.



PROF. DR. CARSTEN HOPF

*Hochschule Mannheim,
Institut für Instrumentelle Analytik
und Bioanalytik*

Die Beteiligung an **M²OLIE** hat Bedeutung dafür, dass die Hochschule im BMBF-Wettbewerb „FH-Impuls“ den Zuschlag für ihr bisher größtes Verbundprojekt „M²Aind – Multimodale Analytik und intelligente Sensorik in der Gesundheitsindustrie“ erhalten hat, das zu Beginn des Jahres 2017 startete. Mit den Arbeiten an „M²Aind“ werden sich Synergieeffekte ergeben, sodass neue Firmen auf **M²OLIE** aufmerksam werden, sich als potentielle Partner für Forschungsfragen aus der Tumorbilogie anbieten und so die Entwicklung des Themenfeldes in der Region positiv beeinflussen.

Die Zusammenarbeit zwischen **M²OLIE** und M²Aind schafft für die Hochschule damit das Potential, gegenüber neuen akademischen und industriellen Partnern noch besser sichtbar zu werden sowie Unternehmen mit Interesse an mikroskopischer 3D-Analytik und optischer Messtechnik in Kombination mit MS-Imaging-Verfahren an die Hochschule zu bringen.

Die Hochschule kann ihre langjährigen Verbindungen zur Universität Heidelberg im gemeinsamen Institut für Medizintechnologie sowie zum BMBF-Spitzencluster medizinische Biotechnologie (BioRN) und zum Medizintechnologie-Cluster der Stadt Mannheim (MMT) durch **M²OLIE** weiter intensivieren. Ihr wachsendes Know-how stärkt die Position der Hochschule als anerkannter Forschungspartner für Kooperationen und Innovationen mit der Industrie. Der wissenschaftliche Nachwuchs kann noch während der Ausbildung Erfahrung für die Zusammenarbeit mit der Industrie sammeln. Die Hochschule profitiert durch die Expertise aus der Industrie und durch die Möglichkeit, neueste Geräte und Software für ihre Forschungsprojekte einsetzen zu können. Mit dem jüngst an der Hochschule eingerichteten Bruker Rhein-Neckar Zentrum für MS-Fingerprinting und -Imaging, das eines der bestausgestatteten Massenspektrometrie-Zentren in Europa ist, könnten sich in Verbindung zu **M²OLIE** weitere Möglichkeiten der Kooperation ergeben.



AUF EINEN BLICK DER FORSCHUNGSCAMPUS

- **17 M²OLIE PARTNER** arbeiten multidisziplinär gemeinsam am **M²OLIE Closed-Loop-Prozess**.
- **FAST 100 KREATIVE KÖPFE** füllen den Forschungscampus **M²OLIE** mit Leben.
- **46 BACHELOR-, MASTER-, UND DOKTORARBEITEN** wurden im Forschungscampus erfolgreich absolviert.
- **23 M²OLIE-SEMINARE** fanden seit Einführung der internen Veranstaltungsreihe bis zum ersten Quartal 2017 statt.

M²OLIE

ProM²OLIE: ERPROBUNG DER ELEKTRONISCHEN PATIENTENAUFKLÄRUNG IM KLINISCHEN REALBETRIEB

IN DER HAUPTPHASE DES QUERSCHNITTSPROJEKTS ProM²OLIE GEHT ES UM DIE ERFOLGREICHE IMPLEMENTIERUNG, ERPROBUNG UND INKREMENTELLE VERFEINERUNG DES MOLEKULAREN INTERVENTIONSPROZESSES IM EXPERIMENTELLEN PRAXISBETRIEB SOWIE UM DIE BEHEBUNG VON SCHWACHSTELLEN.

Der Molekulare Interventionsprozess umfasst alle Aktivitäten, die Patienten von der Ankunft bis zur Entlassung durchlaufen. Die gesamten Prozessabläufe der Molekularen Intervention wurden vollständig erfasst und modelliert. Für logistische Subprozesse für Material- und Medikamentenfluss, die auf Basis aktueller Modellierungs- und Simulationstechniken geprüft wurden, wurden vorläufige Kostenschätzungen und -simulationen durchgeführt. Deren Resultate haben direkte Implikationen für die Wirtschaftlichkeit der molekularen Intervention. Weitere Ergebnisse von **ProM²OLIE** sind die Gestaltung, Entwicklung und klinische Erprobung von informatischen Lösungen zur Behebung kritischer Engpässe im Gesamtprozess.

