Transfusionsmedizin – Profil und Perspektiven

Peter Hanfland

Institut für Experimentelle Hämatologie und Transfusionsmedizin, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, Deutschland

Wenn Politiker über Transfusionsmedizin reden, dann meinen sie – wie ich kürzlich wieder in Wildbad-Kreuth erleben konnte – häufig und eigentlich nur das Blutspendewesen, das ohne Zweifel zum Ersten eine äußerst beachtenswerte Großtat sehr vieler uneigennütziger Blutspender, zum Zweiten eine tagtägliche logistische Meisterleistung und zum Dritten eine ständige und riesige Anstrengung bedeutet, mit allen verfügbaren, aber nicht des Fachs ureigenen Methoden Gefahren der Blutübertragung auszuschließen. Hat das Fach überhaupt originäre, d.h. ureigene Methoden, außer der Herstellungstechnologie? Wenn man nämlich die drei eben genannten Aspekte mit dem Fach «Transfusionsmedizin» gleichsetzt, dann bleibt in der Tat als ureigene Substanz, als originäres Profil, wenig übrig, ebenso wie bei der Chirurgie, die ja aber deshalb nicht als «Messermedizin» bezeichnet wird, wenngleich die Instrumente und die Technik wesentlich mit zum Fach gehören.

Der Ausdruck «Transfusionsmedizin» erscheint insofern unglücklich, als dass er nur das «Instrumentarium», nämlich das – wortwörtlich aus dem Lateinischen übersetzt – «Übergießen» von Blut bzw. Blutbestandteilen von den spendenden in die empfangenden Individuen oder dessen Technik bezeichnet, nicht aber das Ziel, nämlich nicht mehr und nicht weniger als den dadurch zu erzielenden Heilerfolg. Um zum Profil, zum eigentlichen Wesen des Fachs Transfusionsmedizin vorzustoßen, müssen wir also deren Heilerfolg ausloten.

Wenn wir die Hauptfunktionen der zellulären Anteile, wie Sauerstofftransport durch die roten Blutkörperchen, Blutstillung durch die Blutplättchen und Immunabwehr durch die weißen Blutkörperchen, und der plasmatischen, d.h. löslichen Anteile des Bluts, wie unter anderem Blutgerinnung durch verschiedenste blutgerinnungsaktive Eiweiße, Immunabwehr über Antikörper und Aufrechterhaltung eines bestimmten Kapillardrucks, kennen, so können wir zeitgleich daraus ableiten, dass die Verabreichung solcher Blutanteile, die dem Patienten vorübergehend oder auf Dauer fehlen, gleichsam die Therapie

mit lebensnotwendigen Blut und/oder Blutbestandteilen, also ins Fachlatein übersetzt, «Hämotherapie» bedeutet.

Da jede dieser Blut- oder Plasmakomponenten oder gar Einzelbestandteile als Arzneimittel ein ganzes Spektrum von Wirkungen und Nebenwirkungen aufweist, ist im Rahmen des Therapiekonzepts bei jedem Patienten immer nur der Blutbestandteil therapeutisch indiziert, den der Patient auch wirklich benötigt. Ansonsten wäre das Risiko von Nebenwirkungen oder ausbleibenden Wirkungen zu groß und im Übrigen eine der Ökonomie zuwiderlaufende Verschwendung. Natürlich haben Transfusionsmediziner auch für die Sicherheit der Blutprodukte zu sorgen, aber dies soll hier nicht der Schwerpunkt sein.

Wenn ich heute mehr Gewicht auf die Anwendung am Menschen lege, d.h. die Heilbehandlung mit Blut, also den Begriff «Hämotherapie» bevorzuge, dann vor allem deshalb, weil die meisten übrigen Fächer in der Medizin bei ihrer eigenen Fachdefinition den Begriff Heilkunde zielorientiert und mit richtigem Selbstverständnis entweder implizieren, wie z.B. Kinderheilkunde, Frauenheilkunde, Nervenheilkunde, oder aber eine bestimmte Behandlung damit meinen, wie analog Psychotherapie oder Immuntherapie. Der Begriff «So-und-so»-Medizin ist schwammig, einengend und irreführend – beispielsweise Laboratoriumsmedizin, aus der eben niemals «Laborheilkunde» werden könnte (Heilt der Labormediziner Menschen oder Geräte?). Für mich ist Transfusionsmedizin zielorientiert und Horizont erweiternd «Hämotherapie», angefangen zwar von der Werbung des Spenders, aber aufhörend erst bei der Nachsorge des Patienten, z.B. des chronisch kranken Blutpatienten.

