

Labor erleben

DAS MAGAZIN DES ALM E.V.

Klinikkeimen auf der Spur

Labor enttarnt gefährliche Souvenirs –
Infektionskrankheiten effektiv bekämpfen

Labordiagnostik für eine effektive
Therapie von Drogensucht

01

”

*Bei jeder Probe
den Patienten vor Augen!*

Dr. med. Armin Kuhlencord, Facharzt für Laboratoriumsmedizin

Herzlich willkommen zu einer Reise „Labor erleben“!



Wir freuen uns, Ihnen heute mit dem Magazin „Labor erleben“ ein modernes Format zu präsentieren. Darin nehmen wir Sie mit in die „Welt des Labors“.

Durch die mediale Berichterstattung in der COVID-19-Pandemie haben sehr viele Menschen zum ersten Mal davon erfahren, welche Bedeutung die wohnortnahe medizinische Versorgung in Deutschland mit wichtigen Diagnostikleistungen aus den fachärztlichen Laboren hat. In der täglichen Zusammenarbeit der verschiedenen medizinischen Fachrichtungen lässt sich das ärztliche Labor als ein unverzichtbares Konditionalfach beschreiben.

Ohne eine qualitätsgesicherte Labordiagnostik nach aktuellem Stand von Wissenschaft und Medizin sind Prävention, Diagnosestellung und die Einschätzung von Verlauf und Schwere der Erkrankung sowie die Überwachung von Therapien nicht denkbar. Gerade auch im Bereich seltener Erkrankungen sind die Diagnostik mit modernen Labormethoden und das für die Interpretation notwendige medizinische Knowhow von besonderer Bedeutung.

Labormedizin ist die Basis einer sicheren und modernen Medizin: Jährlich nehmen mehrere Hundert Millionen Mal die Menschen in Deutschland die Arbeit der fachärztlichen Labore in Anspruch. So viele Behandlungsfälle gibt es in der gesetzlichen Krankenversicherung mit Laborbezug.

Mit diesem Magazin möchten wir das Labor für Sie, liebe Leserinnen und Leser, direkter und erlebbarer machen. Und so erzählen handelnde Personen aus den Mitgliedslaboren des ALM e. V. ihre Erlebnisse und berichten von ihrer Arbeit für eine bestmögliche medizinische Versorgung.

Wir wünschen Ihnen viel Freude bei der Lektüre und danken Ihnen herzlich für Ihre Anregungen.

Dr. med. Michael Müller
Facharzt für Laboratoriumsmedizin
1. Vorsitzender des ALM e. V.

Prof. Dr. med. Jan Kramer
Facharzt für Laboratoriumsmedizin,
Innere Medizin, Hämostaseologie
stellv. Vorsitzender des ALM e. V.

”

Man muss sich vorstellen, dass wir in der Labormedizin durch die Entdeckung teilweise winzig kleiner Veränderungen in Körpermaterialien weitreichende medizinische Schlussfolgerungen ziehen, die das Leben von Menschen signifikant verbessern – oder in Extremfällen retten.

Diana Feistle, Biologin, Teamleitung Mikro- und Molekularbiologie
Bild: Malaria Parasit *P. vivax*

”

Die Ergebnisse von Probenauswertungen können einen mitunter durchaus nachdenklich oder sogar traurig stimmen, beispielsweise wenn Tumorgewebe oder Infektionen nachgewiesen werden. Doch im Grunde ist selbst ein solches Ergebnis ein Lichtblick, denn nur durch diese Gewissheit kann Menschen frühzeitig und effektiv geholfen werden.

Christiane Grice, MTA & Abteilungsleitung Molekularbiologie

Bild: Mykorrhiza und nitrifizierende Bakterien auf dem Objektträger unter Mikroskopansicht.

Neue Wege gehen



50

Talente entwickeln



58

Antworten finden



36



16

Kliniken beraten

Ursachen erforschen



54

Risiken erkennen



44



Therapien begleiten

40

Inhalt

- 03 Editorial
- 04 Spurensuche
- 10 Wissenswertes
- 66 Impressum, Autoren

14 **Verlässliche Labore finden**
Diagnostik für Ihre Gesundheit

16 **Klinikkeimen auf der Spur**
Beratung, Diagnostik, Analytik

22 **Zukunftsfragen**
Interview mit Dr. med. Michael Müller

24 **Unser Anspruch**
Beste Versorgung mit Labor

26 **Labor enttarnt gefährliche Souvenirs**
Infektionskrankheiten effektiv bekämpfen

28 **Der Natur auf die Sprünge helfen**
Innovative Reproduktionsmedizin

36 **Unstillbare Blutung?**
Verborgene Ursachen entschlüsseln

40 **Drogentherapie effektiv begleiten**
Testung auf 3500 mögliche Substanzen

44 **Fieses Erbe – hoher Cholesterinwert**
Krank trotz schlank

50 **Laborproben in luftigen Höhen**
Drohnen machen den Transport effizienter

54 **Humangenetik**
Gespräch mit Prof. Daniela Steinberger

58 **The Making of ...**
Gemeinsam für Ihre Gesundheit!

ALM in Zahlen

Die über 200 Mitgliedslabore decken mehr als 85 Prozent der ärztlichen Labordiagnostik in Deutschland ab. Der Verband vertritt 900 Fachärzt*innen, rund 500 Naturwissenschaftler*innen und etwa 25.000 qualifizierte Mitarbeiter*innen. An der seit März 2020 regelmäßig stattfindenden Datenerhebung zur SARS-CoV-2-Diagnostik beteiligen sich rund 180 Labore aus dem gesamten Bundesgebiet. Sie repräsentieren circa 90 Prozent des aktuellen Corona-Testgeschehens.



38.000

Menschen erkranken in Deutschland jedes Jahr neu an Epilepsie. Im Laufe ihres Lebens erleiden geschätzt fünf Prozent aller Menschen mindestens einmal einen epileptischen Anfall. Die Untersuchung von Blutserum und Rückenmarksflüssigkeit auf Antikörper kann bei einem erstmalig auftretenden epileptischen Anfall klären, inwieweit er auf eine Autoimmunreaktion zurückgeht. Ein Bluttest kann stoffwechselbedingte Ursachen abklären und kontrollieren. Ein regelmäßiges Blutbild und die Kontrolle von Leber- und Nierenwerten sind wichtige begleitende Maßnahmen in der Therapie der Epilepsie.



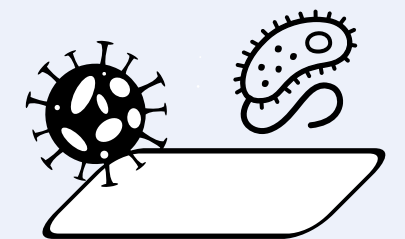
Der Borreliose auf der Spur ...

Pro Jahr erkranken etwa 300.000 Menschen an Borreliose. Das entspricht ungefähr der Einwohnerzahl einer Stadt wie Mannheim oder Karlsruhe. Stellt sich die typische Wanderröte ein, liegt die Diagnose nahe. Fehlt dieses Zeichen

und stellen sich nach einem Zeckenstich unspezifische Beschwerden ein, können Labortests weiterhelfen. Fachmediziner*innen sehen die Stärke von Labortests vor allem in der Diagnose von Neuroborreliose und Lyme-Arthritis.

80 %

aller Fälle von Sepsis entwickeln sich außerhalb von Krankenhäusern. Mehr als 75.000 Menschen sterben in Deutschland jedes Jahr an einer Sepsis. Expert*innen gehen außerdem von einer hohen Dunkelziffer aus. Eine schnelle Labordiagnose im Krankenhaus ist wichtig, um die lebensgefährliche Infektion unter Kontrolle zu bringen. Sie ist unverzichtbar, um die Erreger der Infektion genau bestimmen und bekämpfen zu können. Darauf hat das Infozentrum für Prävention und Früherkennung (IPF) zum Welt-Sepsis-Tag am 13. September 2021 hingewiesen.



Microarrays

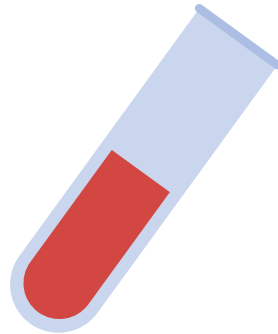
ermöglichen mehrere voll automatisierte Tests gleichzeitig mit geringen Probenmengen auf Platten von der Größe einer Scheckkarte. Die Einsatzgebiete reichen von der Analyse einer Sepsisinfektion und Resistenzanalysen bis zur Identifikation von Viren oder Bakterien.

Labor einst und heute



Schon die Ärzte der Antike nutzen die Vier-Säfte-Lehre des Hippokrates zur Harnschau und zogen aus dem Ungleichgewicht der Säfte ihre Schlussfolgerungen. Und über Jahrhunderte blieb es so. Mit der Entwicklung des Lichtmikroskops gelang es dann Ende des 17. Jahrhunderts, Bakterien sichtbar zu machen. Und seit Mitte des 19. Jahrhunderts entwickelte sich aus Chemie

und Medizin eine eigenständige Fachdisziplin, die Körpersäfte chemisch analysiert. Enzym-, Hormon-, Vitamin-, Krebs- und Diabetesdiagnostik sind heute Standard in der Diagnostik. Eine Revolution unserer Zeit war in den 1990er-Jahren die Vervielfältigung von DNA durch das PCR-Labor. Derzeit gewinnt das humangenetische Labor in der Routineanwendung an Bedeutung.



Influenzaimpfung schützt vor Demenz?

Eine regelmäßige Impfung gegen Influenza schützt anscheinend vor Demenz. Zu diesem Ergebnis kommen Wissenschaftler*innen in einer US-amerikanischen Studie, die im September 2021 im Magazin Vaccine veröffentlicht wurde. Allein in Deutschland könnte das für 40.000 Menschen pro Jahr Auswirkungen haben.

1645

der insgesamt 536.940 Ärzt*innen in Deutschland sind Laborärzt*innen. Nach den Hausärzt*innen sind Laborärzt*innen die am häufigsten konsultierte Arztgruppe. Rund zwei Drittel aller Diagnosen werden heute durch labormedizinische Untersuchungen abgesichert.



Mikro-RNAs

Neueste Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass sich mit einem Bluttest auf Mikro-RNAs, die mit Darmkrebs in Verbindung stehen, Darmkrebs bereits

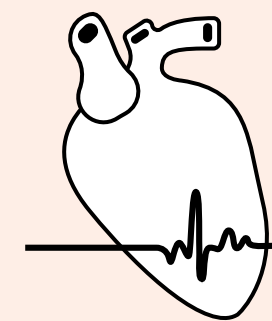
viele Jahre vor der Diagnose im Blut nachweisen lässt. Weitere Studien am Krebsforschungszentrum Heidelberg sollen diese Vorhersagekraft noch bestätigen.

Darmkrebsfrüherkennung

Durch eine stetig verbesserte Darmkrebsfrüherkennung sinkt die Neuerkrankungsrate bei Dickdarm- und Enddarmkrebs. Aber immer noch erkranken in Deutschland jedes Jahr 60.400 Menschen an Darmkrebs und 24.300 sterben daran. Labortests sind eine aussagekräftige Einstandsdiagnostik bei der Früherkennung, wenn eine Koloskopie als schmerzhaft oder unangenehm empfunden wird. Die Kosten für den immunologischen Stuhltest iFOBT werden dabei für gesetzlich Krankenversicherte ab 50 Jahren übernommen. Der enzymatische Stuhltest und der Bluttest gehören bisher noch nicht zum Leistungskatalog.

Hepatitis-Screening eingeführt

Seit Anfang Oktober 2021 haben Versicherte ab 35 Jahren den Anspruch, sich auf die Viruserkrankungen Hepatitis B und Hepatitis C testen zu lassen. Ziel des Screenings ist es, Hepatitisinfektionen zu erkennen und durch eine Behandlung Spätfolgen wie Leberzirrhose oder Leberkrebs zu verhindern.



Herzgesundheit 2020

Noch immer sterben in Deutschland jährlich über 200.000 Menschen an einer Herzkrankheit. Die Sterblichkeit ist jedoch kontinuierlich gesunken, allein zwischen 2017 und 2019 bei der Herzinsuffizienz um

12 Prozent. Gleichzeitig stieg die Zahl der Klinikeinweisungen auf mehr als 1,7 Millionen jährlich an. Expert*innen sehen dies auch als Folge und Erfolg von verbesserter Diagnostik.

Labore, auf die man sich verlassen kann

Diagnostik für Ihre Gesundheit

Axel Oppold-Soda



Es ist unerheblich, ob es sich um ein kleineres Labor im ländlichen Raum oder einen großen Laborstandort in der Stadt handelt – die fachärztliche Qualität stimmt!



Die Blutentnahme in der Haus- oder Facharztpraxis kennen eigentlich alle. Mancher hat sich auch schon einmal gefragt, was mit dem Blut passiert, das einem da gerade abgenommen wird. Fragen sie doch bei nächster Gelegenheit die Person, die Ihnen gerade das Blut abnimmt: „In welches Labor geht das jetzt?“ Sie werden mit großer Sicherheit eine gute Auskunft bekommen, denn das fachlich geschulte Personal kennt sich gut aus.

Zu Beginn der Coronapandemie haben sich plötzlich viele Menschen für die Diagnostik im Labor interessiert. Auch viele verantwortliche Personen in Politik und Verwaltung waren vor die Frage gestellt: „Wo ist eigentlich das nächste Labor?“ Fragen gab es viele. Um diese zu beantworten, hat der Laborverband ALM e.V. schon früh auf der Website www.corona-diagnostik-insights.de informiert und auch alle Labore übersichtlich gelistet, die die notwendigen PCR-Laboruntersuchungen durchführen.

Der Laborfinder war geboren

Heute kann man über die Internetadresse www.laborfinder.de das nächste akkreditierte Labor unseres Verbandes finden. Als ALM e.V. vertreten wir die akkreditierten Labore in der Medizin, das sind aktuell mehr als 200 Laborstandorte in Deutsch-

land. 900 Fachärztinnen und Fachärzte arbeiten gemeinsam mit Naturwissenschaftlern und mehr als 25.000 qualifizierten Mitarbeiter*innen für das Patientenwohl. Sie leisten dabei Großartiges, im Schichtbetrieb, oft rund um die Uhr und das täglich. Auch an Feiertagen gibt es in den meisten Laboren die fachärztliche Diagnostik für Notfälle.

Von Flensburg ganz im Norden bis Konstanz am Bodensee im Süden, von Aachen im Westen bis nach Frankfurt (Oder) – die Mitglieder unseres Verbandes sichern die laborfachärztliche Versorgung, auch in strukturschwachen Gebieten.

Für die Qualität der dort erbrachten fachärztlichen Diagnostik ist es dabei unerheblich, ob es sich um ein kleineres Labor auf dem Land oder einen großen Laborstandort im Ballungszentrum handelt. Auch die Frage, ob es inhabergeführt, als medizinisches Versorgungszentrum oder in einer Aktiengesellschaft organisiert wird, spielt keine Rolle.

Alle unsere Mitgliedslabore sind nach den höchsten Qualitätsnormen für medizinische Laboratorien (DIN ISO EN 15189) akkreditiert und erfüllen die hohen Standards der Richtlinie der Bundesärztekammer zur Qualitätssicherung labormedizinischer Untersuchungen (RiliBÄK).

Überall:

Labore des ALM e.V.

Wissen, wo in der Nähe das nächste akkreditierte Labor unseres Verbandes ist: Auf unserem Laborfinder hat man einen guten Überblick über rund 200 Laborstandorte in Deutschland.



www.laborfinder.de

Labormedizin einfach erklärt

„Was passiert eigentlich mit meiner Probe im Medizinischen Labor?“ In einem kurzen Video erklären wir den Weg zu einer sicheren fachärztlichen Diagnose.



<https://tinyurl.com/2p9cnkm4>

Damit Krankenhaus nicht krank macht

Beratung, Diagnostik, Analytik: Labore haben eine Schlüsselstellung im Kampf gegen Klinikkeime und Antibiotikaresistenzen.

Bernd Harder

„Tod von Säuglingen – Infektionsherd Krankenhaus“

Mangelnde Hygiene, „das steht so gut wie fest“, kostete 2010 drei Babys im Mainzer Universitätsklinikum das Leben. Um Einzelfälle handele es sich nicht, denn immer wieder komme es zu Todesfällen wegen fehlerhafter Krankenhaushygiene, schrieb damals „Die Zeit“. Seitdem hat sich einiges getan. Aber noch immer sorgen spektakuläre Fälle für Schlagzeilen.

<https://www.zeit.de/wissen/gesundheit/2010-08/mainz-babys-hygiene>

„Gefährliche Keime in Uniklinik Frankfurt entdeckt“

Das Universitätsklinikum Frankfurt entdeckte 2017 bei zwei gestorbenen Patienten gefährliche Keime. Beide Patienten waren schwer krank. Ob sie aufgrund ihrer Erkrankungen oder durch die Keime starben, sei nicht geklärt.

https://www.buerstaedterzeitung.de/lokales/rhein-main/gefahrlche-keime-in-uniklinik-frankfurt-entdeckt_17853655



Jedes Jahr
infizieren sich

400

bis

600

Tausend
Menschen

in Deutschland
mit Krankenhauseskeimen

Es geht ums Überleben

Die Vermeidung von nosokomialen Infektionen gehört zu den größten medizinischen Herausforderungen der Zukunft. Es geht um nichts weniger, als das Leben von Patienten zu schützen, längere Klinikaufenthalte mit höheren Kosten zu vermeiden und Antibiotikaresistenzen zu verhindern.

