

im lebenden Organismus und ihr Einfluß auf die Ernährungs- und Stoffwechselvorgänge genau erforscht sein wird.

Beim Menschen und an höheren Tieren lassen sich mit Sicherheit nur die im vorstehenden beschriebenen Wirkungen auf die Wandungen der capillaren Blutgefäße nachweisen. Von ihnen hängen alle weiteren Folgen, auch die Erscheinungen bei den schwersten Vergiftungen ab. An niederen Tieren, die kein rotes Blut und keine entsprechenden Capillargefäße haben, wirkt der Arsenik nur direkt stark auf das Nervensystem, so namentlich bei Insekten. Daher wird er vielfach zum Töten der letzteren und zum Konservieren ausgestopfter Tierbälge angewendet, die so leicht durch Mottenfraß zerstört werden.

### XXIX. Das Eisen als Nähr- und Baustoff der Gewebe.

Das Eisen dient zum Aufbau des roten Farbstoffes der Blutkörperchen und findet sich als unentbehrlicher Bestandteil in allen tierischen und pflanzlichen Organen und Geweben ohne Ausnahme. Ohne Eisen ist eine Blutbildung ausgeschlossen und unter dem Mangel an Eisen leidet die Ernährung und das Wachstum der Gewebe. Man darf aber diese Sätze nicht in umgekehrtem Sinne anwenden. Eine vermehrte Aufnahme von Eisen veranlaßt keineswegs in allen Fällen eine vermehrte Blutbildung und ein größerer Eisengehalt der Gewebe, als zu ihrem Gedeihen notwendig ist, kommt diesen nicht zugute, wie auch eine über das Notwendige und Zuträgliche gesteigerte Nahrungsaufnahme dem Organismus eher schadet als nützt. Das Eisen ist daher kein Arzneimittel. Es unterscheidet sich dadurch von einem anderen notwendigen unorganischen Bestandteil des Organismus, dem Kochsalz. Durch eine reichliche Aufnahme dieses Salzes in das Blut kann man, wie wir gesehen haben (oben S. 119), Wirkungen hervorbringen, welche über die von dem notwendigen normalen Kochsalzgehalt des Organismus abhängige Beeinflussung der Gewebe und der Gewebssäufigkeiten hinausgehen. Diese von einer gesteigerten Kochsalzmenge abhängigen Wirkungen kann man ungezwungen als Arzneiwirkungen bezeichnen. Das Eisen ist auch in diesem Sinne kein Arzneimittel. Aus den vorstehenden Ausführungen folgt, daß ein Mangel an Eisen schädlich ist, von einem Überschuß über die notwendige Menge dagegen ein Nutzen nicht nachweisbar ist und nicht erwartet wird. Der gewöhnliche, physiologische Bedarf des Organismus wird

durch das in den Nahrungsmitteln enthaltene Eisen gedeckt. In diesem ist es nicht in Form von Salzen enthalten, sondern in eigenartiger Weise an Eiweißstoffe gebunden. Diese Verbindungen kann man zusammenfassend als Ferratin bezeichnen. Es gibt auch salzartige Verbindungen des Eisens mit den Eiweißstoffen, die unter dem Namen Eisenalbuminate bekannt sind. Mit diesen darf man das Ferratin nicht verwechseln, wie es nicht selten in populären Abhandlungen geschieht. Man kann annehmen, daß das Eisen in den Nahrungsmitteln nur als Ferratin enthalten ist, abgesehen von dem Eisen, das nicht selten in jene bei ihrer Bearbeitung und Zubereitung mit eisernen Geräten gelangt.

Die Mengen des Ferratineisens in den Nahrungsmitteln sind nicht groß. Aber diese geringen Mengen reichen unter gewöhnlichen Verhältnissen zur Deckung des Bedarfs vollkommen aus, selbst im Kindesalter in der Periode des stärksten Wachstums, in welcher mit anderen Nähr- und Baustoffen auch verhältnismäßig viel Eisen für die Blutbildung gebraucht wird. Aber seine absolute Menge ist nicht groß und der Organismus geht mit diesem Material sehr sparsam um.

