

# Patientenfibel Multiples Myelom

## Diagnostik und Begriffserläuterungen



**Deutsche Leukämie- & Lymphom-Hilfe**

**Bundesverband der Selbsthilfeorganisationen  
zur Unterstützung von Erwachsenen mit  
Leukämien und Lymphomen e.V.**



### **Herausgeber:**

Deutsche Leukämie- & Lymphom-Hilfe e.V.  
Thomas-Mann-Str. 40 · 53111 Bonn  
Tel.: 0228 33889-200 · Fax: 0228 33889-222  
E-Mail: info@leukaemie-hilfe.de  
Home: www.leukaemie-hilfe.de

### **Spendenkonto:**

Sparkasse KölnBonn  
IBAN DE06 3705 0198 0000 0771 31  
SWIFT-BIC COLSDE33  
Stichwort Broschuere

8. Auflage, April 2025

### **Verfasser:**

Die 1. Auflage 2003 war eine Gemeinschaftsarbeit der APMM (Arbeitsgemeinschaft der Selbsthilfegruppen Plasmozytom/Multiples Myelom: Belgien, Berlin/Brandenburg, Karlsruhe, München, NRW, Saarland, Schweiz, Thüringen, Wiesbaden) unter der Projektleitung von Dr. oec. G. Janiszewski (Selbsthilfegruppe Berlin/Brandenburg) und unter der medizinisch-fachlichen Mithilfe von Prof. Dr. med. H. Goldschmidt, OA Dr. med. A. Mumm, Dr. med. S. Schock, OA Dr. med. E. Schuler und Dr. rer. nat. Schulze.

### **Wissenschaftliche Beratung:**

PD Dr. med. Iris Breitzkreutz, Prof. Marc-Steffen Raab, Prof. Dr. med. Hartmut Goldschmidt, Universitätsklinikum Heidelberg, Medizinische Klinik V  
Die Forschung über das Multiple Myelom befindet sich in einer sehr rasanten Entwicklung. Ständig erreichen neue wissenschaftliche Erkenntnisse die Schulmedizin. Die Verfasser dieser Broschüre haben große Sorgfalt darauf gelegt, dass die vorliegenden Aussagen dem derzeitigen Wissensstand entsprechen.

**Der Inhalt ist vorrangig für Patienten bestimmt und ersetzt nicht das Gespräch mit dem Arzt.**

**Schutzgebühr:** 4,95 Euro



## Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort .....	4
2	Einführung .....	5
3	Allgemeine Werte .....	11
4	Begriffserläuterungen (Schwerpunkt Laborwerte) .....	13
5	Weitere Begriffserläuterungen .....	44
6	Schlussfolgerungen für die Diagnostik beim Multiplen Myelom.....	54
7	Einheiten und Gewichte .....	55
8	Abkürzungsverzeichnis .....	57
9	Literaturhinweise .....	59
10	Links .....	60
11	Studiengruppen .....	61
	Deutsche Leukämie- & Lymphom-Hilfe (DLH e.V.).....	62
	INFONETZ KREBS.....	63



## 1 Vorwort

Das Multiple Myelom gehört zu den 20 häufigsten Tumorerkrankungen in Deutschland. Die Hochdosistherapie mit autologer Blutstammzelltransplantation und neue Medikamente haben die Behandlungsergebnisse signifikant verbessert. Herr Dr. Janiszewski hat im Jahr 2003 in Zusammenarbeit mit betroffenen Menschen und mit Medizinerinnen eine Labor-Patientenfibel für Patienten geschaffen, um Labor- und Knochenmarkbefunde besser verständlich zu machen. In den letzten Jahren sind neue Untersuchungsmethoden zur Beurteilung der Aktivität der Myelom-erkrankung hinzugekommen und in die Fibel aufgenommen worden. Diese Fibel kann jedoch das Gespräch mit dem Arzt nicht ersetzen.

Laborbefunde können methodenspezifisch unterschiedliche Ergebnisse erbringen. Durch die Ergebnisse aus unterschiedlichen Laboratorien können Patienten verunsichert werden, da zum Beispiel die quantitative Bestimmung der Immunglobulinkonzentration sehr unterschiedlich ausfallen kann.

Das Arzt-Patientengespräch ist für Patienten mit einem Multiplen Myelom außergewöhnlich wichtig. Die Erläuterungen in der vorliegenden Patientenfibel werden die Kommunikation zwischen Patient und Arzt erleichtern.

Prof. Dr. med. Hartmut Goldschmidt



## 2 Einführung

Das Multiple Myelom (MM) ist eine Krebserkrankung, die von Plasmazellen ausgeht und damit eine maligne (bösartige) hämatologische Systemerkrankung. Sofern nur ein isolierter Tumor vorliegt, spricht man von einem Plasmozytom. Sind mehrere Tumorherde vorhanden, handelt es sich um ein Multiples Myelom. Die Neuerkrankungsrate in den Industrieländern beträgt ca. acht Personen pro 100.000 Einwohner und Jahr. Die Ursache der Erkrankung ist unbekannt. Das Multiple Myelom macht ca. 1,5% aller Krebserkrankungen aus. Der Häufigkeitsgipfel liegt zwischen dem 75. und 84. Lebensjahr. Erkrankungen vor dem 45. Lebensjahr sind selten (etwa 2% aller Fälle). Das männliche Geschlecht ist häufiger betroffen. Besondere Krankheitsbeschwerden beim Multiplen Myelom sind Knochenschmerzen (60%), Leistungsminderung (40%), Schwäche, Müdigkeit (40%), Infektneigung (10-20%), Appetitlosigkeit (20%), Gewichtsverlust (25%) u.a.

Plasmazellen sind antikörperproduzierende Zellen, die normalerweise im Knochenmark und überall dort im Körper vorkommen, wo Immunreaktionen stattfinden. Bei Vorliegen eines Multiplen Myeloms vermehren sich maligne (bösartige), monoklonale Plasmazellen unkontrolliert im Knochenmark. Sie richten Schäden in der Knochengerüststruktur und im umliegenden Gewebe sowie in der Immunabwehr an. Die Bezeichnung „Multiples Myelom“ bezieht sich darauf, dass die malignen Plasmazellen (auch Myelomzellen genannt) akkumulieren (sich anhäufen) und Befallsstellen in verschiedenen Regionen des Knochenmarks bilden. Am häufigsten sind das Knochenmark der Wirbelsäule, des Beckens, der Rippen, der großen Röhrenknochen und des Schädels betroffen. Von einer Plasmazell-Leukämie spricht man, wenn der Anteil von Plasmazellen im Differenzialblutbild über 20% beträgt.

Sind bereits Schäden, wie zum Beispiel Knochenschäden (Osteolysen), Blutarmut oder Nierenfunktionsverschlechterung, durch das Multiple Myelom aufgetreten, spricht man von einem symptomatischen Myelom.



In diesem Fall ist eine (Chemo-)Therapie notwendig. Wenn eine Vermehrung von malignen Plasmazellen im Knochenmark vorliegt, durch die aber noch keine Schädigung von Organen entstanden ist, spricht man von einem Smoldering (schwelenden) Myelom. Diese Form der Erkrankung kann über lange Zeit konstant verlaufen und wird noch nicht behandelt. Sie kann jedoch in ein symptomatisches Myelom übergehen.

Eine seltene Sonderform (2-3% der Patienten) ist das nicht-sekretorische bzw. asekretorische Multiple Myelom, bei dem die Plasmazellen kein krankhaftes Eiweiß ins Blut absondern.

Ob ein Myelom symptomatisch ist und damit auch behandelt werden muss, wird anhand der SLiM-CRAB-Kriterien entschieden.

- S für „sixty“ bzw. Erhöhung der klonalen Plasmazellen im Knochenmark  $> 60\%$
- Li für „light chains“ bzw. Erhöhung der freien Leichtketten-Ratio (betroffene/nicht betroffene)  $\geq 100$  und Konzentration der betroffenen freien Leichtkette  $\geq 100$  mg/l
- M für „MRT“ bzw. mehr als 1 fokale Läsion in der Magnetresonanztomografie  $\geq 5$  mm
- C für „calcium elevation“ bzw. Calciumerhöhung ( $> 0,25$  mmol/l oberhalb des Normwerts oder  $> 2,75$  mmol/l)
- R für „renal dysfunction“ bzw. Nierenfunktionsstörung (Kreatinin-Clearance  $< 40$  ml/min oder Kreatinin  $> 2,0$  mg/dl)
- A für „anemia“ bzw. Anämie/Blutarmut (Hb-Wert  $> 2,0$  g/dl unterhalb des unteren Normwertes oder Hämoglobin  $< 10$  g/dl)
- B für „bone disease“ bzw. Osteolysen als Lochdefekte im Knochen

Die Diagnose eines symptomatischen Multiplen Myeloms erfordert zumindest eines dieser Kriterien.



Einen Therapieerfolg bemerkt der Patient möglicherweise am Rückgang seiner Beschwerden. Für den Arzt gibt es darüber hinaus folgende Kriterien:

- Rückgang der Paraproteinkonzentration oder der freien Leichtketten im Blut oder im Urin
- Verminderung der Plasmazellen im Knochenmark
- Normalisierung der Nierenwerte
- Normalisierung des Calcium-Spiegels im Blut
- Kalkeinlagerung in den Knochenherden
- Verminderung des Beta2-Mikroglobulins
- Verringerung der Blutsenkungsgeschwindigkeit
- Verbesserung der Blutzellwerte (z.B. des Hämoglobinwertes oder des Thrombozytenwertes)

Um die Diagnose eines Multiplen Myeloms zu stellen, sind mehrere Untersuchungen notwendig:

### **1. Feingewebliche Untersuchung**

Zur feingeweblichen Untersuchung werden Gewebeproben aus dem Knochenmark entnommen. Hierfür wird in der Regel der Beckenkamm gewählt. Besteht außerdem auch der Verdacht auf einen Befall außerhalb des Knochenmarks, kann auch hiervon eine Probe entnommen werden. In diesen Gewebeproben kann der Hämatologe oder der Pathologe die Myelomzellen direkt nachweisen.

### **2. Blut/Urinuntersuchung**

Aus den Blut- und Urinproben werden die Serumeiweißelektrophorese, die Immundefixationselektrophorese, die quantitative Leichtkettenbestimmung (in 24-Stunden-Urin) sowie das Gesamt-Immunglobulin zur Bestimmung/Abschätzung der Menge des vorliegenden Paraproteins (M-Protein) durchgeführt. Darüber hinaus vermittelt der sogenannte Freie Leichtketten-Test aus dem Serum meist wichtige Informationen über die Krankheitsaktivität des Multiplen Myeloms.



### 3. Bildgebende Untersuchungen

Abgerundet wird die Diagnostik durch bildgebende Untersuchungen. Früher wurden dafür oft konventionelle Röntgenuntersuchungen gemacht. Heutzutage werden Ganzkörper-CT-Untersuchungen mit niedriger Strahlendosis durchgeführt. Es können durch die Niedrigdosis-Ganzkörper-CT nicht nur Aussagen über die eigentliche Knochen substanz bzw. -kompaktheit getroffen werden, sondern auch über die Stabilität von befallenen oder sogar bereits gebrochenen Wirbelkörpern. Ein weiterer Vorteil ist der Nachweis von Plasmazellansammlungen im Bereich des Skeletts, vor allem in den langen Röhrenknochen, die aufgrund der Verdrängung des normalerweise dort vorkommenden Fettmarks sichtbar werden. Mithilfe der Kernspintomografie (Ganzkörper-Magnetresonanztomographie, MRT) kann die Aktivität des Knochenmarks als Hauptbefallsort des Multiplen Myeloms sehr gut beurteilt werden. Eine PET-CT-Untersuchung ist noch keine Standarddiagnostik, ihre Bedeutung für das Multiple Myelom wird im Rahmen klinischer Studien untersucht.

Zusätzlich zur Myelomdiagnostik wird eine Umfelddiagnostik durchgeführt. Dabei gibt die Funktionsüberprüfung wichtiger Organe wie Herz, Lunge, Niere und Leber Auskunft über den aktuellen Gesundheitszustand. Dies ist erforderlich, um abschätzen zu können, welche Therapie der Patient erhalten kann.

Über die Lebenserwartung bei der Myelomerkrankung gibt es aus der Vergangenheit nur ungefähre Angaben, die sich heute dank der neuen Therapiemöglichkeiten sehr verbessert haben. Die Risikokonstellation kann durch zytogenetische Untersuchungen und durch den sogenannten ISS-Score (International Staging System) oder R-ISS-Score (Revised International Staging System), siehe unten, abgeschätzt werden.

Das Multiple Myelom kann nach Salmon und Durie in drei Stadien eingeteilt werden. Diese Einteilung wurde vom ISS-Score abgelöst, findet jedoch nach wie vor, zusätzlich zum ISS-Score, weltweit Anwendung.



## Stadieneinteilung nach Salmon und Durie

I Alle folgenden Kriterien treffen zu:

- Hämoglobin > 10 g/dl
- Serumcalcium normwertig
- Normale Knochenstruktur oder nur eine solitäre Osteolyse
- IgG < 50 g/l
- IgA < 30 g/l
- Leichtketten im Urin < 4 g/24 Stunden

II Patienten, die nach den Kriterien weder zum Stadium I noch zum Stadium III gehören

III Mindestens eines der folgenden Kriterien trifft zu:

- Hämoglobin < 8,5 g/dl
- Serumcalcium > 3,0 mmol/l
- multiple Osteolysen
- IgG > 70 g/l
- IgA Wert > 50 g/l
- Leichtketten im Urin > 12g/24 Stunden

## Subklassifizierung (A oder B):

- **A:** Serumkreatinin < 2 mg/dl
- **B:** Serumkreatinin ≥ 2 mg/dl

Beispiel: Stadium IA: niedrige Zellmasse  
mit normaler Nierenfunktion  
Stadium IIIB: hohe Zellmasse mit  
eingeschränkter Nierenfunktion

Darüber hinaus wurden zusätzliche Parameter erkannt, die Bedeutung für den Krankheitsverlauf haben, so z.B.:

- das Beta2-Mikroglobulin (als Ausdruck der Krankheitsaktivität)
- das Albumin im Serum
- die Zytogenetik: Hierdurch lässt sich eine Einteilung in einen Standardrisikostatus oder in einen Hochrisikostatus, insbesondere bei Vorliegen der Translokationen t(4;14), t(14;16), t(14;20) oder der Deletion 17p, vornehmen.