Problem: Hygienemängel

Die wenigsten Patienten können die medizinische Exzellenz eines Klinikums beurteilen. Dafür achten kranke Menschen bei einem stationären Aufenthalt meist genau auf das, was sie beobachten können – und posten das auch in Onlineportalen wie Klinikbewertungen.de, zum Beispiel:

- „Leider werden die Zimmer nur sehr selten gereinigt, weil das Personal ständig unterbesetzt ist.“
- „Also über Hygiene predigen, aber diese in Coronazeiten selbst nicht einhalten (naja).“

„Mängel können nicht selten zu Klagen der Patienten führen, gegebenenfalls auch zu Medienberichten“, weiß die Deutsche Ge-

sellschaft für Krankenhaushygiene. „Der Patient liegt und betrachtet die Umgebung anders als Mitarbeiter.“

Krankenhaushygiene Beratung

Den kritischen Blick von außen – den bringen auch die Hygieneexperten niedergelassener Labore mit. Dr. Georg-Christian Zinn vom Zentrum für Hygiene und Infektionsprävention (ZHI) der Bioscientia ist Facharzt für Hygiene und Umweltmedizin. Mit seinem rund zehnköpfigen Team betreut er mehr als 100 Akut- und Rehakliniken, Pflege- und Seniorenheime sowie Praxen aller Fachdisziplinen. Ein entscheidender Vorteil des privaten Labordienstleisters ist die unmittelbare Verzahnung von mikrobiologischer Diagnostik, Hygieneanalysen und Hygieneberatung.

Zinn erzählt ein Beispiel: In einer Abstrichprobe von der Kinderintensivstation entdecken die Kolleg*innen der Laborabteilung Mikrobiologie einen antibiotikaresistenten Keim. Ohne Verzug wird das ZHI informiert, das wiederum Kontakt mit der Klinik aufnimmt und Sofortmaßnahmen empfiehlt, durch die Ausbreitung des Erregers verhindert werden kann. Kurze



Zeit später erfolgt eine Hygienebegehung, um die Herkunft des Keims zu ermitteln und weitere Maßnahmen zu besprechen.

Hygiene ist Teamarbeit

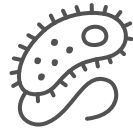
„Die Anforderungen, die Krankenhäuser in puncto Hygiene erfüllen müssen, sind in ihrer Komplexität nur noch von einer Gruppe von Spezialisten im permanenten Zusammenspiel zu erfüllen“, erklärt Zinn. Bei seinen Vor-Ort-Terminen tauscht er sich mit den Reinigungskräften ebenso aus wie mit den Hygienebeauftragten, mit dem Chefarzt ebenso wie mit dem Geschäfts-

führer: „Vom Wasseranschluss im Keller bis hin zur Taubenproblematik auf dem Dach sind wir involviert. Keine Baumaßnahme kann heute mehr ohne Hygiene-gutachten angegangen werden.“

Zum Team gehören daher Fachärzte für Hygiene- und Umweltmedizin, Mikrobiologie, Virologie und Infektionsepidemiologie, Labormedizin, Kinderheilkunde, Anästhesiologie, Innere Medizin sowie Ingenieure, Qualitätsmanager, Hygiene- und Laborfachkräfte – eine Expertisenmischung, wie sie praktisch nur in großen niedergelassenen Laboren anzutreffen ist.

10 bis 20
Tausend
Menschen

sterben an den Krankenhauseskeimen im Jahr, schätzt das Robert Koch-Institut (RKI)



**Bilanz eines
multiresistenten
Ausbruchs**

31

Infizierte

18

Tote

6,5

**Millionen Euro
wirtschaftlicher
Schaden**

Problem: resistente Erreger

„Wie krank macht das Krankenhaus?“ ist eine Frage, die Wissenschaftler, Medien und Betroffene zunehmend stellen. Und mit Recht. Das Robert Koch-Institut (RKI) schätzt, dass sich in Deutschland jedes Jahr 400.000 bis 600.000 Menschen mit Krankenhauskeimen infizieren. 10.000 bis 20.000 sterben daran. Zum Teil bringen Patienten den Erreger selbst mit – etwa auf der Haut, im Mund oder im Darm. Bei invasiven Maßnahmen, wenn zum Beispiel ein Katheter gelegt oder ein Beatmungsgerät angeschlossen wird, können die Keime in den Organismus eindringen und Atemwegs-, Harnwegs- oder postoperative Wundinfektionen hervorrufen. Andere Patienten stecken sich bei Mitpatienten, beim Personal oder durch Gegenstände (Tische, Toiletten, Geräte etc.) an.

Wie schwer eine sogenannte nosokomiale Infektion verläuft, hängt nicht zuletzt von den Resistenzeigenschaften der Keime (überwiegend Bakterien) ab. Und hier kom-

men die gefürchteten multiresistenten Erreger (MRE) ins Spiel, die gegen viele Antibiotika widerstandsfähig sind. Nicht alle Krankenhausinfektionen werden von MRE verursacht. Das RKI geht von etwa 30.000 bis 50.000 Patienten aus, die eine nosokomiale Infektion mit einem multiresistenten Erreger entwickeln. Nach „derzeit bestmöglicher“ Schätzung liegt die Zahl der Todesfälle zwischen 1000 und 4000.

Ausbruchsmanagement

31 Infizierte, 18 Tote und ein wirtschaftlicher Schaden von 6,5 Millionen Euro: Das war die Bilanz eines Ausbruchs von Acinetobacter baumannii- (eines sogenannten multiresistenten gramnegativen Erregers [MRGN]) an einem Klinikum in Schleswig-Holstein. Was kann ein Hygienepartner exemplarisch tun, um Patienten Leid zu ersparen und wirtschaftliche Einbußen zu verhindern?

- Im Vorfeld: Prävention

Damit nach einem Routineeingriff nicht „der Horror beginnt“ (so ein „Stern“ Bericht über Klinikinfektionen), raten Hygiene-spezialisten mit Laborhintergrund zum aktiven Aufspüren: Bereits im Vorfeld einer größeren Operation sollte der Patient abgestrichen und auf multiresistente Erreger wie Methicillin-resistenter Staphylococcus aureus (MRSA) oder MRGN getestet werden. Entsprechende Screeningempfehlungen des RKI gibt es – sie werden aber aus Kostengründen nicht überall berücksichtigt. Dabei kosten Hygiene-schwachpunkte Kliniken und Krankenhäuser viel mehr Geld.

- Im Akutfall: schnelle Hilfe

Externe krankenhaushygienische Berater, dazu die hygienebeauftragten Ärztinnen und Ärzte sowie das Hygienefachpersonal im Haus: Sie bilden ein erfahrenes Team, das bei einem Keimausbruch relevante Infektionsquellen schnellstmöglich erkennen und Infektionsketten unterbrechen kann.



Problem: Antibiotikaresistenzen

Manche Experten sprechen schon von einer „MRE-Pandemie“. Zugleich warnt die WHO vor der „postantibiotischen Ära“, in der gewöhnliche Infektionen wieder tödlich sein könnten. Die meisten Pharmakonzerne haben den Ausstieg aus der Antibiotikaforschung und -entwicklung vollzogen. Zugleich sinkt die Anzahl wirksamer Antibiotika, weil immer mehr Erreger unempfindlich gegen diese Mittel werden. Von erheblicher Bedeutung ist daher, Antibiotika richtig einzusetzen und Resistenzen zu verhindern.

Antibiotikamanagement

Auch hier ist das Ineinandergreifen von hygienisch-mikrobiologischen Untersuchungen und Hygieneberatung unter dem breiten Dach eines Labordienstleisters ein bedeutender Vorteil für das „Antibiotic Stewardship“. Denn das Labor hat die mikrobiologischen Befunde aller Patienten von sämtlichen Abteilungen der Klinik – von der Kinderintensivstation bis zur Geriatrie. Welcher Keim wurde mit welcher Substanz wie lange und in welcher Dosierung behandelt? Was hat angeschlagen? Was nicht? Auf dieser Grundlage ist eine Verordnungsanalyse möglich, mit der Antibiotikatherapien gezielt auf die Resistenzdaten des Klinikums zugeschnitten werden können.





Dr. Michael Müller, 1. Vorsitzender des ALM e.V.

Der ALM e.V. ist ein fachärztlicher Berufsverband der akkreditierten Labore. 2014 gegründet, kümmert sich der Verband um die Förderung und Sicherstellung einer qualitativ hochwertigen medizinischen Patientenversorgung. Wie dies unter den Bedingungen der immer knapper werdenden Finanzmittel im Gesundheitswesen gelingen kann, erläutert der 1. Vorsitzende des ALM e.V. Dr. Michael Müller im Gespräch.

„Wir tragen mit unserem Wissen zu einer bestmöglichen Versorgung bei“

ALM e.V.: Herr Dr. Müller, was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten und dringendsten Themen, derer sich eine neue Bundesregierung im Ressort Gesundheit annehmen sollte – aus Sicht des Gesundheitssystems, der Ärzte im Labor und der Patientinnen und Patienten?

Dr. Michael Müller: Ganz unabhängig von der politischen Verantwortung einer bestimmten Partei für den so wichtigen Bereich des Gesundheitssystems in Deutschland sehe ich die Weiterführung der Themen „Digitalisierung“, „Pflegerreform“, „Überwindung der Sektorengrenze“ und „finanzielle Ausgestaltung“ für alle Beteiligten im System als besonders wichtig an. Aus der Sicht der Ärzteschaft sind zudem der Abschluss der „Reformierung der Gebührenordnung für Ärzte“ sowie die Stärkung der „Freiberuflichkeit des Arztberufes, ob in selbstständiger oder angestellter Tätigkeit“, bedeutsame Punkte. Es ist wichtig, dass nach gut 25 Jahren auch

im privatärztlichen Bereich eine die moderne Medizin abbildende Gebührenordnung vorhanden ist.

In der COVID-19-Pandemie ist deutlich geworden, dass unser föderales System an seine Grenzen stößt, wenn es darauf ankommt, bundeseinheitlich zu handeln. Hier bedarf es aus meiner Sicht einer neuen Ausgestaltung der Zuständigkeiten und auch der Verantwortlichkeiten zwischen Bund und Ländern, wozu auch die Organisation des öffentlichen Gesundheitsdienstes gehört.

Über all diesen Dingen steht auch die zentrale Frage der Zieldefinition aller gesundheitspolitischen Debatten und sich daraus ergebenden Entscheidungen. In einem System mit in jeder Hinsicht stets begrenzten Ressourcen ist es erforderlich, sich über das gemeinsame Ziel im Klaren zu sein und alle Maßnahmen an der Erreichung dieses einvernehmlichen Ziels auszurichten.

Welchen Themen wird sich der ALM in den kommenden Monaten verstärkt widmen und welches sind die Gründe dafür?

Im ALM befassen sich die verschiedenen Arbeitsgruppen mit den angesprochenen Themen. Im Bereich der Digitalisierung unterstützen wir aktiv die KBV in der inhaltlichen und prozessualen Ausgestaltung der Medizinischen Informationsobjekte (MIO). Im Bereich der medizinischen Versorgung bringen wir uns aktiv in der vom Vorstand der KBV etablierten Kommission Labor-diagnostische Empfehlungen ein. Hier werden interdisziplinär Hilfestellungen für eine Indikationsstellung labordiagnostischer Untersuchungen erarbeitet und veröffentlicht.

Unsere „MVZ-Studie“ zu den „Zusammenhängen zwischen der Trägerschaft und der Qualität labormedizinischer Leistungserbringung in Deutschland“ war ein wichtiger Beitrag zur Versachlichung und inhaltlichen Verbesserung der Diskussion um die Versorgungsstrukturen im ambulanten Bereich. Dieses gilt es weiterzuführen, um den Nutzen einer breit gefächerten Versorgungslandschaft für die flächendeckende Verfügbarkeit von laborfachärztlich verantworteter Diagnostik sicherzustellen.

Inhaltlich entwickeln sich die Fachgebiete der Labor-diagnostik sehr dynamisch. Dem werden wir durch die Intensivierung unserer Bemühungen in der Versorgungsforschung Rechnung tragen. All das ist möglich, wenn wir in den fachärztlichen Laboren auch zukünftig Fachkräfte ausbilden und beschäftigen können. Insofern kommt der Außendarstellung der medizinischen Labordiagnostik als Konditionalfach in der Medizin eine große Bedeutung zu. Dem dient ja auch dieses Heft. Es zeigt, wie attraktiv die Arbeit in fachärztlichen Laboren für eine Vielzahl von Berufen ist.

Was zeichnet die Arbeit der Fachärzte im Labor ganz besonders aus – und warum ist Labor das Konditionalfach in der Medizin?

Wir Fachärztinnen und Fachärzte im Labor haben aus meiner Sicht eine besondere Rolle, denn wir tragen mit unserer Erfahrung und unserem Wissen dazu bei, dass eine bestmögliche Versorgung mit medizinischer Labor-diagnostik erfolgen kann.

Um das erreichen zu können, haben wir zwei wichtige Tätigkeitsschwerpunkte: Einerseits obliegt uns die Weiterentwicklung des medizinischen Wissens und des technischen Stands der Labordiagnostik. In der sehr dynamischen Entwicklung der analytischen Möglichkeiten erhält die individualisierte, patientenbezogene Diagnostik ein stärkeres Gewicht. Hierzu die geeigneten Untersuchungsverfahren zu etablieren und diese dann für eine flächendeckende Versorgung unter auch starkem ökonomischem Druck verfügbar zu machen, ist eine Kernkompetenz der fachärztlich verantworteten Labordiagnostik in Deutschland und zudem ein internationales Alleinstellungsmerkmal. Andererseits ist es erforderlich, in der immer stärker interdisziplinär ausgerichteten medizinischen Versorgung im persönlichen Kontakt und Gespräch mit den behandelnden Kolleginnen und Kollegen in den Themenfeldern der Indikationsstellung, der Etablierung diagnostischer Pfade als Orientierungshilfe, der Differenzialdiagnostik sowie der Befundinterpretation ein kompetenter Partner in der Versorgung zu sein.

Eine bestmögliche fachärztlich verantwortete medizinische Labordiagnostik ist ein wesentlicher Baustein im Gesundheitssystem für Prävention, Diagnostik und Therapie von Krankheiten. Insofern ist das Labor ein Konditionalfach, das für die Patientenversorgung unabdingbar ist.

Unser Anspruch: Beste Versorgung mit Labor

Wie kann eine flächendeckende Versorgung aus dem Labor und mit Labormedizin erhalten werden? Dazu hat der ALM e. V. Positionen für die neue Bundesregierung entwickelt.



Hier finden Sie das vollständige Positionspapier des ALM e. V.: www.alm-ev.de/positionen-2021



Wertschätzung

der speziellen Facharztgebiete der diagnostischen Medizin im Labor und ihrer grundlegenden Bedeutung für die flächendeckende und wohnortnahe Patientenversorgung in Deutschland



Stabile und verlässliche Rahmenbedingungen

für die Facharztlabore als bedeutsame Gesundheitseinrichtungen mit der dem Versorgungsbedarf angepassten vorhandenen vielfältigen Leistungserbringer- und Trägerstruktur und zur Sicherung der Qualität der Laborversorgung der Bevölkerung in Deutschland



Erhalt der diagnostischen Fachgebiete als fachärztliche Profession

in Forschung, Lehre und Krankenversorgung mit Stärkung der ärztlichen Ausbildung an den Universitäten



Sicherstellung der **Ausbildung von ausreichend nicht ärztlichen Fachkräften** (Medizinischen Technolog*innen für Laboratoriumsanalytik)



Vorantreiben der in den diagnostischen Fächern der Versorgung bereits weit entwickelten **Digitalisierung** zur Verbesserung der Versorgungsqualität und zum Abbau von Bürokratie



Labor enttarnt lebensgefährliches Souvenir!

Abgestimmte Spurensuche in Krankenhaus und Labor Petra Sonntag

Die zweite Welle der COVID-19-Pandemie baut sich gerade auf, da kehren ein junger Messebauer und sein Bruder von einem Arbeitseinsatz im Sudan nach Deutschland zurück. Kurze Zeit später wird der 36-Jährige zunehmend schwächer. Er ist auffällig müde, taumelt, stürzt zu Hause mehrfach und zieht sich eine Platzwunde über dem rechten Auge sowie einen großflächigen Bluterguss am Bauch zu. Angehörige alarmieren den Rettungswagen. Die Sanitäter treffen auf einen hoch fiebernden Patienten, dessen Sprache verwaschen und dessen Bewegungen steif sind „wie bei einem Roboter“. Sie liefern ihn am frühen Morgen des 2. Februar 2021 über die Zentrale Notaufnahme eines nahe gelegenen allgemeinen Krankenhauses stationär ein.

