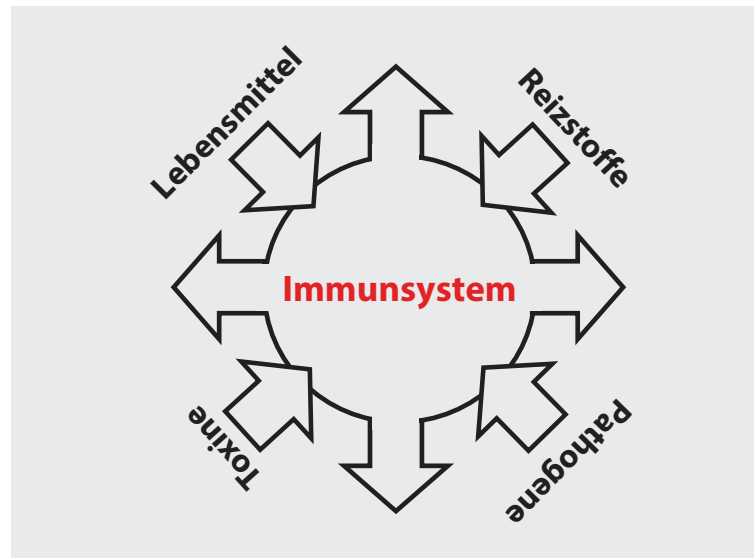


1

Zusammenfassung Das Immunsystem ist ein fein koordiniertes Netzwerk verschiedener Zellfunktionen, die innerhalb eines fragilen Gleichgewichts zwischen Abwehr und Toleranz stehen. Nahrungskomponenten sind ein essenzieller Umweltfaktor für die Reifung des menschlichen Immunsystems und zum Erhalt der immunologischen Homöostase. Eine chemisch-physikalische Immunbarriere begrenzt den Körper und ermöglicht die Interaktion des Körpers mit der Umwelt als teiloffenes System. Die mikrobiologische Besiedlung dieser Barriere ist hierbei ein wichtiger zusätzlicher Schutzfaktor. Viele Lebensmittelapplikationen beziehen ihre Wirkung auf diese Abgrenzungsfunktion.

Die immunologischen Abwehrreaktionen sind in eine direkt reagierende, angeborene und in eine später initiierte antigenspezifische, adaptive Immunantwort unterteilt. Die frühe Abwehrphase ist direkt gegen Mikroorganismen und Parasiten gerichtet, die in den Körper eingedrungen sind. Elemente des antimikrobiell wirkenden Komplementsystems stimulieren hierbei zentrale Abwehrmechanismen. Phagozytierende Zellen, wie Mφs und neutrophile Granulozyten, erkennen spezifisch molekulare Strukturen pathogener Organismen und nehmen diese intrazellulär auf. Daneben ist eine zytotoxische Abwehr durch NK-Zellen gegenüber krankhaft verändertem Eigenewebe und intrazellulär infizierten Zellen möglich. Lebensmittelkomponenten sind hierbei essenzieller Energielieferant und stoffliche Grundlage von Zellstrukturkomponenten und beeinflussen die Abwehrreaktionen als Stimulationsmolekül, als Ligand für genetische Transkriptionsfaktoren oder als epigenetische Faktoren. Zytokine und Wachstumsfaktoren vermitteln als interzelluläre Signalstoffe eine primäre Entzündung. Die funktionale Ausrichtung der frühen Abwehrreaktionen wird im weiteren Verlauf von der adaptiven Immunantwort weitergeführt. Der Einfluss von Lebensmitteln auf die adaptive Abwehr hat oftmals ihren Ursprung in veränderten angeborenen Abwehrmechanismen.

Die adaptive Immunantwort lässt sich in eine Erkennungs-, Differenzierungs-, Wirkungs- und Abschlussphase einteilen. Ausgehend von einer spezifischen Präsentation von antigenen Protein- oder Lipidstrukturen durch Dendritische Zellen und andere antigenpräsentierende Zellen wird eine T-Lymphozyten-Hilfe initiiert, welche dann eine antigenabhängige humorale oder zellulär-zytotoxische Abwehrreaktion vermittelt. Die humorale Abwehrreaktion ist bestimmt durch antigenbindende Immunglobuline. Die zelluläre Antwort beinhaltet eine zytotoxische Immunantwort durch CD8⁺-CTL und andere zytotoxische T-Lymphozyten. Lebensmittel können innerhalb der adaptiven Abwehrreaktionen als Antigene wahrgenommen werden, was in pathologische Fehlreaktionen resultieren kann. Generell wird die adaptive Abwehrreaktion nach Stimulationsverlust oder durch aktive Regulationsmechanismen beendet.



Trailer

- Was hat das Immunsystem mit dem Konzept „Leben“ zu tun?
- Welche grundlegende Aufgabe hat das Immunsystem?
- Wie läuft eine Immunantwort ab und welche Abwehrelemente sind relevant?
- Welche generelle immunologische Relevanz haben Lebensmittel?