Heute wird zusätzlich das Internationale Stagingssystem (ISS) bzw. R-ISS genutzt, welches ebenfalls eine Einteilung in Hochrisiko- oder Standardrisikostatus zulässt:

ISS-Stadium	
I	Serum-Beta2-Mikroglobulin < 3,5 mg/l Serumalbumin > 35 g/l
II	Weder I noch III
III	Serum-Beta2-Mikroglobulin ≥ 5,5 mg/l

R-ISS-Stadium	
I	ISS-Stadium I und keine Hochrisiko-Zytogenetik und normale LDH
II	Weder ISS-Stadium I noch III
III	ISS-Stadium III und entweder Hochrisiko-Zytogenetik oder hohe LDH

**Die Normalbereiche für bestimmte Blutwerte können sich von Labor zu Labor unterscheiden. Die Normalbereiche Ihres Labors sind ausschlaggebend. Üblicherweise sind diese auf dem Befund mit angegeben.**



### 3 Allgemeine Werte

#### Body Mass Index (BMI)

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht (in kg)}}{\text{Körpergröße (in m)}^2}$$

#### Blutdruck:

Normalwert: < 140/90 mmHg

140 = oberer = systolischer Wert

90 = unterer = diastolischer Wert

Um eine Aussage über den Blutdruck machen zu können, genügt kein isoliertes Messergebnis, sondern es sind mehrere Messungen erforderlich.

#### Pulsfrequenz:

in Ruhe: 60–100 Schläge pro Minute

bei Leistung: bis 180 Schläge pro Minute

**Atemfrequenz:** 13 +/- 6 mal/Minute

**Atemminutenvolumen:** 6–8 Liter/Minute

**Atemzugsvolumen:** 550 +/- 200 ml

#### Lungenfunktionsprüfung:

Mit der Lungenfunktionsprüfung werden das Lungenvolumen, die Atemfunktion und die Gasaustauschparameter überprüft.

#### Nüchternblutzucker:

< 100 mg/dl (< 5,6 mmol/l)



### **Glucose im Urin:**

bis 15 mg/dl (0,84 mmol/l)

### **Lipidwerte im Serum:**

(ohne Vorliegen weiterer Risikofaktoren)

### **Gesamt-Cholesterin**

nach dem 40. Lebensjahr: < 240 mg/dl

LDL-Cholesterin: < 160 mg/dl

HDL-Cholesterin: Frauen: 45-65 mg/dl,  
Männer: 35-55 mg/dl

Triglyceride: ≤ 200 mg/dl

### **Elektrokardiogramm (EKG):**

Im Elektrokardiogramm werden die elektrischen Spannungsvorgänge aufgezeichnet, die als Folge der Erregungsleitung am Herzen entstehen. Dabei können die elektrischen Spannungen (Potenziale) an der Körperoberfläche zwischen verschiedenen Stellen der Haut gemessen bzw. abgeleitet werden. Bei der Aufzeichnung der Spannungsänderungen ergibt sich ein typischer Kurvenverlauf, der Auskunft über Herzlage, Frequenz (Puls pro Minute) und Erregungsablauf gibt. Die Therapie des Multiplen Myeloms kann zum Teil erhebliche Belastungen des Herzens verursachen, insbesondere deshalb ist die Diagnostik mittels EKG und Echokardiografie notwendig.



## 4 Begriffserläuterungen (Schwerpunkt Laborwerte)

### Albumin

Albumin gehört zu den kleinsten Plasmaeiweißkörpern und macht den Hauptbestandteil der Bluteiweiße aus. Deshalb besitzt es eine entscheidende Funktion für den Flüssigkeitsaustausch zwischen Blutgefäßen und Gewebe und außerdem eine wichtige Transportfunktion, z.B. für Fettsäuren und Medikamente. Bei den meisten fortgeschrittenen bösartigen Erkrankungen ist Albumin verringert. Ursachen einer Albuminreduzierung können u.a. Verbrennungen, Blutverluste und bösartige Tumoren, wie z.B. das Multiple Myelom, sein. Albumin kann im Urin nachgewiesen werden. Die erhöhte Ausscheidung von Albumin ist häufig das erste Anzeichen einer Schädigung der Nieren. Der Wert für die Albuminkonzentration im Serum gilt als Prognosefaktor. Myelompatienten sollten diesen Laborwert öfter beim Arzt überprüfen lassen.

### Alkalische Phosphatase (AP)

Die alkalische Phosphatase (AP) ist eine Gruppe von Enzymen, die in nahezu allen Geweben vorhanden ist. Die Aktivität der AP, die im Blut gemessen wird, ist die Summe verschiedener Isoenzyme, wobei die Knochen- und Leberenzyme von praktischer Bedeutung sind. Erhöhte Werte bei Leber- und Gallenblasenerkrankungen weisen auf einen Gallenstau hin. Andere Ursachen für erhöhte Werte sind verschiedene, zum Teil bösartige Knochenerkrankungen.

Ursachen erhöhter Aktivität:

- im Kindesalter durch Knochenwachstum
- im Erwachsenenalter vermehrte Osteoblastenaktivität
- Rachitis (Knochenabbau durch Vitamin-D-Mangel)
- Frakturheilung
- Knochtumoren
- Osteoblastische Metastasen
- bestimmte Leber- und Gallenblasenerkrankungen, die vor allem die Gallenwege betreffen



## **Anämie**

Verminderung von rotem Blutfarbstoff (Hämoglobin), sodass es zu einer verminderten Sauerstoffsättigung des Blutes und einer Schwäche des Patienten kommt.

## **Basophile**

Eine Untereinheit der weißen Blutkörperchen. Basophile gehören zu den Granulozyten.

## **Bence-Jones-Protein**

Der Begriff bezeichnet den Nachweis von Kappa- oder Lambda-Leichtketten im Urin. Jedes Vorkommen von Bence-Jones-Protein ist pathologisch/krankhaft.

## **Beta2 (β2)-Mikroglobulin (B2M)**

Beta2-Mikroglobulin ist ein kleines Eiweiß. Man findet es auf der Zellmembran aller kernhaltigen Zellen. Beim Gesunden wird es in einer relativ konstanten Rate gebildet. Beim Multiplen Myelom können erhöhte Werte gefunden werden. Die Höhe des Beta2-Mikroglobulins spiegelt relativ gut die Masse der Myelom-Zellen wider, weswegen Beta2-Mikroglobulin ein wichtiger Prognoseparameter ist. Beachten muss man, dass Beta2-Mikroglobulin über die Niere ausgeschieden wird. Deswegen ist der Beta2-Mikroglobulinwert bei einer Niereninsuffizienz erhöht. Etwa 10% der Patienten haben ein Multiples Myelom, das kein Beta2-Mikroglobulin produziert. Bei diesen Patienten kann der Beta2-Mikroglobulinspiegel nicht zur Überwachung der Krankheit verwendet werden.

## **Bilirubin**

Bilirubin ist der rötlichbraune Gallenfarbstoff. Es ist ein „Abfallprodukt“, das beim Abbau des roten Blutfarbstoffs Hämoglobin in der Leber entsteht. Das Bilirubin gelangt aus der Leber in die Galle und von dort in den Darm, wo es ausgeschieden wird. Durch diesen Farbstoff erhält der Stuhl seine Farbe.



- Sollte der Leber-Galle-Darm-Kreislauf aus irgendeinem Grund gestört sein, sammelt sich das Bilirubin im Blut an.
- Wird ein bestimmter Wert überschritten, entsteht Gelbsucht. Die Bindehaut der Augen bzw. die ganze Haut verfärben sich gelblich. Bilirubin kann dann auch im Harn gemessen werden.
- Erhöhte Bilirubinkonzentrationen können auch anzeigen, dass die Gallenwege durch Steine oder einen Tumor verschlossen sind und dadurch die Galleflüssigkeit nicht ausgeschieden werden kann.
- Bei Blutarmut durch verstärkten Zerfall der Blutkörperchen ist der Harn durch Bilirubin verfärbt.
- Eingeschränkt ist die Ausscheidung von Bilirubin bei akuter Leberentzündung, Alkohol-Fettleber, Leberzirrhose, Entzündung, Steinen der Gallenblase oder des Gallengangs, Gallenblasenkarzinom, Bauchspeicheldrüsenkrebs, Tumoren im Darmbereich, Metastasen.
- Überschießend ist die Produktion von Bilirubin bei Anämie, Malaria und bei Einnahme bestimmter Arzneimittel.

### **Blutsenkungsgeschwindigkeit (BSG)**

Die Blutsenkung oder Messung der BSG gibt an, wie schnell die roten Blutkörperchen in einem senkrecht stehenden Röhrchen auf den Boden absinken. Nach einer Stunde und nach zwei Stunden wird abgelesen, um wie viele Millimeter sich die Blutzellen abgesetzt haben. Sinken die Blutkörperchen schnell ab, spricht man von einer beschleunigten Blutsenkung, was auf eine Entzündung oder auf Tumoren hinweist. Dieses Ergebnis sagt jedoch noch nichts über die Ursachen und den Ort der Entzündung aus. Um dies zu ermitteln, sind weitere Untersuchungen notwendig. Eine normale BSG schließt nicht-entzündliche Organerkrankungen nicht aus. Eine erhöhte BSG kann nur ein Hinweis auf eine vorhandene Erkrankung sein. Sie ist nie allein beweisend. Die BSG-Ergebnisse werden maßgeblich durch die Menge und die Zusammensetzung der Blutkörperchen und den Eiweißgehalt im Blut beeinflusst. Für Frauen und Männer gelten unterschiedliche Werte, da Frauen weniger Blutzellen im Verhältnis zur Gesamtblutmenge besitzen. Ab dem 50. Lebensjahr können erhöhte Werte vorkommen, ohne dass eine Erkrankung vorliegt.



Ursachen für eine Beschleunigung der BSG:

1. Akute und chronische Entzündung, vor allem durch Bakterien
2. Rheumatische Erkrankungen
3. Blutarmut (Anämie)
4. Leukämie
5. Tumoren (z.B. Multiples Myelom)
6. Chronische Leber- und Nierenerkrankungen
7. Chronische Darmerkrankungen

Ursachen für eine Erniedrigung der BSG:

1. Vermehrung der roten Blutkörperchen (Polyglobulie)
2. Allergische Erkrankungen
3. Herzschwäche
4. Medikamente, z.B. ASS, Kortison, Antirheumatika

## **Blutzellen**

Werden im Knochenmark produziert. Sie bestehen aus roten Blutkörperchen, weißen Blutkörperchen und Gerinnungsplättchen.

## **B-Lymphozyten**

Kurz: B-Zellen, die sich vor allem in Milz, Lymphknoten, lymphatischem Rachenring und Thymus entwickeln, wobei die Vorläuferzellen aus dem Knochenmark stammen. Sie tragen charakteristische Zellmarker auf der Zelloberfläche und können sich bei Stimulation durch das entsprechende Antigen zu antikörperbildenden Plasmazellen oder sogenannten Gedächtniszellen entwickeln.

## **Calcium (Ca)**

Calcium (Ca) ist am Aufbau von Knochen und Zähnen beteiligt und gibt ihnen die nötige Festigkeit. Von ca. 1,5 kg Calcium im Körper sind 98 % in den Knochen gespeichert, der Rest zirkuliert im Blut. Calcium spielt auch eine wichtige Rolle bei der Reizübertragung von Nerven auf die Muskeln sowie bei der Blutgerinnung. Außerdem reguliert Calcium die Durchlässigkeit der Zellwände. Ein chronischer Mangel an Calcium



zeigt sich in trockener, rissiger Haut, Haarausfall und Querrillen an den Nägeln. Schwerer Calciummangel äußert sich in Knochenveränderungen und Muskelkrämpfen. Der tägliche Calciumbedarf liegt zwischen 0,5 und 1,2 g. Übergewicht fördert ebenso wie Nikotin und übermäßiger Alkohol-, Kaffee- und Teegeuss eine vorzeitige Knochenentkalkung. Immobilität und Bettlägerigkeit führen nicht nur zu einer Muskelschwäche, sondern auch zu einer erheblichen Abnahme des Knochenkalksalzgehalts.

Ursachen für eine Erniedrigung der Calcium-Werte:

- Vitamin-D-Mangel
- Darmentzündungen
- Schwerer Durchfall
- Dauerhafte Einnahme von Abführmitteln
- Entwässerungsmedikamente
- Unterfunktion der Nebenschilddrüse, etwa nach Schilddrüsenoperationen
- Erhöhter Bedarf während des Wachstums, der Schwangerschaft und Stillzeit
- Chronische Niereninsuffizienz
- Eiweißmangel

Im Gegensatz hierzu kann die Zunahme des Calciums im Blut (Hyperkalzämie) ein Zeichen für einen verstärkten Knochenabbau sein. Es kann hierdurch zu erheblichen Nierenfunktionsstörungen und anderen Komplikationen kommen. Häufig geht der Calciumanstieg im Blut mit typischen Beschwerden einher. Hierzu gehören ein verstärktes Durstgefühl, vermehrtes Wasserlassen, Übelkeit bis hin zu Erbrechen und intellektuelle Einbußen (Benommenheit bis hin zu Verwirrtheit). Eine Vorbeugung bzw. Behandlung ist mit Bisphosphonaten möglich. Bei einer Calciumüberschwemmung des Blutes müssen die Patienten sich selbstverständlich calciumarm ernähren. Folgende Lebensmittel haben einen relativ hohen Calciumgehalt und sollten bei Überschreitung des oberen Referenzbereiches gemieden werden:



- Milch und Milchprodukte
- Käse
- Salzhering, Hummer, Garnelen, Ölsardinen, Scholle
- Weizenkeime, Weißbrot, Knäckebrot, Brötchen
- Nüsse
- Grüne Bohnen, Brokkoli, Grünkohl, Kohlrabi, Lauch, Linsen, Mangold, Spinat, Sellerie, Kresse
- Datteln, Feigen, Pflaumen in der Dose, Aprikosen
- Kartoffelchips, Salzstangen, Eiscreme, Schokolade
- Rotwein, Weißwein

Bei Mineralwasser und Säften auf geringen Calciumgehalt achten!