Bei der Aufnahme veranlassen die Ärzte einen routinemäßigen SARS-CoV-2-Antigen-Schnelltest. Ergebnis: negativ. Der Patient wird zunächst chirurgisch versorgt. Die zentralnervösen Ausfälle nehmen unterdessen zu. Als Bewusstseins- und Sehstörungen hinzukommen, nehmen sich die Neurologen des Falls an. Das mehrdeutige Krankheitsbild gibt Rätsel auf: Hat der 36-Jährige einen Schlaganfall erlitten? Oder leidet er unter einer Blutvergiftung durch Bakterien in seiner Blutbahn mit beginnendem Organversagen?

Eine Blutuntersuchung soll Aufschluss bringen. Das Labor stellt hohe Entzündungsmarker fest: „Der CRP-Wert hatte septische Dimensionen“, erklärt Dr. Verena

993

Malariafälle

zählte das Robert Koch-Institut (RKI) im Jahr 2019 hierzulande. 97 Prozent der Infektionen hatten die Betroffenen in Afrika erworben. In 96 Prozent aller Fälle war der Erreger jener der gefährlichsten Malariaform: Plasmodium falciparum. Zwei Malariafälle endeten tödlich.

Malaria imitiert andere Krankheiten

Malaria wird durch die Anopheles-Mücke übertragen. Die Tropenkrankheit wird häufig fehldiagnostiziert, weil sie sich, abgesehen von Fieberschüben, ganz unterschiedlich äußern kann, zum Beispiel durch Übelkeit, Erbrechen, Blutarmut, Gelbsucht oder Bewusstseinsstörungen.

Jansen, Ärztliche Leiterin des LADR Laborzentrums an den Immanuel Kliniken im brandenburgischen Hennigsdorf. „Bei Infektionen und Entzündungen steigt der Spiegel dieses C-reaktiven Proteins, das Teil des körpereigenen Abwehrsystems ist, im Blut an.“ Auch die Leberwerte des Patienten sind auffällig. Zudem stellt das Labor eine Nierenfunktionsstörung und eine niedrige Thrombozytenzahl im Blut fest, womit das Blutungsrisiko steigt, wenn ausreichend Blutplättchen für die Blutstillung fehlen. Der durchgeführte Procalcitonin(PCT)-Test zum Abklären einer möglichen Blutvergiftung deutet darauf hin, dass der Patient durchaus eine Sepsis haben könnte.

Nachdem die Platzwunde am Kopf des Patienten versorgt ist, klärt ein Neurologe ab, ob die Stürze ein Schädel-Hirn-Trauma mit Hirnblutungen oder einen Schlaganfall verursacht haben könnten. Der durch ein Schädel-Hirn-Trauma entstehende Druck auf das Gehirn könnte Auslöser der neurologischen Ausfälle sein. Während man im Krankenhaus mit einem Computertomogramm (CT) des Kopfes sowie einer Ultraschalluntersuchung des Bauchraums wegen der im Labor ermittelten Leber- und Nierenwerte nach Ursachen der Organschädigungen forscht, nimmt das Labor das Blut unter die Lupe. „Sechs Minuten nach Eintreffen der Proben hatten wir Laborwerte mit deutlichen Hinweisen auf eine Infektion“, sagt Verena Jansen. Aufgrund der alarmierend niedrigen Thrombozytenzahl von 52, die

nur noch etwa einem Drittel der unteren Normbereichsgrenze entspricht, mikroskopieren ihre Mitarbeitenden das Blut. Wenige Minuten später ist klar: Der Patient ist an Malaria erkrankt. „Wir haben so viele Malariaerreger im Blutausschick gefunden, dass wir gar nicht suchen mussten“, so Jansen. „Und das bereits im konventionellen Blutausschick, ohne Anreicherung. In jedem mikroskopischen Gesichtsfeld waren mehrere Erreger nachweisbar, die Parasiten sprangen uns förmlich entgegen. Teilweise konnten wir einen Mehrfachbefall roter Blutkörperchen mit Plasmodien feststellen. Das waren starke Indizien für die Malaria tropica.“

Zielsicher zur richtigen Diagnose

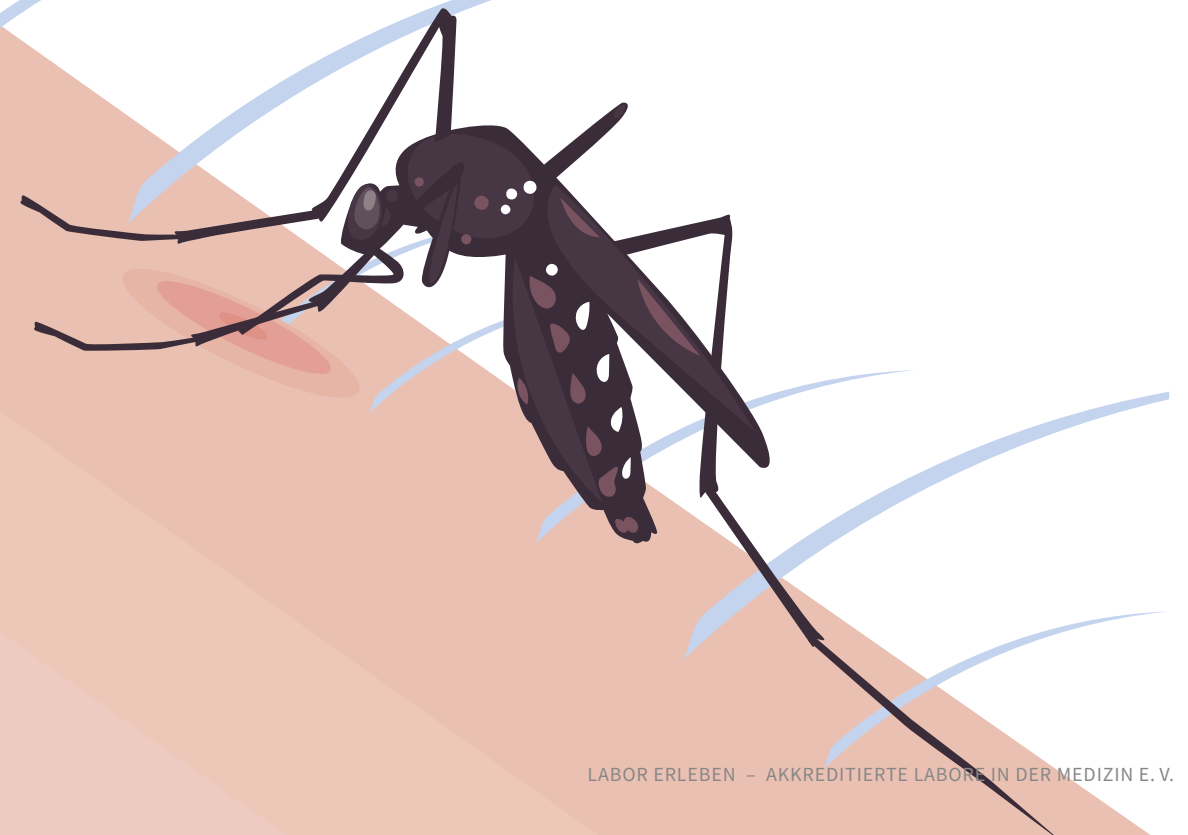
Als Teil des Diagnostikprozesses im Verdachtsfall Malaria wendet das Labor zudem einen methodischen Goldstandard an, den sogenannten Dicken Tropfen. Denn ein konventioneller Blutausschick macht das Erkennen der Malariaparasiten bei geringerer Parasitendichte als in diesem Fall schwierig. Durch die Aus-

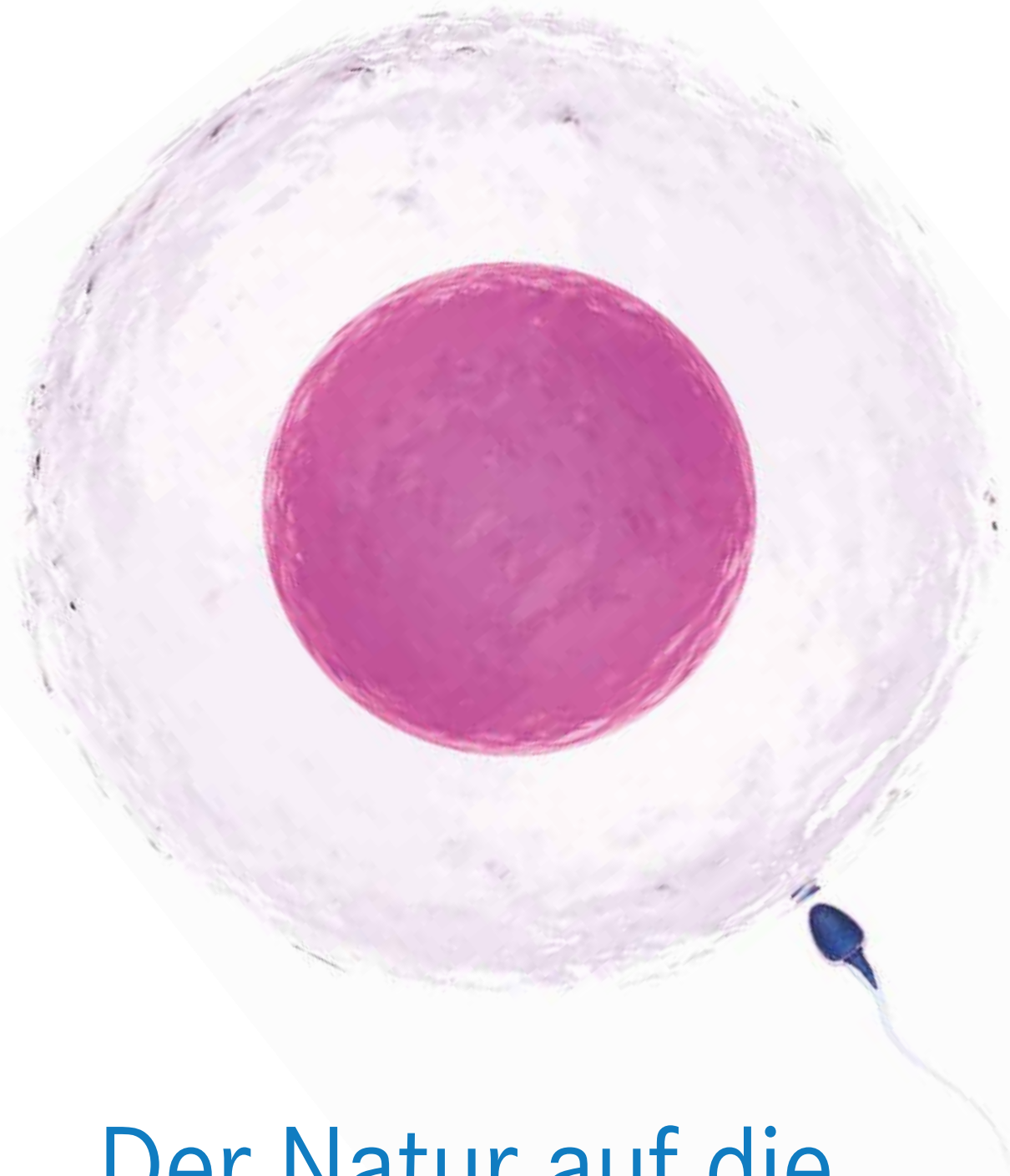
strichtechnik beim Dicken Tropfen liegen die roten Blutkörperchen in mehreren Lagen übereinander. Damit wird eine zehnfache Anreicherung der Erythrozyten erzielt. Die weiteren Schritte führen außerdem zur Auflösung der Erythrozyten, sodass die Malariaerreger (Plasmodien) aus den roten Blutkörperchen freigesetzt und nach der Färbung des Präparats mikroskopisch gut sichtbar werden.

Auch die sogenannten Hämolyseparameter unter den labordiagnostischen Hinweisen auf Funktionsstörungen der Organe weisen auf eine pathologische Zerstörung von roten Blutkörperchen hin. Während im Labor die Diagnose deutlich wird, hegen auch die Klinikärzte den Verdacht, dass es sich um eine Tropenkrankheit handeln könnte, nachdem sie keine Hinweise auf einen Schlaganfall oder eine traumatische Hirnblutung gefunden haben. Das Labor ermittelt durch Auszählung einen Befall von zwei Prozent der roten Blutkörperchen mit dem Parasiten. „Das ist eine relativ hohe Parasitämie. Auch das sprach für die Malaria tropica“, so Jansen, „genauso wie der von der Mikrobiologie durchgeführte Antigen-test auf Plasmodien.“

Leben gerettet

Nach den mikroskopischen Laborbefunden verlegen die Ärzte den Patienten sofort in die Infektiologie einer Universitätsklinik. Dort kann ihm geholfen werden, der 36-Jährige überlebt die lebensbedrohliche Erkrankung. „Wenn die Symptomatik vielschichtig und dadurch mehrdeutig ist, besteht die Gefahr, dass Malaria tropica nicht sofort erkannt wird“, sagt Jansen. Die Laboranalysen führten jedoch schnell zur Diagnose – das lebensgefährliche Souvenir aus dem Sudan wurde enttarnt.





Der Natur auf die Sprünge helfen

Innovative Reproduktionsmedizin

Cornelia Wanke



Kinderwunsch braucht Labormedizin für den Erfolg.

In Deutschland ist laut Bundesfamilienministerium fast jedes zehnte Paar zwischen 25 und 59 Jahren ungewollt kinderlos. Für die Erfüllung des Kinderwunsches sind diese Paare auf medizinische Hilfe angewiesen. Dabei spielt die Diagnostik im fachärztlichen Labor eine ganz entscheidende Rolle.

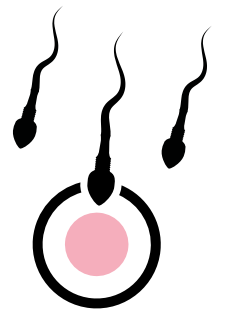
Es sind Geschichten wie diese, die Prof. Dr. Christoph Keck immer noch sichtlich rühren: Da kommt eine junge Frau mit sehr unregelmäßigem Zyklus und immunologischer Vorerkrankung nach verzweifelten Versuchen, spontan schwanger zu werden, endlich in seine Sprechstunde, um die erneut ausbleibende Blutung abklären zu lassen. Und dann entpuppt sich die vermeintliche erneute Zyklusstörung als Frühschwangerschaft. Wenn dann Freudentränen fließen, ist das ein schönes Gefühl, sagt der Facharzt für Frauenheilkunde und Geburtshilfe. Prof. Keck, der sich nach seinem Studium auf gynäkologische Endokrinologie und Reproduktionsmedizin spezialisiert hat, kennt solche Situationen zur Genüge: Im endokrinologikum Hamburg bietet er eine Spezialsprechstunde für Hormonstörungen sowie für Paare mit unerfülltem Kinderwunsch an. Geschätzt 20.000 Paare hat er in seiner fast 30-jährigen Berufspraxis behandelt – und vielen von ihnen damit zu Nachwuchs verholfen. „Es ist faszinierend, was die heutige Hoch-

leistungsmedizin mittlerweile erreichen kann“, sagt der Arzt aus Leidenschaft. Oft kommen Frauen in seine Praxis, die bereits Fehlgeburten hatten oder bei denen sich einfach keine Schwangerschaft einstellen will.

Diagnostik und Beratung gehen Hand in Hand

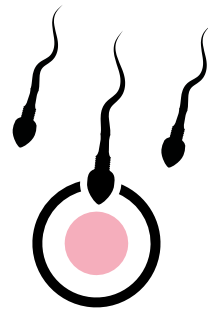
Dann ist es wichtig, dass klinische Medizin, Labordiagnostik und ärztliche Beratung ineinandergreifen, beispielsweise, wenn eine Frau schon mehrere Fehlgeburten – sogenannte habituelle Aborte – hatte. „Ein absolutes Muss ist dann die Schilddrüsendiagnostik. Bei auffälligen Werten müssen die Schilddrüsenhormone FT3 und FT4 sowie Schilddrüsen-Antikörper gemessen werden, und es wird auch empfohlen, eine orientierende endokrinologische Basisdiagnostik zu machen. Danach würde man zur Gerinnungsdiagnostik übergehen und man würde auch für beide Partner eine genetische Diagnostik empfehlen. Da ist also schon viel Labor mit im Spiel“, so Keck.

Mit dem aescuLabor in Hamburg kann Prof. Keck, wie er sagt, „auf ein Hochleistungslabor zurückgreifen, das dann auch in kürzester Zeit die Ergebnisse liefert. Nur mit hochspezifischer Labordiagnostik kann man eine solche Situation in kürzester Zeit abklären“, weiß der Experte.



Ab dem Alter von 30 Jahren

nimmt rein statistisch die Fruchtbarkeit bei der Frau bereits rapide ab.



Ab dem 35. Lebensjahr

zeigen die Eizellen zunehmend genetische Veränderungen. Sie verfügen dann über zu viele oder zu wenige Chromosomen.

