

# Kinderdoktorarbeit

## Was passiert im Körper bei Leukämie?

Die Bilder in dieser Kinderdoktorarbeit mussten aus urheberrechtlichen Gründen für die Veröffentlichung auf unserer Homepage gelöscht werden

Krankenhaus St. Elisabeth, Ravensburg

17. Dezember 2005

Kathrin Gruber

Betreuung:  
Herr Prof. Dr. med. G. Wiedemann

Kinderdoktorarbeit: „Was passiert im Körper bei Leukämie?“

## Einleitung:

Ich habe mich bei meiner Kinderdoktorarbeit für das Thema Leukämie entschieden, da ich gerne mehr über diese Krankheit erfahren möchte.

Besonders auch deshalb, da ich mit 4 Jahren selbst an der akuten lymphoblastischen Leukämie (ALL) erkrankt gewesen war.

Allerdings verstand ich als 4-Jährige die Krankheit selbst gar nicht.

Also habe ich mich jetzt entschlossen der Frage „Was ist die akute lymphoblastische Leukämie?“ im Einzelnen nachzugehen. Dabei beschränke ich mich bei meiner Ausarbeitung auf die Krankheit bei Kindern.

## Fragestellung:

„Was passiert im Körper bei Leukämie?“

## Material und Methode:

Um mir Literatur zu beschaffen, habe ich mich zuerst mit der Kinderuniversitätsklinik in Ulm, Abteilung Onkologie in Verbindung gesetzt.

Dort wurde mir das Buch „Leukämie, was ist das?“ von Bernhard Kremens für meine Arbeit empfohlen. Dieses Buche kaufte ich bei der Deutschen Kinderkrebshilfe.

Außerdem entnahm ich Informationen über das Blut und die Immunbiologie aus den mir bereits vorliegenden Biobüchern, „Einblicke Biologie Baden-Württemberg Klasse 7“ von Klett, „Biologie heute Baden-Württemberg Klasse 12/13“ von Schroedel, „Biologie 3“ von Cornelsen.

Von Herrn Prof. Wiedemann erhielt und verwendete ich für meine Arbeit das Buch „Medizinische Biologie“, Band1 von Klett. Viele zum Thema gehörenden Informationen beschaffte ich mir aus dem Internet über die Suchmaschine „Google“. Die von mir bearbeiteten Themen und die zugehörigen Internet-Adresse sind am Schluss im Literaturverzeichnis aufgeführt.

Auch ich selbst wusste von der Schule und von dem Film „Es war einmal... das Leben“, von dem ich viele Abbildungen in meine Ausarbeitung übernommen habe, und von meinen Eltern bereits einiges über das Blut und über Leukämie.

Zur Beantwortung meiner Fragen unterstützte mich Herr Prof. Dr. med. G. Wiedemann, bei dem ich mich an dieser Stelle herzlich bedanke.

## Ergebnisse:

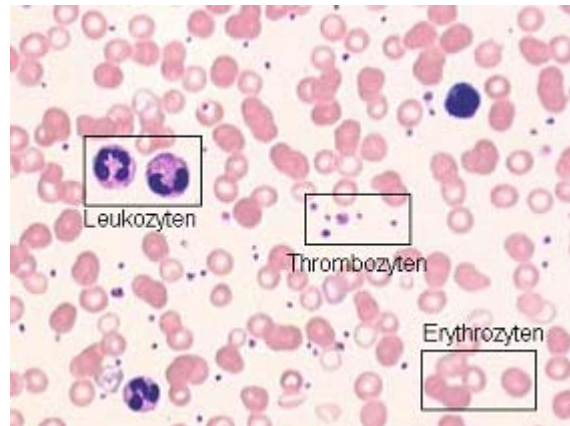
Den Inhalt meiner Arbeit gliederte ich in 7 Abschnitte:

1. Das Blut.
2. Was ist akute lymphoblastische Leukämie?
3. Welche anderen Arten von Leukämie gibt es?
4. Woran erkennt man Leukämie?
5. Wie wird Leukämie behandelt?
6. Woher kommt Leukämie eigentlich?
7. Meine persönlichen Erinnerungen & Eindrücke.

# 1. Das Blut!

Das Blut hat viele wichtige Aufgaben.

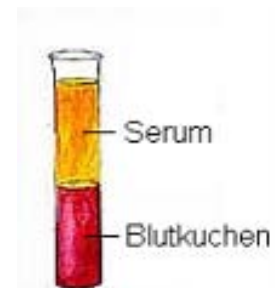
Neben dem Gastransport, der Nährstoffverteilung und dem Abtransport von Abfallstoffen, dem Vitamin- und Hormontransport, der Wärmeregulation des Körpers und der Gerinnung von Wunden ist eine der wichtigsten Funktionen die Abwehr von Krankheitserregern.



Gesundes Blutbild

## 1.1. Woraus besteht das Blut?

Wenn man etwas Blut in einem Glas eine Zeitlang stehen lässt, setzt sich am Boden des Glases eine dunkelrote Flüssigkeit ab. Darüber ist eine klare hellgelbe Flüssigkeit.



### a) Das Serum

Die helle Flüssigkeit nach der Gerinnung nennt man Serum und macht 56% des Blutes aus. Das Serum befördert Nahrungsstoffe zu den Muskeln und transportiert Abfallstoffe zu den Nieren. Es enthält Salze, Eiweißstoffe und Nährstoffe. Außerdem sind im Serum auch Antikörper gelöst.

Wenn das Blut nicht geronnen ist, also in der hellen Flüssigkeit noch Gerinnungsstoffe enthalten sind, spricht man von **Blutplasma**.

### b) Der Blutkuchen

Der Blutkuchen, welcher 44% des Blutes ausmacht besteht aus den Blutzellen.

### 1.1.1. Die verschiedenen Blutzellen und ...

Die meisten Blutzellen (etwa 99%) sind hellrote, rundliche Scheibchen, die in der Mitte eingedrückt sind. Sie heißen rote Blutkörperchen oder **Erythrozyten** (oder kurz: Erys).