Ursachen für eine Erhöhung der Calcium-Werte:

- Überfunktion der Nebenschilddrüsen
- Überdosierung von Vitamin D
- Übermäßige Zufuhr von Milch und Säurehemmern
- Überschießende Freisetzung aus dem Knochen, Tumoren mit Knochenmetastasen
- Nierenfunktionsstörungen
- Arzneimittel
- Einnahme von Calciumpräparaten

## **Chromosomen**

Sie bestehen aus DNA und Eiweiß und liegen im Zellkern. Sie dienen der Weitergabe der genetischen Information bei der Zellteilung. Normale menschliche Zellen enthalten 46 Chromosomen. Sie sind mikroskopisch sichtbare Träger der Erbinformationen.

## **Chromosomenanalyse**

Hierbei wird nach Abweichungen der Chromosomenanzahl (numerische Aberration) und nach Änderungen in der Chromosomenform bzw. Chromosomenstruktur (strukturelle Aberration) gesucht. Vergleiche hierzu auch „FISH“ weiter unten.



## Chromosomen-Anomalien

Untersuchungen haben gezeigt, dass die krankhaften Plasmazellen beim Multiplen Myelom durch eine Vielzahl von genetischen Veränderungen gekennzeichnet sind. Typische Veränderungen sind z.B. der Verlust eines oder mehrerer Chromosomen, die das Erbgut tragen oder auch nur eines Chromosomenteils. Hierbei spricht man von Deletion. Aber auch sogenannte Zugewinne an bestimmten Chromosomen werden regelmäßig beobachtet. Manchmal werden Teile zweier Chromosomen gegeneinander ausgetauscht. Das wird als Translokation bezeichnet. All diese Chromosomenveränderungen werden durch die sogenannte FISH-Analyse erkannt, bei der mit Fluoreszenzfarbstoff markierte Chromosomenabschnitte als Farbsignale zu erkennen sind. Hierdurch können ganze Chromosomen bis hin zu kleinsten Chromosomenabschnitten dargestellt werden.

Typische Veränderungen beim Multiplen Myelom können z.B. sein:

- Deletion 13. Es liegt ein Verlust von Material am Chromosom 13 vor. Bei 30 Prozent der Patienten liegt am Chromosom 13 eine Veränderung vor.
- Deletion 17p: Verlust einer bestimmten Region auf Chromosom 17
- t(14;16): Translokation zwischen Chromosomen 14 und 16
- t(4;14): Translokation zwischen Chromosomen 4 und 14

Ein Teil der beobachteten Chromosomenveränderungen ist als prognostisch relevant einzuschätzen. Man kann mittlerweile, insbesondere in Kombination mit dem ISS-Score, eine Einteilung in Standardrisiko- und Hochrisikopatienten vornehmen. Jedoch ist wichtig anzumerken, dass diese Risiken eine statistische Aussage vornehmen, sodass etwa eine Hochrisikokonstellation gemäß der FISH-Analyse nicht zwingend mit einem schlechteren Ansprechen auf die Therapie oder mit einem geringeren Gesamtüberleben verbunden sein muss.



## **C-reaktives Protein (CRP)**

Das CRP liefert in erster Linie Informationen über ablaufende Entzündungsreaktionen. CRP ist ein Akute-Phase-Protein und wird von der Leber als generelle, unspezifische Antwort auf entzündliche Prozesse verstärkt gebildet. Die Werte können bei Infektionen (vor allem durch Bakterien), bei Erkrankungen, die Körpergewebe zerstören und bei bösartigen Erkrankungen erhöht sein. Raucher können eine leichte CRP-Erhöhung aufweisen.

## **Differenzialblutbild**

Beim Differenzialblutbild wird die prozentuale Verteilung der verschiedenen weißen Blutkörperchen untersucht. Es untergliedert weiße Blutkörperchen u.a. in Granulozyten, Lymphozyten und Monozyten.

## **Eiweißausscheidung**

Im Blut befinden sich viele verschiedene Eiweißstoffe (Proteine). Sie dienen zum Transport von Metallen, Fetten, Vitaminen und Arzneimitteln. Außerdem erfüllen sie auch die Aufgabe von Enzymen, Enzymblockern, Gerinnungsfaktoren, Abwehrstoffen und Hormonen. Auch Antikörper sind Proteine. Myelomzellen produzieren ein monoklonales Immunglobulin (Antikörper), das als monoklonaler Gradient (M-Gradient) in der Elektrophorese von Blut und/oder Urin nachgewiesen werden kann. Immunglobuline bestehen aus leichten Ketten (Lambda oder Kappa) und schweren Ketten, die die Immunglobulinklasse bestimmen (z.B. IgG, IgA, IgM). Manche Myelome produzieren auch nur leichte Ketten (Leichtkettenmyelom). Bei einer hohen Leichtkettenausscheidung über die Nieren kann es zu einer Schädigung der Nierenfunktion kommen (Myelomniere). Diese Schädigung kann durch die Therapie des Myeloms bei einem Teil der Patienten reversibel sein. Die Ausscheidung von Eiweiß im Urin (Proteinurie) ist ein wichtiges, aber unspezifisches Zeichen für eine Nierenerkrankung. Allerdings kann die Überprüfung der Konzentration von leichten Ketten im Serum bereits frühzeitiger auf eine mögliche Gefährdung der Nierenfunktion hinweisen. Andere Faktoren wie Infektionen, Hyperkalzämie und nierenschädigende Me-



dikamente können ebenfalls die Nierenfunktion verschlechtern. Deshalb sollten bei Patienten mit eingeschränkter Nierenfunktion Medikamente, die die Niere zusätzlich schädigen können, möglichst vermieden oder in der Dosis angepasst werden. Das Gesamteiweiß im Urin ist zur Verlaufskontrolle nutzbar, jedoch ist in der Primärdiagnostik immer eine Differenzierung zwischen Leichtketten und Albumin im Urin unerlässlich.

**Zur Verbesserung der Nierenfunktion sollte eine ausreichende Flüssigkeitsmenge von mindestens 2 l täglich aufgenommen werden (nach Rücksprache mit Ihrem Arzt).**

Verminderung der Gesamteiweiß-Konzentration:

Eiweißverluste bei

- Magen-Darm-Entzündungen bzw. Krebs im Magen-Darm-Trakt
- Nierenfilter-Entzündungen
- Verbrennungen
- Eiweißverlustniere

Mangelnde Eiweißbildung bei

- Malaria
- Leukämie, Hodgkin Lymphom
- chronischer Lebererkrankung
- Antikörpermangelsyndrom (angeboren)

Erhöhung der Gesamteiweiß-Konzentration:

Wasserverlust bei

- Durchfall
- Infektionskrankheiten

Überschießende Produktion durch

- chronisch entzündliche Erkrankungen
- Knochenmarkerkrankungen



## Eiweißelektrophorese

Labortest, bei dem das Serum eines Patienten einer Separationstechnik unterworfen wird, die die Bewegung der Eiweißmoleküle in einem elektrischen Feld misst. Mithilfe der Elektrophorese werden die Eiweißmoleküle je nach Größe und physikalisch-chemischen Eigenschaften in verschiedene Gruppen (Fraktionen) aufgetrennt. Die Serumeiweißelektrophorese wird zum quantitativen Nachweis von krankhaftem Immunglobulin (Paraprotein) beim Multiplen Myelom genutzt. Bluteiweiße setzen sich aus verschiedenen Aminosäuren zusammen und können mithilfe der Serumeiweißelektrophorese in fünf Gruppen aufgeschlüsselt werden:

- Albumine
- $\alpha$  (Alpha)1 - Globuline
- $\alpha$  (Alpha)2 - Globuline
- $\beta$  (Beta) - Globuline, häufig unterteilt in  $\beta$ 1 und  $\beta$ 2
- $\gamma$  (Gamma) - Globuline

Die größte Fraktion der Bluteiweiße macht das Albumin (linke Zacke) aus. Die übrigen Eiweiße werden als Globuline bezeichnet. Bei akuten und chronischen Entzündungen beispielsweise verändert sich die Eiweißzusammensetzung.

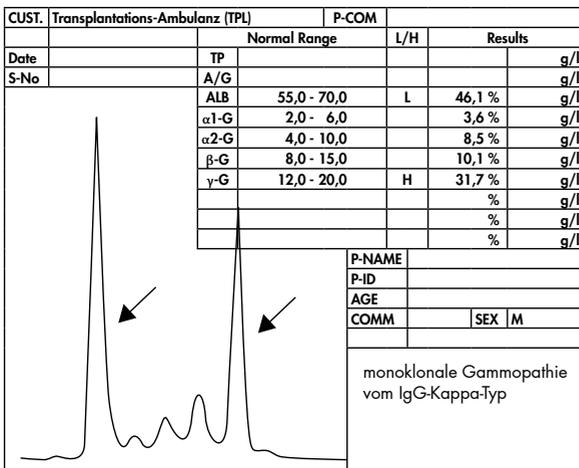


Abb.: Serumeiweißelektrophorese bei Multiplen Myelom vom IgG-Kappa-Typ. M-Gradient in der  $\gamma$ -Globulinfraktion mit einem Relativanteil von 31,7%. Bei einem Gesamteiweiß von 100 g/l im Serum würde das monoklonale IgG dann 31,7 g/l betragen. Quelle: Das Multiple Myelom (Plasmozytom) Diagnose und Therapie, Prof. Dr. Hartmut Goldschmidt, 2. Aufl., Bremen:



Dadurch erhält die Elektrophoresekurve eine andere Form. Die Myelomzellen produzieren ein monoklonales Gammaglobulin. Im Serumweißelektrophorese-Diagramm kann man das Paraprotein oft als spitze hohe Zacke im Bereich der  $\gamma$ -Globuline, manchmal auch im Bereich der  $\beta$ -Fraktion, erkennen (rechte Zacke). Diese Zacke wird als M-Spitze oder M-Gradient (monoklonales Immunglobulin) bezeichnet (siehe Abbildung).

### **Erythrozyten (rote Blutkörperchen)**

Bei einer Blutuntersuchung werden die Erythrozyten, Leukozyten, Thrombozyten sowie der rote Blutfarbstoff Hämoglobin analysiert. Jeder Mensch besitzt ca. vier bis sechs Millionen rote Blutkörperchen pro Mikroliter Blut. Die Lebensdauer der Erythrozyten beträgt ca. 120 Tage. Die Erythrozyten versorgen die Organe und das Gewebe mit Sauerstoff. Im Körper produziertes Kohlendioxid wird von den roten Blutkörperchen zur Lunge zum Gasaustausch transportiert. Wenn die roten Blutkörperchen vermehrt sind, spricht man von Polyglobulie. Die Ursache dafür kann ein verringertes Angebot an Sauerstoff sein, wie z.B. im Hochgebirge. Für Menschen, die ständig dort leben, ist die Polyglobulie deshalb ein normaler Zustand. Eine verminderte Konzentration an roten Blutkörperchen ruft eine Blutarmut mit ihren typischen Symptomen wie Müdigkeit, Schwäche, Kurzatmigkeit, Schwindel oder Kopfschmerzen hervor. Durch die Blutarmut ist der Sauerstofftransport im Körper vermindert.

### **FISH (Fluoreszenz-in-situ-Hybridisierung)**

Es handelt sich um eine Methode zur Ermittlung von zahlenmäßigen (numerischen), aber auch strukturellen Chromosomenveränderungen in Zellkernen, die sich nicht teilen. Hierbei werden Fluoreszenz-Farbstoffe, die nur an die zu untersuchenden Chromosomen binden, als Signale bzw. kleine Farbpunkte unter einem speziellen Mikroskop sichtbar.

### **Freie Leichtketten-Test (FLC-Test)**

Dieser sehr empfindliche Test (Freelite™) ermöglicht die mengenmäßige Bestimmung der freien Leichtketten (Kappa und Lambda) im Blut.



Damit ist ein frühzeitiger Nachweis, auch in geringen Konzentrationen, von freien Leichtketten unabhängig von der Nierenfunktion möglich. Eingesetzt werden kann der FLC-Test zur Beurteilung des Therapieansprechens sowie der Aktivität des Leichtketten- und hyposekretorischen Myeloms. Außerdem ist es möglich, den Quotienten der Leichtketten Kappa/Lambda zu bestimmen. Mithilfe dieses Quotienten kann eine Therapieentscheidung getroffen oder es kann die Remission der Myelomerkrankung beurteilt werden. Man spricht von stringenter kompletter Remission bei einer Normalisierung des Kappa/Lambda-Quotienten, unauffälliger Immunfixation in Serum und Urin sowie fehlendem Nachweis monoklonaler Plasmazellen im Knochenmark.

### **Gamma-Globuline**

Die Gruppe der Gamma-Globuline entspricht den Antikörpern oder Immunglobulinen. Sie haben eine Abwehrfunktion.

### **Gamma-Glutamyltransferase (GGT/gamma-GT)**

Die Erhöhung der GGT ist eines der empfindlichsten Anzeichen für erhöhten Alkoholkonsum und eine Leber-Gallenerkrankung, wie z.B. Cholestase (Gallestau), Fettleber oder Tumoren. Die GGT regelt die Aufnahme von Aminosäuren in die Leberzellen. Auch bei Einnahme von bestimmten Medikamenten können die Werte steigen.