„Denn alle denkbaren Szenarien, bei denen eine therapeutische Option gegeben ist, ergeben sich aus ebendieser Diagnostik.“ Vielen Paaren kann Keck mithilfe der Diagnostik aus dem Labor neue Optionen ermöglichen – und Leiden lindern.

Immenser Leidensdruck

„Einigen Paaren ist schon damit geholfen, dass sie wissen, was die Ursache der ausbleibenden Schwangerschaft oder des Frühabortes ist“, weiß er. „Wenn dann aber Labordiagnostik und Therapie Hand in Hand arbeiten und sich doch wieder eine Chance auf ein Kind eröffnet, dann ist das ein tolles Gefühl – sowohl für das Paar als auch für mich als Therapeuten.“

Zu den häufigsten Ursachen für Fehlgeburten gehören genetische Störungen, zum Beispiel eine „balancierte Translokation“ bei der Frau. Eine solche genetische Veränderung spielt im täglichen Leben für die Frau selbst zwar gar keine Rolle, kann jedoch zu wiederholten Fehlgeburten führen. Hier kann eine sogenannte In-vitro-Fertilisation (IVF) mit Polkörperdiagnostik helfen. Der befruchteten Eizelle wird dabei – noch bevor diese sich weiterentwickelt – der Polkörper mikrotechnisch entnommen und im Labor mittels spezieller Analysetechnik untersucht. Nur Eizellen ohne die entsprechende genetische Veränderung werden der Frau dann im Rahmen der künstlichen Befruchtung eingesetzt.

Oft wird auch ein Antiphospholipidsyndrom nachgewiesen – eine Kombination aus Gerinnungsstörung und immunologischer Veränderung. „Das ist eine typische Sache bei Paaren mit häufigen Fehlgeburten. In diesen Fällen kann man mit einer Kombinationstherapie aus Heparin und ASS die Chance, dass dieses Paar im weiteren Verlauf eine Schwangerschaft erlebt, deutlich steigern“, so der Gynäkologe. Erfreulich sei, so Keck, dass auch bei Frauen, die sich trotz mehrerer Fehlgeburten nicht künstlich befruchten lassen möchten, die Chance, innerhalb der nächsten Jahre eine Schwangerschaft zu erreichen, bei 60 Prozent liegt. „Das alles ist natürlich auch eine Frage des Alters. Wenn jetzt ein Paar vor mir sitzt und die Frau 41 Jahre alt ist, dann ist es müßig, darauf zu verweisen, dass es schon noch klappen wird. Da ist dann höchste Eile geboten.“

Nicht immer liegt es an der Frau

Und noch etwas betont Keck: Die Ursache des unerfüllten Kinderwunsches liegt häufig nicht oder nicht nur bei der Frau – wie es auch unser Interview auf den folgenden Seiten zeigt. Bei etwa der Hälfte aller ungewollt kinderlosen Paare liegt die Ursache für das Fruchtbarkeitsproblem allein oder zum Teil beim Mann. „Daran denken viele Paare initial erst einmal gar nicht“, sagt er. „Oft wird dies erst durch die Untersuchung einer Samenprobe im Labor entdeckt.“

Trotz intensiver Forschung und auch bei Einsatz moderner Untersuchungsverfahren – es bleibt bei den Männern ein relativ hoher Anteil sogenannter „idiopathischer Infertilität“. Darunter versteht man Fertilitätsstörungen des Mannes mit unbekannter Ursache. In diesen Fällen steht eine kausale Behandlung, die gewissermaßen das „Fruchtbarkeitsproblem beseitigt“, nicht zur Verfügung. Es hängt dann ganz von der Ausprägung der Fertilitätsminderung ab, welche weiterführenden reproduktionsmedizinischen Verfahren zum Einsatz kommen: Bei leichter Verminderung der Samenqualität kann eine Schwangerschaft manchmal noch durch Einsatz der intrauterinen Insemination erzielt werden, bei ausgeprägter Verminderung der Samenqualität kommt meist die intrazytoplasmatische Spermieninjektion (ICSI) zum Einsatz.

Wichtig ist vor allem, dass die Untersuchung des Mannes gleich zu Beginn der Kinderwunschdiagnostik durchgeführt wird, um dann rechtzeitig die Weichen dafür stellen zu können, dem Paar den Weg zum „Wunschkind“ zu ebnen.

Reproduktionsmediziner*innen und viele Fachärzt*innen im Labor leisten einen großen Beitrag dazu, dass immer mehr Paare, deren Kinderwunsch bisher unerfüllt blieb, sich in den nächsten Jahren über Nachwuchs freuen dürfen. „Keine Kinderwunschbehandlung ohne Labordiagnostik“, betont Keck. In kaum einer anderen ärztlichen Disziplin spielten Diagnostik, Therapie und Beratung so gut zusammen. Trotzdem bleibe ein erfüllter Kinderwunsch immer noch ein großes Wunder der Natur – eines, über das wir uns umso mehr freuen, wenn wir Beispiele

1 Million

Eizellen sind bei der Geburt einer Frau angelegt. Neue Eizellen werden im Laufe des Lebens nicht mehr produziert.

Zu Beginn der Pubertät sind davon noch etwa 300.000 Stück übrig.

Von diesen 300.000 Eizellen kommen im ganzen Leben der Frau nur etwa 300–400 zum Eisprung.



kennen, wo die Medizin die Natur unterstützen konnte.

Zum Thema: Unfruchtbarkeit bei Frauen

Im Gegensatz zu Männern, bei denen kontinuierlich neue Spermien gebildet werden, wird eine Frau bereits mit ihrem gesamten lebenslangen Vorrat an Eizellen geboren. Neue Eizellen werden im Laufe des Lebens nicht mehr produziert. Bei der Geburt sind rund eine Million Eizellen angelegt. Zu Beginn der Pubertät sind davon noch etwa 300.000 übrig. Von diesen 300.000 Eizellen kommen im ganzen Leben der Frau nur etwa 300–400 zum Eisprung. Während der reproduktiven Phase werden pro Zyklus mindestens 40, möglicherweise sogar deutlich über 100 Follikel, „verbraucht“, das heißt, dass die Eizellreserve im Laufe der Zeit abnimmt. Dies geschieht unabhängig davon, ob eine Frau normale Zyklen hat, mit der Pille verhütet, schwanger ist oder eine Kinderwunschbehandlung durchführen lässt.

Die Anzahl der Eizellen ist individuell verschieden. Es gibt Frauen, die schon in jüngeren Jahren aufgrund ihrer Lebensgewohnheiten eine geringere Anzahl aufweisen, zum Beispiel Raucherinnen. Aber auch bestimmte Erkrankungen wie Endometriose oder Operationen an den Eierstöcken können eine reduzierte Eizellreserve verursachen. Wie hoch die aktuelle Eizellreserve ist, kann von der Gynäkologin/dem Gynäkologen per Ultraschall und mittels Blutabnahme eingeschätzt werden.

Neben der Anzahl der Eizellen ist insbesondere auch ihre Qualität für die Fruchtbarkeit verantwortlich. Ab dem 35. Lebensjahr zeigen die Eizellen zunehmend gene-

tische Veränderungen. Sie verfügen dann über zu viele oder zu wenige Chromosomen. Das bekannte Downsyndrom wird zum Beispiel durch ein zusätzliches Chromosom 21 verursacht.

Unfruchtbarkeit bei Männern

Die häufigste männliche Fruchtbarkeitsstörung besteht darin, dass nicht genügend intakte und gut bewegliche Spermien produziert werden. Ursache für die Störung kann ein früherer oder aktueller Hodenhochstand sein (Leisten- oder Gleithoden etc.). Dabei befinden sich die Hoden nicht komplett oder nicht beständig im Hodensack, wie es für eine ungestörte Spermienproduktion erforderlich ist.

Auch direkte Schädigungen des Hodengewebes können die Spermienproduktion nachhaltig beeinträchtigen: Dazu können frühere oder akute Infektionen der Hoden oder Nebenhoden (Orchitis/Epididymitis) führen, zu denen auch eine Mumpsorchitis in der Kindheit zählt. Schaden können auch Hodenverletzungen etwa durch Sport oder eine Hodenverdrehung (Hodentorsion). Nicht zuletzt stehen Varikozelen (verdickte Venen meist in der linken Hodensackhälfte) im Verdacht, die Spermienproduktion zu stören.

Hodentumoren sind insgesamt selten, gehören aber zu den häufigsten männlichen Krebserkrankungen in der Altersgruppe zwischen 20 und 40 Jahren. Unter Männern mit einer festgestellten Fruchtbarkeitsstörung treten Hodentumoren zudem deutlich häufiger auf. Die Fruchtbarkeitsstörung wird deshalb auch als ein Risikofaktor für eine Tumorerkrankung des Hodens angesehen.

Einen nachweislich schädlichen Einfluss hat das Rauchen – sowohl auf die Produktion als auch auf die Befruchtungsfähigkeit von Spermien. Wegen vermehrter DNA-Schäden der Spermien verschlechtern sich bei Rauchern außerdem die Erfolgchancen einer künstlichen Befruchtung.

Quelle: <https://www.informationsportal-kinderwunsch.de/kiwu/ursachen/medizinische-ursachen/medizinische-ursachen-147132>



Diagnostik bei unerfülltem Kinderwunsch

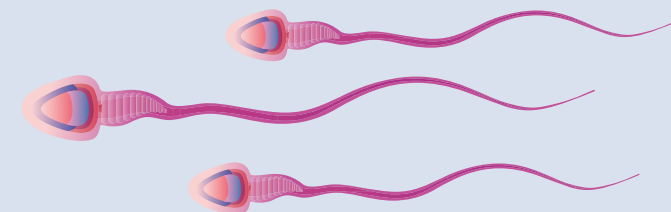
Untersuchungen bei Frauen

- Anamneseerhebung und körperliche Untersuchung
- Untersuchung des Urins oder des Scheidensekrets, um Infektionen und Pilzbefall auszuschließen
- Ultraschalluntersuchung, um Auffälligkeiten der Gebärmutter, der Eierstöcke und der Eileiter zu erkennen
- Hormonuntersuchungen zur Prüfung der Hormonproduktion und des Zusammenspiels der Hormone im Monatszyklus
- Bauch- bzw. Gebärmutter Spiegelung für die genaue Untersuchung der weiblichen Fortpflanzungsorgane – Eierstöcke, Eileiter, Gebärmutter. Damit lassen sich Fehlbildungen oder Funktionsstörungen erkennen.

Untersuchungen bei Männern

- Abtasten von Hoden, Nebenhoden, Prostata und Bläschendrüsen
- Bei Bedarf Durchführung einer Ultraschalluntersuchung der Geschlechtsorgane, der Prostata und Harnwege
- Erstellung eines Spermioграмms zur Bestimmung der Anzahl und Beweglichkeit der Samenzellen
- Je nach Befund Hormonuntersuchungen und genetische Untersuchungen

Quelle: <https://www.informationsportal-kinderwunsch.de/kiwu/behandlung/diagnose>



Vom Kinderwunsch zum Wunschkind

Keine Kinderwunschbehandlung ohne Labordiagnostik

Juliane Ahlers

Erst Hochzeit, danach noch ein paar Jahre die Karriere voranbringen und dann in die Babypause – so hatten es sich Judith und Marco überlegt. So weit, so gut – und millionenfach erfolgreich erprobt. Beide waren Anfang 30, als sie Eltern werden wollten, aber auch nach mehrjährigem „Üben“ stellte sich einfach kein Nachwuchs ein. Schwanger wurde das Paar erst durch eine Kinderwunschbehandlung, bei der hoch qualifizierte Labordiagnostik und kompetente ärztliche Betreuung Hand in Hand gingen.

Liebe Judith, lieber Marco, Sie kannten anfangs den Grund für Ihre ungewollte Kinderlosigkeit nicht. Wie lief die Ursachenforschung im Kinderwunschzentrum ab?

Judith: Zuerst wurde eine ausführliche Anamnese zu Vorerkrankungen bei uns beiden sowie innerhalb unserer Familien gemacht und mein Zyklusverlauf genau analysiert. Danach folgten umfassende Blutbilder von Marco und mir, in denen auch der Hormonstatus und meine ovariale Reserve – der sogenannte AMH-Wert – bestimmt wurden. Der AMH-Wert sagt aus, wie hoch die Reserve an verfügbaren Eizellen ist; mit zunehmendem Alter nimmt er ab.

Marco: Bei mir wurde auch ein Spermogramm erstellt. Dabei wurden die Sper-



3
ICSI-
Behandlungen
wurden mit
50 %
durch die
gesetzlichen
Krankenkassen
bezuschusst.

miengesamtanzahl, die Spermienkonzentration, die Beweglichkeit der Spermien und ihre Vitalität gemessen.

Judith: Dazu kamen noch Ultraschalluntersuchungen meiner Geschlechtsorgane zur Prüfung der Eierstockanlage und der Beschaffenheit meiner Gebärmutter. Einige immunologische Parameter wurden ebenfalls kontrolliert.

Marco: Auch genetische Anomalien wurden bei uns analysiert, um auszuschließen, dass der Grund für unsere ungewollte Kinderlosigkeit hier liegen könnte. Dabei wurden unsere Chromosomen auf numerische und strukturelle Auffälligkeiten geprüft.

Ganz schön viele Untersuchungen ... Wie lange dauerte die Diagnosesstellung?

Marco: Ja, aber es war uns sehr wichtig, der Sache auf den Grund zu gehen. Etwa sechs Wochen nach unserer Erstvorstellung lagen alle labordiagnostischen Ergebnisse vor, wobei die genetischen Befunde am längsten gebraucht haben. Alle anderen Ergebnisse waren schon binnen zwei Wochen fertig zur Besprechung mit unserem behandelnden Arzt.

Was war der Grund dafür, dass Sie nicht schwanger wurden?

Wie fühlten Sie sich, als Sie diesen Grund erfuhren?

Judith: Neben einer Ovarialzyste an meinem rechten Eierstock wurde bei Marco eine Beeinträchtigung der Fertilität festgestellt. Bei ihm wurden nur wenige bewegliche Spermien im Ejakulat gefunden. Die Ovarialzyste konnte durch ein Hormonpräparat („Pille“) relativ einfach therapiert werden, die eingeschränkte Spermienqualität war das größere Problem. Dadurch war klar, dass wir auf natürlichem Wege keine Kinder zeugen können würden. Das war erst mal ziemlich niederschmetternd. Als Paar haben wir eine extreme Leere gefühlt. Das Bild einer für uns vollkommenen Familie, die erst durch Kinderlachen im Kopf als komplett erscheint, zerplatzte eiskalt und unerwartet.

Marco: Die Frage „Warum wir?“ machte sich dann sofort in unseren Gedanken breit und stellte sich auf Dauerschleife. Für mich war seit dem Teenageralter glasklar, dass ich Kinder möchte. In unserem Freundeskreis gibt es viele stolze Papas. Da ist der Gedanke, möglicherweise keine eigenen Nachkommen zeugen zu können, erst mal sehr entmutigend.

Judith: Wir haben uns dann aber mit der Zeit gemeinsam der Diagnose gestellt und uns auf die Möglichkeiten verlassen, die uns die moderne Medizin bieten kann, um uns diesen Herzenswunsch zu erfüllen.

Zu welcher Behandlung wurde Ihnen denn dann geraten?

Marco: Durch die wenigen verfügbaren Spermien kam bei uns nur eine ICSI-Behandlung infrage. Dazu wurden – sehr vereinfacht gesagt – nach einer stimulierenden Hormonbehandlung entnommene Eizellen meiner Frau mit meinem Sperma befruchtet und in ihre Gebärmutter eingesetzt.

Und hat es dann gleich geklappt? Sind Sie direkt schwanger geworden?

Judith: Nein, bei uns hat es drei Anläufe gebraucht. Wir haben zwischendurch auch einmal das Kinderwunschzentrum gewechselt. In Bad Münden hat es dann sofort geklappt. Zwei Wochen nach der dort durchgeführten ICSI wurde bei mir die Schwangerschaft diagnostiziert.

Wie haben Sie sich gefühlt, als Sie von der Schwangerschaft erfuhren? Woran lag es Ihrer Meinung nach, dass es dann klappte?

Marco: Wir waren total überwältigt. Der Tag des Schwangerschaftstests war extrem emotional für uns, da es sich ja an diesem Tag entschied: Jubel oder wieder bei null anfangen.

Judith: Wir glauben, dass es essenziell ist, sich gut aufgehoben zu fühlen. Mir war es wichtig, eine individuelle Behandlung zu bekommen, als Mensch verstanden zu werden und auch mal eine „dumme“ Frage stellen zu können. Die gute ärztliche Betreuung in Bad Münden im Zusammenspiel mit der dortigen labormedizinischen Begleitung war für uns der entscheidende Unterschied.

Hat Ihre Krankenkasse die Kosten für die Behandlungen übernommen oder mussten Sie selbst dafür aufkommen?

Marco: Bei uns wurden bis zu drei ICSI-Behandlungen mit 50 Prozent durch die gesetzlichen Krankenkassen bezuschusst. Wir mussten etwa 1.700 bis 1.800 € pro Behandlung selbst zahlen.