Man nimmt an, daß das Körpergewicht männlicher Kinder im ersten Lebensjahr im Durchschnitt um rund 6 kg zunimmt. Zum Aufbau dieser 6 kg Körpersubstanz sind höchstens 0,3 g Eisen erforderlich. Die Milch enthält im Liter nur 0,0028 g oder 2,8 mg Eisen. Nimmt man an, daß ein Kind während des ersten Lebensjahres täglich im Durchschnitt nur 1 Liter Milch zu seiner Ernährung braucht, also im Jahr 365 Liter, so nimmt es mit dieser Menge Milch im ersten Lebensjahr rund 1,0 g Eisen auf, also trotz der geringen Menge des letzteren in der Milch reichlich dreimal so viel, als zum Aufbau der 6 kg Körpersubstanz erforderlich ist. Von dem Rest von 0,7 g Eisen geht ein Teil überhaupt nicht in das Blut über, bleibt also ungenutzt, ein anderer wird bei den Stoffwechselvorgängen verbraucht und durch Nieren und Darm ausgeschieden.

Beim erwachsenen Menschen ist die Deckung des Bedarfs durch das Nahrungsmittelseisen eine noch günstigere als beim Säugling, weil die Nahrungsmittel, von denen der Erwachsene lebt, mehr Eisen enthalten, als die Milch, und weil der Bedarf zum Aufbau von Blut und Gewebe während des Wachstums beim erwachsenen Menschen fortfällt. Wieviel brauchbares Eisen mit der Nahrung aufgenommen wird, wenn diese hauptsächlich oder zum Teil aus Fleisch besteht, läßt sich

nicht mit Sicherheit übersehen, weil ein Teil des Eisens im Fleisch dem Blut angehört, das aus dem Fleisch nicht vollständig entfernt werden kann und deshalb bei den Analysen mitbestimmt wird. Das Bluteisen hat aber keinen Wert, weil es aus dem Darm nicht in das Blut gelangt, sondern an zersehtem Blutfarbstoff gebunden mit den übrigen unbrauchbaren Resten der Nahrungsmittel aus dem Darm entleert wird. Immerhin ergibt die Berechnung, daß mit einer gemischten, aus Fleisch, Milch, Brot und Kartoffeln bestehenden Kost, die den Bedarf eines erwachsenen Mannes an Eiweiß, Fett und Kohlenhydraten deckt, mindestens soviel Eisen aufgenommen wird, daß die gesamte Eisenmenge des Körpers in weniger als einem halben Jahre ersetzt werden könnte, wenn das erforderlich wäre. Allerdings wird von dem Nahrungsmittleisen nur ein Teil in das Blut aufgenommen. Wie groß dieser Anteil ist, läßt sich auf Grund der bisherigen Untersuchungen nicht übersehen. Jedenfalls lehrt die Erfahrung, daß der Organismus bei der gewöhnlichen Ernährung hinlänglich mit Eisen versorgt wird, und zwar auch in solchen Fällen, in denen durch Blutverluste ein bedeutender Teil des Eisens verloren geht. Bei einem sonst gesunden Menschen genügt das mit der gewöhnlichen Nahrung zugeführte Eisen vollkommen, um das bei Blutungen verlorene Blut verhältnismäßig rasch durch neugebildetes zu ersetzen.

Der Organismus enthält außerdem für einen außergewöhnlichen Bedarf, wie er nach Blutungen eintritt, einen Vorrat an Ferratin, das wie in einer Vorratskammer hauptsächlich in der Leber aufgespeichert ist. Besonders reich an dieser Eisenverbindung ist die Schweinsleber, aus der man es in jeder Küche leicht darstellen kann.