Erhöhung der GGT durch:

- Leber- und Gallenerkrankung
- Herzerkrankungen (Herzinfarkt, Koronare Herzkrankheit)
- Bauchspeicheldrüsenerkrankung
- Verbrennungen
- Bluthochdruck
- Diabetes mellitus
- Gefäß- und Tumorerkrankungen im Gehirn
- Alkohol
- Arzneimittel/Gifte



## Glomeruläre Filtrationsrate (GFR)

Bei der glomerulären Filtrationsrate (GFR) handelt es sich um die Menge an Blutbestandteilen, die pro Zeiteinheit von der Niere filtriert werden und den Primärharn bilden. Die GFR nimmt mit zunehmendem Alter ab. Die GFR ist für die Einschätzung der Nierenfunktion wichtig. Bei Niereninsuffizienz ist sie vermindert. Der Normwert beträgt ca. 120ml/min.

## Glucose

Traubenzucker, kommt in freier und gebundener Form u.a. in Früchten, im Honig, in tierischem und menschlichem Gewebe sowie auch im Blut vor (sog. Blutzucker). Die Glukosekonzentration im Blut wird v.a. durch die Hormone Insulin, Adrenalin und Glucagon reguliert.

## Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT)/AST

Dieses Enzym (auch als Aspartat-Aminotransferase bezeichnet [AST]) ist ein wichtiger Laborwert, der bereits sehr früh eine Lebererkrankung anzeigt. Bei chronischem Alkoholmissbrauch steigen die Werte stark an. Dies ist ein Hinweis auf eine alkoholische Fettleber. Je ausgeprägter die Leberschädigung ist und je mehr Leberzellen abgestorben sind, umso höher sind die Werte der GOT. Die höchsten Werte kommen bei der akuten Hepatitis, schweren Vergiftungen und Schockleber vor. Beim Herzinfarkt ist der GOT-Wert kurz danach stark erhöht, sinkt aber innerhalb von drei Tagen wieder ab.

Erhöhung der GOT/AST durch:

- Erkrankungen von Leber, Galle und Bauchspeicheldrüse
- Herzinfarkt
- Muskelerkrankungen
- Schock, Lungenembolie
- große operative Eingriffe (wegen Muskelzerstörung)
- Arzneimittel (Schmerzmittel, fiebersenkende Mittel, Rheumamedikamente, Schlaf-, Beruhigungsmittel, Epilepsie-Medikamente, Antibiotika, Pilzmittel, Krebsmedikamente u.a.)



## **Glutamat-Pyruvat-Transaminase (GPT)/ALT**

Dieses Enzym (auch als Alanin-Aminotransferase bezeichnet [ALT]) ist ausschließlich in der Zellflüssigkeit der Leberzellen gelöst. Misst man erhöhte GPT-Werte im Blut, weist dies auf eine „Dichtestörung“ der Zellhülle hin. Die Höhe der GPT-Konzentration korreliert mit der Anzahl der betroffenen Leberzellen. Bei akuter Leberentzündung steigt die ALT stark an (häufig zwischen 500 und 1000 U/l), typischerweise sogar höher als die GOT/AST. Bei unkompliziertem Verlauf sinkt der Wert von der zweiten Woche an kontinuierlich ab und erreicht in der sechsten bis achten Woche seinen Ausgangswert.

## **Granulozyten**

Untergruppe der weißen Blutkörperchen, die eine große Bedeutung für die Infektionsabwehr haben.

## **Hämatokrit (Hkt)**

Der Hkt-Wert gibt den prozentualen Anteil der roten Blutkörperchen am Volumen des Blutes an. Um ihn zu ermitteln, wird das Blut in einer Zentrifuge in seine festen und flüssigen Bestandteile getrennt. Zu einer Erhöhung des Hämatokrits kann es durch eine Vermehrung der roten Blutkörperchen (Polyglobulie) oder durch Flüssigkeitsmangel kommen. Dieser Zustand ist ungünstig, da die Fließeigenschaften des Blutes eingeschränkt sind. Der Volksmund spricht in diesem Zusammenhang auch von „dickem Blut“. Bei einer Anämie ist der Hkt-Wert durch den Mangel an roten Blutkörperchen erniedrigt.

## **Hämoglobin (Hb)**

Das Hämoglobin (Hb) ist der rote Blutfarbstoff in Erythrozyten. Hämoglobin kann Sauerstoff an sich binden und zu den Körpergeweben transportieren. Eine Erniedrigung des Hb-Wertes nennt man Anämie, diese ist oft durch Schwäche und Müdigkeit gekennzeichnet. Symptome einer Anämie zeigen sich meist bei einer Verminderung des Hämoglobins unter 10 g/dl. In der Regel entsprechen Veränderungen des Hb-Wertes denen der roten Blutkörperchen. Bei einer Symptomatik wie



Schwindel, Ohrensausen oder Kurzatmigkeit kann die Anämie mit einer Bluttransfusion behandelt werden.

## Harnsäure

Die Harnsäure ist ein Stoffwechselendprodukt der sogenannten Purine, das beim Abbau von Zellkernen entsteht und über die Nieren ausgeschieden wird. Sie entsteht aber auch beim normalen Um- und Abbau von Körperzellen. Ein erhöhter Harnsäurespiegel ist häufig mit hohen Fettwerten, Bluthochdruck und/oder Alkoholismus verbunden. Eine Erhöhung der Harnsäurewerte im Blut wird als Hyperurikämie bezeichnet. Bei hoher Harnsäurekonzentration entstehen Harnsäurekristalle, die sich vorzugsweise in den Gelenken ablagern und dort Entzündungen hervorrufen. Sie können sich als Gicht oder auch in Form von Nierensteinen (Gichtniere) bemerkbar machen. Wenn die Harnsäurewerte über 9 mg/dl steigen, ist die Gefahr eines Gichtanfalls erhöht. Die Bestimmung der Harnsäure ist von großer Bedeutung bei einer Tumortherapie mit Krebsmedikamenten (Zytostatika) und/oder ionisierenden Strahlen. Wenn größere Tumor- und Zellmassen zerfallen, steigen die Harnsäurekonzentrationen rasch an, sodass es zu schweren Nierenschädigungen kommen kann.

## Harnstoff

Harnstoff ist das Abbauprodukt des Eiweißstoffwechsels und wird in der Leber gebildet. Die Harnstoff-Konzentration im Blut hängt im Wesentlichen von der täglichen Eiweißzufuhr, dem Ernährungszustand (Abmagerung) und der Ausscheidungsfunktion der Nieren ab. Pro Tag bildet der Körper etwa 20 bis 25 Gramm Harnstoff. Bei einer eingeschränkten Funktion der Nieren reichert sich Harnstoff vermehrt im Blut an. Die Ermittlung des Harnstoffspiegels dient zur Überwachung von Patienten mit chronischer Nierenschwäche. Steigt der Wert in kurzer Zeit an, kann eine Blutwäsche notwendig werden. Bei einer Nierenfunktionsstörung steigt der Harnstoffwert erst dann an, wenn die Nieren-Filterfunktionsleistung bereits um mindestens 50% eingeschränkt ist. Generell ist deshalb die Bestimmung des Harnstoffs im Blut nur ein



unspezifischer und unsensibler Parameter zur Beurteilung der Filterfunktion der Nieren. Auch bei eiweißreicher Kost kann der Harnstoffwert erhöht sein. Aber auch bei Fieber, Verbrennungen und der Einnahme von Arzneimitteln können die Werte steigen. Zu niedrige Harnstoffwerte kommen z.B. vor bei Eiweißmangel, etwa durch eiweißarme Kost bei Fastenkuren. Aber auch eine schwere Lebererkrankung oder eine Schwangerschaft können die Ursache sein.

### **HLA (Human Leukocyte Antigen)-Test**

Eine Blutuntersuchung, die verwendet wird, um die Gewebemerkmale eines Spenders mit denen des Transplantationsempfängers abzustimmen.

### **Hyperkalzämie**

Eine gefürchtete Komplikation beim Multiplen Myelom. Die Hyperkalzämie wird als Notfall behandelt. Es handelt sich um einen erhöhten Blutkalziumspiegel. Dieser Zustand kann eine Reihe von Symptomen hervorrufen, z.B. Appetitverlust, Übelkeit, Durst, Müdigkeit, Muskelschwäche, Unruhe und Verwirrung. Der Zustand resultiert meistens aus einer Knochenzerstörung, durch die Calcium ins Blut freigesetzt wird.

### **Hyperurikämie**

Erhöhte Harnsäurewerte im Blut

### **Immunfixationselektrophorese**

Diese Untersuchung ist hochsensibel und spürt noch monoklonales bzw. krankhaftes Eiweiß auf, wenn die Serumeiweißelektrophorese schon längst unauffällig ist. Insbesondere nach der Therapie des Multiplen Myeloms zeigt die Immunfixationselektrophorese an, ob eventuell noch Spuren von monoklonalem Protein vorhanden sind.

### **Immunglobuline (Ig)**

Immunglobuline (Ig) sind Antikörper und werden von bestimmten weißen Blutkörperchen, den Plasmazellen, nach Kontakt des Organismus



mit Erregern gebildet und sind in Blut, Gewebsflüssigkeiten und Körpersekreten vorhanden. Sie lassen sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Strukturen in verschiedene Immunglobulin-Subtypen aufteilen. Die einzelnen Typen markieren u.a. unterschiedliche Stadien einer Infektion bzw. geben Hinweise auf eine allergische Reaktion. Immunglobuline geben auch über den Plasmozytom- bzw. Myelomtyp Auskunft. Die zwei am häufigsten vorkommenden Myelomtypen betreffen das IgG und das IgA. Die Buchstaben G und A bezeichnen die Art der schweren Kette des Immunglobulins, die von den Myelomzellen hergestellt wird. Das Immunglobulin besteht aus zwei identischen schweren (heavy)-H-Ketten und zwei identischen leichten (light)-L-Ketten. Die leichten Ketten können in Kappa- oder Lambda-Typen unterschieden werden.

Die zwei am meisten vorkommenden Unterarten des Myeloms haben identische H-Ketten und unterschiedliche L-Ketten (d.h. IgG Kappa und IgG Lambda). Die Kappa- und Lambda-L-Ketten können allein produziert werden, was entweder ein Kappa- oder Lambda-Leichtketten (Bence-Jones)-Myelom entstehen lässt. Diese Leichtketten können mit dem Urin ausgeschieden werden. Die verschiedenen Subtypen gliedern sich hinsichtlich ihrer Häufigkeit wie folgt:

Typ des Paraproteins	Häufigkeit
IgG-Myelom	≈ 55 %
IgA-Myelom	≈ 20 %
Leichtketten-Myelom (Kappa oder Lambda)	≈ 20 %
Seltene Formen:	
IgM-MM	≈ 0,5 %
IgD-MM	≈ 2 %
IgE-MM	extrem selten

sehr selten (2–3%):

Nichtsekretorisches bzw. asekretorisches Multiples Myelom



Bei der Myelom-Erkrankung werden Antikörper (Immunglobuline) im Übermaß produziert. Erhöhte Immunglobuline beim Multiplen Myelom sind ein typisches Kennzeichen der Erkrankung und damit ein wichtiger Marker. Die Immunglobuline sind im Serum messbar. Die übermäßig produzierten und in die Blutbahn abgegebenen monoklonalen Immunglobuline, auch als M-Protein oder Paraprotein bezeichnet, sind leider für die Infektabwehr unbrauchbar (im Unterschied zu den polyklonalen Immunglobulinen, die zur Unterstützung der Immunabwehr bei Abwehrschwäche vorbeugend als Infusion verabreicht werden können).

### **Immunglobulin G (IgG):**

Dieses kleinste Immunglobulin macht etwa 75 % aller Blutantikörper aus. Es entsteht etwa zwanzig Tage nach dem Erstkontakt mit einem Erreger und markiert damit meist die Spätphase einer Immunantwort. Bei einem erneuten Kontakt mit demselben Erregertyp steigen die IgG-Werte jedoch wesentlich rascher an. Eine IgG-Erhöhung tritt (neben dem Multiplen Myelom) besonders bei chronischen Entzündungen von Leber, Nieren und Gelenken auf. IgG-Antikörper werden über die Plazenta von der Mutter auf das ungeborene Kind übertragen. Die Halbwertszeit beträgt 20 Tage.

### **Immunglobulin A (IgA):**

15 bis 20% aller Antikörper gehören zur IgA-Klasse. Sie sind die Antikörper der Sekrete und bilden damit den Schleimhautschutz in Schleimhautsekreten wie Speichel, Tränen-, Nasen-, Lungensekret. IgA-Myelom-Erkrankte sind häufiger von extramedullärem Befall (d.h. Befall außerhalb des Knochenmarks) betroffen. Eine IgA-Erhöhung tritt (neben dem Multiplen Myelom) besonders bei Leberzirrhose, Tuberkulose, Pilzinfektionen und Autoimmunerkrankungen auf. Die Halbwertszeit beträgt ca. 5-6 Tage. Das sekretorische IgA wird unabhängig vom Serum-IgA gebildet. Ein Mangel von Serum-IgA bedeutet deshalb nicht zwangsläufig, dass auch sekretorisches IgA fehlt.



### **Immunglobulin D (IgD):**

Die Funktion dieses Immunglobulins ist noch nicht eindeutig geklärt. Die Konzentration im Blut ist im Vergleich zu den anderen Immunglobulinen nur sehr gering. Die Halbwertszeit beträgt 3 Tage.

### **Immunglobulin E (IgE):**

Diese Antikörper, die normalerweise nur in sehr kleinen Mengen vorkommen, sitzen an Mastzellen und Granulozyten. Sie sind die Antikörper einer allergischen Reaktion. Sie werden bei Allergien und zur Abwehr von Würmern freigesetzt (Parasitenbefall). Die Halbwertszeit beträgt 2 bis 3 Tage.

### **Immunglobulin M (IgM):**

Diese größten Antikörper werden sehr rasch gebildet und markieren damit als IgM-Erhöhung das Frühstadium einer akuten Infektion. Sie reagieren „an vorderster Front“. Nach der Akutphase und mit zunehmendem Aufbau von IgG verringert sich die IgM-Konzentration im Blut rasch wieder. Die Halbwertszeit beträgt 5 Tage.