Liebe Judith, lieber Marco, vielen Dank für das Gespräch. Wir wünschen Ihnen eine schöne weitere Schwangerschaft und eine entspannte Geburt!

1700
bis
1800
Euro pro
Behandlung
mussten selbst
bezahlt werden.

Eine unstillbare Blutung und ihre verborgene Ursache

Wie durch einen engen Austausch zwischen Labor und Krankenhaus eine Krebserkrankung entdeckt wird

Petra Sonntag



Wir hatten es hier mit einem unangenehmen Nebeneffekt einer bösartigen Erkrankung zu tun. Denn diese kann das Gerinnungssystem erheblich beeinträchtigen.

Die Patientin ist am Neujahrstag 2021 mit Divertikelblutungen im Darm in ein Krankenhaus der Grund- und Regelversorgung aufgenommen worden. Auch nach mehr als einer Woche gelingt es den Ärzten nicht, dies Blutungen zum Stillstand zu bringen. Die Krankengeschichte der 78-Jährigen weist jedoch keine Neigung zu Blutungen auf. Der internistische Oberarzt wendet sich an Dr. Verena Jansen, Fachärztin für Laboratoriumsmedizin, zu deren Fachgebieten das Bluttransfusionswesen zählt. Als Ärztliche Leiterin des LADR Laborzentrums an den Immanuel Kliniken im brandenburgischen Hennigsdorf mit Zweigpraxen in Bernau und Rüdersdorf tauscht sie sich regelmäßig mit klinischen Kollegen in Fällen aus, die Detektivarbeit im Labor erfordern. „Wir pflegen eine vertrauensvolle Kommunikation und konsultieren einander; es ist eine ideale Zusammenarbeit“, sagt Jansen, die seit 26 Jahren mit Leidenschaft Laborärztin ist. Am 12. Januar erhält sie mittags die E-Mail mit der Bitte um ihr Fachwissen. Es folgt unmittelbar eine telefonische Falldiskussion: Das übliche Veröden der Divertikel – ein Leiden, das bei älteren Menschen, die unter Verstopfung leiden, häufiger auftritt und in der Regel chirurgisch oder gastroenterologisch behandelt wird – habe nicht geholfen, die Patientin blute ununterbrochen weiter. Der Routine-Laborbefund der Klinik mit Blutbild, die Blutarmut betreffende Diagnostik sowie einigen Parametern zur Beurteilung der Organ- und Stoffwechselfunktionen gebe keinen Aufschluss über die Ursachen.

Zu diesem Zeitpunkt hat die 78-Jährige bereits zehn Blutkonserven, sogenannte Erythrozytenkonzentrate, erhalten. Der Internist im Krankenhaus überlegt, ihr nun auch gerinnungsaktives Blutplasma zu geben, denn mit jeder Bluttransfusion wird das Blut der Patientin dünner, und durch die fortgesetzte Blutung gehen immer auch Gerinnungsfaktoren verloren. „Der Oberarzt hatte bereits den Verdacht, dass sie Probleme mit der Blutgerinnung haben könnte“, so Jansen. Bei den Routinetests zur Gerinnung, die am Laborstandort Bernau gemacht werden, ist ein Testergebnis auffällig. Der sogenannte aPTT-Test (aktivierte partielle Thromboplastinzeit), ein Suchtest für Störungen bei der Blutgerinnung, weist am 11. Januar eine verlängerte Gerinnungszeit nach. Während der Normalwert bei gesunden Menschen je nach eingesetzter Labormethode zwischen 25 und 36 Sekunden liegt, dauert die Gerinnung bei der Patientin an diesem Tag mit 71 Sekunden praktisch doppelt so lange. „Und der aPTT-Wert wurde bei nachfolgenden Tests immer schlechter, drei Tage später liegt er bereits bei 81 Sekunden“, erinnert sich Jansen. Lag hier ein Gerinnungsfaktormangel vor, der die Blutung unterhält?

Verena Jansen hinterfragt kritisch, wie das Blut entnommen worden sei. „Ein verlängerter Verlauf der Gerinnungszeit kann gelegentlich auch auf einen Entnahmefehler zurückzuführen sein“, erklärt sie. „So sollte man Blutproben für einen Gerinnungstest niemals aus einem Zugang, der

1,5
Fälle
erworbener
Hämophilie

auf eine Million Einwohner treten jährlich in Deutschland auf, meist im Alter zwischen 70 und 80 Jahren und im Zusammenhang mit Rheuma, Tumoren, entzündlichen Darm-erkrankungen oder schweren Infektionen.

dem Patienten gelegt wurde, abnehmen. Denn dann gerät Infusionsflüssigkeit in die Probe oder der Zugang wurde zuvor mit dem Blutverdünnungsmittel Heparin gespült, um den Zugang offen zu halten. Spuren dieser Stoffe sorgen für Störeffekte bei der Analyse.“ Solche laborärztlichen Hinweise seien nicht immer willkommen, weil sie sich auch auf die sogenannte Präanalytik und damit auf mögliche Fehler vor der Laboranalytik richteten. Ein Laborbefund könne nur aussagekräftig sein, wenn die Vorbereitung vor Beginn der Analyse gut gewesen sei. Dazu zählten neben der korrekten Probenentnahme die richtigen Überlegungen des Einsenders, um welche Fragestellung es geht und welche Laborparameter sich dafür am besten eignen. Doch Störeffekte aufgrund mangelhafter Vorbereitung kann die erfahrene Labormedizinerin im Fall der 78-Jährigen ausschließen. Es sind korrekt entnommene Proben direkt aus der Vene. „Damit hatten die aPTT-Werte eine wegweisende Bedeutung“, so Jansen. Innerhalb von zwei Stunden stellt sie ihrem Kollegen im Krankenhaus einen Plan für weitere Untersuchungen in Klinik und Labor vor und erklärt ihm, was sich daraus ableiten lässt, wenn nur ein einziger Marker, der aPTT-Wert, pathologisch verändert ist.

Expertise kontra Zeitdruck

„Wir konzentrierten uns auf vier relevante Gerinnungsfaktoren und ihre Hemmkörper, auch Inhibitoren genannt: die Faktoren VIII, IX, XI und XII“, erklärt Verena Jansen. Da ein Mangel an Faktor XII sehr selten zu Blutungen führt, sondern eher zu Thrombosen und Embolien, schied dieser praktisch aus. Denn die Patientin litt weder an einer Thrombose noch an einer Embolie. Von diagnostischem Interesse hingegen sei der Hemmkörper gegen Gerinnungsfaktor VIII gewesen, sagt Jansen, die seit 2002 für das Labor tätig ist. „Seine Aktivität sank rapide. Am 12. Januar hatte er eine Aktivität von lediglich 8 Prozent, zwei Tage später lag sie nur noch

13

verschiedene Gerinnungsfaktoren gibt es

Sie sind durchnummeriert von I bis XIII. Einen Faktor VI gibt es nicht, er wurde durch Faktor V a, die aktivierte Form von Faktor V, ersetzt. Die Blutgerinnung ist ein lebenswichtiger Prozess im Körper.

bei 1,2 Prozent. Normal sind 70 bis 130 Prozent.“ Der behandelnde Arzt konnte Verena Jansen bestätigen, dass der aPTT-Wert bei der Patientin vor dem Krankenhausaufenthalt nie verlängert gewesen sei. Das bedeutet, die Patientin hat keine angeborene Gerinnungsstörung wie Menschen mit (angeborener) Hämophilie, im Volksmund auch Bluter genannt, sondern eine erworbene.

„Der interdisziplinäre Dialog ist enorm hilfreich in so einem Fall“, sagt Jansen. „Denn nun war die entscheidende Frage: Welche Gerinnungsstörung kann man erwerben, die nur eine aPTT-Verlängerung verursacht und keine weiteren Auffälligkeiten im Gerinnungsscreening?“ Im Verlauf erworbene Hemmkörper, also Proteine, die der Körper selbst entwickelt und die gegen die Gerinnung wirken, rückten in den Fokus der Betrachtung. „Diese Proteine sind so etwas wie Autoantikörper, denn der Patient entwickelt Eiweißstrukturen gegen ihre eigenen Gerinnungsfaktoren. Er kämpft sozusagen gegen sich selbst. Wir fragten uns: Ist es das und wie kommt es dazu?“ Bei erworbenen Gerinnungsfaktorhemmkörpern kämen Internisten, Onkologen und Laborärzten vor allem zwei Ursachen in den Sinn, so Jansen, nämlich vorübergehende Virus- oder bakterielle Infektionen wie Pfeiffersches Drüsensieber und Krebserkrankungen, unter anderem Darmkrebs. „Zum Zeitpunkt der Gerinnungsstörung ist der Krebs manchmal noch gar nicht entdeckt worden.“

Verena Jansen schaltet ein Gerinnungsspeziallabor ein, das die Faktor-VIII-Hemmkörper nach der sogenannten Bethesda-Methode detektieren soll. Das Labor wird sofort fündig: „Die Faktor-VIII-Hemmkörper waren mit 12 Bethesda-Einheiten hochtitrig nachweisbar, also massenhaft vorhanden. Sie haben bei der Patientin den gerinnungsaktiven Faktor VIII inaktiviert, der vor Blutungen schützt.“ Deshalb half auch kein gastroenterologischer

oder chirurgischer Eingriff, um die Blutungen zu stoppen. Die Kollegen im Speziallabor raten zur Therapie mit einem Inhibitor-Bypass-Medikament wie FEIBA. Jansen: „Mit diesem Ergebnis verdichtete sich der dringende Verdacht, dass die Patientin an Krebs erkrankt war, denn für eine Infektion oder chronische Entzündung gab es keine Hinweise.“ Die Krankengeschichte ergibt, dass sie auch an Gewicht verloren und unter Nachtschweiß und Leistungsminderung gelitten hat – Symptome, die die These untermauern. Durch die Entnahme von Gewebeprobe und weitere Untersuchungen wird in der Folge klar: Die mit Divertikelblutungen eingelieferte Patientin ist tatsächlich an Darmkrebs erkrankt.

„Spurensicherung“ im Labor und interdisziplinärer Dialog bringen Licht ins Dunkel

Die entscheidende Spur zum Krebs hatten Laborärzte binnen anderthalb Tagen identifiziert. Denn das Laborergebnis führte über weiterführende Diagnostik im LADR Laborverbund zur Diagnose Erworbene Faktor-VIII-Hemmkörper-Hämophilie. Und diese Art der Gerinnungsstörung ließ die Alarmglocken bei allen beteiligten Ärzten läuten: War eine bösartige Erkrankung die Ursache? Wenige Tage nach der Falldiskussion mit Jansen wurde die Patientin in die Onkologie verlegt. „Wir hatten es hier mit einem paraneoplastischen Phänomen zu tun“, sagt Jansen rückblickend, „also mit einem klinischen Begleitphänomen bei bösartigen Neu-

bildungen. Krebserkrankungen können das Gerinnungssystem erheblich beeinträchtigen.“ Die 58-Jährige schätzt kollegiale Falldiskussionen wie diese, in denen laborärztliches und klinisches Wissen Hand in Hand gehen, um herausfordernde Fragestellungen zum Wohle eines Patienten zu beantworten.

„Ich erlebe es als Sternstunden meines Fachs, wenn wir Laborärzte von Klinikärzten konsultiert werden und helfen können“, sagt sie lächelnd. „Das Zusammentragen von Indizien macht mir viel Freude. Wir Laborärzte sind ein bisschen so etwas wie Tüftler.“ Aber, und daran lässt sie keinen Zweifel aufkommen, die interdisziplinäre Zusammenarbeit zu Beginn eines diagnostischen Pfades auf der Suche nach Antworten sei dabei enorm wichtig. In Hennigsdorf, Bernau und Rüdersdorf versteht man sich offenkundig gut darauf.

Der aPTT-Test:

»Pulsmessung« bei den Blutgerinnungsfaktoren

Das Patientenblut wird durch Calciumentzug künstlich ungerinnbar gemacht und anschließend zentrifugiert, um das Plasma zu trennen. Das Plasma enthält Gerinnungsfaktoren. Bei der Bestimmung der aktivierten partiellen Thromboplastinzeit (aPTT) wird es durch Zugabe geeigneter

Testreagenzien gezielt wieder gerinnbar gemacht und die Zeit bis zum Eintritt der plasmatischen Gerinnung gestoppt. Das Messen der Gerinnungszeit heißt Koagulometrie (Koagel = Gerinnsel, -metrie von „messen“).

Labordiagnostik für eine effektive Therapie von Drogensucht

Testung auf 3500 Substanzen unterstützt Substitutionstherapien und beugt gefährlicher, oft unbewusster Komedikation vor.

Prof. Dr. med. Eberhard Wieland
Dr. med. d-r (BG) Maria Shipkova
Christian Ries



3500

Substanzen

können Labormediziner im Urin der Patienten nachweisen, um gefährliche Vermischungen mit anderen Medikamenten oder Drogen zu zeigen.



Für Suchterkrankte ist die Entscheidung für eine Therapie oft ein sehr schwieriger Schritt, der viel Mut erfordert. Substitutionsmittel wie zum Beispiel Methadon sind ausgesprochen ernst zu nehmende Substanzen, deren Einsatz nur unter medizinischer Beobachtung erfolgen darf. Denn besonders in Kombination mit anderen Medikamenten oder Drogen können Substitutionsmittel gefährliche, teils lebensbedrohliche Wirkungen haben.

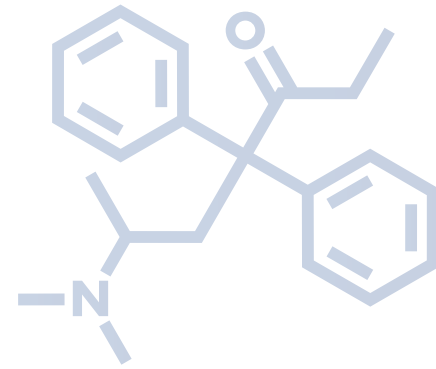
In der Europäischen Union gab es 2019 mehr als eine Million Suchterkrankte, die

als Hochrisiko-Opioidkonsumierende galten. Rund die Hälfte, 510.000 Menschen, befanden sich zum Zeitpunkt der Erhebung in einer Substitutionsbehandlung.¹ In Deutschland allein wurden im Juli 2020 81.300 opioidabhängige Patienten mit Substitutionsmitteln behandelt – der Trend ist steigend.²

Um solche Vermischungen von Substanzen zu verhindern, spielt die Diagnostik bei Substitutionsbehandlungen eine sehr wichtige Rolle. Im SYNLAB-Labor in Leinfelden-Echterdingen nutzen Labormediziner

¹ Europäische Beobachtungsstelle für Drogen und Drogensucht (2021): Europäischer Drogenbericht – Trends und Entwicklungen.

² Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (2021): Bericht zum Substitutionsregister.



innovative und hochsensible Diagnostikverfahren, um mehr als 3500 Substanzen im Urin von Patienten nachzuweisen. Das hilft, die Substitutionstherapie auf die Patienten anzupassen und unerwartete Auswirkungen durch Mischkonsum anderer Stoffe zu verhindern.

Prof. Eberhard Wieland, Ärztlicher Leiter bei SYNLAB in Leinfelden, betont, welche wichtige Rolle die Diagnostik in der Substitutionstherapie eingenommen hat: „Bei unseren Analysen sehen wir immer wieder, dass Patienten unter Substitutionstherapie zusätzliche Medikamente einnehmen, um Schmerzen, Depressionen oder andere Symptome zu lindern. Sie wissen jedoch nicht, dass diese Medikamente in Kombination mit Drogen oder Substitutionsmitteln wie Methadon wirkungshemmende, schlimmstenfalls sogar lebensbe-

drohliche Folgen haben können. Durch das genaue Urinscreening der Patienten können oft frühzeitig Therapiemaßnahmen ergriffen werden, um gefährliche unerwünschte Arzneimittelwirkungen zu verhindern.“

Die folgenden drei realen Fallbeispiele verdeutlichen, wie die Diagnostik zum Erfolg von Substitutionstherapien beitragen kann:

Gefährliche Cocktails verhindern

Im Urin eines 35-jährigen opioidabhängigen Patienten, der mit Methadon als Substitutionsmittel behandelt wurde, wurden durch ein klassisches Drogenscreening Methadon bzw. EDDP (Metabolit von Methadon) und Ecstasy identifiziert.

Während der genauen diagnostischen Analyse des Urins konnten die Laborärzte neben dem zuvor nachgewiesenen EDDP jedoch zusätzliche Rückstände von Fentanyl, Citalopram sowie Trazodon feststellen. Trazodon ist dafür bekannt, im klassischen immunologischen Drogenscreening falsch positive Ecstasysignale auszulösen. Die Einnahme der durch die Laborärzte entdeckten Stoffe ist nicht nur hochriskant, die Kombination dieser Stoffe ist in gleich mehrfacher Hinsicht lebensbedrohlich.

Fentanyl, teilweise auch „synthetisches Heroin“ genannt, löst ein Rauscherlebnis aus, das von Konsumierenden jedoch häufig als „uninteressant“ beschrieben wird. Durch eine verlangsamende Wirkung auf die Atmung kann eine Überdosis zu Atemstillstand führen.