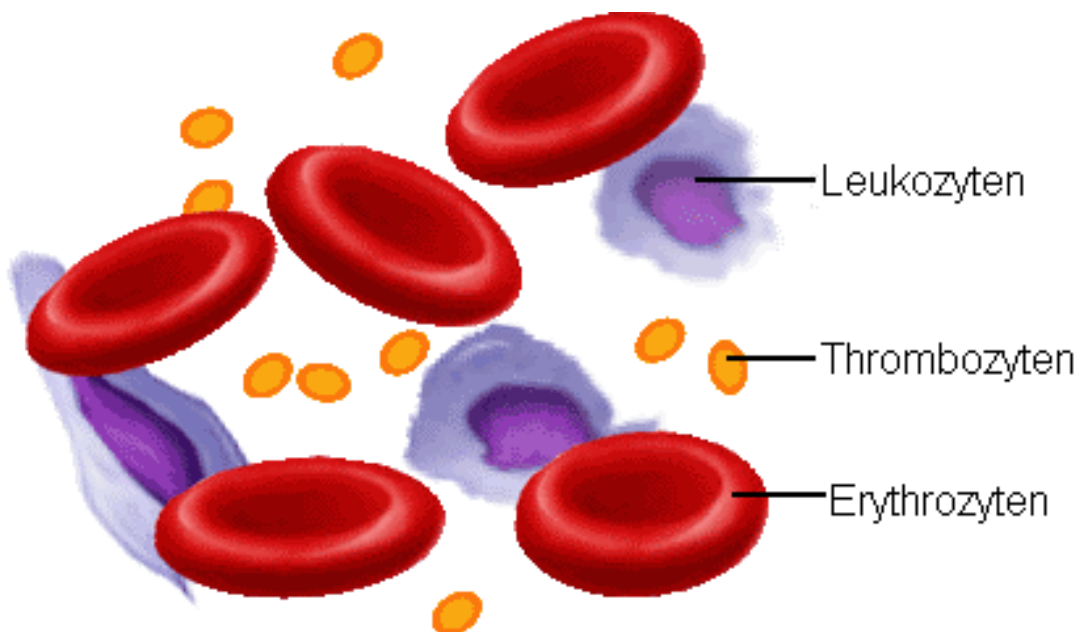
Sie enthalten den roten, eisenhaltigen Blutfarbstoff **Hämoglobin (Hb)**.

Dieser kann Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid an sich binden und macht so den Sauerstofftransport möglich.

Ihre Lebensdauer beträgt im Durchschnitt 120 Tage. Ein rotes Blutkörperchen legt in seinem Leben etwa 1500 km zurück. Es transportiert ca. 75000-mal Sauerstoff zu den Zellen hin und Kohlenstoffdioxid wieder ab.

Andere sind wiederum etwas größer und haben eine weiße Farbe. Deshalb werden sie auch weiße Blutkörperchen oder **Leukozyten** (oder kurz: Leukos) genannt. Leukozyten machen etwa 0,3% der Blutkörperchen aus. Ihre Lebensdauer reicht von einem Tag bis zu mehreren Jahren. Von diesen weißen Blutzellen gibt es ganz verschiedene Arten: die **Lymphozyten**, außerdem gibt es noch Fresszellen, die **Granulozyten** und die **Makrophagen**. Zusammen bilden sie das Abwehrsystem des Körpers.

Außerdem gibt es noch viele winzige Gebilde, die unregelmäßig geformt sind. Sie heißen Blutplättchen oder **Thrombozyten** (oder kurz: Thrombos). Sie leben etwa 8 bis 14 Tage. Zusammen mit Fibrinogen sind sie für die Blutgerinnung bei Verletzungen zuständig.



... ihre Aufgaben

### 1.1.1.1. Die Erythrozyten

Die Erythrozyten transportieren den Sauerstoff ( $O_2$ ) von den Lungenbläschen in den Körper zu den Muskeln und zu den Organen. Von dort bringen sie Kohlenstoffdioxid ( $CO_2$ ) wieder zu den Lungenbläschen. Erythrozyten haben keinen Zellkern.

Erythrozyten

Erythrozyten transportieren Sauerstoff

Erythrozyten transportieren  $CO_2$

Erythrozyten erhalten  $O_2$  in den Lungenbläschen

### 1.1.1.2 Die Leukozyten

Die Leukozyten können ihre Gestalt ändern und sich selbstständig innerhalb und außerhalb der Blutgefäße fortbewegen. Außerdem besitzen sie einen Zellkern.

Die Leukozyten sind für die Abwehr von Krankheitserregern zuständig. Man unterscheidet zwischen drei verschiedenen Arten.

#### a) Die Granulozyten

Die meisten Leukozyten im Blut sind Granulozyten. Sie sind Fresszellen und greifen Bakterien und Viren an, die sich im Blut befinden, und zerstören diese.

Granulozyten verschlingen Bakterien

## b) Die Makrophagen

Die Makrophagen sind Fresszellen und vernichten Bakterien und absterbende Körperzellen. Außerdem reinigen sie die Lymphe. Bei einer Infektion präsentieren die Makrophagen Bruchstücke des Erregers den T-Lymphozyten.

Makrophage bei der Antigenpräsentation

## c) Die Lymphozyten

Die Lymphozyten sind an der Abwehr von Krankheitserregern (Immunabwehr) beteiligt. Jeder Lymphozyt wehrt aber nur einen bestimmten Antigen ab, die anderen beachtet er nicht. Deshalb spricht man von spezifischer Abwehr.

Man unterscheidet auf Grund ihrer Entwicklung in der Thymusdrüse bzw. im Knochenmark die

T- und B-Lymphozyten:

T- und B-Lymphozyt

### I. T-Lymphozyten

Von den T-Lymphozyten gibt es mehrere Untergruppen:

T-Killerzellen:

Diese Lymphozyten bekämpfen Viren und andere körperfremde Stoffe (Antigene), die in Körperzellen eingedrungen sind, indem sie die befallenen Zellen erkennen und zerstören.

T-Helferzellen:

Diese Lymphozyten produzieren Botenstoffe und aktivieren damit andere Lymphozyten und veranlassen sie zur Zellteilung. Die B-Lymphozyten werden zur Antikörperproduktion stimuliert.

T- Helferzelle (gelb) stimuliert B- Lymphozyten  
(blau) zur Antikörperproduktion

T-Unterdrückerzellen:

Sie erzeugen Stoffe, die die Lymphozytenbildung hemmen. So wird, wenn die Krankheit überwunden ist, die weitere, nun sinnlose Herstellung von Killerzellen verhindert.

## II. B-Lymphozyten

Diese Gruppe von Lymphozyten produziert **Antikörper**. Das sind Eiweißstoffe, die sie den Antigenen anhängen. Daraufhin können die Antigene nicht mehr in eine Zelle eindringen. Sie sind unschädlich gemacht worden und können nun von Fresszellen zerstört werden. Diese Reaktion nennt man **Antigen-Antikörper-Reaktion**.

B-Lymphozyten werfen Antikörper ab

Antikörper

Bakterien, die von Antikörpern befallen werden

Einige B- und T-Lymphozyten bleiben als Gedächtniszellen oft jahrzehntelang erhalten. Bei Kontakt mit einem ihnen bekannten Antigen lösen sie wesentlich schneller Abwehr aus.