**Immunglobulin-Verminderungen** treten auf bei:

- Krebserkrankungen
- Virusinfektionen (Masern, Röteln)
- Nieren-, Magen-, Darm-Erkrankungen
- Verbrennungen
- Mangelernährung
- Arzneimiteleinahme (Zytostatika, Kortison)
- Strahlenbelastung

### **Infektionen**

Patienten mit einem Multiplen Myelom haben ein hohes Infektionsrisiko. Dies resultiert in erster Linie aus dem Mangel an funktionsfähigen polyklonalen Immunglobulinen. Etwa 20–25 % der Myelom-Patienten leiden unter wiederkehrenden, schwer therapierbaren, ganz überwiegend



bakteriellen Infektionen. Diese sind nicht selten wegweisend für die Diagnose. In der frühen Erkrankungsphase des Myeloms stehen die Infekte der Atemwege im Vordergrund. Bei Symptomen wie Fieber oder Auswurf sollte die Indikation zur Röntgenaufnahme der Lunge (ggf. auch der Nasennebenhöhlen) schnell gestellt und dann gegebenenfalls antibiotisch behandelt werden. Bei Fieber über 38°C muss unbedingt der behandelnde Arzt kontaktiert werden. Oft sind bei Myelom-Patienten Infektionen der Nieren und der harnableitenden Wege zu verzeichnen. Bei wiederkehrenden oder chronischen Infektionen des Nierengewebes kommt es zur Vernarbung und Schrumpfung der Nieren. Bei zahlreichen Infektionen kann man die Erreger direkt aus dem Blut, Urin, Stuhl oder anderen Flüssigkeiten/Geweben nachweisen. Manche Erreger, wie einige Bakterien oder Pilze, sind sofort unter dem Mikroskop erkennbar. Bei anderen muss erst eine Kultur angelegt werden, damit sich die Mikroorganismen vermehren können. Unter der Therapie kommt es oft zu einem Abfall der weißen Blutkörperchen (Neutropenie). Dann ist der Körper gegenüber Krankheitserregern, insbesondere Bakterien, Pilzen und Viren, geschwächt. Bei einem Absinken der neutrophilen Granulozyten auf Werte unter 500/µl Blut spricht man von einer Aplasie. Infektionen sind dann häufig und können einen schweren Verlauf nehmen. Eine wichtige Eintrittspforte für Bakterien und Pilze stellt geschädigte Schleimhaut im Bereich des Mundes und Magen-Darm-Traktes dar. Weitere wichtige Eintrittspforten sind zentrale Venenkatheter und die Atemwege. Bei Nachweis von Fieber in der Neutropenie ist eine schnellstmögliche Diagnostik und breite antimikrobielle Therapie von besonderer Wichtigkeit. Bei anhaltendem Fieber, trotz breiter antibiotischer Therapie, muss neben der Unwirksamkeit der gewählten Antibiotika vor allem an eine Pilzinfektion gedacht werden.

### **Gehen Sie bei folgenden Beschwerden umgehend zu Ihrem Arzt:**

- Fieber > 38°C
- Schüttelfrost mit oder ohne Fieber
- Durchfälle, die länger als 24 Stunden andauern oder sehr heftig sind
- Husten, atmungsabhängige Schmerzen, Atemnot



- Blutungen aus der Nase oder anderen Körperöffnungen, Blutbrechen oder schwarz gefärbter Stuhl
- Brennen oder Schmerzen beim Wasserlassen, Schmerzen in der Nierengegend
- Veränderungen an Haut und Schleimhäuten, wie beispielsweise weißliche Beläge, Schmerzen beim Schlucken, Halsentzündungen
- Bewusstseinsstörungen, Verwirrtheit

Wichtig ist auch, dass Sie jeden Arzt, der Sie behandelt (auch Ihren Zahn- und Augenarzt), über Ihre Erkrankung informieren.

## **Kalium**

Kalium ist für die Erregbarkeit der Nerven und Muskelzellen sowie für die Reizleitung am Herzen verantwortlich. Außerdem reguliert Kalium – zusammen mit Natrium – den Wasserhaushalt der Körperzellen. Innerhalb der Körperzellen befinden sich 98% des Kaliums. Da eine gesunde Niere zu viel aufgenommenes Kalium wieder ausscheidet, entsteht ein Kaliumüberschuss im Körper eher selten. Sehr viel häufiger kommt es dagegen zu erniedrigten Kaliumwerten. Dies kann sich in Form von Abgeschlagenheit, Müdigkeit, Muskelschwäche, Verstopfung oder Herzrhythmusstörungen äußern. Steigt der Kaliumwert stark an, kann dies ebenfalls lebensbedrohliche Herzrhythmusstörungen verursachen. Ein laborchemisch erhöhter Kaliumwert beruht jedoch oft auf einer nicht korrekten Blutabnahme oder zu langer Probenlagerung. Deshalb ist die Analyse eventuell zu wiederholen.

Die Kalium-Bestimmung ist eine der wichtigsten Kontrollen bei Niereninsuffizienz, Therapie mit Herzmedikamenten, Störungen der Nebennierenrinde und bei Verdacht auf Missbrauch von Abführmitteln.

Ursachen für eine Erniedrigung der Kalium-Werte:

- Starkes Schwitzen, Erbrechen, Durchfall
- Erhöhte Ausscheidung durch Wassertabletten (Entwässerungsmittel)
- Insulin-Therapie



- Übermäßiger Lakritzkonsum
- Medikamente wie z.B. Kortison, Diuretika, Antibiotika und Digitalis

Ursachen für eine Erhöhung der Kalium-Werte:

- Chronische Nierenerkrankung und schwere Nierenfunktionsstörungen
- Übermäßige Kaliumaufnahme (Kaliumtabletten)
- Nach Operationen und Verbrennungen
- Durch schwere Verletzungen
- Medikamente: Mittel gegen Bluthochdruck, kaliumsparende Entwässerungstabletten
- Durch Nahrungsmittel, häufig übermäßiger Obstkonsum

## **Knochenmark**

Die Knochenmarkuntersuchung (Knochenmarkdiagnostik) dient zur Feststellung bzw. zum Ausschluss des Multiplen Myeloms. Die Knochenmarkbiopsie wird in der Regel am hinteren Beckenknochen (Beckenkamm) ambulant durchgeführt und ist relativ komplikationslos. Normalerweise ist der Plasmazellgehalt im Knochenmark sehr gering. Bei Myelompatienten kommt es jedoch zur unkontrollierten Vermehrung von Plasmazellen im Knochenmark. Deshalb ist bei ihnen der Anteil erhöht. Man spricht von einem „schwelenden“ oder „Smoldering“ Multiplen Myelom ab einem Plasmazellgehalt im Knochenmark von 10%. Bei einer Infiltration über 60% handelt es sich um ein therapiepflichtiges bzw. symptomatisches Multiples Myelom. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass eine Probe aus dem Beckenkamm nicht unbedingt mit der Verteilung der Plasmazellen in den übrigen Knochen des Körpers identisch sein muss. Außerdem können die Plasmazellen unter dem Mikroskop nach ihrem Aussehen in gut differenzierte Zellen und weniger gut differenzierte Zellen eingeteilt werden. Vor allem das Auftreten von besonders unreifen Formen von Plasmazellen (sog. Plasmoblasten) ist ein prognostisch ungünstiges Zeichen.



## Kreatinin

Kreatinin entsteht bei Muskelarbeit durch Abbau der Energiespeicher Kreatin und Kreatininphosphat. Die Kreatininmenge ist daher abhängig von der Muskelmasse und der Muskelarbeit. Kreatinin wird fast vollständig über die Nieren ausgeschieden. Der Kreatininspiegel ist deswegen Maßstab für die Filterleistung der Nieren. Die Werte steigen allerdings erst an, wenn bereits mehr als 50% der Nierenfilter geschädigt sind. Bei jedem fünften Myelom-Patienten findet sich zum Zeitpunkt der Diagnosesicherung eine verschlechterte Nierenfunktion mit einem Serumkreatininwert von  $> 2$  mg/dl. Bei weiteren etwa 20% aller Patienten muss im Krankheitsverlauf mit einer nachlassenden Nierenfunktion gerechnet werden. Bis zu 10% der neu diagnostizierten Patienten sind dialysepflichtig.

Eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr (mind. 2 Liter am Tag) ist für Myelom-Patienten ratsam. Voraussetzung ist allerdings eine Rücksprache mit dem Arzt, denn bei einer Einschränkung der Nierenfunktion und der Ausscheidung ist nur das als Trinkmenge erlaubt, was ausgeschieden werden kann. Der Kreatinin-Wert hat sehr wenig Aussagekraft bei der Frühdiagnose von Nierenerkrankungen. Er dient vor allem als Verlaufskontrolle bei eingeschränkter Nierenfunktion.

Zur Frühdiagnose einer Nierenfunktionseinschränkung muss die Kreatinin-Clearance zur Bestimmung der Ausscheidungsfunktion gemessen werden. Sie gibt die Plasmamenge an, die in den Nieren pro Minute von Kreatinin befreit wird. Das heißt, der Kreatinin-Wert muss in Blut und 24-Stunden-Sammelurin gemessen und dann rechnerisch ins Verhältnis gesetzt werden.

Faktoren zur Beurteilung der Nierenfunktion sind:

1. Farbe und Konzentration des Urins (als Maß für die Konzentration kann das spezifische Gewicht des Urins herangezogen werden)
2. Gesamteiweiß, Albumin (im Serum und Harn)
3. Harnstoff (Serum und Harn)



4. Kreatinin (Serum und Harn) und Kreatinin-Clearance
5. Glomeruläre Filtrationsrate
6. Mineralstoffe: Kalium, Calcium, Phosphat (Serum)

Erhöhung von Kreatinin im Blut:

- bei akutem und chronischem Nierenversagen
- im fortgeschrittenen Stadium des Diabetes mellitus
- bei stark verminderter Nierendurchblutung
- bei Verbrennungen
- bei Muskelerkrankungen
- durch Arzneimittel/Gifte: Schmerzmittel, Entzündungshemmer, Antibiotika, Entwässerungsmittel, Krebsmedikamente/Zytostatika

Erniedrigung von Kreatinin im Blut:

- bei einer Verminderung der Muskelmasse sowie bei Krankheiten mit Muskelschwund (lange Bettlägerigkeit), also häufig bei älteren Menschen.

### **Laktatdehydrogenase (LDH)**

Die Laktatdehydrogenase (LDH) ist als zytoplasmatisches Enzym aller Gewebe ein unspezifischer Wert. Jeder Prozess im Körper, der mit einem hohen Zellumsatz bzw. Zelluntergang verbunden ist, führt zu einem Anstieg der LDH. Ist sie also im Blut erhöht, deutet dies auf vermehrten Zelluntergang (z.B. von roten Blutkörperchen bei einer Hämolyse) oder Entzündungen hin. Auch ein rasch fortschreitendes Myelom kann zu einer Erhöhung der LDH führen. Erhöhte Werte findet man außerdem bei einem Herzinfarkt, der schon mehrere Tage zurückliegt, bei Erkrankungen der Skelettmuskeln, bei Leber- und Gallenblasenleiden, Lungenembolie und Tumoren. Bei Tumorerkrankungen dient die LDH vornehmlich zur Verlaufskontrolle.

### **Leichtkettenproteine (freie Leichtketten)**

Beim Leichtketten-Myelom besteht das Paraprotein aus monoklonalen freien Leichtkettenproteinen (sogenannten Bence-Jones-Proteinen), die



über die Nieren ausgeschieden werden (Bence-Jones-Proteinurie). Die Leichtkettenproteine schädigen im Verlauf der Myelom-Erkrankung die Nieren.

## **Leukopenie**

Verminderung der weißen Blutkörperchen im Blut

### **Leukozyten (weiße Blutkörperchen)**

Zu den weißen Blutkörperchen gehören Monozyten, Granulozyten (neutrophile, eosinophile, basophile) sowie B- und T-Lymphozyten. Wegen ihrer sehr kurzen Lebensdauer müssen sie ständig nachproduziert werden. Sie sind die mobile Abwehrtruppe des Körpers gegen eingedrungene Krankheitserreger. Sie werden daher auch als „Schutzpolizei“ des Körpers bezeichnet. Der Normwert liegt bei ca. 4.000 bis 10.000 Leukozyten pro Mikroliter Blut. Die weißen Blutkörperchen können die Blutbahn verlassen und ins Gewebe wandern, um dort direkt ihre Abwehrfunktion zu erfüllen. Nur 10% der Leukozyten zirkulieren im Blut. Der Rest befindet sich im Gewebe, in den Lymphknoten und im Knochenmark und kann bei Entzündungen rasch freigesetzt und mobilisiert werden. Erhöhte Leukozytenwerte im Blut deuten darauf hin, dass sich das körpereigene Abwehrsystem im Alarmzustand befindet. Die vermehrte Ausscheidung von weißen Blutkörperchen im Harn ist ein wichtiger Hinweis auf Entzündungen der Nieren und/oder der Harnwege infolge einer bakteriellen Infektion. Besondere Bedeutung hat der Leukozyten-Nachweis im Urin für die chronische Nierenbeckenentzündung. Infolge einer Chemotherapie können die Leukozyten auf ein sehr niedriges Niveau absinken (wenn die neutrophilen Granulozyten betroffen sind, spricht man von einer Neutropenie).