So betrachtet, sagt der Advocatus diaboli, ist diese Therapie erst mal nur Bestandteil der Hämatologie. Richtig, könnte man sagen, unter Hinzufügung des Blutspendewesens. Nur kann in der tagtäglichen Realität eine heutige klinische Abteilung für Hämatologie dieses riesige Spezialgebiet der Hämo-

therapie für ein ganzes und großes Klinikum de facto nicht abteilungsübergreifend abdecken, will dies aber auch nicht und wäre auch im Campus eines großen Klinikums damit überfordert.

Darüber hinaus ist die Therapie mit Hämotherapeutika außerordentlich teuer – allein in Deutschland kostet diese Hämotherapie über 2 Milliarden EUR jährlich. Unsere sogar gesetzlich überantwortete Aufgabe aber ist es, diese Therapie ökonomisch und richtig, d.h. qualitätsgesichert und kooperativ im Kreise unserer klinisch tätigen Kollegen kompetent, zumindest konsiliarisch, zu realisieren.

Die Vermeidung drohender Nebenwirkungen – und nicht nur Infektionen –, die leider auch in der Vergangenheit in großem Ausmaß eingetreten waren, und die Vermeidung verheerender Geldausgaben aufgrund ausbleibender Wirkungen gegebener Blutprodukte infolge falscher Indikation erfordern ein riesiges tagtägliches Arbeitspensum sowohl bezüglich Spendewesen, Herstellung der Blutbestandteile bis zum fertigen Arzneimittel, und Wahrung professioneller Industriestandards nach strengsten Vorschriften und strengster Qualitätskontrolle (z.B. Ausschluss von Infektionsgefahren) als auch bezüglich einer für jeden Patienten differenzierten Verträglichkeitsdiagnostik, der Findung der am besten geeigneten Hämotherapeutika und von Alternativen hierzu, der diagnostischen und zumindest konsiliarischen Begleitung, Überprüfung und Nachsorge dieser Therapiemaßnahmen und der Anwendung von bei jedem Patienten individuell maßgeschneiderten Bluttherapeutika nach Akutbedarf. Genau dies macht das mittlerweile riesengroß gewordene Fach «Hämotherapie» aus.

Wenn wir das Fach so sehen – zielorientiert und patientenbezogen (und nur dies macht Sinn) –, dann besteht die Aufgabe der Transfusionsmedizin vor allem in der Behandlung von und in der Vorbeugung vor blutpathophysiologisch begründeten Funktionsstörungen des Bluts und der Blut bildenden Organe. Dies geschieht natürlich einerseits mit Hilfe von Arzneimitteln aus Blut oder Blutplasma, andererseits aber auch, nach sorgfältiger Prüfung der pathophysiologischen Zusammenhänge, Einbezug, Erwägung oder gar Wahl anderer oder unterstützender Therapiemaßnahmen, als ärztliche Konsiliartätigkeit. Das heißt, ein Hämotherapeut ist heute dazu da, in der Praxis einen großen Teil der therapeutischen Gaben von Blutprodukten mit Hilfe genauer Analytik und Diagnostik am Patienten und demzufolge mit einer Präzisierung der Indikation zu verhindern – wahrlich eine ökonomische Unentbehrlichkeit.

Das Zauberwort ist also immer Einbezug und Abwägung von therapeutischen Alternativen, d.h. Differentialtherapie. Dies kann an einem relativ einfachen Beispiel, der schweren Thrombopenie oder Thrombopathie, d.h. dem gravierenden Mangel oder der gravierenden Funktionsschwäche von Thrombozyten, bei dem ein Patient unbehandelt letztlich verbluten würde, erläutert werden. Je nach Ursache wären hier Thrombozytentransfusionen oder andere Arzneimittel, die nicht aus Blut hergestellt werden, angezeigt. Die dramatische

Heparin-induzierte Thrombopenie Typ II, die paradoxerweise zu Thrombosen und Embolien führt, mit Thrombozytentransfusionen zu behandeln anstatt das Richtige zu tun, nämlich Heparin durch andere gerinnungshemmende Medikamente zu ersetzen, wäre oft tödlich. Hier sollte also der Hämotherapeut das Richtige veranlassen. Auf die Diagnose kommt es an, daraus folgt die Indikationsstellung, und das ist eben auch Aufgabe der Transfusionsmediziner. Ähnlich sieht es aus bei der Verbrauchskoagulopathie und bei der Immunthrombopenie, will heißen bei einem Mangel infolge von Autoantikörpern, die die eigenen Blutplättchen eliminieren. Hier sind die Gaben von Blutplättchen kontraindiziert.