Neben der Immunabwehr sind die Lymphozyten auch für den Bau der Lymphknoten zuständig.

#### **1.1.1.2.1. Schema: Ablauf einer Immunreaktion**

#### 1.1.1.3. Die Thrombozyten

Die Thrombozyten sind für die Blutgerinnung zuständig. Mit anderen Stoffen aus dem Blut (Fibrinogen) bilden sie ein Netzwerk. Dieses hält die Blutzellen zusammen. Das feste Netzwerk mit den Blutzellen heißt Wundschorf. Darunter erfolgt der Heilprozess durch Zellwachstum. Anschließend löst sich der Wundschorf ab.

Fibrinogen

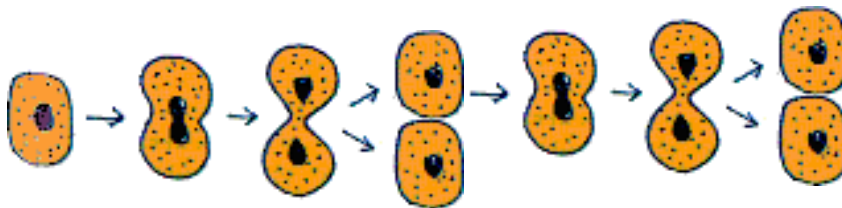
Fibrin und Thrombozyten bilden den Wundschorf

## 1.2. Wo entstehen die verschiedenen Blutzellen?

Alle Blutzellen werden mit der Zeit alt und verbraucht und können ihre Aufgaben nicht mehr richtig erfüllen. Sie werden dann nach einer bestimmten Zeit abgebaut:

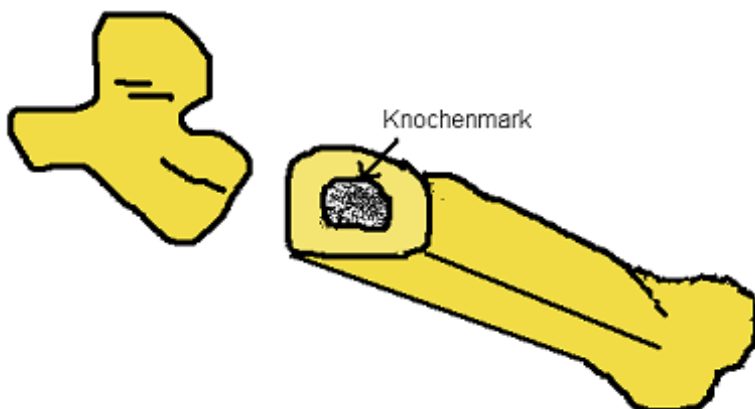
Die Lebensdauer der Leukozyten beträgt einige Tage bis vier Monate.  
Die Erythrozyten werden etwa vier Monate alt, die Thrombozyten dagegen werden höchstens zwei Wochen alt.

Ständig müssen also neue Blutzellen hergestellt werden. Dies geschieht in den Knochen und zwar im Knochenmark durch Zellteilung:



Die Voraussetzung zur Zellteilung ist eine Mutterzelle. In dieser entsteht dann ein zweiter Zellkern. Im nächsten Schritt wird eine neue Membran gebildet. Nun kann sich die Zelle teilen und zwei Tochterzellen entstehen.

Im Knochenmark sehen alle Blutzellen erst einmal gleich aus. Dann wachsen sie heran und lernen ihre spezifischen Aufgaben. Wenn sie groß sind, lassen sich Erys, Leukos und Thrombos gut von einander unterscheiden. Nachdem sie ihre Aufgaben gelernt haben, können sie aus dem Knochenmark in das Blut oder an ihren zukünftigen Arbeitsplatz übergehen. Pro Sekunde entstehen im Knochenmark etwa 2,4 Millionen Erythrozyten.

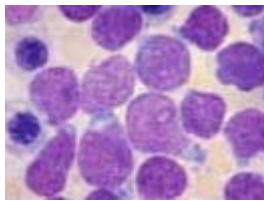


Erythrozyten gehen ins Blut über

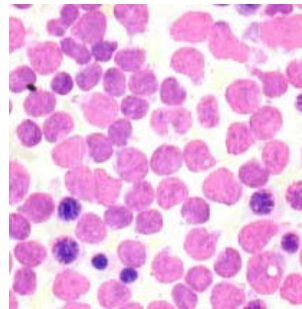
## 2. Was ist akute lymphoblastische Leukämie?

Normalerweise teilen sich die Zellen im Knochenmark und wachsen langsam, während sie ihre spezifischen Aufgaben lernen, bevor sie ins Blut übergehen.

Bei der akuten lymphoblastischen Leukämie verliert der Körper die Kontrolle über die Zellteilung und das Wachstum der Zellen, die zu Lymphozyten heranwachsen sollten. Solche Zellen, die ihre Aufgaben gar nicht richtig lernen, werden unreife Blutzellen oder **Blasten** genannt. Da diese bei der lymphoblastischen Leukämie Lymphozyten werden sollten, heißen sie **Lymphoblasten**.



Lymphoblasten



Lymphoblasten

Diese Lymphoblasten sind bald so viele, dass sie die anderen vernünftigen Zellen in die Ecke drängen, deren Produktion unterbinden und sich im ganzen Knochenmark ausbreiten.

Wenn sie dort keinen Platz mehr haben, gehen sie ins Blut über, obwohl sie noch gar keine richtigen Lymphozyten sind. Mit dem Blut kommen sie überall hin in den Körper. Sie lagern sich z.B. in den Lymphknoten, in der Leber oder in der Milz an. Deshalb haben Kinder, die Leukämie haben oft geschwollene Lymphknoten oder einen angeschwollenen Bauchraum.

Es kann passieren, dass die Lymphoblasten in das Nervenwasser übertreten. Das Nervenwasser, das das Gehirn und das Rückenmark umspült, wird auch **Liquor** oder **Spinalflüssigkeit** genannt. Bei Jungen können die Lymphoblasten auch in die Hoden gelangen.

Die Lymphoblasten machen zwar selbst nichts Schlimmes, aber sie stehen überall im Weg und behindern so die anderen normalen Zellen bei ihrer Arbeit.

Die häufigste Form von Leukämie bei Kindern ist die akute lymphoblastische Leukämie. Besonders sind Kinder zwischen 3 und 5 Jahren betroffen, wobei sie auch in andern Altersgruppen auftreten kann. Jedoch erkranken ein wenig mehr Jungen als Mädchen.