Ursachen für eine Vermehrung der Leukozyten (Leukozytose):

- Bakterielle Entzündungen der Harn- und Luftwege
- Starke körperliche oder seelische Belastungen und Stress
- Schwangerschaft
- Rheumatische Erkrankungen



- Akuter Blutverlust, Schockzustände
- Knochenmarkerkrankungen (Leukämie)
- Bösartige Tumoren
- Verbrennungen
- Kortisoneinnahme

Ursachen für eine Verminderung der Leukozyten (Leukopenie):

- Strahlen- und Chemotherapie
- Medikamente: z.B. Schmerzmittel oder Schilddrüsenhormone, Mittel gegen Epilepsie
- Masern, Röteln, Gürtelrose, echte Grippe (Influenza)

Zu den Vorsichtsmaßnahmen bei einem Mangel an weißen Blutkörperchen, insbesondere bei der sogenannten Aplasie mit einem Leukozytenwert  $< 1000/\mu\text{l}$  bzw. einem Neutrophilenwert (= Untergruppe der Leukozyten)  $< 500/\mu\text{l}$ , gehören insbesondere: Kontaktmeidung mit Personen, die ansteckende Krankheiten haben, keine Nutzung von öffentlichen Verkehrsmitteln, Meiden großer Menschenmengen, keine Nutzung von unkontrollierten Klimaanlage, keine Gartenarbeit, Händedesinfektion, Zurückhaltung beim Kontakt mit Tieren, frische Zubereitung von Speisen, Trinken von abgekochtem Wasser.

## **Leukozytose**

Erhöhung der weißen Blutkörperchen im Blut, z.B. bei Infektionen (s.o.)

## **Lymphozyten**

Lymphozyten sind eine Untergruppe der Leukozyten und machen ca. 25–40% der Leukozyten aus. Die Lymphozyten werden in zwei Gruppen unterteilt: die T-Lymphozyten, die aus dem Thymus stammen, und die B-Lymphozyten, die aus dem Knochenmark stammen. Die T-Lymphozyten sind noch einmal unterteilt und heißen dann je nach ihrer Funktion T-Killerzellen, T-Helferzellen, T-Suppressor-Zellen und T-Gedächtniszellen. Die B-Lymphozyten, die sich überwiegend in der Milz und in den



Lymphknoten befinden, sind für die Bildung von Antikörpern verantwortlich. Diese sind in fünf Klassen mit unterschiedlichem Aufbau und verschiedenen Funktionen unterteilt: IgA, IgD, IgE, IgG und IgM (siehe auch „Immunglobuline“). Die T-Helferzellen arbeiten mit den B-Lymphozyten zusammen: Sie regen sie zur Produktion von Antikörpern an. Die T-Suppressor-Zellen dagegen können Immunreaktionen hemmen. Die Killerzellen sind in der Lage, körperfremde Zellen zu zerstören. Die Gedächtniszellen speichern die Information für einen bestimmten Erreger und führen bei erneutem Kontakt zur Aktivierung der Immunantwort.

### **Mastzellen**

Gewebemastzellen. Sie spielen eine Rolle bei allergischen Reaktionen und befinden sich im Bindegewebe von Haut, Lunge, Magen-Darm-Trakt und anderen Geweben. Sie sind eng verwandt mit den Basophilen.

### **M-Gradient**

Hohe schmalbasige Zacke im Beta- und Gammabereich bei der Serumelektrophorese, die durch Paraproteine verursacht wird.

### **M-Protein = monoklonales Protein**

Hierunter versteht man das von den Myelomzellen produzierte abnormale Immunglobulin.

### **Monozyten/Makrophagen**

Die Monozyten/Makrophagen sind eine Untergruppe der Leukozyten und werden als „Fresszellen“ bezeichnet. Sie spielen in der unspezifischen Immunabwehr eine besondere Rolle. Aus zunächst noch undifferenzierten Monozyten des Knochenmarks entwickeln sich Makrophagen. Diese bleiben 2 bis 3 Tage im Blutkreislauf und gehen dann ins Gewebe über. Sie sind vor allem in Lunge, Leber, Milz, im Knochenmark oder in den Lymphknoten zu finden. Sie können Bakterien „auffressen“ und Botenstoffe aussenden, die weitere Aktivitäten im Immunsystem auslösen.



## **Natrium**

Natrium ist ein lebenswichtiger Mineralstoff. Wenn der Körper z.B. bei starkem Durchfall oder Schwitzen zu viel an Salzen verliert, müssen die fehlenden Stoffe ersetzt werden. Das Natrium, das sich in unserem Körper befindet und das wir zum großen Teil aus Kochsalz entnehmen, hat eine wasserspeichernde Wirkung. Es ist für die richtige Verteilung des Wassers im Körper innerhalb und außerhalb der Zellen von entscheidender Bedeutung. Die wichtigste Aufgabe des Natriums ist es daher, die Menge der Flüssigkeit außerhalb und innerhalb der Zellen möglichst immer gleich zu halten. Wenn Zellen zu viel Wasser verlieren, trocknen sie aus, altern rascher und sterben schließlich ab. Kalium wiederum sorgt im Zusammenspiel mit Natrium für ausreichend Wasser in den Zellen. Der Natriumhaushalt wird durch Hormonsysteme reguliert. Eines dieser Systeme reguliert den Blutdruck. Fällt er ab, bewirken diese Hormone, dass Natrium wieder verstärkt in den Blutkreislauf aufgenommen wird. Die Natriumkonzentration erhöht sich, dadurch steigt der Blutdruck wieder an.

Ursachen für eine Erhöhung der Natrium-Werte:

- Flüssigkeitsmangel
- Hormonelle Störungen

Ursachen für eine Erniedrigung der Natrium-Werte:

- Erbrechen, Durchfall
- Entwässerungstabletten
- Nierenschwäche
- Herzschwäche

## **Neutropenie**

Mangel an neutrophilen Granulozyten, die für die Infektabwehr notwendig sind.

## **Paraproteine**

Sammelbegriff für monoklonal gebildete Immunglobuline und Immunglobulinfragmente.



Beim Multiplen Myelom werden sie von den Myelomzellen gebildet und können in hoher Konzentration im Blut auftreten, wo sie Gerinnungsstörungen, Nierenschäden oder andere Symptome verursachen können.

### **Plasma**

Aus Wasser, Eiweißkörpern und Ionen (Na, Ca, K, Cl, Mg, Fe u.a.) zusammengesetzt. Der flüssige, nach Entfernung der Blutkörperchen, verbleibende Bestandteil des Blutes (ca. 55% des Gesamtblutes).

### **Plasmazellen**

Besondere Art von Lymphozyten. Normale Plasmazellen produzieren Antikörper z.B. gegen Infektionserreger. Beim Multiplen Myelom kommt es zu einer ungehemmten Vermehrung krankhafter Plasmazellen, die atypische und ineffektive Antikörper produzieren.

### **Plasmoblasten**

Lichtmikroskopisch besonders bösartig erscheinende Zellen des Multiplen Myeloms, Zellen mit schneller Wachstumsneigung.

### **Polyglobulie**

Erhöhung der Erythrozytenanzahl im Blut. Vorkommen bei Sauerstoffmangel (Bergsteiger, Herzfehler, Lungenerkrankung), bei gestörter Sauerstofftransportfunktion des Hämoglobins und vermehrter Erythropoetinbildung.

### **Proteinurie**

Ausscheidung von Proteinen im Harn (z.B. beim Multiplen Myelom)

### **Referenzbereich**

Bereich, in dem aller Voraussicht nach die Laborwerte der meisten gesunden Menschen liegen.



## Schwere Ketten

Immunglobuline (Ig) bestehen in ihrer Grundstruktur aus leichten und schweren Ketten. Zu den schweren Ketten zählen die  $\gamma$ (gamma)- Ketten (kommen nur im IgG vor), die  $\alpha$ (alpha)-Ketten (kommen nur im IgA vor), die  $\mu$ (my)-Ketten (kommen nur im IgM vor), die  $\delta$ (delta)-Ketten (kommen nur im IgD vor) und die  $\epsilon$ (epsilon)-Ketten (kommen nur im IgE vor).

## Serum

Teil des Blutes, der keine Blutzellen mehr enthält und – im Gegensatz zum Plasma – auch keine Gerinnungsfaktoren

## Thrombozyten (Blutplättchen)

Die Thrombozyten sind winzige, unregelmäßig geformte Blutplättchen, die im Knochenmark gebildet und ein bis zwei Wochen später in Milz, Leber und Lunge wieder abgebaut werden. Sie verweilen etwa zehn Tage in der Blutbahn, falls sie nicht vorher zur Blutstillung und Thrombusbildung verwendet werden. Die Thrombozyten spielen eine wichtige Rolle bei der Blutgerinnung. Wird ein Blutgefäß verletzt, lagern sich die Thrombozyten an die Wundränder an und innerhalb weniger Minuten entsteht ein Pfropf, der die Wunde – wenn sie nicht allzu groß ist – verschließt. Bei einer Verminderung der Blutplättchen ist die normale Blutstillung gestört, während sich bei einer Erhöhung vermehrt Blutgerinnsel bilden, die zu einem gefährlichen Gefäßverschluss führen können. Ein bekanntes Medikament, das die Zusammenballung der Thrombozyten hemmt, ist die Acetylsalicylsäure (ASS), die bei niedrigen Thrombozytenwerten wegen Blutungsgefahr nicht anzuwenden ist.

Ursachen für eine Vermehrung der Thrombozyten (Thrombozytose):

- Infektionskrankheiten
- metastasierende Krebserkrankungen
- Eisenmangel
- Entfernung der Milz
- große Operationen



- Entzündungen
- Tuberkulose
- Chronische Myeloische Leukämie (CML)
- Essenzielle Thrombozythämie
- Kortisoneinnahme

Ursachen für eine Verminderung der Thrombozyten (Thrombozytopenie):

- angeboren
- Schädigung der Blutplättchen durch Autoantikörper, Medikamente, nach Infektionen
- Verminderte Blutplättchenbildung im Knochenmark durch Krebserkrankungen, Leukämie, Strahlenschädigung
- vermehrte Zerstörung von Blutplättchen in der Milz

### **Thrombozytopenie (s.o.)**

Erniedrigung der Anzahl der Blutplättchen

### **Thrombozytose (s.o.)**

Erhöhung der Anzahl der Blutplättchen

### **T-Lymphozyten**

Thymusabhängige Lymphozyten, auch T-Zellen genannt

### **Vollblut**

Blut zur Analyse, ohne dass bestimmte Blutbestandteile vorher abgetrennt werden.

### **Zytogenetik**

Teilgebiet der Genetik, das sich mit der Analyse von Chromosomen befasst



## 5 Weitere Begriffserläuterungen

### Akut

Plötzlicher Beginn von Symptomen oder einer Erkrankung

### Allogen

Anders, verschieden. Bei einer allogenen Stammzelltransplantation überträgt man Knochenmark bzw. Stammzellen von einem anderen Menschen; Voraussetzung dafür ist, dass die Gewebemerkmale von Spender und Empfänger weitestgehend übereinstimmen.

### Aminosäuren

Chemische Bausteine der Eiweiße. Im Organismus existieren ca. 25 verschiedene Aminosäuren.

### Amyloidose

Zustand, bei dem Eiweiße, wie z.B. monoklonale Immunglobulin-Leichtketten (Bence-Jones-Eiweiß) in Form von Amyloid-Fibrillen in Geweben und Organen (z.B. in Herz, Nerven, Nieren) abgelagert werden.

### Antigen

Eiweißstruktur (z.B. auf Bakterien, Viren), die das Immunsystem zur Bildung von Antikörpern anregt.

### Antikörper

Bestandteil des körpereigenen Abwehrsystems. Antikörper (Immunglobuline) werden von den Plasmazellen hergestellt, um Infektionserreger zu bekämpfen. Sie bilden einen Komplex mit Antigenen und machen sie unschädlich. In der Medizin können Antikörper zu diagnostischen und therapeutischen Zwecken eingesetzt werden. Sogenannte monoklonale Antikörper können im Labor hergestellt und therapeutisch zur Bekämpfung von Tumoren eingesetzt werden.

### Asymptomatisches Myelom

Myelomerkrankung, die noch nicht mit Beschwerden und bestimmten Krankheitszeichen einhergeht. Diese Form der Erkrankung wird auch Smoldering Myelom genannt [to smolder (engl.): schwelen, glimmen, glühen].

### Atypisch

Vom Normalen abweichend, nicht der typischen Form entsprechend



## Autolog

Zum selben Individuum gehörig. Bei der autologen Stammzelltransplantation werden eigene Stammzellen zurückübertragen.

## Axiales Skelett

Schädel, Wirbelsäule und Becken

## Bence-Jones-Myelom

Myelom, bei dem nur Leichtketten von den Myelomzellen produziert werden. Bence-Jones ist der Name eines von 1813 bis 1873 lebenden Arztes, nach dem diese Sonderform benannt wurde.

## Benigne

Gutartig

## Biopsie

Die Entnahme von Gewebe zu Untersuchungszwecken.

## Bisphosphonate

Bisphosphonate vermögen die Knochenfresszellen in ihrer Aktivität zu bremsen und bewirken so neben einer Schmerzlinderung eine Verringerung des Risikos für Knochenbrüche. Sie werden auch zur Behandlung der lebensgefährlichen Hyperkalzämiekrise eingesetzt.

## CT

Computertomografie. Dieses Schnittbildverfahren mit konventionellen Röntgenstrahlen, bei dem der Patient in einem Röhrengerät untersucht wird, gibt Aufschluss über knöcherne, aber auch Weichteilstrukturen des Körpers. Mithilfe der Niedrigdosis-Ganzkörper-CT können wichtige Informationen über Knochenveränderungen beim Multiplen Myelom gewonnen werden, und zwar sowohl bei der Erstdiagnose als auch im Rahmen von Verlaufskontrollen.

## Dialyse

Wenn die Nieren eines Patienten das Blut nicht mehr filtern können, wird das Blut mithilfe einer Dialysesmaschine gesäubert, durch die das Blut fließt.

## Diastolisch

Unterer Blutdruckwert, der durch die Erschlaffung (Diastole) des Herzmuskels entsteht.

## Diploidie-Status

Vorhandensein zweier vollständiger Chromosomensätze im Zellkern von Organismen mit sexueller Fortpflanzung (mit je



einem Satz der männlichen und der weiblichen Keimzelle entstammend). Normalerweise liegt in Körperzellen ein zweifacher (diploider) Chromosomensatz vor.