Und wenn wir uns jetzt als klare Konsequenz die differentialdiagnostischen und begleittherapeutischen Instrumente für diese ärztliche, meist ärztlich-konsiliarische Patientenbetreuung ansehen, dann kommen wir zum originären Profil der Hämotherapie, ihren drei Fundamenten, der Immunhämatologie, der Hämostaseologie, d.h. der Lehre von der Blutstillung und der Blutgerinnung, und den originären, teilweise höchst anspruchsvollen präparativen Techniken zur Blutzellgewinnung und -separierung (insbesondere der Blut bildenden Zellen).

Die Immunhämatologie als Fundament ist sofort einleuchtend. Sie macht vor allem die hohe Schule der Sicherung der immunologischen Verträglichkeit insbesondere zellulärer Blutprodukte aus, bezieht aber auch immuntherapeutische Optionen mit ein, z.B. die technisch sehr anspruchsvolle Präparation und Gabe von Konzentraten bestimmter Fraktionen weißer Blutkörperchen oder die Gabe von Immunglobulin.

Warum nun aber die Hämostaseologie als zweites Fundament? Wenn wir uns die Palette der Blutprodukte einmal näher ansehen, dann fällt auf, dass, außer den Konzentraten roter Blutkörperchen, Albumin, Immunglobulinen und Blut bildenden Stammzellen, alle weiteren Blutprodukte, die wiederum etwa zwei Drittel der Kosten der Hämotherapien ausmachen, blutgerinnungs- und blutstillungsaktiv sind, d.h., genau diese Hämostasefunktion ist das Wirksamkeitsprinzip dieser Arzneimittel schlechthin. Zu wenig oder das Falsche gegeben, würde letztlich den Blutungstod bedeuten; zu viel oder Falsches könnte Überfunktion, d.h. Thrombose oder sogar Embolie, zur Folge haben. Es liegt auf der Hand, dass ein guter Hämotherapeut hämostaseologisch kompetent und bewandert sein muss. Selbst wenn eine Reihe Kollegen in den Kliniken hier den Anspruch auf alleinige Entscheidungs- und Verantwortungskompetenz hochhalten, bleibt die Verantwortung für die Herstellung hämostasewirksamer Arzneimittel aus Plasma und Blut unbestritten allemal bei den Herstellern, d.h. den Transfusionsmedizinern, die also die Grundlagen der Hämostaseologie ohnehin beherrschen müssen. Was liegt vor dem Hintergrund einer richtigen und folglich ökonomischen Hämotherapie näher, als das qualitätssichernde analytische Equipment einer transfusionsmedizinischen Abteilung auch für die Anwendung und den Patienten zu nutzen, zumal Qualitätssicherung bei der Behandlung mit Hämotherapeutika nicht nur eine transfusions- und sozialgesetzlich aufgetragene,

sondern auch eine ökonomische Aufgabe von höchster gesundheitspolitischer Aktualität, Priorität und Dringlichkeit ist.