## 3. Welche anderen Arten von Leukämie gibt es?

### 3.1. Die akute Leukämie

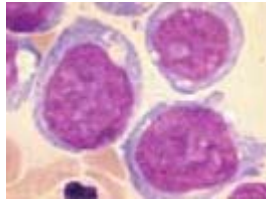
Die akute Leukämie macht sehr schnell krank, d.h. die Blasten vermehren sich innerhalb kürzester Zeit im Übermaß.

Wenn Kinder Leukämie bekommen, dann ist es fast immer eine akute Leukämie. Auch hier unterscheidet man verschiedene Arten. Dabei kommt es darauf an, zu welchen Blutzellen die Blasten ausgebildet werden sollten.

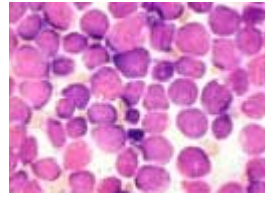
#### 3.1.1. Die akute myeloblastische Leukämie (AML)

Bei der myeloblastischen Leukämie sind die Blasten solche Zellen, die eigentlich zu Granulozyten heranwachsen sollten.

Diese werden **Myeloblasten** genannt.



Myeloblasten



Myeloblasten

### 3.2. Die Chronische Leukämie

Eine Chronische Leukämie fängt nur ganz langsam an. Auch die Blasten vermehren sich nur langsam und nicht in einem solchen Ausmaß, dass sie die anderen Zellen bei ihrer Arbeit so sehr behindern wie bei akuten Leukämien. Sowohl die lymphoblastische Leukämie als auch die myeloblastische Leukämie kann als chronische Leukämie auftreten (CLL, CML).

Bei Kindern treten hauptsächlich die akute lymphoblastische Leukämie (ALL), die akute myeloblastische Leukämie (AML) und die chronisch-myeloblastische Leukämie (CML) auf. Alle anderen Arten von Leukämie sind ganz selten bei Kindern.

## 4. Woran erkennt man Leukämie?

### 4.1. Welche Symptome treten bei Leukämie auf?

#### 4.1.1. Symptome der ALL und AML:

- (anhaltendes) Fieber
- blasse Haut und blasse Lippen
- viele blaue Flecken
- winzige rote Punkte (Petechien)
- ständige Müdigkeit
- Schwächegefühl
- Appetitlosigkeit
- Gewichtsverlust
- Knochen- oder Gelenkschmerzen
- häufige Infektionen
- Blutungsneigung
- Geschwollene Lymphknoten (am Hals, in den Achselhöhlen o. an der Leiste)
- Vergrößerung von Leber und Milz

#### 4.1.2. Symptome der CML:

- blasse Haut und blasse Lippen
- ausgeprägte Vergrößerung der Milz
- Vergrößerung der Leber ( unterschiedlichen Ausmaßes)

Das alles können aber auch Hinweise auf andere harmlose Erkrankungen sein, die nichts mit Leukämie zu tun haben.

Um genau zu wissen, ob es sich um eine Leukämie handelt, führt der Arzt einige Untersuchungen durch.

### 4.2. Untersuchungen zur Diagnose

Nach dem Auftreten der oben genannten Symptome wird das Kind gründlich untersucht. Es wird ein vollständiges Blutbild gemacht, eine Knochenmarkpunktion, sowie eine Röntgenuntersuchung des Brustkorbs und eine Ultraschalluntersuchung des Bauches durchgeführt. Auf dem Röntgenbild des Brustkorbs lässt sich das Ausmaß der Lymphknotenschwellung und eine mögliche Vergrößerung der Thymusdrüse erkennen.

Außerdem sucht der Arzt das Kind nach blauen Flecken und roten Punkten (Petechien) ab, tastet die Lymphknoten ab und untersucht den Bauchraum auf geschwollene Organe.

## 4.2.1. Blutuntersuchung

Um das Blut zu untersuchen nimmt der Arzt ein bisschen Blut beim Patienten ab. Dieses Blut kommt dann in eine Maschine, die die Erythrozyten, die Thrombozyten, die Leukozyten und auch den Farbstoff Hämoglobin automatisch zählen kann. Zwischen Granulozyten und Lymphozyten kann die Maschine allerdings nicht unterscheiden. Das können nur ganz besondere Maschinen. Also muss man im Labor einen Blutausstrich machen und dann unter dem Mikroskop die Granulozyten und die Lymphozyten auszählen. Alle Zahlen werden dann auf einem Zettel mit dem Namen des Patienten zusammen getragen. Dies ist dann ein **Blutbild**:

Laborbefunde von **Kathrin Gruber**, geb. 20.11.1989

06.06.2005

Parameter	Normalwert	27.05.05 BNr.:1			
LEUKO	4.00-11.00 Tsd/æ	5.33			
ERY	4.00-5.00 Mio/æ	4.68			
HB	12.0-16.0 g/dl	13.6			
HK	37.0-47.0 %	38.3			
MCV	82.0-99.0 fl	81.8			
MCH	27.0-33.0 pg	29.1			
MCHC	31.0-37.0 g/dl	35.5			
THRO	140-440 Tsd/æ	307			
GBB		-----			
Diff		-----			
% Hypo	0.00-5.00	% 0.20			
EVB	0.00-16.00	% 13.90			
EOS	1.00-7.00	% 2.20			
BASO	0.00-1.50	% 0.40			
MONO	3.40-9.00	% 5.20			
NEUTR	37.0-75.0	% 57.6			
LYMP	19.0-48.0	% 31.5			
SONST	<5.5	% 3.1			

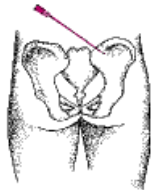
Ein gesundes Kind hat etwa 5000-15000 Mikroliter Leukozyten im Blut. Ergibt das Blutbild, das der Patient erheblich mehr Leukozyten im Blut hat, ist dies ein deutlicher Hinweis auf Leukämie. Ob es sich dabei um die myeloblastische oder die lymphoblastische Leukämie handelt, kann man am stark erhöhten Wert der Granulozyten bzw. der Lymphozyten sehen. Außerdem kann man erkennen ob das Kind eine Bluttransfusion benötigt und wie stark das Knochenmark beeinträchtigt ist.

## 4.2.2. Knochenmarkpunktion (KM)

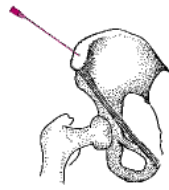
Um bei der Diagnose ganz richtig zu liegen, entnimmt der Arzt eine Gewebeprobe aus dem Knochenmark. So kann er sehen ob sich Blasten im Knochenmark befinden.

Um etwas Mark aus einem Knochen zu entnehmen sucht der Arzt sich einen Knochen, der ganz nahe unter der Haut liegt.