Als ein zentraler Engpass stellte sich dabei die Patientenaufklärung heraus. Zusammen mit dem Institut für Klinische Radiologie und Nuklearmedizin behebt die Universität Mannheim in **ProM²OLIE** diesen Engpass mit einer sogenannten elektronischen Patientenauf-

klärung. Dabei werden den Patienten über einen Tablet-PC vor dem Arztgespräch verschiedenste Fragen zur bevorstehenden Behandlung beantwortet. Klinische Erprobungen im regulären Tagesbetrieb haben bereits in den vergangenen Monaten stattgefunden.

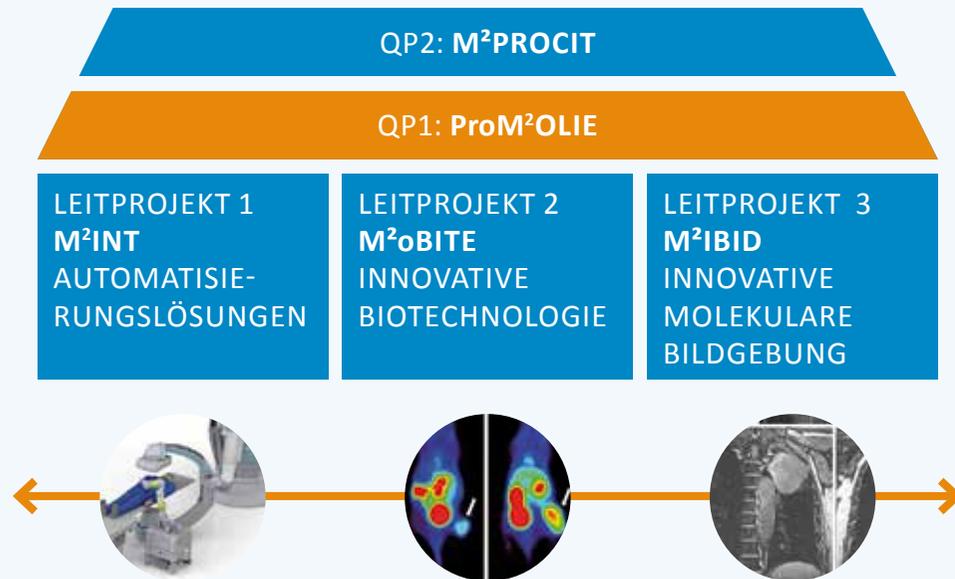
Die nächste größere Patientenstudie wird bereits geplant, um die elektronische Patientenaufklärung zeitnah und dauerhaft im klinischen Realbetrieb einsetzbar zu machen. Aus wissenschaftlicher Sicht wird zweierlei erforscht: Wie kann eine elektronische Aufklärung effizient und effektiv durchgeführt werden und welche Auswirkungen hat diese neue Art der Aufklärung auf Patienten und Ärzte. Insbesondere die Patientenzufriedenheit und das Vertrauensverhältnis zu Ärzten und medizinischem Personal stehen hier im Fokus der Forschung. Insgesamt trägt das Vorhaben durch kurze und häufig abgestimmte Entwicklungszyklen dazu bei, Projektpartner aus medizinischer Praxis, Forschung und Informationstechnologie eng zu vernetzen und einen gemeinsamen Mehrwert für Patienten und für klinische Abläufe zu schaffen.