Kommen wir zur dritten Säule der Transfusionsmedizin, der Präparationstechnologie zur Herstellung von Arzneimitteln aus Blut, wobei ich auf die großindustrielle Herstellung einzelner Gerinnungsfaktoren aus Plasma hier nicht weiter eingehen möchte. Übrig bleibt – innerhalb der Kliniken – ein riesiger technischer Aufwand unter Wahrung steriler Herstellungsprinzipien in so genannten GMP-Laboratorien, in denen neben der Präparation von Blutkomponentenkonserven in wachsendem Ausmaß auch die Herstellung von Konzentraten adulter Stammzellen stattfindet. GMP bedeutet «good manufacturing practice», d.h. gute Herstellungspraxis, ein für Laien prima vista harmloser Begriff, aber im Alltag der Teufel, der im Detail steckt. Letztlich bedeutet dieses insbesondere für vermehrungsfähige Zellen, dass ganze Suiten von Räumen derart hoch technisiert ausgestattet sind, dass in offenen Behältern Blutzellen oder Blutvorläuferzellen aufbereitet werden können, garantiert ohne jede Kontamination mit Mikroorganismen – also Hochsterilbereiche, die noch keimärmer sind als chirurgische Operationssäle, aber ein technisch präparatives Equipment besitzen, das dem der Chirurgie allemal vergleichbar ist. Warum dieser Aufwand? Dies ist in der Tat weniger ein Aspekt der Gegenwart als einer der Zukunft, denn Erythrozyten, Frischplasma und Blutplättchen sind in so genannten geschlossenen Systemen präparierbar – etwas salopp ausgedrückt – in GMP-Laboratorien mit etwas geringeren Reinheitsansprüchen. Mehr also ein Aspekt der Zukunft, also gleichbedeutend mit Perspektiven des Fachs – aber die Zukunft hat mit besonderem Blick auf die hämatopoetischen Zellen, also die Blut bildenden Zellen bzw. Stammzellen, schon begonnen. Hierbei geht es insbesondere um Stammzellen des Erwachsenen, die adulten Stammzellen, die aus dem im peripheren Kreislauf kreisenden Blut isoliert werden, und nicht – wie vornehmlich früher – um solche, die mit Hilfe eines direkten Absaugens aus dem Knochenmark gewonnen werden. Diese Entnahme geschieht mit Hilfe eines Zellseparators, eines hoch komplizierten technischen Apparats, der, angeschlossen an Blutgefäße des Patienten, einen extrakorporalen Kreislauf bildet – wie bei der Herz-Lungen-Maschine in der Herzchirurgie oder bei der Dialyse bei Patienten mit Niereninsuffizienz. Hierbei werden bei einer einzigen Separation Durchströmungsvolumina des Bluts von insgesamt 5–10 l erzeugt, wobei durch besondere Strömungs- und Zentrifugationsverhältnisse die Blut bildenden Zellen mit den Stammzellen nach Mobilisation dieser Zellen aus dem Knochenmark mit geringen Dosen Chemotherapeutika regelrecht abgeschöpft werden.

Warum gelangt diese Maßnahme schon heute zunehmend routinemäßig zur Anwendung? Patienten mit bestimmten bösartigen Zellerkrankungen, z.B. Keimzelltumoren (bestimmte Ovarialkarzinome, Hodentumoren) oder Non-Hodgkin-Lymphome, können nur dann erfolgreich chemotherapeutisch behandelt werden, wenn Zellgifte, d.h. Zytostatika in

sehr hoher Dosis, also hochtoxisch verabreicht werden – mit der unerwünschten Folge der weitgehenden Vernichtung regenerationsfreudiger gesunder Gewebe, also vornehmlich des Knochenmarks mit seinen Blut bildenden Stammzellen. Wenn ein eher kleiner Teil der Blut bildenden Stammzellen vor dieser hochgiftigen Therapie entnommen und hoch angereichert eingefroren wird und nach Therapie – nachdem das Knochenmark irreversibel geschädigt worden ist – wieder aufgetaut und retransfundiert wird, dann besiedeln diese transfundierten Stammzellen das leere Knochenmark erneut, es findet ein so genanntes «Homing» statt. Sie beginnen sich zu vermehren und bilden durch Ausdifferenzierung wieder neue Blutzellen. Die Knochenmarkfunktion ist wiederhergestellt. Diese Neubildung ist analog der tagtäglichen Arbeit des Knochenmarks, nämlich der ständigen Neubildung von Blutzellen.

Dieser Prozess ist in der Tat äußerst beeindruckend, zumal das Knochenmark, das Blut bildende Organ, wohl das regenerationsfreudigste des ganzen menschlichen Körpers ist.

Die roten Blutkörperchen von zwei Menschen reichen aus, um wie Münzen, sich berührend aneinandergereiht, eine Kette zu bilden, die die Entfernung von der Erde bis zum Mond überbrückt. Zwei Menschen – das entspricht $2 \times 5 \text{ l} = 10 \text{ l}$ Blut, bei 5 Millionen Erythrozyten/ μl , 5 Milliarden/ml, 5 Billionen/l usw. Dabei reicht 1 ml Blut aus, um eine Kette von 35 km zu bilden, 1 l für 35 000 km und 10 l für gut 350 000 km. Ein Hundertstel davon wird jeden Tag in der Milz abgebaut und vom Knochenmark nachproduziert, also tagtäglich eine Menge, die einer Kettenlänge von 1700 km entspricht! Bei den Leukozyten sind es analog täglich 700 km und bei den Blutplättchen 400 km.