Das ist meistens der obere Rand des Beckenknochens hinten, manchmal aber auch vorne. Man kann aber auch aus dem Brustbein oder bei Säuglingen aus dem Schienbein etwas Knochenmark entnehmen.



hinterer Beckenkamm



vorderer Beckenkamm



Schienbein

So wird eine Knochenmarkpunktion durchgeführt:

Nachdem der Arzt den Knochen mit dem Finger gefühlt hat, desinfiziert er die Haut darüber mit Desinfektionsmittel.

Mit einer dünnen Nadel spritzt er nun das Betäubungsmittel unter die Haut über dem Knochen. Diese Stelle ist jetzt völlig ohne Schmerzgefühl.

Wenn der Arzt die Punktionsnadel in den Knochen geschoben hat, kann er mit Hilfe einer Spritze etwas Knochenmark ansaugen.

Entnimmt er ein kleines Stückchen Knochen mit Knochenmark, indem er es mit der Nadel aussticht, nennt man dies eine **Knochenmark-Stanze** oder **Knochenmark-Biopsie**.

Dieses entnommene Knochenmark wird dünn auf einen Objektträger aufgetragen. Unter dem Mikroskop kann man nun feststellen, welche Zellen darin enthalten sind und ob sich Blasten im Knochenmark befinden. Im Labor wird das Knochenmark auch noch mit anderen Methoden untersucht.

## 5. Wie wird ALL behandelt?

Die Ärzte stellen für jeden Patienten einen genauen Plan auf, der vorgibt, welche Medikamente wann dran sind. So ein Plan wird **Behandlungsprotokoll** oder **Behandlungsschema** genannt.

Für die verschiedenen Arten von Leukämie gibt es unterschiedliche Protokolle.

Die Behandlung von ALL ist in zwei große Abschnitte eingeteilt:

die intensive Anfangstherapie und die Dauertherapie. Jede der beiden Therapien ist in 2 Phasen unterteilt.

## 5.1. Die Intensive Anfangstherapie

Zu der intensiven Anfangstherapie gehört die remissionserzeugende Phase und die ZNS(**ZentralnervenSystem**)-Behandlung.

### 5.1.1. Die remissionserzeugende Phase

Bei der remissionserzeugenden Phase wird eine Chemotherapie eingesetzt, um so viele Leukämiezellen wie möglich zu zerstören. Dies geschieht durch Medikamente, die die Zellen beim Teilen stören. Diese Medikamente werden **Zytostatika** genannt. Am empfindlichsten stören sie die Blasten, da sich die dauernd teilen.

Die Zytostatika werden über Spritzen oder durch Tröpfe, welche manchmal mehrere Stunden oder sogar Tage dauern, zugeführt. Deshalb muss der Patient während dieser Zeit für einige Tage stationär im Krankenhaus bleiben. Wenn im Blut und im Knochenmark keine Leukämiezellen mehr zu finden sind, dann ist der Patient in **Remission** (d.h. krankheitsfreie Phase). Das lässt sich z.B. mit Hilfe einer KM feststellen. Remission bedeutet aber nicht, dass man gesund ist. Denn würde die Behandlung jetzt abgebrochen, würde die Leukämie mit Sicherheit wieder ausbrechen.

Doch die Zytostatika stören nicht nur Blasten, sondern auch gesunden Zellen beim Teilen, da auch diese sich öfters teilen müssen, um neue Blutzellen für den Körper zu produzieren.

Außerdem lösen die Zytostatika auch noch andere Nebenwirkungen wie z.B. Haarausfall, Entzündungen (auf Grund von nur wenigen Leukos), Übelkeit und Erbrechen aus.

### 5.1.2. Die ZNS-Behandlung

Einigen Blasten gelingt es aber an Plätze zu gelangen, wo sie die Zytostatika nicht so einfach finden können. Solche Plätze sind im Kopf und im Nervenwasser gegeben. Ein anderer Name für diese Flüssigkeit, die das Gehirn und das Rückenmark umgibt, ist **Liquor**.

Um diese Ausreißer besonders zu behandeln gibt es mehrere Möglichkeiten:

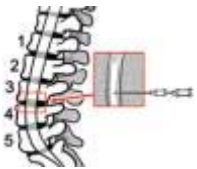
#### 5.1.2.1. Die Lumbalpunktion (LP)

Bei einer LP wird etwas vom Liquor gewonnen und dann unter dem Mikroskop untersucht, um zu sehen, ob sich dort Leukämiezellen befinden.

Damit die Medikamente gezielt im Nervensystem wirken, spritzt der Arzt Medikamente wie Zytostatika und **Antimetabolite** ins Liquor. Antimetabolite sind eigentlich Stoffe, die eine Zelle zum Wachsen braucht. Doch diese wurden ein bisschen verändert, nämlich so, dass es die Zelle nicht merkt und sie trotzdem als Nahrung benutzt. Da das den Zellen und besonders den Blasten sehr schlecht bekommt gehen sie daran zugrunde.

Aber zuerst erfühlt der Arzt mit seinen Fingern die richtige Stelle und desinfiziert diese. Anschließend spritzt er mit einer Spritze die Betäubung unter die Haut. Wenn der Arzt die LP-Nadel eingeführt hat, tropft das Nervenwasser von ganz alleine aus der Nadel heraus und man muss es nur noch in Röhrchen auffangen.

Will der Arzt Medikamente ins Nervenwasser geben, so lässt er vorher genau die Menge an Liquor heraus, die er später als Medikamente wieder hineingibt.



#### 5.1.2.2. Methotrexat (MTX) oder Alexan

Bei Methotrexat (MTX) und Alexan handelt es sich um Antimetabolite. Oft werden sie bei einer LP direkt in das Liquor gespritzt. Alexan heißt auch Cytosin-Arabinosid (ARA-C) oder Udicil. Man bekommt es als Spritze, entweder in bei einer LP, in eine Vene (intravenös) oder manchmal direkt unter die Haut. MTX gibt es auch als Tablette, als Spritze oder als Infusion. Als ZNS-Behandlung bekommen manche Kinder eine so große Menge von MTX oder Alexan als Tropf, dass genug davon über das Blut ins Liquor gelangt.

Wenn man MTX bekommt, wird dem Körper noch 3 Tage lang Flüssigkeit und ein Gegenmittel, welches **Leucovorin** heißt mit einem Tropf zugeführt, damit man diese Menge von MTX gut verträgt.

### 5.1.2.3. Die Schädelbestrahlung

Auch die Schädelbestrahlung ist eine Möglichkeit um die Blasten, welche sich im Kopf versteckt halten zu zerstören.

Bestimmte Strahlen rütteln und schütteln die Zellen so stark, dass sie sich nicht mehr richtig teilen können und dann absterben.