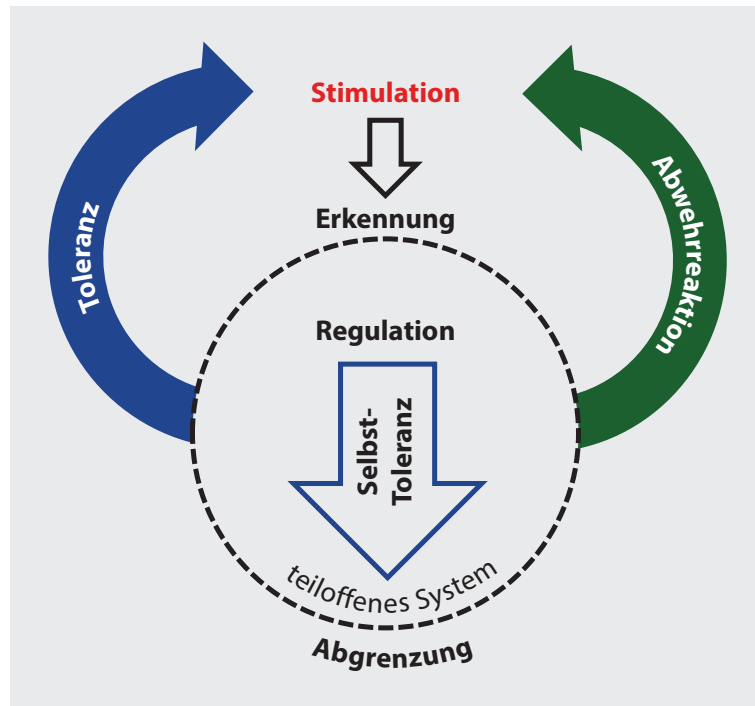
1.1 Ablauf einer immunologischen Abwehrreaktion

Wenn die Definition des Lebens nicht nur durch die Fähigkeit der Vermehrung aus sich selbst heraus bestimmt ist, sondern zudem sich aus koordinierten und komplexen Interaktionen zwischen einem teiloffenen System und der Umgebung heraus kennzeichnet, dann ist das Immunsystem genau dafür Garant und Manifestation. Leitmotive der immunologischen Abwehr hierfür sind neben der Abgrenzung des Systems gegenüber der Umwelt die Erkennung von relevanten Stimulationen und die Regulation, die diese Wahrnehmung in eine passende Abwehr- oder Toleranzreaktion umsetzt, die das Leben ermöglicht (▣ Abb. 1.1). Darüber hinaus benötigt eine immunologische Abwehrregulation eine strikte Toleranz gegenüber sich selbst.

Das Immunsystem des Menschen ist eine abgestimmte, vielschichtige Abfolge von Erkennungsereignissen und Erwiderungen, um schädliche Agenzien auszuschließen, zu kontrollieren oder zu eliminieren. Es besteht aus vielfältigen Zellfunktionen und basiert letztendlich auf dem archaisch-fundamentalen Prinzip der Diskriminierung von

1

■ **Abb. 1.1** Leitmotive der Immunabwehr: Die spezifische Erkennung von Stimulationen, die durch Regulation in eine passende immunologische Abwehr- oder Toleranzreaktion umgesetzt werden, ermöglicht koordinierte Interaktionen zwischen einem teiloffenen System und der Umgebung. Eine Toleranz gegenüber sich selbst ist hierbei essenziell



fremdem gegenüber eigenem Material. Aufgabe des Immunsystems ist es, den Körper vor äußeren, exogen krankheitserregenden Mikroorganismen, Parasiten, Reizstoffen und Toxinen als auch von endogenen Gefahren, wie intrazelluläre Viren und Bakterien, zu schützen sowie transformiertes, malignes Gewebe zu entfernen. Lebensmittel als prägnanter Umweltfaktor sind für die Reifung des menschlichen Immunsystems und zum Erhalt der immunologischen Homöostase essenziell, bergen jedoch auch ein pathologisches Potenzial, Abwehrreaktionen entgleisen zu lassen.

➤ **Lebensmittel sind ein immunrelevanter Umweltfaktor.**

Die chemisch-physikalische Barriere der epithelialen Abschlussgewebe, wie Haut oder Schleimhaut, die mit einem leicht sauren pH-Wert und vielfältigen, bioziden Abwehrmechanismen ausgestattet sind, bietet eine erste Abgrenzung vor schädlichen Umweltfaktoren. Die mikrobielle Besiedlung dieser Barrieren ist hierbei ein weiterer verstärkender Schutzfaktor. Immunfunktionale Lebensmittel- und Kosmetikprodukte mit physiologischen Mikroorganismen beanspruchen hier oft ein großes Wirkpotenzial. Wird die Barriere verletzt oder anderweitig durchbrochen, können aktivierende Signale von ihr an das zelluläre Immunsystem abgegeben werden (■ Abb. 1.2).

Von reaktionskoordinierenden Immunzellen werden zudem kontinuierlich Umweltinformationen aufgenommen und an das Immunsystem weitergeführt. Die zuerst greifende zellbiologische Abwehr wird als „angeborene Abwehrreaktion“ bezeichnet. Eliminationsreaktionen werden direkt nach immunogener Stimulation initiiert. Antibiotisch-mikrobiozide Agenzien und materialaufnehmende, phagozytierende Zellen bestimmen diese Abwehrphase. Der größte Anteil an Abwehrreaktionen erfolgt durch sie. Die Stimulationskraft eines Immunogens hängt generell von stofflich-strukturellen Merkmalen, der lokalen Stoffkonzentration und von der Expositionszeit ab. Bei anhaltend relevanter Intensität einer Stimulation wird nachfolgend eine adaptive, antigenspezifische Immunabwehr aktiviert. Diese hochkomplexe Abwehrreaktion ist durch die Bildung von spezifisch antigenbindenden