**DXA (Dual-X-Ray-Absorptiometry)**  
Doppel-Röntgen-Absorptiometrie. Verfahren zur Bestimmung der Knochendichte.

### Echokardiogramm

Auch als Ultraschallkardiografie bzw. Herzultraschall bezeichnet. Mit diesem Verfahren ist eine Beurteilung der Bewegungsabläufe von Herzwänden und Herzklappen sowie die Messung von Herzwanddicken, Herzbinnenräumen, Klappenöffnungsflächen sowie eine näherungsweise Bestimmung des Herzminutenvolumens möglich. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist wichtig für eine Entscheidung über die Therapie.

### Enzyme

Enzyme sind „Bio-Katalysatoren“, die chemische Reaktionen im Körper beschleunigen. Jedes Enzym bringt genau die Reaktion des zu ihm passenden Stoffes (= Substrat) in Gang und keine andere (sie sind substratspezifisch). Manche

Krankheiten entstehen, weil ein Enzym ausfällt oder seine Bildung im Körper durch einen Erbfehler nicht vorgesehen ist. Es gibt zwei Gruppen von Enzymen: Gewebsenzyme und Sekretenzyme. Gewebsenzyme befinden sich immer im Inneren von Zellen. Sie treten nur dann ins Blut über, wenn die Zelle zerstört wird (z.B. GOT).

### Erythropoetin

In der Niere gebildetes Hormon, das die Bildung von Erythrozyten anregt. Wird zu wenig davon gebildet, kann es zu einer Blutarmut kommen. In diesem Fall kann Erythropoetin als gentechnisch hergestelltes Medikament substituiert (ersetzt) werden.

### Extramedullärer Befall

Myelombefall außerhalb des Knochenmarks.

### Halbwertszeit

Unter Halbwertszeit versteht man jene Zeit, innerhalb der ein Stoff, z.B. ein Protein, zur Hälfte biologisch abgebaut ist. Sie ist von der Ausgangskonzentration des Stoffes unabhängig.



## Hämatogen

Verbreitung über das Blut

## Hämatologie

Spezialgebiet der Inneren Medizin, das sich mit der Diagnostik und Therapie von Bluterkrankungen befasst.

## Hämolyse

Auflösung von Erythrozyten infolge der Zerstörung ihrer Zellohülle. Als Autoimmunhämolyse wird eine Auflösung durch Auto-Antikörper bezeichnet.

## Hepatitis

Leberentzündung, meist infektiös, ausgelöst durch Viren, Bakterien oder Parasiten.

## Herpes simplex-Infektion

Akute, primäre oder sekundäre Viruskrankheit der Haut und der Schleimhäute durch Infektion mit dem Herpes-simplex-Virus.

## Immunsuppression

Eine Schwächung des Immunsystems, die zu einer verminderten Fähigkeit führt, Infekte und Erkrankungen abzuwehren. Eine Immunsuppression kann beabsichtigt sein, zum Beispiel um nach einer

Organtransplantation eine Abstoßungsreaktion zu vermeiden. Sie kann auch als Nebenwirkung im Rahmen einer Chemotherapie auftreten.

## Interleukin 6 (IL 6)

Dies ist ein Zytokin (Oberbegriff für zahlreiche körpereigene Botenstoffe), das unter anderem knochenabbauende Zellen (Osteoklasten) und Plasmazellen stimuliert.

## Ionisierende Strahlung

Die ionisierende Strahlung kann unter Energieaufwand Elektronen aus der Atomhülle entfernen. Dadurch wird Energie auf das absorbierende Material übertragen, was bei Körpergewebe zu chemischen und biologischen Reaktionen und strahlenbiologischen Folgen führen kann.

## Isoenzyme

Enzyme, die formal die gleiche biochemische Reaktion katalysieren, sich jedoch in ihrer Eiweißstruktur und physikalischen Eigenschaften unterscheiden. Sie können meist bestimmten Zellsystemen bzw. Organen zugeordnet werden und erlauben daher in



bestimmten Fällen den labordiagnostischen Nachweis einer Organschädigung. Wichtige Isoenzyme sind z.B. die Isoenzyme der Kreatinkinase und der Laktatdehydrogenase.

**Kapillär**  
Haarfein

**Kernspintomografie**  
Siehe Magnetresonanztomografie

**Knochenstatus**  
CT-/Röntgenuntersuchung zur Zustandsbeurteilung der Knochen, insbesondere zum Nachweis von Osteolysen. Verlaufsuntersuchung zur Beurteilung des Fortschreitens der Myelomerkrankung.

**Leberzirrhose**  
Umwandlung von Lebergewebe in Bindegewebe. Häufig Folge von übermäßigem Alkoholkonsum, Kontakt mit Giftstoffen oder Infektion mit Viren; Heilung nicht möglich.

**Lipide**  
Bezeichnung für Fette und fettähnliche Stoffe. Die Löslichkeit in Wasser ist schlecht.

**Lymphome, maligne**  
Bösartige Erkrankungen, die von Lymphozyten ausgehen. Auch das Multiple Myelom ist ein Lymphom nach der WHO-Klassifikation.

**Lytische Läsionen**  
Siehe Osteolysen

**Magnetresonanztomografie (MRT)**  
Die MRT (auch als Kernspintomografie bezeichnet) ist ein bildgebendes Verfahren, welches sich der elektromagnetischen Schwingung von Gewebebestandteilen in einem künstlich erzeugten Magnetfeld bedient. Es stellt mit hoher Auflösung Strukturen im Körperinneren dar und liefert damit präzise Schnittbilder. Wenig geeignet ist die MRT für Patienten mit Herzschrittmachern – ob die Untersuchung durchgeführt werden kann, ist im Einzelfall abzuklären – und für Patienten mit Platzangst sowie solchen, denen nur eine sehr kurze Untersuchungszeit zugemutet werden kann. Die MRT ist durch den hohen Weichteilkontrast und die Möglichkeit der Darstellung anatomischer Strukturen in drei Raumebenen besonders gut geeignet, um Knochen- und Weichteiltumoren abzubilden. Außerdem



erlaubt die MRT eine direkte und kontrastreiche Darstellung des Knochenmarkraumes und ergänzt bei Myelompatienten somit ideal den Biopsiebefund aus dem Beckenkamm.

### Maligne

Anderer Ausdruck für bösartig. Gegenteil von benigne (gutartig). Fähigkeit, sich in nahe gelegenes Gewebe oder in andere Teile des Körpers auszubreiten.

### Marker

Substanz (Protein, Enzym, Hormon), deren Vorhandensein, Auftreten bzw. (vermehrtes) Vorkommen in Geweben oder Körperflüssigkeiten ein unverwechselbares, mittels geeigneter Nachweismethoden erkenn- und bestimmtes, auf einen Krankheitszustand hindeutendes Strukturkennzeichen darstellt (z.B. Tumormarker).

### Monoklonal

Da sich das Multiple Myelom aus einer einzigen bösartigen Plasmazelle entwickelt, ähneln sich alle hieraus entwickelnden Zellen. Die Erkrankung ist also eine monoklo-

nale Erkrankung. Die Zellen entstammen einem Zellklon.

Monoklonale Gammopathie  
Bezeichnung für eine überschießende Produktion von monoklonalen Immunglobulinen. Liegt eine isolierte monoklonale Gammopathie ohne Vermehrung von Plasmazellen im Knochenmark vor, spricht man von einer „Monoklonalen Gammopathie unklarer Signifikanz (MGUS)“. Die Werte werden lediglich kontrolliert. Das Risiko, ein Multiples Myelom oder eine andere behandlungsbedürftige Erkrankung aus dem Formenkreis der Leukämien und Lymphome zu entwickeln, beträgt innerhalb von 10 Jahren etwa 10%.

### Monoklonaler Antikörper

Mithilfe der Gentechnologie künstlich hergestellte, hochspezifische identische Antikörper. Diese können sowohl diagnostisch als auch in der Therapie von Tumoren genutzt werden.

### Myelomzellen

Bösartige Plasmazellen



## Myelosuppression

Eine verminderte Produktion roter und weißer Blutkörperchen sowie Blutplättchen im Knochenmark, z.B. als Nebenwirkung von Medikamenten.

## Nichtsekretorisch

Seltene Variante des Multiplen Myeloms ohne Absonderung von Paraproteinen (leichte oder schwere Immunglobulin-Ketten) ins Blut oder in den Urin.

## Niereninsuffizienz

Funktionsstörung der Nieren durch verschiedenste Ursachen, einhergehend mit teilweisem oder komplettem Verlust der Nierenfunktion.

## Osteoklast, Osteoblast

Osteoklasten werden auch Knochenfresszellen genannt, weil sie Knochensubstanz abbauen. Gegenspieler der Osteoklasten sind die Osteoblasten, die dabei helfen, Knochensubstanz aufzubauen. Beim Multiplen Myelom ist das Zusammenspiel von Osteoblasten und Osteoklasten gestört, weswegen es häufig zu einer Knochenentkalkung und zu einem erhöhten Knochenbruchrisiko kommt.

## Osteolysen

Ausdruck der Knochenschädigung beim Multiplen Myelom ist die Entstehung von Osteolysen, d.h. Knochenherden, die sich im Röntgenbild durch scharf abgegrenzte dunkle Flecken darstellen. Osteolysen sehen wie „Löcher“ im Knochen aus und beweisen, dass der Knochen geschwächt wurde. Am häufigsten sind Schädel, Wirbelsäule, Becken und Rippen sowie die langen Röhrenknochen befallen. Deswegen sind beim Multiplen Myelom nicht nur Blut- und Urinuntersuchungen, sondern auch bildgebende Verfahren, wie Röntgenaufnahmen, Magnetresonanztomografie bzw. Kernspintomografie (MRT), Computertomografie (CT) und ggf. Knochendichtemessung, erforderlich. Letztere wird allerdings nicht in allen Kliniken angewendet. Die Knochendichtemessung ist zur Diagnose und Verlaufskontrolle einer Osteoporose hilfreich und sie kann die Entscheidung für eine knochenstabilisierende Behandlung, etwa durch Bisphosphonate, unabhängig von einer Myelom-erkrankung, bestärken. Zur Aktivitätsbeurteilung eines Myeloms ist sie nicht geeignet. Zur Beurteilung,



ob Osteolysen vorliegen, werden heutzutage CT-Untersuchungen durchgeführt. Die CT ist besonders zur gezielten Darstellung von Knochenstrukturen und zur Beurteilung von Osteolysen geeignet. Hierbei werden im Gegensatz zur MRT Röntgenstrahlen verwendet. Die Durchführung einer Niedrigdosis-Ganzkörper-CT zur Darstellung des Skeletts geht mit einer vergleichsweise geringen Strahlenbelastung einher und erfordert keine Kontrastmittelgabe.

### Osteopenie

Minderung der Knochendichte und Vorstufe zur Osteoporose. Es entwickelt allerdings nicht jeder Patient mit diagnostizierter Osteopenie eine Osteoporose.

### Osteoporose

Erkrankung des Skelettsystems mit Verlust beziehungsweise Verminderung von Knochensubstanz und -struktur und erhöhter Anfälligkeit für Knochenbrüche

### Pathologisch Krankhaft

### PET (Positronenemmissionstomografie)

Dieses Verfahren, bei dem radioaktiv markierter Zucker injiziert wird, der sich in Tumoren, aber auch in Entzündungsherden anreichert, gehört nicht zu den Routineverfahren in der Myelomdiagnostik und wird nur bei ganz speziellen Fragestellungen eingesetzt. Die Bedeutung einer PET-CT-Untersuchung in der Myelomdiagnostik ist derzeit Gegenstand von klinischen Studien.

### Plasmazell-Leukämie

Da auch beim Myelom Plasmazellen im Blut vorkommen können, wird eine Plasmazell-Leukämie dann diagnostiziert, wenn eine erhebliche Plasmazellvermehrung im Blut (mehr als 20 % der Leukozyten) über längere Zeit besteht. Die Symptome gleichen denen einer akuten Leukämie.

### Prognose

Voraussichtlicher Krankheitsverlauf auf der Grundlage von Prognosekriterien (Faktoren, die eine ungefähre Einschätzung des weiteren Krankheitsverlaufs erlauben).



### Progressionsfreies Überleben

Die Zeitspanne, die ein Patient überlebt, ohne dass die Krebserkrankung fortschreitet.

### Proteine

Eiweiße

### Purine

Organische Verbindung, Grundgerüst u.a. von Harnsäure

### Purinhaltige Lebensmittel

Fleisch, Innereien, Wurst, Fisch (v.a. Haut), Hülsenfrüchte, Nüsse und Samen, Hefe, Alkohol (v.a. Bier)

### Remission

Krankheitsrückbildung. Unter einer Vollremission (komplette Remission oder kurz CR) versteht man das vollständige Verschwinden aller Krankheitszeichen. Im Blut und im Urin sind beim Multiplen Myelom dann auch keine krankhaften Immunglobuline mehr nachweisbar. Bei der stringenten CR (sCR) findet sich zusätzlich eine Normalisierung der Leichtkettenratio im Serum. Unter einer teilweisen Remission (partielle Remission bzw. PR) versteht man einen Rückgang der Krankheitszeichen um mindestens 50%. Bei einer sehr

guten partiellen Remission (VGPR) handelt es sich um einen Rückgang des M-Proteins um über 90% bzw. < 100 mg/Tag im 24h Sammelurin, dieses ist aber weiterhin nachweisbar.

### Rezidiv

Rückfall des Multiplen Myeloms (z.B. durch erneute Osteolysen bzw. Verschlechterung der Blutwerte) nach vorangegangener erfolgreicher Behandlung.

### Rezidivierend

Wiederkehrend

### Schwerkettenkrankheit

Seltene monoklonale Paraproteinämie mit vermehrter Bildung schwerer Ketten der Immunglobuline G, A und M.

### Sekretorisch

Absondernd, die Sekretion betreffend

### Sekret

Absonderungsprodukt von Zellen, im engeren Sinne von Drüsen

### Solitäres Plasmozytom

Man spricht von einem „solitären Plasmozytom“, wenn ein isolierter



Plasmazellherd nachgewiesen wird und in der Beckenkammbiopsie kein Anhalt für ein Multiples Myelom besteht. Mit zunehmender Verfeinerung der radiologischen Diagnostik (MRT) werden derartige Fälle seltener und machen deutlich weniger als 5% aus.