Das betrifft vor allem die Blasten, da diese sich viel häufiger als die anderen Zellen teilen. Die anderen Zellen werden deshalb viel weniger gestört.

Doch auch die Bestrahlung hat Nebenwirkungen. Z.B. werden die Haare für eine Zeit lang ausfallen, doch nach der Behandlung werden sie wieder nachwachsen. Auch kann es vorkommen, dass die Kinder nach der Bestrahlung etwas müde und matt sind. Sie schlafen dann sehr viel, haben keinen richtigen Appetit mehr und bekommen manchmal auch Fieber. Aber auch dies legt sich nach kurzer Zeit wieder von selbst.

bei der Bestrahlung

ich selbst im Bestrahlungsraum

## 5.2. Die Dauertherapie

Zu der Dauertherapie gehört die Konsolidierungs- und Intensivierungstherapie und die Erhaltungstherapie.

### 5.2.1. Die Konsolidierungs- und Intensivierungstherapie

In der Konsolidierungs- und Intensivierungstherapie wird, nachdem nun komplette Remission erreicht worden ist, die Chemotherapie nochmals angesetzt. Durch sie sollen die jetzt noch vorhandenen Blasten vernichtet werden. Diese sind zwar nur noch wenige, die man mit dem Mikroskop im Knochenmark nicht erkennt, doch würde man die Chemotherapie absetzen, würde die Leukämie ganz sicher wieder auftreten.

Die Konsolidierungs- und Intensivierungstherapie erstreckt sich über mehrere Monate.

Bei Kindern, die ein besonders hohes Rückfallrisiko haben, wird noch eine Schädelbestrahlung gemacht, um zu verhindern, dass die Leukämie durch im Gehirn versteckte Blasten wieder ausbricht.

### 5.2.2. Die Erhaltungstherapie

Die Erhaltungstherapie dauert im Allgemeinen 1-2 Jahre. Das Kind kann während dieser Phase zu Hause und in gewohnter Umgebung sein. Es muss allerdings noch jeden Tag Tabletten einnehmen und muss einmal in der Woche in die Ambulanz zum Bluttest kommen. Seltener werden auch LPs und KMs gemacht, um zu kontrollieren, ob die Blasten wirklich alle verschwunden sind.

Nach einer gewissen Zeit, wenn alles gut abgelaufen ist, vergrößern sich die Abstände zu weiteren Kontrollen.

## 5.3. Der Rückfall

Trotzdem kann es manchmal vorkommen, dass sich wieder neue Blasten bilden. Das nennt man einen **Rückfall** oder ein **Rezidiv**. Ein Rezidiv kann sowohl während der Therapie, als auch erst Jahre später auftreten. Um wieder in Remission zu kommen, muss auf jeden Fall eine neue Chemotherapie verabreicht werden. Doch dazu werden meist neue und noch aggressivere Medikamente gebraucht.

Ist ein passender Knochenmark-Spender vorhanden kann man die Leukämie auch durch eine Knochenmarkstransplantation behandeln.

### 5.3.1. Die Knochenmarkstransplantation

Um eine Knochenmarkstransplantation durchzuführen müssen zuerst alle Zellen im Knochenmark zerstört werden. Dazu bekommt der Patient eine hoch dosierte Chemotherapie und eine Ganzkörperbestrahlung. Da dann aber keine neuen Blutzellen mehr gebildet werden, kann auf die Dauer kein Mensch ohne Knochenmarkzellen leben. Deshalb bekommt der Patient Zellen aus dem Knochenmark eines gesunden Menschen. Dieser wird **Spender** genannt.

Diese Knochenmarkzellen werden direkt ins Blut des Patienten gegeben. In dem Fall wird der Patient auch **Empfänger** genannt.

Von dort gelangen sie in das leere Knochenmark. Dort sollen sie anwachsen und neue Blutzellen für den Patienten produzieren.

Doch das Knochenmark des Spenders muss eine große Ähnlichkeit zu dem des Empfängers aufweisen, da es sonst dessen Organismus angreift.

Im günstigsten Fall ist der Spender der Zwilling des Empfängers. Doch auch Geschwister und andere nahe Verwandte können als Spender in Frage kommen. Meistens sind zwar die Zellen von Verwandten einander ähnlicher, doch es kommt auch vor, dass ein völlig Fremder der Spender ist. Ob der Empfänger die Zellen wirklich verträgt, wird vorher im Labor getestet.

Bis die neuen Knochenmarkzellen im Knochenmark des Empfängers richtig angewachsen sind, werden keine neuen Leukozyten gebildet. Deshalb kommt es zu einer zwischenzeitlichen Immunschwäche. Der Patient muss also in dieser Zeit ganz besonders vor Keimen geschützt werden. Denn jeder sonst noch so harmlose Keim im Organismus könnte zum Tod führen. Während dieser kritischen Phase muss sich der Patient deshalb in einem sterilen Raum auf einer besonderen Station aufhalten.

Für eine solche Knochenmarktransplantation muss man ungefähr 2 bis 3 Monate im Krankenhaus bleiben. Da die Durchführung einer Knochenmarktransplantation nicht ohne Risiken abläuft, wird diese nur in bestimmten Fällen vorgenommen.

## 5.4. Der Zentralvenöse Katheter

Bei der Behandlung von Leukämie werden die Medikamente oft direkt in die Vene gegeben. Auch werden öfters eine Bluttransfusion und andere Infusionen benötigt. Dafür muss aber erst eine Kanüle gelegt werden. Doch das kann unangenehm sein, besonders wenn die Venen schlecht zu finden sind und mehrmals gestochen werden muss.

Deshalb legt man häufig einen **Zentralvenösen Katheter**.

Davon gibt es zwei verschiedene Arten. Bei beiden Arten liegt das eine Ende in einer großen Vene nahe am Herzen.

Bei den Ports endet das andere Ende in einer kleinen Kammer direkt unter der Haut. Bei dieser Sorte muss zwar noch gestochen werden, man kann allerdings nicht daneben stechen.

Bei den Hickmans oder auch Broviac-Kathetern kommt das andere Ende sogar aus der Haut heraus, also muss gar nicht mehr gestochen werden. Dies ist besonders für kleinere Kinder von Vorteil.

Jedoch müssen diese Katheter unter Narkose eingelegt werden. Außerdem müssen sie regelmäßig gespült werden und können eine Infektion hervorrufen. Man muss sich also gut überlegen für wen und für welche Behandlung so ein Katheter sinnvoll ist und welche Sorte man dann einlegt.

ich mit Netzhemd und Katheter

ich, kurz nach der Katheter-OP

## 6. Woher kommt Leukämie eigentlich?

Obwohl in vielen Ländern Forscher daran arbeiten herauszufinden, warum sie diese Blasten überhaupt so unkontrolliert teilen, weiß bis heute niemand genau, woher Leukämie eigentlich kommt.