UNIVERSITÄT
MANNHEIM

 **Fraunhofer**
IPA

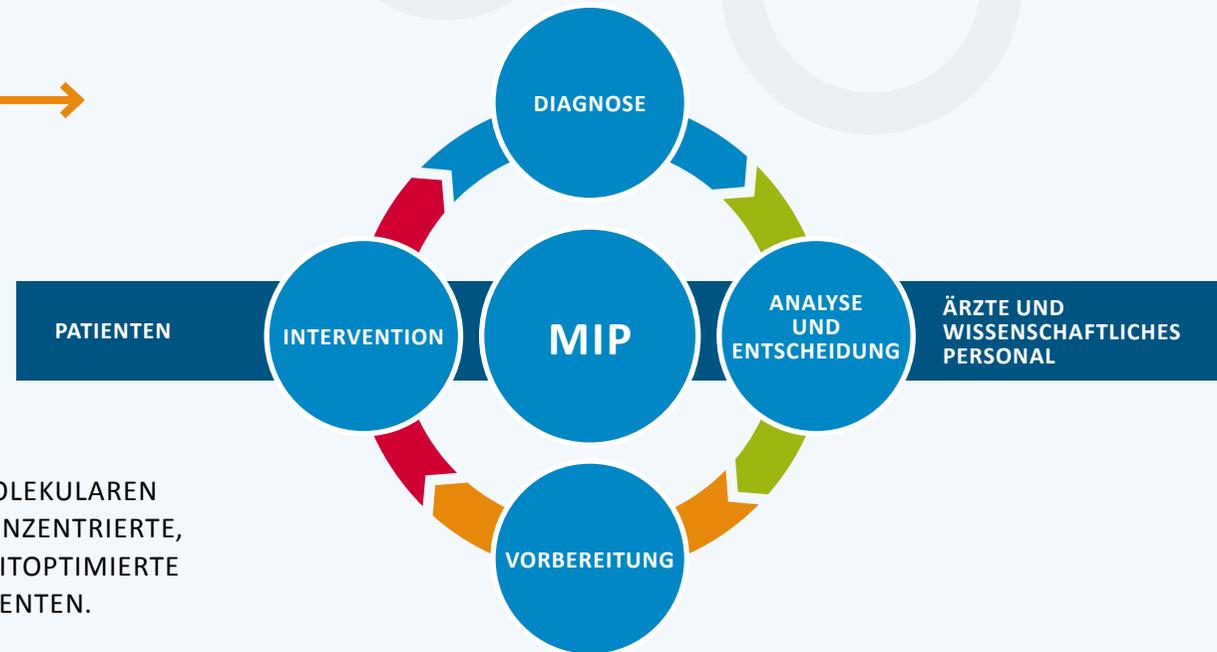
BEST-PRACTICE IM QUERSCHNITTSPROJEKT





➤ DIE QUERSCHNITTSPROJEKTE **ProM²OLIE** UND **M²PROCIT** VERZAHNEN DIE LEITPROJEKTE ZU EINEM DURCHGÄNGIGEN PROZESS UND GEWÄHRLEISTEN SOMIT DIE EFFIZIENZ DES REIBUNGSLOSEN BEHANDLUNGSPROZESSES.

➤ KONTINUIERLICHE OPTIMIERUNG DES MOLEKULAREN INTERVENTIONSPROZESSES (MIP): PATIENTENZENTRIERTE, TRANSPARENTE, WIRTSCHAFTLICHE UND ZEITOPTIMIERTE BEHANDLUNGSPFADE FÜR DEN TUMORPATIENTEN.



**KHANLIAN CHUNG, TANJA GAA, GORDIAN KABELITZ,
WIEBKE NEUMANN, BARBARA TRIMBORN**

Doktoranden am Lehrstuhl für Computerunterstützte Klinische Medizin,
Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg

„DER FORSCHUNGSCAMPUS **M²OLIE** BIETET UNS
DOKTORANDEN DIE EINMALIGE MÖGLICHKEIT
EINER INTERDISZIPLINÄREN VERNETZUNG UND
DES ANWENDUNGSBEZOGENEN FORSCHENS.“



Dr. Wolfgang Ruhm

Director Research & Development,
Bruker Biospin MRI GmbH

Dr. Jens Waldeck

Application & Sales Manager,
Bruker Biospin MRI GmbH

„**M²oBiTE** bietet am Standort Mannheim die einzigartige
Möglichkeit, einerseits die klinische und präklinische Bild-
gebung unter konvergenten Gesichtspunkten sehr nachhaltig
voranzutreiben, andererseits mit einem innovativen Ansatz die
präklinische Bildung in eine Schlüsselrolle bei der schnellen
klinischen Bereitstellung von Theranostika zu bringen.“



MARK ZIMMERMANN

Geschäftsführer Infomotion GmbH

» ALS SPEZIALIST FÜR ANALYTISCHE DATENVERARBEITUNG HABEN WIR UNS VORGENOMMEN,
UNSER WISSEN ZUM MEHRWERT IN DER MEDIZIN EINZUSETZEN. **M²OLIE** BILDET EINE
OPTIMALE PLATTFORM FÜR UNSER VORHABEN: EIN ZUSAMMENSCHLUSS VON ÖFFENTLICHEN
EINRICHTUNGEN UND PRIVATUNTERNEHMEN, DIE SICH EINEM GEMEINSAMEN
ZIEL VERSCHRIEBEN HABEN UND DIESES PRAGMATISCH UND KOOPERATIV VERFOLGEN. «



➤ UNTERNEHMER, KLINIKER UND FORSCHER SIND HIER NUR SO WEIT VONEINANDER ENTFERNT, DASS EINE TASSE KAFFEE HEISS BLEIBT.



M²OLIE

ZUR ROLLE VON M²OLIE IM MEDIZINTECHNOLOGIE CLUSTER MANNHEIM

MANNHEIM UND DIE REGION VERFÜGEN ÜBER STARKE AKTEURE IN MEDIZINTECHNOLOGIE, GEWERBE, INDUSTRIE, KLINIK UND FORSCHUNG. DAZU ZÄHLEN ALLEIN RUND 9500 BESCHÄFTIGTE IN ÜBER 90 MANNHEIMER BRANCHEN-UNTERNEHMEN IM WERTSCHÖPFUNGSNETZWERK MEDIZINTECHNOLOGIE.