### Sputum

Auswurf (Bronchialsekret), enthält Leukozyten und andere Bestandteile wie Staubteilchen.

### Stagingsystem

Mittels des Stagingsystems ISS erfolgt die Einteilung des Multiples Myeloms in die Stadien I, II und III.

### Stammzellen

Blutbildende Stammzellen sind Blutvorläuferzellen, aus denen die roten und weißen Blutkörperchen sowie Blutplättchen entstehen. Diese Stammzellen befinden sich im Knochenmark und in sehr geringer Anzahl auch im Blut. Hieraus können sie für eine Transplantation entnommen werden. Bekommt ein Patient seine eigenen, zuvor entnommenen Stammzellen zurück, spricht man von autologer Stammzelltransplantation. Erhält ein Pati-

ent Stammzellen von einer anderen Person, spricht man von allogener Stammzelltransplantation.

### Systemerkrankung

Eine Systemerkrankung ist eine Erkrankung eines Gewebesystems, z.B. des blutbildenden Systems, so z.B. das Multiple Myelom.

### Systolisch

Oberer Blutdruckwert, der durch Kontraktion (Systole) des Herzmuskels entsteht.

### Thymus

Drüse in der Brust. Das Organ gehört zum lymphatischen System und ist Teil des körpereigenen Abwehrsystems.

### Triglyceride

Fettsäuren, die mit der Nahrung aufgenommen und im Darm aufgespalten werden.

### Überlebensrate

Als Überlebensrate wird der prozentuale Anteil von Patienten bezeichnet, der ein bestimmtes Zeitintervall (z.B. 5 oder 10 Jahre) überlebt. Sie kann ein Maß für die Wirksamkeit therapeutischer Strategien sein.



## 6 Schlussfolgerungen für die Diagnostik beim Multiplen Myelom

Bei Neudiagnose eines Multiplen Myeloms ist eine spezielle Labor- und bildgebende Diagnostik unerlässlich, um die Erkrankung vollständig zu erfassen und auch im Verlauf beurteilen zu können. Nicht zuletzt ist diese umfangreiche Diagnostik zwingend erforderlich, um eine valide therapeutische Empfehlung ableiten zu können.

Die Primärdiagnostik umfasst:

- Bestimmung der Immunglobuline im Serum
- Messung des monoklonalen Proteins in der Serumelektrophorese
- Bestimmung der Leichtketten im 24-Stunden-Sammelurin
- Bestimmung der Gesamtproteinausscheidung im 24-Stunden-Sammelurin
- Identifikation der Leicht- und der Schwerketten des monoklonalen Immunglobulins durch die Immunfixation in Serum und Urin
- Bestimmung der freien Leichtketten im Serum
- Blutbild (Hämoglobinwert, Thrombozyten- und Leukozytenzahl) inklusive Differenzialblutbild
- Knochenmarkdiagnostik und zytogenetische Analyse der Myelomzellen
- Nierenfunktionsdiagnostik (Kreatinin-Clearance, Serumkreatinin und Serumharnstoff)
- Bestimmung von Calcium, LDH, Albumin, CRP und B2M im Serum
- Ganzkörper-CT, Ganzkörper-MRT

In der Regel finden etwa alle 3 Monate Verlaufsuntersuchungen statt. Sie dienen der Kontrolle der Erkrankung mit und ohne Therapie. Die Untersuchungen ermöglichen eine Entscheidung darüber, ob und wann eine (erneute) Therapie erforderlich ist. Wichtige Verlaufsuntersuchungen sind folgende Laborwerte bzw. Untersuchungen:



- Immunglobuline
- Eiweißelektrophorese
- Blutbild
- Calcium
- Kreatinin
- Leichtkettenausscheidung im 24-Stunden-Sammelurin
- Eiweißausscheidung im 24-Stunden-Sammelurin
- Freie Leichtketten im Serum
- Bei Knochenschmerzen: CT-Untersuchungen
- Bei speziellen Fragestellungen: Ganzkörper-MRT

**Scheuen Sie sich nicht, wenn Sie als Patient unsicher sind, eine zweite Meinung in einem Myelomzentrum einzuholen!**

## 7 Einheiten und Gewichte

Wenn Sie Ihre Laborwerte betrachten, werden Sie auf Maße und Einheiten stoßen, die Ihnen im Alltag nicht immer geläufig sind. In folgender Tabelle sind alle wichtigen Größen aufgelistet.

l	Liter	(1 Liter = 10 dl)
dl	Deziliter	(1 dl = 0,1 Liter)
ml	Milliliter	(1 ml = 0,001 Liter)
µl	Mikroliter	(1 µl = 0,000 001 Liter) entspricht 1 Millionstel Liter
nl	Nanoliter	(1 nl = 0,000 000 001 Liter)
pl	Pikoliter	(1 pl = 0,000 000 000 001 Liter)
g	Gramm	
g/dl	Gramm pro Deziliter	
g/l	Gramm pro Liter	
mg	Milligramm (1 mg = 0,001 Gramm)	
mg/dl	Milligramm pro Deziliter	



$\mu\text{g}$	Mikrogramm (1 $\mu\text{g}$ = 0,000 001 Gramm)
$\mu\text{g}/\text{dl}$	Mikrogramm pro Deziliter
ng	Nanogramm = 0,001 Mikrogramm
pg	Pikogramm = 0,001 Nanogramm (1 pg = 0,000 000 000 001 Gramm)
U	Unit, Maßeinheit für die Aktivität von Enzymen. Einheiten (Units) des Enzyms in 1 Liter Blut
U/l	Units (Einheiten) pro Liter
mU	Milliunits
IE	Internationale Einheiten
Mol	Molekulargewicht in Gramm Maßzahl für Stoffmenge
mmol	Millimol = 0,001 Mol
$\mu\text{mol}$	Mikromol = 0,001 Millimol
nmol	Nanomol = 0,001 Mikromol
pmol	Pikomol = 0,001 Nanomol
$\mu\text{mol}/\text{l}$	Mikromol pro Liter
mmol/l	Millimol pro Liter
> / <	größer als / kleiner als
%	Prozent
Vol%	Volumenprozent



## 8 Abkürzungsverzeichnis

### ALT

Alanin-Aminotransferase oder  
GPT

### AP

Alkalische Phosphatase

### ASS

Acetylsalicylsäure

### AST

Asparat-Aminotransferase oder  
GOT

### B2M

Beta2-Mikroglobulin

### BMI

Body Mass Index

### BSG

Blutsenkungsgeschwindigkeit

### Ca

Calcium

### CRP

C-reaktives Protein

### CT

Computertomografie

### DXA

Dual-X-Ray-Absorptiometry

### DLH

Deutsche Leukämie- & Lymphom-  
Hilfe e.V.

### EKG

Elektrokardiogramm

### Ery

Erythrozyten

### FLC-Test

Freie Leichtketten-Test

### GFR

Glomeruläre Filtrationsrate

### GGT

Gammaglutamyltransferase

### GOT

Glutamat-Oxalacetat-Transferase  
oder AST

### GPT

Glutamat-Pyruvat-Transaminase  
oder ALT

### Hb

Hämoglobin



## HDL

High-Density-Lipoproteine

## Hkt

Hämatokrit

## HLA

Human Leukocyte Antigen

## Ig

Immunglobuline

## IgA

Immunglobulin vom Typ A

## IgD

Immunglobulin vom Typ D

## IgE

Immunglobulin vom Typ E

## IgG

Immunglobulin vom Typ G

## IgM

Immunglobulin vom Typ M

## IL 6

Interleukin 6 (ein Zytokin)

## LDH

Laktatdehydrogenase

## LDL

Low-Density-Lipoproteine

## MM

Multiples Myelom

## MRT

Magnetresonanztomografie (auch Kernspin)

## WHO

Weltgesundheitsorganisation



## 9 Literaturhinweise

Thomas, Lothar  
Labor & Diagnose, Internetausgabe, [www.labor-und-diagnose.de](http://www.labor-und-diagnose.de)

Zylka-Menhorn, Vera  
Blutwerte verstehen. Was das Blut über die Gesundheit verrät, Govi-Verlag Eschborn, überarbeitete Auflage 2021

Matthias Bastigkeit  
Meine Laborwerte, Stiftung Warentest, 6. Auflage 2024

Pschyrembel / Klinisches Wörterbuch  
Verlag Walter de Gruyter & Co., 269. Auflage 2023

Goldschmidt, Hartmut  
Das Multiple Myelom – Diagnose und Therapie, UNI-MED Verlag AG, Bremen, 3. Auflage 2023

Patienten-Handbuch Multiples Myelom  
Sektion Multiples Myelom, NCT, Med. Klinik V, Universitätsklinikum, Heidelberg, Plasmozytom-Selbsthilfe Rhein-Main, Selbsthilfegruppe Multiples Myelom Kurpfalz

Die blauen Ratgeber (Nr. 22): Plasmozytom/Multiples Myelom, Deutsche Krebshilfe, Bonn



## 10 Links

Deutsche Leukämie- & Lymphom-Hilfe e.V.  
**[www.leukaemie-hilfe.de](http://www.leukaemie-hilfe.de)**

Deutsche Krebshilfe  
**[www.krebshilfe.de](http://www.krebshilfe.de)**

Myeloma Patients Europe  
**[www.mpeurope.org](http://www.mpeurope.org)**

Onkopedia-Leitlinie Multiples Myelom  
**[www.dgho-onkopedia.de](http://www.dgho-onkopedia.de)**

Kompetenznetz Maligne Lymphome e.V.  
**[www.lymphome.de](http://www.lymphome.de)**

International Myeloma Foundation (USA)  
**[www.myeloma.org](http://www.myeloma.org)**



## 11 Studiengruppen

### **German Speaking Myeloma Multicenter Group (GMMG)**

Prof. Dr. Hartmut Goldschmidt

Universität Heidelberg Medizinische Klinik und Poliklinik V

Abteilung Hämatologie/Onkologie/Rheumatologie

Im Neuenheimer Feld 410, 69120 Heidelberg

Tel.: 06221 / 56 80 03

Fax: 06221 / 56 56 47

hartmut.goldschmidt@med.uni-heidelberg.de

Studiensekretariat:

Tel.: 06221 / 56 81 98

Fax: 06221 / 56 19 57

studiensekretariat\_GMMG@med.uni-heidelberg.de

### **Deutsche Studiengruppe Multiples Myelom (DSMM)**

Prof. Dr. Hermann Einsele

Medizinische Klinik und Poliklinik II der

Bayerischen Julius-Maximilian-Universität

Zentrum Innere Medizin (ZiM)

Oberdürrbacher Str. 6, 97080 Würzburg

Tel.: 0931 / 201 4 00 01

Fax: 0931 / 201 6 40 001

dsmm@ukw.de

Übersicht zu Myelomstudien:

[www.lymphome.de/studien/multiples-myelom-plasmozytom/](http://www.lymphome.de/studien/multiples-myelom-plasmozytom/)



## Deutsche Leukämie- & Lymphom-Hilfe

Unser Hauptanliegen ist es, Ihnen als Betroffenen oder Angehörigen zu helfen, die Erkrankung besser zu verstehen und zu bewältigen. Wir haben ein offenes Ohr für Ihre Sorgen und informieren z.B. über

- Erkrankungen: Diagnostik, Therapien
- Begleit- & Folge-Erkrankungen
- Nachsorge, Ernährung, Bewegung, Komplementärmedizin
- Sozialrechtliche Fragen zu Reha, Schwerbehinderung, Rente usw.
- Zweitmeinung
- Aktuelles aus der Forschung
- Studien
- Veranstaltungen
- Kontaktdaten von Studiengruppen, onkologischen Praxen, Reha-Kliniken, Beratungsstellen usw.

Wir unterstützen Sie dabei, sich mit Gleichbetroffenen auszutauschen und gegenseitig zu stärken durch

- unseren jährlichen bundesweiten DLH-Patientenkongress mit krankheitsspezifischen Workshops und Austauschrunden (Kontaktbörsen)
- Regionale DLH-Patiententage
- Vermittlung einer passenden Selbsthilfegruppe
- Vermittlung individueller Kontakte

Wir vertreten Ihre Interessen gegenüber der Politik, Krankenkassen, medizinischen Organisationen und anderen Institutionen. Wir arbeiten in Gremien mit, z.B. bei der Zusatznutzenbewertung von Arzneimitteln



und bei der Erstellung wissenschaftlicher Leitlinien zu Diagnostik, Therapie und Nachsorge von Blutkrebserkrankungen.

Darüber hinaus wirken wir u.a. mit bei:

- Begutachtung von Studienanträgen
- Patientenvertretung im Rahmen wissenschaftlicher Studien
- bestimmten gesundheitspolitischen Gesetzgebungsverfahren

Wir stehen unter der Schirmherrschaft der Deutschen Krebshilfe, die uns großzügig finanziell und ideell unterstützt. Weitere Informationen unter [www.leukaemie-hilfe.de](http://www.leukaemie-hilfe.de).



Das Team des INFONETZ KREBS steht Krebsbetroffenen in allen Phasen der Erkrankung beratend zur Seite. Erfahrene Mitarbeiter beantworten persönliche Fragen nach dem aktuellen Stand von Medizin und Wissenschaft in einer einfachen und auch für Laien verständlichen Sprache. Sie vermitteln

themenbezogene Anlaufstellen und stellen nach einem Beratungsgespräch individuell passende Informationsmaterialien zusammen. So unterstützen sie Krebskranke dabei, ihren weiteren Weg gut informiert und selbstbestimmt gehen zu können.

### **Kontakt:**

Deutsche Krebshilfe  
INFONETZ KREBS  
Buschstr. 32  
53113 Bonn

Tel.: 0800 80708877 (kostenfrei)

Mail: [krebshilfe@infonetz-krebs.de](mailto:krebshilfe@infonetz-krebs.de)



**Deutsche Leukämie- & Lymphom-Hilfe**