Man kennt jedoch verschiedene Faktoren, die einen Einfluss auf das Leukämierisiko und die Entstehung von Leukämie bei Kindern haben können:

- das Down-Syndrom bestätigte sich als starker Risikofaktor
- ein hohes Geburtsgewicht
- durch Aussetzung von Magnetfeldstärken (50Hz) von über 0,4  $\mu$ T
- radioaktive Strahlung und Röntgenstrahlen
- erbliche Veranlagung
- Zwillinge von Leukämiekranken
- bestimmte chemische Substanzen (auch bestimmte Zytostatika)

## 7. Persönlichen Erinnerungen & Eindrücke

An den Finger Pieks zur Bestimmung des Blutbildes konnte ich mich sehr lange nicht gewöhnen, weil ich diesen als sehr schmerzhaft empfunden habe. Eine Erklärung dafür hatte ich mir damals zurechtgelegt: Kleine Kinder haben eine „gläserne“ Haut und Erwachsene eine „Puddinghaut“. Ich entwickelte für diese Prozedur ein Ritual. Meine Mama setzte sich auf den Stuhl, ich auf ihren Schoß und die Laborantin musste bis drei zählen. Freude bereiteten mir die bunten Pflaster, von denen ich mir eines für den Finger aussuchen konnte.

Sehr wichtig war mir, dass meine Mama auch nachts bei mir war. Meiner Mama erging es ebenso. Sie musste dafür aber sehr kämpfen und verbrachte viele Nächte auf der Station in meinem Zimmer auf einem Liegestuhl. Noch heute können wir nicht verstehen, warum die Eltern nicht selbst die Entscheidung treffen können, ob sie beim Kind oder im Elternwohnheim die Nacht verbringen möchten. Für meine Mama war dies eine zusätzliche psychische Belastung, zumal die Auseinandersetzung mit den Schwestern bei jedem stationären Aufenthalt stattfand.

Das Pflaster das den Katheter am Ende zusätzlich festhielt, ziepte und spannte bei jeder Bewegung. Trotzdem wurde mir das Pflaster von den Schwestern aufgezwungen, und das, obwohl ich immer ein Netzhemdchen trug, keine Geschwister habe und keine „bösen Buben“ in der Nachbarschaft waren, die am Katheter gezogen hätten. Doch meine Mama befreite mich jedes Mal bereits im Auto vor der Heimfahrt von diesem lästigen Pflaster.

Nach der überstandenen Chemotherapie wollte ich ein Buch über meine Erlebnisse während meiner Krankheit für andere Kinder schreiben. Es blieb damals bei einem kurzen Anfang - und heute ein Jahrzehnt später wurde eine Kinderdoktorarbeit daraus.

Als mir die „Behandlungen“ zu viel wurden, nahm ich eines Tages einen Spielzeughammer und eine große Injektionsspritze mit ins Krankenhaus, um den Schwestern, Laborantinnen und Ärzten auf den Kopf zu hauen bzw. um auf deren Brillen und Haare Wasser zu spritzen. Der Oberarzt bestätigte mich darin. Ich musste die Tat gar nicht ausführen, es genügte mir, damit gedroht zu haben.

Auch meine Puppe Liesel war krank. Sie hatte ebenso einen Katheter. An ihr musste der Doktor zuerst ausführen, was er dann bei mir machte.

Aber auch ich selbst spielte zu Hause Doktor. Mein Papa bekam von mir einen Katheter „eingepflanzt“ und musste Untersuchungen über sich ergehen lassen, die ich auch erfahren habe.

Wenn es mir nach Infusionen nicht so gut ging, hatte ich dafür eine Erklärung: Herr Unzufrieden kam zur Tür herein und machte sich in mir breit.

Bei den Aufenthalten in der Tagesklinik und auf der Station, während die Infusionen liefen, war meine Lieblingsbeschäftigung Malen. Oft malte ich mich selbst als Clown mit langen roten Haaren.



Als meine Haare ausfielen und der Arzt mir sagte, dass die Haare wieder kommen – vielleicht lockig oder in einer anderen Farbe– wünschte ich mir immer rote oder grüne Haare. Doch die Haare ließen lange auf sich warten und ich hatte Angst sie kommen gar nicht wieder. Als Übergangslösung trug ich Mützen und solche bekam ich viele geschenkt. Noch heute bin ich ein Mützen-Fan. Besonders lustig fand ich meine Glatze mit weißen Cremetupfern geschminkt. So sah ich wie ein Fliegenpilz aus.

Woran ich mich auch noch gut erinnern kann, ist der Käsegeruch bei der Bestrahlung. Allein in einem Zimmer liegend – nur noch mit Mamas Stimme verbunden - vernahm ich bei jeder Bestrahlung einen starken Geruch nach Käse. Während dieser Zeit musste ich auf vielen Heimfahrten im Auto spucken. Da meine Mama auf der Schnellstraße nicht beliebig anhalten konnte, hatte ich für diese Fälle immer Spuckschalen dabei.

Unbeschwerte Stunden erlebte ich mit den Erziehern und dem Psychologen auf der Station. Sie waren da zum Spielen, Basteln, Vorlesen und für andere lustige Dinge.

auch mit Katheter kann man Baden

Tabletteneinnahme

am Tropf

### Zusammenfassung:

Leukämie ist eine Blutkrankheit.

Bei der akuten lymphoblastischen Leukämie (ALL) vermehren sich die Zellen, die zu Lymphozyten heranwachsen sollten, unkontrolliert und ohne richtig auszureifen.

Diese unreifen Blutzellen heißen Lymphoblasten. Mit der Zeit verbreiten sie sich im ganzen Körper, drängen die vernünftigen Zellen in die Ecke und unterbinden deren Produktion.

Es gibt außer ALL noch andere Arten von Leukämie.

Bei Kindern treten hauptsächlich die akute lymphoblastische Leukämie (ALL), die akute myeloblastische Leukämie (AML) und die chronisch-myeloblastische Leukämie (CML) auf.

Kinderdoktorarbeit: „Was passiert im Körper bei Leukämie?“

Die Diagnose wird mittels der aufgetretenen Symptome und Voruntersuchungen gestellt.

Die Behandlung von ALL ist in zwei große Abschnitte eingeteilt, in die intensive Anfangstherapie und in die Dauertherapie.

Durch eine Chemotherapie wird mittels Zytostatika und Antimetabolite eine Remission erzielt.