Man vermischt die zu einem Brei zerhackte Lebermasse mit dem mehrfachen Volumen Wasser, erhitzt die Mischung zum Sieden und unterhält dieses einige Minuten, bis die Flüssigkeit zwischen der gewonnenen Lebermasse völlig klar erscheint. In der von der letzteren mittelst Filtrierens oder Durchsiebens durch ein dichtes Leinentuch getrennten, völlig klaren, bernsteinfarbenen Brühe ist das Ferratin enthalten, das man nach dem Abkühlen der Flüssigkeit durch Zusatz von ein wenig Essig als flockige Masse ausfällen kann. Nach dem Abgießen, Abfiltrieren, Auswaschen und Trocknen bildet das Ferratin eine lichtbraune, fast geschmacklose Masse, welche 6 Proz. Eisen und daneben in verschiedener Form Phosphorsäure enthält, die aber keine besondere Bedeutung hat, da die Haupt-

versorgung des Organismus mit dieser Säure aus anderen Quellen stammt.

Das mit der Nahrung im Überfluß in Form von Ferratin oder ferratinartigen Verbindungen aufgenommene Eisen wird hauptsächlich in der Leber abgelagert. Das Ferratin entsteht aber auch im Organismus selbst. Im letzteren findet beständig ein Untergang von roten Blutkörperchen statt, die durch neugebildete ersetzt werden. Das Eisen der zerstörten Blutkörperchen geht aber nicht verloren, sondern verbindet sich nach seiner Abspaltung aus dem roten Blutfarbstoff wenigstens zum Teil mit Eiweißstoffen zu Ferratin, das dann hauptsächlich in der Leber abgelagert wird. Ein Teil des aus dem roten Blutfarbstoff abgespaltenen und durch die Stoffwechselvorgänge aus den Geweben frei gewordenen Eisens entzieht sich der Umwandlung in Ferratin und wird durch Nieren und Darmwand ausgeschieden. Dieser Verlust muß kontinuierlich durch das Nahrungsmittelleisen ersetzt werden.

Ein Überschuß von Eisen im Organismus hat für diesen, wie oben bereits erwähnt ist, keinen Nutzen. Eine Anhäufung von Eisen im Organismus in Form von Verbindungen, die nicht Ferratin sind — gewöhnlich ist es Eisenoxyd — kann dagegen schädlich sein. Ein solcher Fall tritt bei einem krankhaft verstärkten Zerfall von Blutkörperchen ein. Dabei wird nicht alles Eisen abgespalten und das abgespaltene nicht vollständig in Ferratin umgewandelt oder ausgeschieden, sondern an zerlegten Blutfarbstoff gebunden oder als Eisenoxyd hauptsächlich in der Leber abgelagert.

Eine Verminderung der notwendigen Eisenmenge im Organismus kann durch die verschiedensten Umstände verursacht sein. Doch lassen sich diese Umstände in den einzelnen Fällen selten mit Sicherheit übersehen. Auch ist es wohl nur selten möglich, von vorneherein zu erkennen, ob ein blasses, wachsartiges, auf Blutarmut hindeutendes Aussehen von einem Eisenmangel oder von anderen Ursachen abhängt. Selbst für die Bleichsucht junger Mädchen steht das noch nicht fest, obgleich man der Versicherung der Ärzte glauben muß, daß sie ohne die Darreichung von Eisen nicht heilt. Infolge dieser Unsicherheiten ist die Anwendung des Eisens in der Bekämpfung von Blutarmut und mangelhaften Ernährungszuständen mehr ein Probieren als ein Handeln auf fester wissenschaftlicher Grund-

lage. Ein solches Probieren ist durchaus zulässig unter der Voraussetzung, daß, wenn das angewandte Mittel nicht nützt, es wenigstens nicht schaden darf. Diese Forderung muß bei den Eisenmitteln noch besonders betont werden, weil selbst in ärztlichen Kreisen die Vorstellung besteht, daß die medicinischen Eisenpräparate nur nützen, und niemals schaden könnten. Das hängt mit der Geschichte der Anwendung des Eisens in Krankheiten zusammen.