Die Aufgabe der Transfusionsmedizin ist es, durch Entnahme von adulten Stammzellen aus dem Knochenmark mittels Zellseparation und deren weiterer qualitätsgeprüfter Aufbereitung, Lagerung und Retransfusionsvorbereitung in Hochsterilbereichen genau diese Regenerationsfunktion des Blutbildungsorgans ohne Kontamination mit pathogenen Keimen sicherzustellen, damit die Patienten ein wirksames, möglichst nebenwirkungsarmes Präparat bekommen. Leben und Tod hängen von der Qualität solcher Stammzellpräparate ab.

Wie gesagt, dies ist bereits heute schon vielfach realisiert. Wie sehen aber dann die Perspektiven des Fachs aus? Was wird in 50 Jahren sein? Beginnen wir erst einmal mit dem, was wir derzeit erfahren: Rinderwahnsinn, neue Variante der Creutzfeld-Jakob-Krankheit, West-Nil-Virus, SARS und Vogelgrippe. Es tauchen immer neue, für uns unbekannte Erreger, meist Viren, auf, die zu einer erschreckenden Pathogenität und Kontagiosität mutieren können. Es ist reines Glück, dass diese bislang für die Sicherheit der Blutprodukte noch keine Rolle spielten.

Philip Kerr zeichnet in seinem 1998 erschienenen Science-Fiction-Roman «Der zweite Engel» eine geradezu apokalyptische Katastrophe durch eine globale Pandemie mit einem neuen, durch Blut übertragbaren Virus, einer durch Mutation entstandenen Parvovirus-Variante. Diese Variante hat 80%

aller Menschen infiziert und ist durch Bluttransfusionen von Mensch zu Mensch übertragbar. Die Hauptwirkung dieses Virus ist ein tödlicher Mangel an roten Blutkörperchen, also eine tödliche Anämie, die nur durch Dauerbehandlung mit Transfusionen nichtinfizierten Blutes aufgehalten werden kann. Die Blutinfektion mit der Parvovirus-Variante ist jedoch – in dem Roman – wegen einer sehr langen Latenzphase der Infektion ohne wesentliche Virämie auch mit modernsten Methoden lange Zeit nicht diagnostizierbar, so dass Infektionen durch gespendetes Fremdblut meist nicht ausgeschlossen werden können.

Somit ist im Roman das gesamte Fremdblutspendewesen obsolet geworden – nur aufwendige Eigenblutspendeprogramme auf Vorrat mit riesigen Kryobanken, die nur von den reichsten Menschen bezahlbar sind, können das Fortschreiten der Pandemie verlangsamen.

Grundsätzlich dürfte die Abwehrschlacht gegen transfusionsassoziierte, d.h. durch Blut übertragbare Viren unbestritten immer aufwendiger, d.h. teurer werden. Auch das sich abzeichnende Gegenmittel, die Pathogeninaktivierung, birgt große Gefahren wie die Onkogenese, d.h. Provokation von Krebs und anderen bösartigen Erkrankungen, in sich, ganz zu schweigen von der damit verbundenen erheblichen Verteuerung der Blutprodukte.

Irgendwann innerhalb der nächsten Jahrzehnte wird es deshalb zur großtechnischen Herstellung des Hämoglobins oder von künstlichen Sauerstoffträgern kommen. Oder aber Vorläuferzellen aus dem Knochenmark, die hämatopoetischen Stammzellen, werden mit bereits heute in unserer Alltagsroutine eingesetzten Zellseparatoren gewonnen und in GMP-Laboratorien im technischen Großmaßstab ex vivo und in vitro mit spezifischen Wachstumsfaktoren expandiert, d.h. in Zellkultur vermehrt, bis sie sich dann in rote Blutkörperchen ausdifferenzieren, sagen wir in solche der Blutgruppe 0 und – grob vereinfacht – Rhesus negativ. Damit wäre das aufwendige Spendewesen, jedenfalls für die Erythrozytenkonzentrate, Vergangenheit.

