

# Immunsystem-Update 2022 – Neues aus der Wissenschaft

Zur Grundlagenforschung, zu Erkrankungen  
und zur Ernährung rund um das Immunsystem

**Michael Petersen**

**N**eue Erkenntnisse aus der Wissenschaft helfen dabei, die Grundlagen der Immunabwehr und die Entstehung von Krankheiten besser zu erkennen und zu verstehen. Außerdem gibt es Neues zum Thema Ernährung rund um das Immunsystem.

## Neues aus der Grundlagenforschung

Für das gesunde Miteinander von Menschen und Mikroben ist es wertvoll zu wissen, wie sich die Mikroorganismen im Laufe der Zeit verändern und anpassen. Bis vor noch nicht allzu langer Zeit wusste man wenig über die Evolution von Krankheitserregern. Schlicht, weil dazu die Grundlagen fehlten. Doch das hat sich inzwischen geändert. Mit Hilfe der modernen DNA-Sequenzierung ist das heute möglich. So ist es gelungen, das komplette Erbgut des mittelalterlichen Pesterregers zu rekonstruieren. Das eröffnet Erkenntnisse zu den einzelnen evolutionären Schritten bei der Anpassung der Bakterien an ihren Wirt und lässt Hinweise auf prähistorische Epidemien gewinnen. (1)

Einen spannenden Einblick gewähren die Wissenschaftler der Goethe-Universität Frankfurt am Main zur Entwicklung harmloser Umweltbakterien zu resistenten Krankenhauskeimen, am Beispiel des gefürchteten Krankenhauskeims *Acinetobacter baumannii*. Dazu verglichen sie die Gencluster, um die Unterschiede von harmlosen und krankmachenden Bakterien herauszufinden. Dabei fanden sie 150 Gencluster, die bei den pathogenen, aber seltener oder überhaupt nicht bei den nicht pathogenen *Acinetobacter*-Stämmen vorkommen. Bei den krankmachenden Keimen fanden sie schützende Biofilme und die Fähigkeit, Mikronährstoffe wie Eisen und Zink besser aufnehmen zu können. Als besondere Energiequelle erschlossen sich diese Bakterien das Kohlenhydrat Kynurenin, welches als Botenstoff das angeborene Immunsystem des Menschen reguliert. Sie nutzen es als Energiequelle, gleichzeitig aber auch dazu, die Immunantwort des Wirtes zu deregulieren. (2)

Herpesviren nutzen Mikro-RNAs, um die Wirtszellen umzuprogrammieren. Nach Erkenntnissen der Universität Würzburg fungiert eine Mikro-RNA als Masterregulator, der die Reaktivierung des Herpesvirus einleitet. Eine solche Reaktivierung steht im Verdacht, an verschiedensten Erkrankungen mitzuwirken, wie Erkrankungen des Nervensystems, Multiple Sklerose, Störungen der Herzfunktion, die Abstoßung von transplantierten Organen und vieles mehr. Diese Mikro-RNA kommt vom Virus selbst. Sie greift in den Stoffwechsel der Mikro-RNAs des Menschen ein. Dadurch wird der zelluläre Signalweg beeinflusst. Im Ergebnis bewirkt die virale Mikro-RNA, dass die Mitochondrien zerstückelt werden. Außerdem wird die Produktion von Interferon gesteigert, die dem Immunsystem die Anwesenheit von Viren meldet. Das Herpesvirus kann sich so unbehelligt entwickeln. (3)

Nicht nur das erworbene Immunsystem kann sich an frühere Infektionen erinnern und deshalb zu einer schnellen Immunantwort beitragen. Auch das angeborene Immunsystem hat ein solches Immungedächtnis. Man spricht von der trainierten Immunantwort. Das ist die gute Nachricht. Die schlechte Nachricht: Gerade dieser Effekt kann dazu beitragen, dass eine höhere Anfälligkeit für Erkrankungen besteht. Im Mausmodell trug eine Entzündung des Zahnfleisches zu einer erhöhten Anfälligkeit für Gelenkerkrankungen bei. Bestimmte Zellen des angeborenen Immunsystems, wie Monozyten und Neutrophile, erinnern sich an vergangene Entzündungen, wie die Parodontitis. Dadurch werden sie reaktionsfreudiger und verschlimmern weitere entzündliche Erkrankungen. Die Wissenschaftler entdeckten zudem, dass diese Erinnerungen in den Vorläuferzellen der myeloischen Zellen im Knochenmark kodiert werden, und zwar durch eine sogenannte epigenetische Modifikation. (4)