Erst seit dem 18. Jahrhundert beginnt das Eisen als Arzneimittel eine Rolle zu spielen, und es gibt wohl kaum eine chronische Krankheit, gegen welche es bis etwa gegen die Mitte des 19. Jahrhunderts nicht empfohlen, gebraucht und gerühmt worden ist. So galten namentlich einzelne Eisenverbindungen bei äußerer und innerer Anwendung als zuverlässige Mittel gegen die Krebskrankheit. Schon zu Anfang des 18. Jahrhunderts hatte man das Eisen als einen Bestandteil des Blutes nachgewiesen, ohne indes seine Bedeutung zu erkennen. Erst im Jahre 1825 zeigte Engelhart, daß es in den Blutkörperchen enthalten ist. Jetzt brachte man es mit der Blutbildung in Beziehung und fing an, es methodisch gegen Blutarmut, besonders gegen die Bleichsucht anzuwenden. Die Zahl der „medicintischen“ Eisenpräparate stieg fast ins Unbegrenzte. Am meisten Verbreitung fanden die Blandschen Pillen, die aus schwefelsaurem Eisen und kohlensaurem Kalium oder Natrium hergestellt werden und durch Umsetzung entstandenes kohlensaures Eisen enthalten. Man rühmte ihnen eine geradezu wunderbare Heilwirkung nach. So heißt es in einer Beschreibung der letzteren: „Kaum ist das Mittel dem Organismus einverleibt, so offenbart sich, wie lange und wie heftig die Krankheit bestanden haben mag, schon eine bedeutende Besserung am zweiten, ja auch schon am ersten Tag“. Der große Ruf der Blandschen Pillen hat sich wenn auch nicht in so überschwänglichem Maße bis auf den heutigen Tag erhalten.

Alle die zahlreichen Eisenpräparate, wie sie früher gebraucht wurden und sich in ansehnlicher Anzahl noch jetzt in dem „Deutschen Arzneibuch“ finden, haben alle das gemeinsame, daß sie im Magen durch die Salzsäure des Magensaftes infolge von Lösung oder Umsetzung in Eisenchlorid übergeführt werden, aus dem dann im Darm durch die Einwirkung von Alkalien Eisenoxydhydrat oder bei Gegenwart von Eiweißstoffen salzartige Eiweißverbindungen entstehen. Außerdem wird ein Teil des Eisens durch den im Darm nie fehlenden Schwefelwasserstoff in Schwefeleisen umgewandelt. Über die Frage, ob diese in den Magen eingeführten oder hier und im Darmkanal durch Umsetzung gebildeten Salze oder salzartigen

Eiweißverbindungen des Eisens in das Blut übergehen, herrschen noch Meinungsverschiedenheiten. Daß von diesen „medizinischen“ Eisenpräparaten, wenn überhaupt, doch nur äußerst geringe Mengen in das Blut gelangen, darüber besteht kein Zweifel. Wenn man Eisensalze in solchen Lösungen in das Blut einspritzt, die keine Gerinnung des letzteren verursachen, also in dieser Beziehung unschädlich sind, so erweist sich das Eisen dennoch als ein starkes Gift. An Hunden genügen 1—2 Milligramm Eisen auf 1 kg des Körpergewichts der Tiere, um die ersten Vergiftungsercheinungen hervorzurufen, während man den Tieren wochenlang große Mengen, z. B. täglich 250 Milligramm Eisen auf 1 kg Körpergewicht in Form solcher Lösungen durch den Magen beibringen kann, ohne daß die geringsten Anzeichen einer Vergiftung sich einstellen. Giftige Mengen Eisen werden also in diesen Versuchen sicher nicht in das Blut aufgenommen. Da aber nach der Anwendung von Eisensalzen die Bleichsucht in der Regel geheilt wird, so nimmt man an, daß wenigstens kleine, aber für die Blutbildung ausreichende Mengen die Darmwand passieren. Daß die bleichsüchtig kranken Wägen bei der Anwendung von Eisenpräparaten rot werden, hat man schon im 18. Jahrhundert gewußt, ohne daß man an einen Zusammenhang zwischen Blutbildung und Eisen dachte. Man erklärte vielmehr diese heilsame Wirkung durch einen günstigen Einfluß des Eisens auf die Magen- und Darmtätigkeiten, durch welchen Verdauung und Ernährung gebessert werden. Diese Anschauung ist zum Teil wenigstens auch gegenwärtig zutreffend. Der Nutzen der gebräuchlichen Eisensalze bei Blutarmut, wenn diese auf Eisenmangel beruht, läßt sich ungezwungen in der Weise erklären, daß sie ähnlich wie andere Mittel, von denen oben (S. 93, 94, 99) die Rede war, durch Beseitigung krankhafter Zustände der Magen- und Darmsehleimhaut Verdauungsstörungen beseitigen und eine bessere Ausnutzung der Nahrungstoffe und des in ihnen enthaltenen Nahrungsmittelseisens oder Ferratins herbeiführen. Sie schützen außerdem das letztere vor der Zersetzung durch den im Darmkanal nie fehlenden und zuweilen hier in reichlicher Menge auftretenden Schwefelwasserstoff, durch welchen auch das Nahrungsmittelseisen zum Teil in unbrauchbares schwarzes Schwefel-eisen umgewandelt wird. Wenn in den Darm mit dem Nahrungsmittelferrat in auch Eisensalze gelangen, so wird der Schwe-