Citalopram war 2011 das am häufigsten verordnete Psychopharmakon in Deutschland. Trotz der allgemein guten Verträglichkeit kann Citalopram Müdigkeit, Gewichtsveränderungen und andere Nebenwirkungen hervorrufen. Trazodon ist ein Antidepressivum mit einer sehr hohen Suchtgefahr. Entzugerscheinungen bei Einnahmestopp sowie Todesfälle aufgrund von Überdosen sind mehrfach bekannt. Eine Verwechslung mit Ecstasy durch das Drogenscreening kann während einer Substitutionstherapie zu einer falschen Einschätzung der Situation und Medikation führen sowie das für den Therapieerfolg wichtige Vertrauensverhältnis zwischen Arzt und Patient belasten.

Die vier Stoffe Methadon, Fentanyl, Citalopram und Trazodon werden in der Leber über dasselbe Enzym verstoffwechselt. Fentanyl hemmt dieses Enzym jedoch, wodurch besonders Methadon und Trazodon nur verlangsamt abgebaut werden können, was die Wirkung der Stoffe wiederum verstärkt. Allein die Kombination aus Fentanyl und Citalopram kann somit schwerwiegende gesundheitsschädigende Folgen haben. Die Kombination aller vier Stoffe birgt das enorme Risiko eines lebensbedrohlichen Serotoninsyndroms.

Durch die genaue diagnostische Analyse der Laborärzte konnte der Medikamentenmix während der Therapie erkannt werden, und der Patient wurde auf die lebensbedrohliche Mischung und den Ernst der Lage hingewiesen. Außerdem konnte geklärt werden, dass kein Ecstasy konsumiert wurde, sondern hier ein falsch positives Ergebnis durch eine Kreuzreaktion infolge des Trazodonkonsums aufgetreten ist.

Konträre Medikamentenwirkungen stoppen

Ein 38-jähriger Substitutionspatient durchlief im Zuge der Therapie ein klassisches immunologisches Urinscreening, in dem er positiv auf EDDP (Metabolit von Methadon) und Cannabinoide (THC) getestet wurde. Die laborärztliche diagnostische Analyse mittels Massenspektrometrie ergab jedoch, dass zusätzlich Rückstände von Trimipramin und Metamizol-Metabolit im Urin des Patienten vorhanden waren.

Trimipramin ist ein Antidepressivum, das auch Schlafstörungen lindert. Da sowohl deprimierte Stimmung als auch Schlafstörungen Symptome eines Opiatentzugssyndroms sind, lässt sich annehmen, dass Trimipramin einen Teil der Entzugssymptomatik mindern kann. Der schmerzstillende und fiebersenkende Wirkstoff Metamizol induziert jedoch den Abbau von Methadon, wodurch die Dosis in der Therapie gesteigert werden muss, um starke Entzugssymptome zu verhindern. Dementsprechend wird der Erfolg der Therapie deutlich erschwert und es kann zum

Therapieabbruch kommen, da noch mehr Stärke und Wille aufseiten der Patienten gefordert werden.

Unentdeckte Substanzen identifizieren und aufklären

Im Urin eines 25-jährigen Studenten mit starken Suchterscheinungen wurden durch die genaue diagnostische Analyse der Laborärzte in Leinfelden die Droge Buphedron, das Antihistaminikum Diphenhydramin sowie das schmerzstillende Opioidanalgetikum Pentazocin nachgewiesen. Keine dieser Substanzen wäre durch das klassische Drogenscreening erkannt worden. Während Buphedron eine aufputschende, Euphorie auslösende, leicht halluzinogene Droge ist, kann Diphenhydramin bei hoher Dosierung starke, sehr realistische Halluzinationen und Dysphorie hervorrufen. Pentazocin wiederum verändert die Reaktion von Gehirn und Nervensystem auf Schmerzen und kann heroïnähnliche Reaktionen auslösen. Die simultane Einnahme von Diphenhydramin und Pentazocin kann die Wirkung der Medikamente gefährlich verstärken, wodurch es zu Störungen und Fluktuationen des Bewusstseins, der Aufmerksamkeit, der Wahrnehmung, des Denkens, der Psychomotorik, der Emotionalität und des Schlaf-wach-Rhythmus kommen kann. Diese Zustände können sowohl den Konsumenten selbst als auch unbeteiligte Personen ernsthaft gefährden.

Die aufgeführten Fälle sind nur drei Beispiele von vielen. Die innovative, genaue Diagnostik mit der Massenspektrometrie hat sich zu einer tatkräftigen Unterstützung in der Substitutions- und Suchttherapie entwickelt. Mit dem Einsatz des Verfahrens können Behandlungen bestmöglich angepasst, gefährliche Medikamentenmischungen verhindert und in Extremfällen Leben gerettet werden.



Fieses Erbe – hoher Cholesterinwert

Krank trotz schlank: Familiäre Hypercholesterinämie

Bernd Harder

”

Kinder von Patientinnen und Patienten mit familiärer Hypercholesterinämie sollten spätestens bis zum 10. Lebensjahr untersucht werden, da für sie ein 50-prozentiges Risiko besteht, die krankheitsverursachende Mutation geerbt zu haben.

Gar nicht so selten – aber ganz oft noch eine Unbekannte: Die familiäre Hypercholesterinämie ist wenig bekannt und stark unterdiagnostiziert. In Deutschland ist etwa eine von 200 bis 250 Personen betroffen. Das sind mehr als 270.000 Menschen. Nur ein geringer Teil der Patienten (schätzungsweise 15 Prozent) weiß davon und wird adäquat behandelt.

Es sieht nach einem Rätsel aus. Der junge Mann, der für eine Routineuntersuchung in die Praxis kommt, ist 32 Jahre alt und meistens gesund. Die Blutdruckmessung zeigt erhöhte Werte an, die über mehrere Monate anhalten. Bei der weiteren Abklärung erlebt der Arzt eine Überraschung. Sein Patient weist einen LDL-Cholesterinspiegel auf, der weit über dem Richtwert von 116 Millilitern pro Deziliter Blut für gesunde Menschen mit niedrigem Herz-Kreislauf-Risiko liegt: 350 mg/dl. Das geht sogar noch über den „Alarmgrenzwert“ von 250 mg/dl bei Erwachsenen hinaus. Eine Ernährungsumstellung – weniger Fleisch, Fast Food und Fertiggerichte – bringt keine Besserung. Der LDL-Wert des 32-jährigen, bislang unauffälligen Patienten bleibt konstant im tiefroten Bereich.

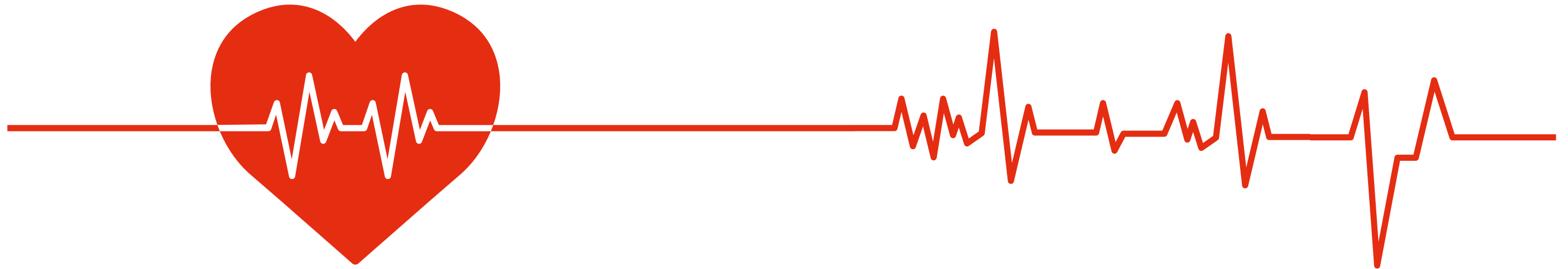
LDL – das „schlechte“ Cholesterin

LDL-Cholesterin wird umgangssprachlich auch als „schlechtes“ Cholesterin bezeichnet. Der Grund dafür: LDL (Low Density Lipoprotein) verteilt Cholesterin im gesamten Organismus. Weil Cholesterin selbst nicht wasserlöslich ist, braucht es eine Mitfahrgelegenheit durch den Blutkreislauf an seinen Zielort. Dieses Transportvehikel ist das LDL: eine Verbindung aus Fett (Lipo) und Eiweiß (Protein). Es holt das Cholesterin an seinem Herstellungsort – in der Leber – ab und bringt den fettähnlichen Rohstoff zu den Körperzellen, die ihn über spezielle Bindungsstellen (LDL-Rezeptoren) aufnehmen. Dort erfüllt das Cholesterin lebenswichtige Funktionen, etwa beim Aufbau der Zellmembranen oder bei der Bildung von Hormonen.

Allerdings können unsere Zellen nur eine bestimmte Menge an Blutfetten verarbeiten. Neben LDL spielt daher auch HDL eine entscheidende Rolle im Fettstoffwechsel, umgangssprachlich „gutes“ Cholesterin genannt. HDL (High-Density Lipoprotein) schleust überschüssiges Cholesterin zurück in die Leber, wo es abgebaut und ausgeschieden wird. Deshalb ist ein gesundes

**20
verlorene
Lebensjahre**

Unbehandelte Frauen und Männer mit familiärer Hypercholesterinämie haben ein hohes Risiko, früh einen Herzinfarkt zu erleiden.



Gleichgewicht zwischen LDL- (am besten niedrige Werte) und HDL-Cholesterin (am besten hohe Werte) so wichtig. Befindet sich zu viel LDL im Blut, kann sich die Substanz an den Arterienwänden ablagern – die gefürchtete „Gefäßverkalkung“ droht, die einen Herzinfarkt oder Schlaganfall nach sich ziehen kann.

Viele Herzinfarkte in der Familie

Bei einem ausführlichen Anamnesegespräch erfährt der Arzt wichtige Details aus der Familiengeschichte seines Patienten: Von zwei Brüdern und drei Schwestern haben ein Bruder und zwei Schwestern ebenfalls erhöhte Blutfettwerte. Der Vater starb im Alter von 67 Jahren an einem Herzinfarkt. Seinen ersten Infarkt hatte er mit 42 Jahren. Von den drei Schwestern und drei Brüdern des Vaters lebt nur noch sein Zwillingbruder. Alle anderen Geschwister sind an Herzinfarkten gestorben. Der Großvater väterlicherseits starb bereits in jungen Jahren an einer unbekanntem Ursache.

Dies alles könnte auf eine vererbte – also genetische – Ursache der hohen Cholesterinwerte des 32-Jährigen hindeuten. Auch

**15 %
der Fälle sind
bekannt**

Nur die wenigsten Anlage-träger wissen von ihrer genetischen Prädisposition. Mehr genetische Tests für Betroffene würden es ermöglichen, späteren kardiovaskulären Risiken bei den Nachkommen schon im Kindesalter vorzubeugen, da alle Nachkommen mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 Prozent das Risikoallel erben werden.

das Labor weist in seiner Befundübermittlung darauf hin, dass der Patient möglicherweise an einer familiären Hypercholesterinämie leidet.

Unterdiagnostiziert und unterbehandelt

Schon in jungen Jahren können das Cholesterin und damit das Herz-Kreislauf-Risiko stark erhöht sein – symptomlos und unabhängig von Gewicht, Ernährung und körperlicher Verfassung. In der Regel werden diese Patienten nur zufällig entdeckt, zum Beispiel bei der Gesundheitsuntersuchung, die jedem gesetzlich Versicherten zwischen 18 und 35 Jahren einmal und ab 35 Jahren alle drei Jahre zusteht.

Wenn der Bluttest im Labor einen LDL-Wert von über 190 Milligramm pro Deziliter Blut und einen hohen Gesamtcholesterinspiegel zeigt, sollte an eine genetische Ursache gedacht werden. Bestätigt sich dieser Verdacht, spricht man von einer familiären Hypercholesterinämie (FH). Das bedeutet, dass aufgrund von erblichen Faktoren („familiär“) zu viel („Hyper“) Cholesterin im Blut („ämie“) vorhanden ist.

Diese Erkrankung ist wenig bekannt und stark unterdiagnostiziert – aber keineswegs selten. In Deutschland ist etwa eine von 200 bis 250 Personen betroffen. Das sind mehr als 270.000 Menschen. Nur ein geringer Teil der Patienten (schätzungsweise 15 Prozent) weiß davon und wird adäquat behandelt. Das ist fatal, denn Männer mit familiärer Hypercholesterinämie haben ein Risiko von 90 Prozent, für einen Verschluss der Herzkranzgefäße oder einen Herzinfarkt vor dem 60. Lebensjahr zu erleiden.

Für Frauen ist das Risiko etwas geringer: zirca drei von zehn erleiden ohne vorherige Warnzeichen oder körperliche Beschwerden ein kardiovaskuläres Ereignis, noch bevor sie 60 Jahre alt sind. Die genetische Erkrankung kostet unbehandelte Betroffene im Durchschnitt 20 Lebensjahre. Ungefähr fünf Prozent der Herzinfarkte bei unter 60-jährigen und bis zu 20 Prozent bei unter 45-jährigen Frauen und Männern werden auf FH zurückgeführt.

Genanalyse bringt Klarheit

Der Arzt des 32 Jahre alten Patienten beauftragt sein Labor mit einer moleku-

largenetischen Diagnostik. Dafür genügt eine Blutprobe. Diese Untersuchung ist eine Leistung der gesetzlichen Krankenkassen. Sie erfordert keine genetische Beratung durch eine speziell qualifizierte Fachkollegin oder einen Fachkollegen aus der Humangenetik und belastet nicht das Laborbudget der Praxis. Nach wenigen Tagen liegt das Ergebnis vor. Tatsächlich kann eine vererbte Mutation des LDL-Rezeptors, die die Aufnahme von LDL-Cholesterin aus dem Blut in die Körperzellen stört, sicher nachgewiesen werden.

Mutation im Gen des LDL-Rezeptors

LDL-Rezeptoren befinden sich auf nahezu allen Zelltypen, da sie die Versorgung der Körperzellen mit Cholesterin gewährleisten. Die Ursache für eine familiäre Hypercholesterinämie ist in den meisten Fällen eine Veränderung der Erbinformation, die den Bauplan für den LDL-Rezeptor enthält: das LDL-Rezeptor-Gen. Darüber hinaus gibt es noch zwei weitere Gene, deren Mutationen zu einer FH führen.

Stimmt die Konstruktionsanleitung für den LDL-Rezeptor auf dem Chromosom 19 nicht ganz genau, werden die Bindungsstellen generationenübergreifend falsch nachgebaut, was verschiedene Funktionsstörungen zur Folge hat. Beispielsweise wird der Abbau der LDL verlangsamt. Oder es werden zu wenige LDL-Rezeptoren ausgebildet. Oder die LDL-Rezeptoren erkennen die Fette im Blut nicht, sodass LDL-Cholesterin nur teilweise oder gar nicht in die Zellen gelangt.

Zwar ist jedes Gen zweifach vorhanden: eine Kopie von der Mutter und eine vom Vater. Und in der Regel ist nur eines der beiden Gene mutiert und das andere gesund. Dieser Fall wird als heterozygote



Eine frühe Diagnose und Behandlung kann Folgeerkrankungen der familiären Hypercholesterinämie deutlich reduzieren.

(ungleicherbige) Form der FH bezeichnet. Aber bereits ein verändertes Gen (entweder von Vater oder Mutter vererbt) reicht aus, um zu erkranken. Zudem wird der Gendefekt „autosomal-dominant“ an die Hälfte der Nachkommen weitergegeben. Die homozygote (reinerbige) Form der familiären Hypercholesterinämie mit zwei veränderten Genen für den LDL-Rezeptor ist dagegen sehr selten – und eine schwere Erkrankung mit kardiovaskulären Ereignissen oft schon im jugendlichen und jungen Erwachsenenalter.

Frühe Diagnose ist lebensentscheidend

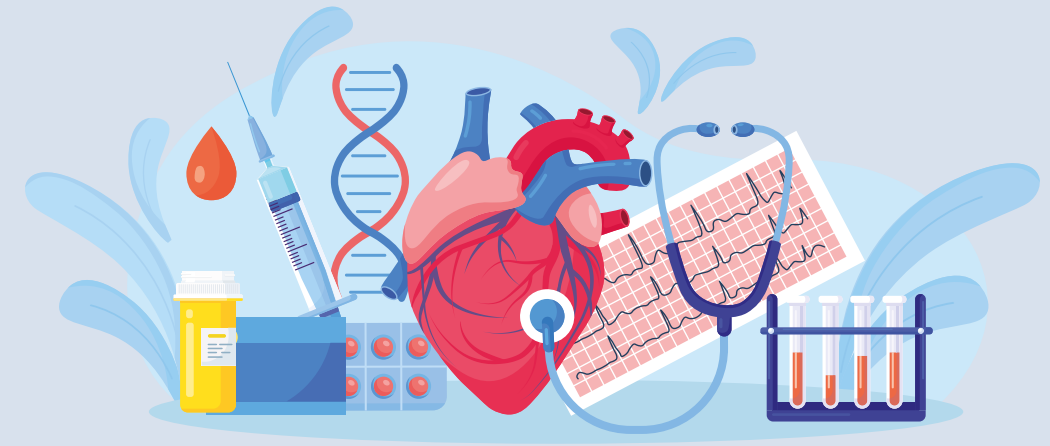
Die Lösung des Rätsels – extrem hohe Cholesterinwerte ohne äußerlich ersichtliche Ursachen – war also eine erblich bedingte Störung des Fettstoffwechsels. Genauer gesagt: eine heterozygote familiäre Hypercholesterinämie. Die vergleichsweise frühe Abklärung dieser genetischen Erkrankung erwies sich für den 32-Jäh-

rigen als lebensentscheidend. Eine deutliche Senkung des kardiovaskulären Risikos ließ sich mit einer Statintherapie und Lebensstilmaßnahmen (Ernährung, Sport etc.) erreichen.