VERNETZUNG IN DER REGION

MANNHEIM²
Medical Technology Cluster

Die Stadt Mannheim hat diese Chance erkannt und im Rahmen ihrer wirtschaftspolitischen Strategie ein Medizintechnologie-Clustermanagement im Fachbereich für Wirtschafts- und Strukturförderung eingerichtet. Ziel ist es, diesen Branchenunternehmen gezielt und systematisch zu ermöglichen, Medizinprodukte und Behandlungsprozesse schneller und effizienter als andernorts in Deutschland und weltweit zu entwickeln. Konsequenterweise orientiert am klinischen Versorgungsbedarf.

Im Vordergrund stehen dabei der Aufbau von virtueller und realer Infrastruktur sowie die Unterstützung von Verbundforschungs- und -entwicklungsvorhaben für die Akteure in Unternehmen, Klinik und Forschung. Der Forschungscampus **Mannheim Molecular Intervention Environment (M²OLIE)** als eines der Flaggschiffe öffentlich-privater Forschungsförderung des BMBF und zugleich als einer von bundesweit nur zwei BMBF Forschungscampus-Programme im Themenfeld Medizin stellt einen zentralen Baustein und Treiber dieser Entwicklung dar.

Die auf dem Campus der Universitätsmedizin Mannheim auch räumlich eng verzahnte, interdisziplinäre Zusammenarbeit von Medizinern, Naturwissenschaftlern, Ingenieuren, Betriebswirtschaftlern und Informatikern aus fünf Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie zwölf gewerblich-industriellen Partnern forciert die zuvor erläuterten Zielsetzung dabei in besonderem Maße.

DR. ELMAR BOURDON

Clustermanager Medizintechnologie, Fachbereich für Wirtschafts- und Strukturförderung der Stadt Mannheim



» DER FORSCHUNGSCAMPUS M²OLIE BILDET EINEN WICHTIGEN TRAGPFEILER ZUR STÄRKUNG DER WETTBEWERBSPOSITION VON MEDIZINTECHNOLOGIE-UNTERNEHMEN IN DER REGION.«



M²OLIE



FORSCHUNGSCAMPUS M²OLIE

- 1 Universität Heidelberg
- 2 Fraunhofer IPA – PAMB
- 3 Klinikum Mannheim GmbH
- 4 QIT Systeme GmbH & Co. KG
- 5 Universität Mannheim
- 6 Hochschule Mannheim
- 7 Q-bios GmbH
- 8 Deutsches Krebsforschungszentrum
- 9 Leica Biosystems Nussloch GmbH
- 10 Mint Medical GmbH
- 11 Bruker BioSpin MRI GmbH
- 12 MAQUET GmbH
- 13 RAPID Biomedical GmbH
- 14 Carl Zeiss Meditec AG
- 15 Siemens Healthare GmbH
- 16 KUKA Roboter GmbH
- 17 INFOMOTION GmbH

IMPRESSUM

Herausgeber:
**Forschungscampus Mannheim Molecular
 Intervention Environment (M²OLIE)**
 Theodor-Kutzer-Ufer 1 – 3
 D 68167 Mannheim
 Telefon: +49 621 383 2241
 info@m2olie.de
 www.m2olie.de

Redaktion:
 Prof. Dr. Patrick Maier (verantwortlich)
 Laura Winter, M.A.

Gestaltung:
 xmedias GmbH, Werbeagentur
 www.xmedias.de

© Fotos:
 Vanessa Stachel, Fraunhofer IPA, PAMB:
 Seite 2, 8, 10, 15, 17, 20 links, 21 oben
 Wolfgang Borrs:
 Seite 15 oben
 Tobias Schwerdt, BIOPRO:
 Seite 20 rechts
 sandhofer.hofrichter architekten GmbH /
 tobias buschbeck architektur /
 MATTER Büro für Architektur und Städtebau:
 Seite 21 unten

M²OLIE

HIGHLIGHTS

ZUR HALBZEIT DER ERSTEN HAUPTPHASE

KONTAKT

Forschungscampus M²OLIE

Geschäftsstelle: Prof. Dr. Patrick Maier, Dr. Sabine Neudecker, Laura Winter, M.A.

Universitätsmedizin Mannheim, Medizinische Fakultät Mannheim der Universität Heidelberg

Theodor-Kutzer-Ufer 1 – 3, D 68167 Mannheim

Telefon: +49 621 383 2241

info@m2olie.de, www.m2olie.de



YouTube-Channel



Forschungscampus M²OLIE