felwasserstoff früher an das Eisen der letzteren gebunden, ehe er auf das Ferratin zerlegend wirken kann.

Wenn demnach einerseits keine Notwendigkeit vorliegt, die heilsamen Wirkungen der „medizinischen“ Eisensalze bei der Bleichsucht von ihrem Übergange in das Blut abhängig zu machen, so lassen andererseits sorgfältig ausgeführte Untersuchungen an Tieren darüber keinen Zweifel, daß die gewöhnlichen Eisensalze, die auch ausschließlich die Eisenmittel des „Deutschen Arzneibuches“ bilden, vom Magen und Darmkanal nicht in das Blut überzugehen vermögen, sondern in ihrer ganzen Menge hier zurückgehalten und entleert werden. Auch das Eisen des Blutfarbstoffes bleibt vollständig im Verdauungskanal zurück, so daß der Blutgehalt des Fleisches und anderer tierischer Nahrungsmittel zur Versorgung des Organismus mit Eisen nichts beiträgt.

Ganz anders verhält sich das Nahrungsmittelleisen, wie es in Form des künstlichen Ferratins im Großen dargestellt wird. Von den in ihm enthaltenen Eisen gehen im Durchschnitt aus einer Reihe von Versuchen 32 Prozent, also nahezu ein Drittel, aus dem Verdauungskanal in das Blut über. Außerdem übt es keinerlei schädliche Wirkung auf den Magen und Darm aus, sondern begünstigt in ausgesprochener Weise den Appetit, und dadurch die Nahrungsaufnahme. Auch könnte man es in reichlichen Mengen direkt in das Blut einspritzen, ohne daß die mindesten Vergiftungserscheinungen oder Gesundheitsstörungen auftreten würden.

Es ist allerdings nicht ausgeschlossen, daß bei länger dauern- dem Gebrauch der gewöhnlichen Eisensalze ein Übergang von Eisen in das Blut zustande kommt. Das Hindernis für den Übergang bildet die zellige Auskleidung, das Epithel, des Verdauungskanals im gesunden Zustand. Durch die längere Einwirkung der ätzenden Eisensalze wird das Epithel verändert und widersteht nicht mehr dem Durchgang des Eisens, das in Form der salzartigen Eiweißverbindung in das Blut gelangt. Es sind demnach krankhafte Veränderungen an der Schleimhaut des Verdauungskanals, welche durch die Eisensalze herbeigeführt werden, und den Durchtritt der salzartigen Eiseneiweißverbindung durch jene Zellschicht ermöglichen. Sie beeinträchtigen aber gleichzeitig auch die Verdauungsvorgänge und die Ernährung. Deshalb müssen diese Eisen-

