

# Das automatisierte Blutbild

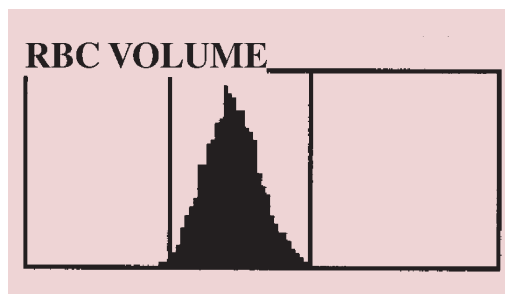
A. Tichelli

## Automatisierte Bestimmung der Erythrozyten

Die neuen vollautomatischen Zellzählgeräte haben den Alltag im Hämatologielabor revolutioniert. Sie erlauben aus kleinen Blutmengen in kurzer Zeit eine grosse Zahl verschiedener Parameter von Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten mit hoher Zuverlässigkeit zu bestimmen. Sie erfassen dabei nicht individuelle morphologische Anomalien, sondern Veränderungen von Zellpopulationen. So können neue Parameter erstellt und Zellpopulationen in Form eines Diagramms dargestellt werden. Die Bedeutung dieser flowzytometrischen Darstellung findet im klinischen Alltag noch zu wenig

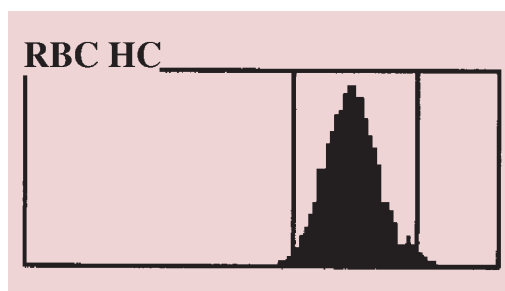
### Abbildung 1.

Normales Histogramm der Erythrozyten (RBC) nach Volumen. Eine Population mit normalgrossen Erythrozyten befindet sich innerhalb der beiden Balken. Sind die Erythrozyten mikrozytär, verschiebt sich die Population nach links, sind die Erythrozyten makrozytär, dann verschiebt sich die Population nach rechts.



### Abbildung 2.

Normales Histogramm der Erythrozyten (RBC) nach Hämoglobinkonzentration (HC). Eine Population mit normaler Hämoglobinkonzentration befindet sich innerhalb der beiden Balken. Ist die HC der Erythrozyten vermindert (Hypochromie), verschiebt sich die Population nach links, ist die HC gesteigert, dann verschiebt sich die Population nach rechts.



Anerkennung. Der behandelnde Arzt unterschätzt weitgehend diese neuen Parameter oder schenkt ihnen gar keine Bedeutung. Dabei sind sie unter bestimmten Voraussetzungen ein wichtiges diagnostisches Hilfsmittel und erlauben öfters sofortige Blickdiagnosen. Wir präsentieren hier die wesentlichen Parameter der Erythrozyten sowie die Grundlagen zu deren Interpretation. Jeder Gerätetyp hat zwar seine eigenen Darstellungen, das Prinzip der Interpretation bleibt konstant. Wir präsentieren hier die Interpretation der Histogramme (Ein-Parameter-Darstellung) und der Verteilungsdiagramme (Zwei-Parameter-Darstellung), die mittels einem Advia-120-Gerät gemessen wurden.

## Histogramme der Erythrozyten

Von den Erythrozyten werden zwei verschiedene Eigenschaften gemessen und in Histogrammen (Ein-Parameter-Darstellung) nach Volumen (Abb. 1) und Hämoglobinkonzentration dargestellt (Abb. 2). Diese Histogramme sind eine visuelle Übersicht der wichtigen Erythrozyten-Indices, Grösse (MCV) und Farbstoffgehalt (MCHC). Eine normale Erythrozyten-Population weist dabei eine Gauss-Verteilung auf.

## Verteilungsdiagramme der Erythrozyten

Die Erythrozyten können auch in Form eines Verteilungsdiagramms, mit gleichzeitiger Darstellung des Volumens (y-Achse) und der Hämoglobinkonzentration (x-Achse) dargestellt werden (Abb. 3). Das Verteilungsdiagramm wird in virtuelle Felder eingeteilt. Erythrozyten mit normaler Grösse und mit normalem Hämoglobingehalt befinden sich im mittleren Feld. Abweichungen in eine der umliegenden Felder ergibt wichtige Indikationen auf mehr oder weniger spezifische Anomalien der Erythrozyten.

Eine Verschiebung der Erythrozyten-Population nach oben spricht für eine Makrozytose, eine Verschiebung nach unten für eine Mikrozytose. Eine Verschiebung einer Population nach links spricht für eine verminderte, nach rechts für eine gesteigerte Hämoglobinkonzentration. Wenn die gesamte Population nach links unten verschoben ist, handelt es sich somit um mikrozytäre, hypochrome Erythrozyten.