Dem Verstehen von Immunreaktionen ist die Wissenschaft einen weiteren Schritt nähergekommen. Forscher haben herausgefunden, dass eine umfassende Immunantwort dann ausgelöst wird, wenn die Menge an Fremd-RNA einen gewissen Schwellenwert übersteigt. Das bedeutet unter anderem, dass die Zellen

# Fokus: Wissenschaft

entscheiden können, ob und inwieweit eine Infektion eine Bedrohung darstellt. (5)

Auch Muskeln haben eine immunologische Funktion. Zytotoxische T-Zellen wandern in Muskeln ein. Dort wird ihre Fähigkeit zur Zellteilung und ihre antivirale Funktion wiederhergestellt. Auf diese Weise regeneriert, kehren sie in die Lymphorgane zurück, um sich wieder an der Abwehr von Virusinfektionen zu beteiligen. Wissenschaftler untersuchen jetzt, wie der Muskel darauf einwirkt. Möglicherweise sind Metaboliten daran beteiligt. (6)

Die Bürstenzellen gehören zur ersten Verteidigungslinie in den Atemwegen und erfüllen einen wichtigen Zweck, wie Wissenschaftler der Universität des Saarlandes am Beispiel des Keimes *Pseudomonas aeruginosa* herausgefunden haben. Sie reagieren auf die bakteriellen Signalmoleküle und lösen eine adäquate Immunreaktion aus. Die in Gang gesetzte Kaskade unterbricht die gefährliche Vermehrung der Bakterien. (7)

Mit Hilfe von PCR-Tests soll es zukünftig bei schweren Lungenentzündungen möglich sein, die Erregerdiagnostik schneller durchzuführen. Und zwar bereits innerhalb von vier Stunden, statt der meistens 48 Stunden der herkömmlichen Diagnostik via Bakterienkulturen. Das hat den Vorteil, dass Antibiotika gezielter eingesetzt und die problematische Gabe von Breitbandantibiotika erheblich verkürzt werden kann. Dies verbessert nicht nur die Behandlung von Patienten, sondern wirkt auch der Entwicklung von Antibiotikaresistenzen entgegen. (8)

Die Forscher der Technischen Universität Braunschweig haben ein neues Stoffwechselprodukt entdeckt, das dämpfend auf das Immunsystem einwirkt. Hierbei handelt es sich um die Mesaconsäure. Sie wird vom Körper aus der früher entdeckten Itakonsäure hergestellt – ebenfalls ein Stoffwechselprodukt und natürliches Antibiotikum, das von Immunzellen im Blut und Gehirn hergestellt wird. In Versuchen im Mausmodell erkannten die Wissenschaftler, dass Mesaconsäure eine überschießende Immunreaktion dämpft und es den Mäusen rasch besser ging. Mesaconsäure wirkt ähnlich stark wie die Itakonsäure. Allerdings mit dem Unterschied, dass sie ein bestimmtes, für den Stoffwechsel relevantes Enzym nicht blockiert. Für die Wissenschaft scheint die Mesaconsäure ein potenzieller Wirkstoff gegen Autoimmunerkrankungen zu sein. (9)

Normalerweise beseitigen T-Zellen beschädigte und von Krankheitserregern befallene Körperzellen sehr effektiv, so auch Tumorzellen. Allerdings haben Tumorzellen Strategien entwickelt, sich der Immunabwehr zu entziehen. Mithilfe der Einzelzell-RNA-Sequenzierung und bioinformatischen Methoden haben Wissenschaftler des Max-Delbrück-Zentrum für Molekulare Medizin in der Helmholtz-Gemeinschaft den dahinterstehenden Mechanismus aufgedeckt. Die Zellen lesen ein bestimmtes Gen (EBAG9) besonders häufig ab und bilden ein Protein, das die Tumorzellen einerseits schützt, andererseits die Immunzellen beeinflusst. Die Wissenschaftler beobachteten, dass nach Ausschalten dieses Gens das Immunsystem sich effizienter zur Wehr setzt, auch gegen Infektionen. (10)

Der Darm, beziehungsweise das Darmmikrobiom, ist bekanntlich ein wichtiger Modulator für das Immunsystem. Forscher der Uni-

versität Magdeburg haben in einer Studie herausgefunden, dass die kurzkettige Fettsäure Propionsäure einen positiven Einfluss auf die Anzahl und Funktion von regulatorischen T-Zellen hat, die im Verlauf der Erkrankung Multiple Sklerose eine maßgebliche Rolle in der Regulation von autoimmunen Entzündungsreaktionen spielen. (11)