Wäre das das Ende der Transfusionsmedizin? Ganz sicher wäre es das Ende der heutigen Form des Blutspendewesens, aber in jedem Fall nicht das Ende der Hämotherapie. Im Gegenteil, durch solche neuen Methoden zeichnen sich neue Wege zu Hämotherapeutika ab, die schon heute in unserer Routine und mehr noch im experimentellen Ansatz eine gute Zukunftsprognose zeigen. Da ist vor allem die Zelltherapie – heute schon in aller Munde, wenn man an embryonale Stammzellen oder an geklonte Zellen denkt. In der Tat eröffnet dieser therapeutische Ansatz schier unendliche Möglichkeiten, sogar bis hin zur Schreckensvision: schon vor etwa 175 Jahren ließ Johann Wolfgang von Goethe im Faust, zweiter Teil, den Homunculus entstehen.

Natürlich wollen wir das nicht, und, Gott sei Dank, erscheinen ethische Bedenken bei den adulten Blutstammzellen, die wir Transfusionsmediziner oder besser Hämotherapeuten heute schon gewinnen, weniger angebracht. Bereits heute gibt es Pu-

blikationen, die darauf hindeuten, dass omni- oder zumindest pluripotente adulte Stammzellen aus Blut oder Knochenmark nicht nur hämatopoetisch sein können, sondern sich am Ort der Applikation umdifferenzieren und die jeweilige Organspezifität annehmen, also Herzmuskelzellen bilden können nach Herzinfarkt, oder Nervenzellen nach Neurodegeneration infolge von Alzheimer, Parkinson oder Multipler Sklerose – eine der elementaren Perspektiven der Zelltherapie.

Was ist eigentlich Zelltherapie? Im weitesten Sinne ist sie die Entnahme von lebenden, teilungs- und vermehrungsfähigen Zellen aus dem Spenderorganismus – nicht als ganzes Organ wie bei Transplantation, sondern nur als Suspension loser, nicht zusammenhängender Zellen und die Übertragung in einen anderen Organismus, den Patientenorganismus, zu therapeutischen Zwecken. Heute schon zeichnen sich sehr viele Anwendungsgebiete ab: z.B. Knorpelzellen, die in Zellkulturen außerhalb des Körpers vermehrt und zur Deckung von Arthrosedefekten in die Gelenke retransplantiert werden; Hautzellen zur Deckung verwundeter oder verbrannter Hautareale; embryonale oder adulte Stammzellen, die, wie zuvor schon erwähnt, durch Vermehrung und zielgesteuerte Entwicklung zunächst außerhalb des Körpers in Zellkulturen in bestimmte Organzellen differenziert werden.

Einen großen Raum innerhalb dieser Zelltherapie wird mit Sicherheit die Blutzelltherapie einnehmen, zumal adulte Blut bildende Zellen, die hämatopoetischen Stammzellen, bereits heute eine große Rolle spielen – wahrlich eine Kernaufgabe der zukünftigen Hämotherapie. Dies umso mehr, als nicht nur hämatopoetische Zellen ziemlich gefahrlos ohne Operation mit Hilfe der schon zuvor erwähnten Zellseparatoren im Rahmen einer Eigen- oder Fremdblutspende entnommen werden können, sondern auch die zur weiteren sterilen Aufbereitung dieser Zellen nötigen GMP-Laboratorien vielerorts bereits aufgebaut sind und die Zellen durch einfache Transfusion dem Patienten wieder zugeführt werden können. Weitere Fortschritte beim Handling der hämatopoetischen Stammzellen sind außerdem absehbar, so vor allem die Vermehrung in Zellkulturen, die Ex-vivo-Expansion. Damit wäre es dann möglich, selbst kleinste Mengen, z.B. solche, die aus Nabelschnurblut gewonnen werden, therapeutisch wirksam einzusetzen – entweder autolog im Sinne einer modernen Eigenblutspende oder allogon im Sinne einer Fremdblutspende als fortschrittliche «Knochenmarktransplantation». Immerhin sind heute schon 70% der Leukämien im Kindesalter heilbar – undenkbar ohne die Methoden der modernen Transfusionsmedizin.