## Die Erythrozytenverteilungsbreite (EVB)

Die EVB, in der englisch-amerikanischen Literatur als RDW (Red Cell Distribution Width) bezeichnet, entspricht dem Variationskoeffizienten

Hämatologische Universitätsklinik

Prof. Dr. med. André Tichelli  
Hämatologie  
Universitätsspital  
Petersgraben 4  
CH-4031 Basel

(CV) einer Erythrozyten-Population. Eine normale EVB (<14%) spricht für eine homogene Zellpopulation, eine erhöhte EVB für eine Zunahme der Grössenvariabilität der Zellen. Das EVB erlaubt somit eine Quantifizierung der Anisozytose der Erythrozyten.

**Prozentualer Anteil hypochromer Erythrozyten**

Reife Erythrozyten behalten lebenslänglich ihre initiale Grösse und Hämoglobinkonzentration. Bei einem beginnenden Eisenmangel werden die neugebildeten Erythrozyten mikrozytär und hypochrom sein, während die vor dem Eisenmangel geformten Erythrozyten ihre

normale Grösse beibehalten. Da das MCV und MCHC ein globaler Test ist, und die durchschnittliche Überlebensdauer eines Erythrozyten 120 Tage beträgt, werden sich MCV und MCHC erst nach Wochen verändern. Eine Zunahme des Anteils hypochromer Erythrozyten (d.h. Erythrozyten mit einem MCHC <28 g/dL) spricht für einen beginnenden Eisenmangel. Normalerweise sind weniger als 5% hypochrome Erythrozyten zu finden.

**Die automatisierte Zählung der Retikulozyten**

Bei der automatisierten Zählmethode der Retikulozyten werden die Zellen nach Grösse und RNS-Gehalt eingeteilt. Junge Erythrozyten, d.h. Retikulozyten enthalten RNS, reife Erythrozyten nicht. Retikulozyten können somit aufgrund ihres RNS-Gehaltes von reifen Erythrozyten unterschieden werden. Es wird zusätzlich ein Verteilungsdiagramm erstellt (Abb. 4).

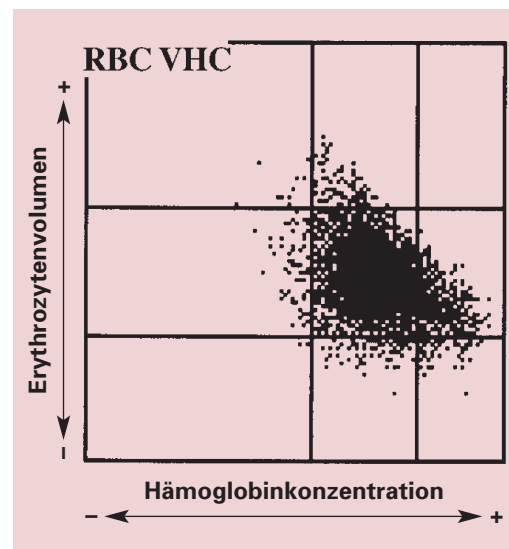
**Reifungsstadium der Retikulozyten**

Die Resultate der Retikulozyten werden in absoluter ( $\times 10^9/L$ ) und relativer Zahl (%) angegeben. Zusätzlich wird eine Unterteilung der Zellen nach Reifungsstadium möglich: Zellen mit niedrigem RNS-Gehalt entsprechen reifen Retikulozyten (Feld 2), Zellen mit mittlerem RNS-Gehalt mittelreifen Retikulozyten (Feld 3), und Zellen mit hohem RNS-Gehalt jungen Retikulozyten (Feld 4). Die reifen Erythrozyten befinden sich im Feld 1. Bei einem Bildungsstopp der Erythrozyten fehlen Retikulozyten im Feld 3 und 4 vollständig.

**Hämoglobin Konzentration der Retikulozyten (CHR)**

Die Indices der Erythrozyten sind ein hilfreiches diagnostisches Mittel. Sie erlauben unter anderem eine Einteilung in makrozytäre, normozytäre oder mikrozytäre Anämie. MCV und MCHC sind aber Globalteste, die eine Aussage über die Gesamtpopulation der Erythrozyten ergeben. Da die Überlebenszeit der Erythrozyten etwa 120 Tage beträgt, manifestiert sich eine Veränderung der erythrozytären Zellindices erst nach 2–3 Monaten. Die Retikulozyten sind Zellen, die höchsten 5 Tage alt sind. Somit ergibt die Analyse retikulozytären Zellindices eine Aussage über die letzten fünf Tage. Die Bestimmung des Hämoglobingehaltes der Retikulozyten (CHR) erlaubt deshalb frühzeitig Veränderungen der erythrozytären Indices zu erfassen.

**Abbildung 3.** Erythrogramm (Verteilungsdiagramm der Erythrozyten). Darstellung der Erythrozyten nach Hämoglobinkonzentration (x-Achse) und Volumen (y-Achse).



**Abbildung 4.** Normales Verteilungsdiagramm der Retikulozyten dargestellt nach RNS-Gehalt (x-Achse) und Zellvolumen (y-Achse). Im Feld 1 befinden sich die reifen Erythrozyten. In den Feldern 2, 3 und 4 sind die Retikulozyten zu finden.