Schutz der Kinder und Kindeskinder

Ebenso wichtig ist es aber, die nachfolgenden Generationen, die Kinder und Enkel der Patienten, vor den möglichen schwerwiegenden Folgen einer FH zu schützen. Denn Menschen mit einer FH haben oft bereits von Geburt an eine gefährlich hohe Menge LDL-Cholesterin im Blut. „Kinder von Patientinnen und Patienten mit familiärer Hypercholesterinämie sollten spätestens bis zum 10. Lebensjahr untersucht werden, da für sie ein 50-prozentiges Risiko besteht, die krankheitsverursachende Mutation geerbt zu haben“, appelliert Dr. Berit Kerner, Fachärztin für Humanogenetik bei der Bioscientia Ingelheim.

Therapeutisch stehen dann zunächst nicht medikamentöse Maßnahmen wie eine Ernährungsumstellung im Vordergrund. Ab dem achten Lebensjahr können auch Statine eingesetzt werden. Kerner: „Eine frühe Diagnose und Behandlung kann Folgeerkrankungen der familiären Hypercholesterinämie deutlich reduzieren. Daher sollte Verwandten ersten und zweiten Grades einer betroffenen Person die Bestimmung der Blutfette, insbesondere des LDL, und bei erhöhten Werten auch eine moderne Genanalyse angeboten werden.“



Familiäre Hypercholesterinämie

- Autosomal dominant erbliche Störung des Fettstoffwechsels
- Extrem erhöhte Serumspiegel des Low-density Lipoproteins C (LDL-C) schon im Kindes- und Jugendalter
- Frühe und vermehrte Bildung von atherosklerotischen Plaques in den Herzkranzgefäßen und in der herznahen Aorta und damit ein erhöhtes Risiko für Herzinfarkte
- Erhöhtes Risiko für kardiovaskuläre Folgeerkrankungen, einschließlich des Schlaganfalls
- Weitere Symptome: Cholesterinablagerungen (Xanthome) in der Haut, besonders an den Augenlidern und entlang der Sehnen an den Hand- und Fußgelenken sowie den Ellenbogen- und Kniegelenken, Augenveränderungen (Arcus lipoides)
- Männer bis zu einem Alter von 50 Jahren haben ein Risiko von 50 Prozent, einen Verschluss der Herzkranzgefäße oder auch einen Herzinfarkt zu erleiden
- Für Frauen ohne medikamentöse Behandlung ist das Risiko etwas geringer und wird mit 30 Prozent bis zum Alter von 60 Jahren angegeben (Slack 1969, Stone et al. 1974, Civeira 2004, Goldberg et al. 2011, Reiner et al. 2011)
- Häufigkeit in der Bevölkerung: 1 : 200 bis 1 : 250 Personen
- Ungefähr 2 bis 3 Prozent der Herzinfarkte in dem Personenkreis unter 60 Jahren werden auf diesen Risikofaktor zurückgeführt
- In ungefähr 70 bis 95 Prozent der Fälle mit einer familiären Hypercholesterinämie lassen sich heterozygote krankheitsverursachende Mutationen in einem der drei Gene APOB, LDLR und PCSK9 nachweisen
- Mutationen, die auf beiden Allelen des Genes liegen, also homozygote oder compound-heterozygote Mutationen, führen zu schweren kardiovaskulären Ereignissen oft schon im Alter von 20 oder 30 Jahren
- Schwere oder sogar tödliche kardiovaskuläre Ereignisse bei Jugendlichen mit diesen genetischen Veränderungen, und damit auch die Notwendigkeit für Bypassoperationen schon im Jugendalter, sind nicht selten



Laborproben in luftigen Höhen

So können Drohnen den Transport noch effizienter machen

Klaus Tenning

Etwa 600 Mal im Monat fordern Kliniken eine Notfall-Spezialdiagnostik bei Labor Berlin an. Dann kann das Überleben einer Patientin oder eines Patienten von einer präzisen und schnellen Labordiagnostik abhängen. Um die Zeit zwischen der Probenentnahme und der Bearbeitung im Labor zu verkürzen, will das ALM-Mitgliedslabor künftig den Transport der Proben beschleunigen: Mithilfe innovativer Flugdrohnen gestaltet man so die diagnostische Zukunft.

Mit
**70
km/h**

**Berlins volle
Straßen
überfliegen**

In der Notaufnahme der Charité am Campus Benjamin Franklin (CBF) im Berliner Bezirk Steglitz trifft ein Mann mit Bauchschmerzen, Schwindel und Krämpfen ein. Die Symptome deuten auf eine Vergiftung hin. Der Zustand des Patienten verschlechtert sich zusehends. Schnelles Handeln ist gefragt.

Um herauszufinden, was seine kritische gesundheitliche Verfassung verursacht hat, benötigt der behandelnde Arzt eine

toxikologische Abklärung. Dafür muss eine Blutprobe zum Zentrallabor von Labor Berlin auf dem Gelände des Campus Virchow-Klinikum (CVK) der Charité geschickt werden. Ein Kurierdienst wird angefordert. Dieser benötigt eine Viertelstunde, bis er am Krankenhaus ankommt. Er übernimmt die Blutprobe und macht sich auf den Weg nach Wedding.

Das Labor ist zwar nur – auf dem kürzesten Weg – 14 Kilometer entfernt, doch in der Stadt staut sich der Feierabendverkehr. So dauert es über eine Stunde, bis der Kurierdienst die Probe im Labor abliefern kann. Die Blutabnahme ist da bereits eineinhalb Stunden her. Allein das CBF schickt täglich drei bis vier solche besonders eiligen Proben für eine Spezialdiagnostik ans Zentrallabor von Labor Berlin. Dann zählt jede Minute. In der Medizin kann Zeit Leben bedeuten. Eine schnelle und zielgerichtete Labordiagnostik kann den Behandlungserfolg bei einer Patientin oder einem Patienten wesentlich verbessern. „Die gesamte Labordiagnostik ist bereits sehr effizient“, sagt Klaus Tenning, Leiter des interdisziplinären Bereichs Studien, Kooperationen und Innovationsmanagement. „Viele Analysemethoden sind so weit entwickelt, dass sie zeitlich kaum noch zu optimieren sind. Die Zeit bis zum Ergebnis hängt hauptsächlich von der Geschwindigkeit ab, in der die Probe das Labor erreicht.“

ziplinären Bereichs Studien, Kooperationen und Innovationsmanagement. „Viele Analysemethoden sind so weit entwickelt, dass sie zeitlich kaum noch zu optimieren sind. Die Zeit bis zum Ergebnis hängt hauptsächlich von der Geschwindigkeit ab, in der die Probe das Labor erreicht.“

Doch die Straßen sind oft genug verstopft. Labor Berlin setzt deshalb auf den Luftweg und den Transport mittels autonom fliegender Drohnen. Labor Berlin will seine innovativen Lösungen flächendeckend zur Verfügung stellen. Und so startete im November 2020 die Testphase mit den futuristischen Fluggeräten.

Ziel ist es, dass sie im Laufe des Jahres 2021 den Regelbetrieb aufnehmen. Dann sollen zwischen einzelnen Klinikstandorten der Charité sowie von Vivantes und Labor Berlin Drohnen zum Einsatz kommen, wenn besonders zeitkritische Proben auf den Weg gebracht werden müssen. Nur wenige Minuten dauert es, bis die Drohne abflugbereit und eine Probe in ihr verstaubt ist.

Facts and Figures

- Matternet-Drohne M2
- Erfüllt höchste Luftfahrtstandards
- Sicherer Flug bei Regen und Wind
- 30.000 erfolgreiche Flüge
- mit 70 Stundenkilometern Berlins volle Straßen überfliegen
- In 15 Minuten von Steglitz nach Wedding
- 4 Liter Fassungsvermögen
- 2 Kilogramm transportierbar





”

Sobald die zuständigen Behörden uns die Betriebserlaubnis erteilen, fliegen wir los.

Richtig und schnell handeln

Die behördlichen Genehmigungen stehen bislang noch aus.

Erst Ende Dezember 2020 hat die Europäische Kommission eine Richtlinie für Drohnenflüge „beyond visual line of sight“, also außerhalb der Sicht der Pilotin oder des Piloten, verabschiedet. Diese Richtlinie muss nun in deutsches Recht überführt werden. „Sobald dies geschehen ist und die zuständigen Behörden uns die Betriebserlaubnis erteilen, fliegen wir los“, verspricht Tenning.

Die Zeit bis dahin will Labor Berlin nutzen, um die Berlinerinnen und Berliner umfassend über die Drohnenflüge zu informieren. „Sie sollen wissen, dass es uns nicht darum geht, eine Pizza auszuliefern“, unterstreicht Tenning, „sondern darum, in Notfallsituationen richtig und schnell zu handeln. Zum Wohle der Patienten.“



Mit 70 Stundenkilometern saust das Fluggerät durch die Berliner Luft und landet 15 Minuten später beim Labor.

„Mit dem Transport von Notfallproben mit Drohnen sparen wir also fast 70 Prozent der Transportzeit ein“, rechnet Tenning vor. „Diese Zeit kommt schlussendlich den Patienten zugute, da eine Behandlung möglicherweise schneller gestartet werden kann.“

Das Labor arbeitet mit den Drohnen des Technologiepartners Matternet, „des weltweit einzigen Unternehmens, das bereits über eine Zulassung für den Transport von Blut- und anderen Laborproben verfügt“, erläutert Tenning. „Wir wollten keine Experimente machen, sondern einen verlässlichen Partner für einen Routinebetrieb haben.“

Die Drohnen von Matternet können bereits 10.000 medizinische Lieferungen mit insgesamt 40.000 transportierten Proben in der Schweiz und den Vereinigten Staaten nachweisen. Sie können bis zu zwei Kilogramm tragen, die Transportbox ist stoß- und regensicher (nach UN3373-Standard) und mit Eisenstiften fest und entnahmesicher in der Tragevorrichtung der Drohne verankert. Für die Durchführung der Transporte via Drohne gibt es zuständige Mitarbeitende vor Ort. In der Matternet Mission Control überwacht ein Flight Director alle Flüge.

In der Testphase seit November 2020 hat Labor Berlin ausschließlich gute Erfahrungen mit den Luftfahrzeugen gemacht. Das Interesse und die Akzeptanz bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern sind groß, in Notfallsituationen Laborproben auf eine Reise durch die Luft zu schicken. Die Senatsverwaltung für Umwelt, Verkehr und Klimaschutz und die Gemeinsame Obere Luftfahrtbehörde Berlin-Brandenburg (LuBB) zeigten sich sehr aufgeschlossen, berichtet Tenning.

„Aufgrund der erprobten Technik und insbesondere der ausgeklügelten und langjährig getesteten Steuerung und der Sicherheitsvorkehrungen können wir uns aktuell auf die behördlichen Genehmigungen fokussieren.“



„Eine gute Diagnostik basiert auf einer guten interdisziplinären Zusammenarbeit“

ALM e.V.: Die Humangenetik ist ein kleines, aber doch immer wichtigeres Fach der diagnostischen Medizin. Welche Innovationen können wir hier erwarten?

Prof. Daniela Steinberger: Die Humangenetik ist ein wichtiger Baustein bei Prozessen zur Diagnosefindung. Naturgemäß haben nicht alle Erkrankungen eine genetische Ursache, aber ein nicht zu unterschätzender Anteil, der je nach Erkrankung einen hohen zweistelligen Prozentbereich betragen kann. Die tatsächliche Ursache einer Erkrankung zu kennen, eröffnet immer auch die Möglichkeit für einen gezielteren Therapieansatz. Aber auch ohne eine therapeutische Option ist es für Betroffene wichtig, Wissen um die Ursache ihrer Erkrankung zu haben und diese benennen zu können. Das Bemerkenswerte an den bisherigen Entwicklungen in der Humangenetik ist, dass wir mit neuen Methoden eine hohe Kapazität haben, um die DNA-Bausteine zu ermitteln. Heute kann man den gesamten Bereich eines Genoms praktisch routinemäßig auslesen. Das wäre vor einigen Jahren noch undenkbar gewesen. Dies ermöglicht einen ganz anderen Zugang zu genetisch bedingten Erkrankungen. Es ist davon auszugehen, dass weitere Innovationen auf dem Gebiet der Sequenzier-technik und der Datenanalyse von Genomdaten diese weiter in den Mittelpunkt medizinischer Anwendungen rücken werden.

Wie wurde dieser rasante Fortschritt möglich?

Maßgeblich durch das sogenannte „Next Generation Sequencing“, das NGS – ein äußerst unpräziser Begriff, der vermutlich aus der Marketingabteilung eines Herstellers von Sequenziergeräten stammt. Unter NGS fasst man letztlich sehr verschiedene Sequenzierungsmethoden zusammen, die in hochparalleler Art und Weise die DNA-Bausteine auslesen und damit diesen besonderen Umfang der Analytik erlauben. Man kann so sehr viele DNA-Daten für ein Individuum ermitteln – und das zu immer geringeren Kosten. Hat die Analyse des humanen Genoms vor ein paar Jahrzehnten noch einige Milliarden Dollar gekostet, ist das heute für einige Hundert bis Tausend Euro möglich. Die große Herausforderung ist nun allerdings die Menge an Daten, die dabei erzeugt wird: Wir ermitteln so viele DNA-Varianten für jeden Menschen, dass die Kapazitätsgrenze für die Interpretation der Varianten mittlerweile um ein Vielfaches überschritten ist. Die Aufgabe für die nächsten Jahre wird darin bestehen, die vielen Millionen Varianten, die jeder Mensch hat, zunehmend IT-gestützt einer Interpretation zuzuführen.



Prof. Daniela Steinberger

Die Humangenetik gewinnt in der Früherkennung und Behandlung zahlreicher Erkrankungen zunehmend an Bedeutung. Deutschland verfügt über ein flächendeckendes Netz von Fachärzten für Humangenetik und akkreditierten humangenetischen Laboren. Cornelia Wanke spricht mit Prof. Daniela Steinberger über Versorgung, Fortschritt und Denkfehler im Gesundheitswesen. Frau Prof. Daniela Steinberger ist Fachärztin für Humangenetik und leitet die Geschäfte des Zentrums für Humangenetik in Frankfurt.

Wir wissen also alles, können es nur nicht einordnen und verstehen?

Es entstehen sehr viele Daten, von denen ganz sicherlich einige eine Bedeutung haben. Wir wissen nur nicht, welche. Beim heutigen Stand der Technik muss man idealerweise wissen, für welche medizinische Fragestellung welche Gene relevant sein können. Diese werden dann mit bioinformatischen Methoden aus großen Datenmengen herausgefiltert. Anschließend können detektierte Varianten im Rahmen wissenschaftlicher Recherchen analysiert und schließlich interpretiert werden. Das ist ein sehr aufwendiger Prozess, für den man speziell ausgebildete Köpfe benötigt, um bestmögliche Ergebnisse zu liefern.

Da braucht es eine gelungene Zusammenarbeit zwischen den Fachärzten und den Informatikern – oder?

Unbedingt. Eine gute humangenetische Diagnostik basiert auf einer funktionierenden interdisziplinären Zusammenarbeit und entsprechenden IT-Strukturen. Sie ist das Resultat des gemeinsamen Wirkens von Molekularbiologen und Bioinformatikern, die zunehmend die erforderliche Unterstützung leisten, sowie von speziell ausgebildeten Ärzten, die aus medizinischer Sicht verplausibilisieren, validieren und für das Ergebnis verantwortlich zeichnen.

Mit welchen Fragestellungen kommen denn Ihre Patienten zu Ihnen?