## Neues zu Erkrankungen im Zusammenhang mit dem Immunsystem

Bei einer Infektion mit *Helicobacter*-Bakterien kommt es zu charakteristischen Veränderungen der Magendrüsen. Dabei wird ein neu entdeckter Mechanismus ausgeschaltet, der normalerweise die Zellteilung begrenzt und vor Krebsentwicklung schützt. Dieser Mechanismus betrifft eine komplexe Interaktion von verschiedenen Zellen und Signalen, die für eine Stabilität des Gewebes sorgt. Wird dieser durch die Infektion gestört und aufgehoben, beginnen die Zellen unkontrolliert zu wachsen. Forscher haben mit aufwendigen Mausmodellen festgestellt, dass sogenannte Stromazellen mit ihren Botenstoffen das Verhalten der Drüsen maßgeblich beeinflussen. Im Zuge einer *Helicobacter*-Infektion werden Entzündungsstoffe ausgeschüttet und während der Entzündungsreaktion vermehrt Botenstoffe produziert. Dadurch wird die Zellteilung der Stammzellen in den Drüsen angeregt, was anschließend zur Hyperplasie als Krebsvorläufer führt. (12)

Einen weiteren Mechanismus zur Krebsentstehung hat das Deutsche Krebsforschungszentrum am Beispiel metastasierender Brustkrebszellen gefunden. Danach werden Makrophagen zweckentfremdet. Die umprogrammierten Fresszellen regen dann die Blutgefäßzellen an, einen Cocktail aus Proteinen auszuschütten, der die Metastasierung fördert. Im Mausmodell beobachteten die Forscher, dass drei Wochen nach Beginn der Metastasierung vier Gene in den Lungenendothelzellen stark aktiviert sind. Dabei kodieren sie vier Proteine, welche in die Mikroumgebung abgegeben werden. Dadurch wird die Entstehung von Lungenmetastasen gefördert. Die Forscher konnten feststellen, dass die Fresszellen durch das von Brustkrebszellen produzierte Protein Tenascin aktiviert werden. Daraufhin produzieren die Makrophagen verschiedene Faktoren, welche in den Endothelzellen die Produktion des Proteincocktails induzieren, der die Krebsbildung fördert. (13)

Wissenschaftler haben eine neue Population von Immunzellen entdeckt, die bei Menschen mit Morbus Crohn vermehrt zu finden sind. Dazu analysierten sie mit einer speziellen Sequenzierungstechnik Hunderttausende von T-Rezeptoren aus Blut und Darmgewebe von Menschen, die unter chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen leiden, und von Gesunden. Ebenso haben sie mit einer Einzelzellsequenzierung spezifische T-Lymphozyten charakterisiert. Dabei haben sie herausgefunden, dass bei einer erkrankten Person eine bestimmte Gruppe von T-Zell-Rezeptoren im Blut gehäuft vorkommt, die sogenannten Chron-assoziierten invarianten T-Zellen (CAIT). (14)

Ein Forschungsteam des Universitätsklinikums Würzburg und der Universität Innsbruck hat herausgefunden, dass immunsupprimierte Menschen als Quellen von SARS-CoV-2-Varianten gelten

können. Durch das unterdrückte Immunsystem kann das Virus neue Varianten entwickeln und seine Fitness steigern. In Untersuchungen fanden sie bei einer immunsupprimierten Patientin 17 nicht-synonyme Mutationen, von denen 88,2 Prozent als prominente Immunflucht-Mutationen eingestuft werden. (15)

Bei Kindern mit Multisystemischem Entzündungssyndrom nach einer SARS-CoV-2-Infektion fanden Forscher einen speziellen Autoantikörper gegen den zentralen körpereigenen Entzündungshemmer Interleukin-1-Rezeptor-Antagonist. Der Botenstoff Interleukin-1 ist wichtig, um das Immunsystem zu alarmieren und zu mobilisieren. Der neu entdeckte Autoantikörper bindet freie Interleukin-1-Rezeptoren-Antagonisten und behindert, ihre natürliche Aufgabe zur Entzündungshemmung wahrzunehmen. Die Folge ist ein gefährliches Ungleichgewicht, das zu überschießenden Immunreaktionen führen kann. (16)

Ebnen überstandene Coronavirus-Infektionen den Weg zu Alzheimer und Parkinson? Studien haben gezeigt, dass nach einer Infektion Proteine in ihrer Struktur verändert waren, wie sie für die Erkrankungen typisch sind. Sie fanden Anhäufungen von Proteinen, die zur Fehlfaltung neigen. Dies könnte die häufig auftretenden neurologischen Störungen bei vielen Betroffenen erklären. Ob sie wirklich nachhaltig fortschreitende neurologische Prozesse auslösen, muss noch geklärt werden. (17)