Auf diese Weise lässt sich bei ALL eine durchschnittliche Heilungsrate von 80% erreichen. Doch auch durch Bestrahlung können die Blasten zerstört werden.

Woher Leukämie kommt weiß bis heute niemand genau. Man kennt jedoch verschiedene Risikofaktoren.

### Literaturverzeichnis und Quellen:

Zu meiner Ausarbeitung verwendete ich folgende Bücher und Quellen:

1. Das Buch „Leukämie, was ist das?“ von Bernhard Kremens.
2. Biobücher: „Einblicke Biologie Baden-Württemberg Klasse 7“ von Klett.
3. „Biologie heute Baden-Württemberg Klasse 12/13“ von Schroedel.
4. „Biologie 3“ von Cornelsen, Informationen über das Blut und die Immunbiologie.
5. „Medizinische Biologie“, Band1 von Klett.

Berichte im Internet:

1. **Leukämien bei Kindern:**  
<http://www.medizinfo.de/krebs/kinder/leukaemie.shtml>
2. **ALL, was ist das? Kurzfassung:** [http://home.wolfsburg.de/a-041992-03311-0002/heidi\\_daten/pages/krankheit/akute\\_lymphatische\\_leukaemie.htm](http://home.wolfsburg.de/a-041992-03311-0002/heidi_daten/pages/krankheit/akute_lymphatische_leukaemie.htm)
3. **Lymphatische Leukämie bei Kindern, Uni Bonn/National Cancer Institute of USA:** <http://www.meb.uni-bonn.de/cancernet/deutsch/200026.html>
4. **Leukämie, Blutbildung, Einteilung, Ursachen:** [http://www.prometheus.uni-tuebingen.de/player/dokument.jsp?\\_document=61](http://www.prometheus.uni-tuebingen.de/player/dokument.jsp?_document=61)
5. **Mögliche Ursachen von Leukämie:**  
<http://www.medizinfo.de/krebs/leukaemie/ursachen.shtml>
6. **Ursachen und Risikofaktoren:**  
[http://www.krebsgesellschaft.de/db\\_leukaemie\\_ursache\\_und\\_risikofaktoren.4223.html](http://www.krebsgesellschaft.de/db_leukaemie_ursache_und_risikofaktoren.4223.html) und

Kinderdoktorarbeit: „Was passiert im Körper bei Leukämie?“

7. [http://www.leukaemie-online.de/modules.php?op=modload&name=NS-ezcms&file=index&menu=705&page\\_id=14](http://www.leukaemie-online.de/modules.php?op=modload&name=NS-ezcms&file=index&menu=705&page_id=14) und
8. <http://www.leukaemie-kmt.de/Leukaemie/Ursachen/index.html> und
9. <http://www.leukaemie-online.de/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=268> und
10. Deutsches Ärzteblatt 102, Ausgabe 102, Ausgabe 38 vom 23.09.2005, Seite A-2557: <http://www.aerzteblatt.de/v4/archiv/artikel.asp?id=48440>
11. **Fallkontrollstudien über individuelle Risiken:** <http://www.meb.uni-bonn.de/gmds/abstracts/0155e.html>
12. **Symptome der Leukämie:** [http://www.poliklinik-hd.de/Patienten/Ueber\\_Krebs/Grundlagen/Symptome/Leukaemie\\_Symptome/leukaemie\\_symptome.html](http://www.poliklinik-hd.de/Patienten/Ueber_Krebs/Grundlagen/Symptome/Leukaemie_Symptome/leukaemie_symptome.html) und
13. [http://www.krebsgesellschaft.de/db\\_leukaemie\\_symptome\\_4224.html](http://www.krebsgesellschaft.de/db_leukaemie_symptome_4224.html)
14. **Allgemeine leukämische Symptome:** [http://www.netdokter.de/krankheiten/fakta/akute\\_leukaemie.htm](http://www.netdokter.de/krankheiten/fakta/akute_leukaemie.htm)

Trickfilm:

15. „Es war einmal... das Leben“ vom WDR.

Bilder aus dem Internet:

16. **Blutbild:** [www.deutsches-museum.de](http://www.deutsches-museum.de) (von mir ergänzt)
17. **Blutplasma und Blutkuchen:** <http://www.med-college.de/index.shtml> (modifiziert)
18. **Blutzellen:** [www.blutspende-nsob.de](http://www.blutspende-nsob.de)
19. **Erythrozyten:** <http://ods.schule.de/>
20. **Fresszelle:** <http://www.kinder-hd-uni.de/bilder/fresszelle>
21. **Makrophage:** [hepatitis-c.de](http://hepatitis-c.de)
22. **Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme von T- und B-Lymphozyten:** [grips.dimdi.d](http://grips.dimdi.d)
23. **T Lymphozyten einer sog Killerzelle:** [www.innolife.de](http://www.innolife.de)
24. **T Helferzelle:** [hepatitis-c.de](http://hepatitis-c.de)

Kinderdoktorarbeit: „Was passiert im Körper bei Leukämie?“

**25. Schematische Darstellung der Zellteilung:** [www.strahlentherapie.uni-bonn.de/patinfo/kap1\\_7.htm](http://www.strahlentherapie.uni-bonn.de/patinfo/kap1_7.htm) (von mir erweitert).

**26. Lymphoblasten, Myeloblasten:** [www.charite.de/rv/imed/akute\\_leukaemie.htm](http://www.charite.de/rv/imed/akute_leukaemie.htm)

**27. Knochenmarkpunktion:** [info.multimedica.de/.../KHFBI002FXXFF00103.html](http://info.multimedica.de/.../KHFBI002FXXFF00103.html)

**28. Lumbalpunktion:** [www.infomedica.se](http://www.infomedica.se)

**29. Methotrexat (MTX):** [www.kmhk.kmu.edu.tw](http://www.kmhk.kmu.edu.tw)

Einige Bilder wie z.B. Bestrahlung aus:

**30.** „Leukämie, was ist das“ von B. Kremens **oder**

**31.** Ablauf einer Immunreaktion: „Biologie 3“ von Cornelsen, Informationen über das Blut und die Immunbiologie.

### Danksagung:

Ich bedanke mich bei der OSK in Ravensburg und da vor allem bei Frau Dr. med. Korth und bei Herrn Professor Dr. med. Wiedemann, dass sie mir Gelegenheit gegeben haben, diese Kinderdoktorarbeit überhaupt zu schreiben und mich dabei unterstützten.

Ganz besonders bedanke ich mich bei der Onkologie in Ulm, bei den Klinikärzten und dem Klinikpersonal, dass ich wieder gesund bin.

Vor allem bedanke ich mich auch bei meinen Eltern, dass sie, während ich krank war, immer für mich da waren und sich um mich kümmerten.