Das Spektrum der Fragestellungen ist so breit wie das für alle medizinischen Fachgebiete zusammen, es tangiert letztlich alle Bereiche der Medizin. Außerdem haben wir es mit relativ seltenen Krankheitsbildern und teilweise kurioser Symptomatik zu tun, die aus der Perspektive anderer Fachgebiete nicht richtig eingeordnet werden können. Neurologische Symptome, wie zum Beispiel extrem beeinträchtigende Missempfindungen der Fußsohlen, die auftreten, sobald man normales Schuhwerk trägt und die Füße warm werden: Betroffene berichten davon, sich im kältesten Winter plötzlich die Schuhe von den Füßen reißen zu müssen, um zur Linderung der Schmerzen barfuß oder in Sandalen weiterzugehen. Wenn das an einem öffentlichen Ort passiert oder an einem Arbeitsplatz, der spezielles Schuhwerk voraussetzt, sind das Symptome, die jemand, der nicht kundig ist, für eine Verhaltensstörung oder eine besonders kreative Form der Arbeitsverweigerung halten kann. Betroffene mit solchen seltenen und somit scheinbar exotischen Beschwerden werden häufig nicht ernst genommen und haben oft einen jahrelangen Leidensweg hinter sich, bevor sie zu uns kommen und eine Diagnose erhalten. Häufigere Fragestellungen betreffen Tumordispositionen, unerfüllten Kinderwunsch, Epilepsie oder Entwicklungsverzögerung bei Kindern. Nach dem Eindruck der Humangenetiker werden genetische

Untersuchungen viel seltener angefordert als es sinnvoller Weise der Fall sein könnte. Das Erkennen genetischer Ursachen von Erkrankungen wurde bisher nicht ausreichend in den anderen Fachdisziplinen trainiert. Eine Aufmerksamkeit für humangenetische Themen ist in der Vergangenheit erst dann entstanden, wenn bekannte Menschen sich dazu geäußert haben – wie zum Beispiel Angelina Jolie zum Thema erblicher Brustkrebs. Das hatte einen regelrechten medialen Sturm zur Folge, der die Aufmerksamkeit auf humangenetische Themen gelenkt hat. Das kleine Fachgebiet Humangenetik bekommt mittlerweile auch verstärkte Aufmerksamkeit durch besondere Therapieformen bei Tumoren, die basierend auf der Kenntnis von DNA-Varianten eingesetzt werden. Ob die Beantwortung solcher Fragestellungen zukünftig den Vertretern des Fachgebietes Humangenetik vorbehalten bleibt oder von anderen Fachgebieten geleistet wird, sei in Anbetracht des stetigen Ringens der medizinischen Spezialitäten um die Umsetzungshoheit mal dahingestellt.

Ein weiteres wichtiges Thema, bei dem auch die Humangenetiker mitzureden haben, ist die Pharmakogenetik.

Hier geht es um die wichtige Erkenntnis, dass basierend auf individuellen DNA-Varianten auch Medikationen anzupassen sind. Denn die vielen verschiedenen Varianten, die wir alle tragen, spielen eben auch eine Rolle beim Stoffwechsel und der Wirkung von Arzneimittelsubstanzen. Das ist für einige wichtige und häufig verschriebene Medikamente sehr gut erforscht und vielen Pharmakologen und Pharmazeuten auch bestens bekannt. Das Wissen darum könnte also

Um die DNA Bausteine zu ermitteln,

gibt es durch neue Methoden eine hohe Kapazität – eine bemerkenswerte Entwicklung in der Humangenetik.

in der Versorgung prinzipiell für bessere Medikationsentscheidungen angewendet werden. Man braucht hierfür nur einfache digitale Werkzeuge, um das vorhandene Wissen in der klinischen Routine anwenden zu können. Die Digitalisierung von Leistungen ist in der Medizin jedoch noch nicht so weit fortgeschritten wie in anderen Lebensbereichen. In zehn bis zwanzig Jahren werden pharmakogenetische Entscheidungen und zugehörige digitale Tools sicherlich in der klinischen Routine angekommen sein – schon allein deswegen, weil man auf solche wertvollen Informationen in Zukunft nicht verzichten wollen und können. Aus ethischen, aber auch aus ökonomischen Gründen.

Eine letzte Frage: Wie sind Sie dazu gekommen, Fachärztin für Humangenetik zu werden?

Die Sache mit der DNA hat schon als Schülerin auf mich eine riesige Faszination ausgeübt. Dass alles Leben auf diesem Planeten diese DNA und deren Biologie als eine gemeinsame Basis hat, ist für mich eine der großartigsten Erkenntnisse der Menschheit. Im Laufe meines klinischen Berufslebens haben sich die Technologien schließlich so weit entwickelt, dass es spannend genug war, in dieses Fachgebiet zu wechseln. Ich bin dankbar dafür, mitzerleben und mitgestalten zu können, dass die Daten ganzer Genome für jeden von uns in naher Zukunft zur Verfügung stehen. Hierdurch werden sich für Mediziner, Biologen, Bioinformatiker und vielleicht auch für noch ganz andere Berufsgruppen spannende neue Betätigungsfelder ergeben. Zusammen können wir daran arbeiten, mit den Genomdaten unsere Körper besser zu verstehen und eine bessere Medizin zu machen.

”

Manchmal hilft nur ein Blick
in die Gene weiter!



The Making of ... Film ab!

Gemeinsam für Ihre Gesundheit!

Die Labordiagnostik ist vielfältig und innovativ. Interessante Menschen mit unterschiedlichsten Berufen arbeiten in diesem spannenden Sektor. In Kurzfilmen haben wir einige von ihnen porträtiert. Sie lassen uns an ihren täglichen Herausforderungen teilhaben und erklären, was sie motiviert. Die Filme entstanden im Rahmen der Kampagne „Besser leben mit Labor“ der Akkreditierten Labore in der Medizin – ALM e. V. und des Verbandes der Diagnostika-Industrie – VDGH e. V.

Sehen Sie den Film unter

www.alm-ev.de/gemeinsam-fuer-ihre-gesundheit





Vier Filme über spannende Berufe in der Labordiagnostik

Patricia Jaecklin

Medizinisch-technische Laborassistentin (MTLA)

„Das Menschenwohl steht an erster Stelle“

Elisabeth von Lengerken hat schon während der Ausbildung gemerkt, dass sie den richtigen Weg eingeschlagen hat: „Ich wollte die Medizin dabei haben, aber auch manuell arbeiten. Man sieht noch, was man tut. Das finde ich sehr schön.“ Als MTLA in der Immunologie befasst sich Elisabeth von Lengerken primär mit Immundefekten. „Wir prüfen, inwieweit das Immunsystem gestört ist.“

Das Menschenwohl steht für Elisabeth von Lengerken dabei an erster Stelle. Bei ihrer Arbeit mit Patientenproben ist es ihr wich-

tig, die Menschen dahinter im Blick zu haben. „Teilweise sind es schwer kranke Kinder, deren Blut wir eingeschickt bekommen. Wir tun alles, damit Patienten so schnell wie möglich die richtige Diagnose bekommen.“ Ihren Beruf erlebt sie als abwechslungsreich: „Es werden immer wieder neue Tests eingeführt. In einem starken Team profitiert dabei jeder vom Wissen des anderen.“

Der Beruf liegt in der Familie: Bereits ihr Großvater war MTA und empfahl ihr die Ausbildung. „Davor kannte ich den Beruf nicht, was eigentlich schade ist. Wenn man sich Blut abnehmen lässt, denkt man nicht darüber nach, was damit passiert.“ Elisabeth von Lengerken kommt sehr gerne zur Arbeit: „Ich habe mich darin gefunden und es wird nicht langweilig.“



D-Man ist der Held der Diagnostik und unser Protagonist der Initiative „Besser leben mit Labor“. Immer im Einsatz zu verschiedenen „Tatorten“, findet er die richtige Spur und kann den Fall aufklären: schnell, zuverlässig und präzise. Genauso, wie auch die Labordiagnostik arbeitet.

Mikrobiologin

„Indirekt helfe ich doch auch kranken Menschen“

Wer erfindet eigentlich die Tests, mit denen die Labore arbeiten? Im bayerischen Neuried treffen wir Dr. Heike Abicht. Als Mikrobiologin ist sie führende Produktentwicklerin bei einem Diagnostikahersteller. An vier auf dem Markt befindlichen SARS-CoV-2-PCR-Tests war sie maßgeblich beteiligt. In der Coronapandemie mussten die Testentwicklung, Produktion und Logistik binnen kürzester Zeit erfolgen. Für Heike Abicht und ihr Team eine spannende Zeit, in der alle Kräfte gefordert waren: „Das Team funktioniert super. Wenn die Zeit drängt, helfen alle mit“, berichtet sie.

Heike Abicht ist leidenschaftliche Forscherin. In ihrer Arbeit findet sie immer wieder Neues abseits der Routine. „Die Koordination der Experimente ist mir wichtig, oder dass ich auch mal selbst pipettieren darf. Das Forscherische macht mir viel Spaß“, erklärt die dreifache Mutter, die Teilzeit arbeitet und neben ihrer Tätigkeit noch Bachelorstudent*innen

betreut. „Mein Chef ermöglicht mir flexible Arbeitszeiten. Das funktioniert und wird akzeptiert, sodass es zu Hause auch entspannt ist.“

Am Ende eines spannenden Drehtags dürfen wir Heike Abicht in den nahe gelegenen Forstenrieder Park begleiten, wo sie gerne läuft: „Wenn ich zwischendrin mal vierzig Minuten habe, dann ist das meine Zeit.“



Servicetechniker

„Wir halten die Labore am Laufen“

Es sind komplizierte Maschinen, für deren reibungsloses Funktionieren Sven Axtner-Moek verantwortlich ist. „Wir betreuen hauptsächlich Hämatologiegeräte, mit denen Blutproben im Labor analysiert werden. Unsere Aufgabe ist es, das Ganze am Laufen zu halten.“ Als Servicetechniker eines Herstellers ist er für die Installation und Wartung der Geräte in den Laboren verantwortlich und führt außerdem Mitarbeiterschulungen durch. „Damit diese bestmögliche Arbeit vor Ort leisten können“, erklärt er.

Im Supportfall können Sven Axtner-Moek und sein Team oft über die telefonische Hotline oder per Fernwartung Lösungen bieten. „Der Mitarbeiter oder Kollege im Labor filmt das Gerät mit dem Smartphone und wir sehen es auf dem Rechner und können so effektiv unterstützen.“ Er sieht sich dabei in der Verantwortung für die Sicherheit der Patient*innen: „Nur wenn die Labore laufen, bekommen die Patienten ihre richtige Diagnose und Behandlung.“

Wie viele seiner Kolleg*innen ist Sven Axtner-Moek Quereinsteiger. Nach seiner Ausbildung zum Radio- und Fernsichttechniker und einer Zeit als Bundeswehresanitäter hat er sich in den Bereich „reingefuchst“, wie er es nennt. Der Vater eines kleinen Sohnes nutzt seine freie Zeit gern zum Klettern in der nahe gelegenen Boulderhalle. „Das sorgt für eine gute Work-Life-Balance.“

Bioinformatiker

„Das eine Prozent mehr kann den Unterschied machen“

Welchen Schatz an Informationen das menschliche Genom für die Diagnostik bereithält, verrät uns Christian Decker. „Wir bekommen die Daten vom Sequenzierer (Anm. d. Red.: Next Generation Sequencing, kurz NGS, ist

eine Hochgeschwindigkeitstechnologie zur DNA-Sequenzierung). Unsere Aufgabe als Bioinformatiker besteht darin, diese Daten so zu prozessieren, dass daraus vom Humangenetiker ein Befund erstellt und ein Patient beraten und behandelt werden kann.“

Die Kombination aus Informatik und Humangenetik ist für Christian Decker ein Traumjob. „Die Daten, mit denen wir arbeiten, sehen erst mal nicht spektakulär aus. Aber wir wissen, was dahintersteckt: Menschen mit Schicksalen und oft schweren genetischen Erkrankungen. Um das Maximale aus diesen Daten rauszuholen, entwickeln wir immer wieder neue Tools, erfinden uns immer wieder neu. Denn schon ein Prozent mehr kann den Unterschied machen. Das ist mein Anspruch und auch der des ganzen Teams“, erklärt er.

Christian Decker ist seit Kurzem stolzer Vater. Sooft es seine Zeit zulässt, geht er wandern, vorzugsweise im Rheingau, in den Vogesen und dem Berchtesgadener Land. Seine Faszination gilt außerdem Objekten kosmischen Ursprungs, den Meteoriten: „Irgendwie muss ja das Leben auf die Erde gekommen sein“, schmunzelt er.

”

Die moderne Labormedizin ist nicht nur Teil eines mehrdimensionalen diagnostischen Prozesses, sondern gewinnt zunehmend an Bedeutung in Verlaufs- und Therapiebeurteilung sowie bei der individuellen Prognose von Erkrankungen. Eine zukunftsweisende Labordiagnostik vereint die Ausrichtung auf das Individuum mit einem Ressourcen-orientierten Vorgehen.

Dr. med. Martina Edoga, Ärztliche Leitung

Bild: Kolonie von embryonalen Stammzellen unter dem Mikroskop. Zelltherapie und Forschung zur Regeneration und Krankheitsbehandlung in nahtloser 3D-Darstellung. Biologie und Medizin des menschlichen Körpers.

Impressum

Mitwirkende Autoren

Seite 14:
Autor: Axel Oppold-Soda
Referent des ALM –
Akkreditierte Labore in der Medizin e. V.

Autor: Dr. med. d-r (BG) Maria Shipkova
Fachärztin für Laboratoriumsmedizin
Ärztliche Leitung Therapeutisches Drug
Monitoring, FEBLM/MB

Seite 16, 44:
Autor: Bernd Harder, Journalist und Buch-
autor, freier Mitarbeiter der Bioscientia
Healthcare GmbH

Autor: Christian Ries
Leiter Unternehmenskommunikation
SYNLAB Holding Deutschland GmbH
Unternehmenskommunikation

Seite 28, 54:
Autorin: Cornelia Wanke

Seite 50:
Autor: Klaus Tenning, Leiter des Bereichs
Studien, Kooperationen und Innovations-
management

Seite 34:
Autorin: Juliane Ahlers
Leiterin Kommunikation
Unternehmenskommunikation, amedes
Medizinische Dienstleistungen GmbH

Seite 58:
Autorin: Patricia Jaecklin
RIGHT Marketing Berlin GmbH

Seite 26, 36:
Autorin: Petra Sonntag
Das Wort von Sonntag
Journalistin – Texterin

Seite 40:
Autor: Prof. Dr. med. Eberhard Wieland
Facharzt für Laboratoriumsmedizin,
Klinischer Chemiker Ärztlicher Leiter
SYNLAB Leinfelden-Echterdingen
FEBLM/MB, EuSpLM



Herausgeber

ALM – Akkreditierte Labore
in der Medizin e. V.

HELIX HUB
Invalidenstraße 113
10115 Berlin

Kontakt
kontakt@alm-ev.de
Telefon: 030. 4036 88-4000

www.alm-ev.de
@ALMevTeam

Redaktion

AG Kommunikation des ALM e. V.
V.i.S.d.P. Axel Oppold-Soda

Gestaltung

indigo Kommunikationsdesign
Philine Rath
Helmholtzstraße 2–9
10587 Berlin

Bildnachweise

depositphotos

Titel: Varavin88/depositphotos.com

Adobe Stock

Seite 4: Chatsikan/Adobe Stock
Seite 6: sinhyu /Adobe Stock
Seite 64: Eduard Muzhevskiy/Adobe Stock

Freepik

Seite 10: Coolorlife/Freepik.com
Seite 11, 20: Natali_Brill/Freepik.com
Seite 12, 13, 24, 27: Freepik/Freepik.com

Seite 30: Smxplus/Freepik.com
Seite 33: Kuprevich/Freepik.com
Seite 33: Vipss/Freepik.com
Seite 9, 36: User19987712/Freepik.com
Seite 42: Sirastock/Freepik.com
Seite 46 Rawpixel.com/Freepik.com
Seite 49: Tanushkabu/Freepik.com
Seite 50, 52: Macrovector/Freepik.com
Seite 58: Freepik/Freepik.com

gettyimages

Seite 9, 57: Andrew Brooks/getty images

PR-Bilder

Seite 8, 51, 53: Labor Berlin
Seite 11, 13, 22, 24, 27: ALM Berlin
Seite 54: Peter Jülich
Seite 34: amedes Göttingen
Seite 9, 60: Philine Rath
Seite 61, 62, 63: Patricia Jaecklin

Shotshop

Seite 28: phonlamaistudio/Shotshop

Shutterstock

Seite 9, 16: Silarock/shutterstock.com
Seite 14: ouh_desire/shutterstock.com
Seite 19/21: LADR Der Laborverbund
Dr. Kramer & Kollegen
Seite 24: Gorodenkoff/Shutterstock.com
Seite 31: Yuri Hoyda/shutterstock.com
Seite 9, 40: bsd/shutterstock.com
Seite 9, 40: Orawan Pattarawimonchai
Seite 42: StudioMolekuul/shutterstock.com
Seite 9, 44: Syda Productions/shutterstock.com

iStock

Seite 66: solidcolours



Wissenschaft und Alltag können und sollen
nicht getrennt werden.

Rosalind Franklin
Biochemikerin



**ALM – Akkreditierte Labore
in der Medizin e.V.**

HELIX HUB

Invalidenstraße 113

10115 Berlin

Telefon: 030. 4036 88-4000

E-Mail: kontakt@alm-ev.de

www.alm-ev.de

[@ALMevTeam](https://twitter.com/ALMevTeam)