## Neues zur Ernährung für das Immunsystem

Wissenschaftler der Universität Würzburg weisen darauf hin, dass der übermäßige Konsum von Kohlenhydraten direkt die krankmachende Funktion bestimmter Immunzellen begünstigt und zu überschießenden Entzündungsreaktionen im Sinne von Autoimmunerkrankungen beiträgt. Umgekehrt wirkt sich eine kalorienreduzierte Ernährung auf das Immunsystem günstig aus. Sie vermuten, dass Th-17-Lymphozyten eine maßgebliche Rolle bei der Regulation von Entzündungsvorgängen spielen. Bestimmte Stoffwechselprodukte, die aus aufgenommener Glucose entstehen, regulieren die Genaktivitäten im Zellkern und beeinflussen die Aktivität entzündungsfördernder Gene. (18)

Bereits eine dreiwöchige hochkalorische Ernährung kann negative Effekte beim Immunsystem fördern. Sie führt dazu, dass sich bestimmte Immunzellen im Viszeralfettgewebe anhäufen. Diese sogenannten plasmazytoiden dendritischen Zellen (pDCs) sind in Daueralarmbereitschaft. Die ständige Ausschüttung des Botenstoffs Typ-1-Interferon lässt den Stoffwechsel entgleisen und die Entzündungswerte ansteigen. Das metabolische Syndrom entsteht. (19)

Wie wichtig eine gesunde kalorienreduzierte Ernährung ist, zeigt sich an deren Wechselwirkungen mit dem Mikrobiom, dem Stoffwechsel und dem Immunsystem. Eine kalorienreduzierte Ernährung verändert das Darmmikrobiom positiv. Durch ein derart diätgeprägtes Mikrobiom verbessert sich der Stoffwechsel und die Immunseneszenz – die altersbedingte Veränderung des Immunsystems – wird verzögert. In Untersuchungen verbesserte sich der Glukosestoffwechsel. Außerdem wurde

### Michael Petersen

ist Heilpraktiker und war über viele Jahre in einer großen Praxis tätig. Dabei lernte er das gesamte Spektrum der ganzheitlichen Medizin kennen. Sein Schwerpunkt lag in der Bioresonanztherapie.



Heute gibt er sein Wissen aus über 20 Jahren als Autor und Online-Redakteur zu Themen der ganzheitlichen Medizin, sowie zu seinem Schwerpunktthema Bioresonanz nach Paul Schmidt, weiter. Er ist Autor mehrerer Bücher (z.B. „Vom Schmerz zur Heilung“) sowie zahlreicher eReports.

Kontakt: [www.mediportal-online.eu](http://www.mediportal-online.eu)

die Fettablagerung reduziert. Überdies fanden die Forscher eine reduzierte Anzahl bestimmter T- und B-Gedächtniszellen, was auf eine verzögerte Immunseneszenz hindeutet. Die Untersuchungsergebnisse lassen darauf schließen, dass die positiven Effekte der kalorienreduzierten Ernährung über das Darmmikrobiom vermittelt werden. (20)

Das Spurenelement Selen ist wichtig für ein leistungsfähiges Immunsystem. Um die Menschen optimal zu versorgen, hat die Hochschule Osnabrück einen Apfel entwickelt, der mehr als zehnmals so viel Selen wie ein gewöhnlicher Apfel enthält. Damit wollen sie dem Umstand gerecht werden, dass die Selenversorgung über die Ernährung oft nicht ausreicht. Dies gilt vor allem für solche Personengruppen, die einen erhöhten Bedarf haben, wie chronisch Kranke und Schwangere. Aber auch Veganer und Vegetarier profitieren davon. Mit Selen lassen sich Erkrankungen gut überwinden. Studien haben gezeigt, dass eine gute Selenversorgung bei einer Corona-Erkrankung zu einem milderen Verlauf und einem geringeren Komplikationsrisiko beitragen kann, während ein Selenmangel mit einer eher schlechteren Prognose verbunden ist. (21)

## Fazit

Tiefere Einblicke in die Entwicklung von Mikroorganismen und Immunsystem – das sind die Grundlagen dafür, in der Zukunft die Immunabwehr nicht nur besser zu verstehen, sondern auch bessere Maßnahmen zu dessen Schutz zu entwickeln. Dabei geht es nicht nur um die Entwicklung komplexer Therapien. Auch die Möglichkeiten zur Selbsthilfe jedes Einzelnen von uns schreiten voran. Dank neuer Erkenntnisse zur optimalen Ernährung für das Immunsystem.

**AKOM**

### Mehr zum Thema

Das Literaturverzeichnis erhalten Sie über die AKOM-Redaktion ([redaktion@akom.media](mailto:redaktion@akom.media)).