Aber nicht nur Stammzellen werden im Brennpunkt der Zelltherapie stehen, sondern auch andere Blutzellen – vor allem Zellen der Immunabwehr und hier, heute schon im Stadium der experimentellen Therapie, insbesondere die Monozyten bzw. dendritischen Zellen. Auch diese Zellen können mit der beschriebenen Apheresetechnik als Zellkonzentrat gewonnen werden. Bei diesen Zellen sind aber weitere zellbiologische Manipulationen in vitro erforderlich, um die gewünschten im-

muntherapeutischen Effekte im Sinne einer Immunmodulation zu erzielen, entweder eine Verstärkung der Immunabwehr bei Patienten mit bösartiger Erkrankung oder Immunschwächekrankheit oder aber eine Induktion von Immuntoleranz zur Elimination von Antikörpern bei Patienten mit Autoimmunerkrankungen bis hin zur Multiplen Sklerose, bei lebensbedrohlichen Allergien, bei Bluterkranken mit schwerer Hä-mophilie A, deren häufigste Komplikation auch heute noch die Entwicklung von Hemmkörpern gegen den Blutgerinnungsfaktor VIII ist (eine lebensbedrohliche und therapeutisch extrem teure Komplikation), oder bei Knochenmark- und Organtransplantationen aller Art.

Schließlich darf bei allem auch die Gentherapie nicht vergessen werden, um Patienten mit Gendefekten, die zu lebensbedrohlichen schweren chronischen Krankheiten führen, durch Einschleusen und Einschließen von Erbsubstanz in lebens- und vermehrungsfähige Zellen menschlicher Organe zu helfen. Auch hier gibt es bereits viel versprechende experimentelle Ansätze in Tierversuchen und Zellkulturen, wobei gerade die Blutstammzellen als transfizierte Träger der wirksamen, neuen Gene eine besondere Rolle spielen können – ohne Zweifel eine ganz besonders interessante Variante der Zelltherapie mit spannenden Zukunftsperspektiven.

Alle diese zukunftsweisenden Zelltherapien setzen aber eine räumliche und apparative Ausstattung voraus, die heute bei Transfusionsmedizinerinnen schon vielfach als *conditio sine qua non* zur Herstellung von Blutprodukten im weitesten Sinne gilt. Transfusionsmediziner sind in der Tat wie die operierenden Ärzte und die Pathologen präparativ tätige Mediziner, deren Herausforderungen in der Zukunft aber auf der zellulären und sogar der molekularen Ebene zu finden sind, quasi in der zellulären bzw. molekularen Chirurgie, zumindest als Vision im Rahmen der Blutzelltherapie und der Genhämotherapie. Aktuell mag es so sein, dass solche zelltherapeutischen

Ansätze von Klinikern im Rahmen einer experimentellen Behandlung einiger ihrer Patienten initiiert werden. Auf Dauer kann dies aber wegen des höchst komplexen Bioengineerings einerseits und des Gebots der intensiven Patientenzuwendung andererseits nicht simultan geleistet werden.

Letztlich entwickeln sich Fächer auch und gerade in der Medizin durch das Profil der Persönlichkeiten, die ein Fach ausmachen. Nur Originalität, Kreativität, Erkenntnis des Notwendigen, Neugier, Scharfsinn, analytischer Sachverstand, Überzeugungskraft, Begeisterungsfähigkeit, Beharrlichkeit und Durchsetzungsvermögen von Personen bestimmen den Fortschritt eines Fachs, gerade in Forschung und Entwicklung, weshalb die Transfusionsmedizin angesichts des schnell sich vollziehenden Wandels nur dann Bestand haben wird, wenn sie auch weiterhin die Herausforderungen annimmt. Ohne professionelle Wissenschaft gerade an den Universitäten wird das Fachgebiet deshalb langfristig keine Perspektive haben! Auch die universitäre Lehre des Fachs im Rahmen der neuen Approbationsordnung ist die unverzichtbare, extrem bedeutsame Chance, solche Persönlichkeiten anzuwerben, für das Fach zu finden, zu begeistern, zu formen, zu fordern und zu fördern. Machen wir aus der Not eine Tugend. Wenngleich wir wenige ureigene Fächer als unser Profil nennen können, so bedienen wir uns der Methoden sehr vieler, ja fast aller wichtigen medizinisch-naturwissenschaftlichen Disziplinen – der Allgemeinmedizin im Spendewesen, darüber hinaus der Mikrobiologie, der Infektiologie, der Epidemiologie, der Immunologie, der Hämatologie, der Hämostaseologie, der Zellbiologie, der Molekularbiologie, der Humangenetik, der Physiologie, der Pathophysiologie, der Biochemie und des Bioengineerings –; man könnte sagen, die ganze, zumindest die ganze medizinische Welt in einem Fach, das gerade deshalb so spannend ist.