

# Messtechnologie der XN-L Serie

**Datum:** Januar 2020  
**Thema:** Hämatologie; Messtechnologie der XN-L Serie  
**Herausgeber:** Marketing  
**Nummer:** V2.0/REL

---

## 1 Einleitung

Bei der Durchflusszytometrie mit einem Halbleiter-Laser werden die Zellen im Durchflusszytometer mit einem 663 nm Laserstrahl erfasst. Durch die Analyse des Vorwärts-Streulichts (FSC), Seitwärts-Streulichts (SSC) und der Seitwärts-Fluoreszenzlicht-Intensität (SFL) können die Zellen nach entsprechender Behandlung mit verschiedenen Reagenzien klassifiziert und gezählt werden. Die Intensitäten der Streulichtsignale (FSC, SSC) reflektieren die Oberflächenstruktur, Partikelgröße, Kernform, den Refraktionsindex und die Reflektivität der Zellen. Im Allgemeinen nimmt das FSC-Messsignal zu, je größer die Zellen werden. Das SSC-Messsignal ist intensiver, desto komplexer die intrazellulären Strukturen sind. Die Intensität des Seitwärts-Fluoreszenzlichtsignals reflektiert die Anfärbung von Nukleinsäuren in der Zelle mit einem Fluoreszenzfarbstoff – abhängig von der Permeabilität der Zellmembran, die durch das jeweilige Lysemittel erzeugt wird, und der Affinität des Farbstoffes. Die simultane Messung dieser drei Signalstärken dient in allen Sysmex XN-L Systemen der Zählung und Differenzierung von weißen Blutzellen (inklusive der Erkennung von Anomalitäten), Retikulozyten und der durchflusszytometrischen Messung von Thrombozyten (PLT-O). Zur Verbesserung der Genauigkeit wird bei jeder Messung die Mantelstrom-Technologie eingesetzt, mit der Zellen mit Hilfe eines Hüllstromes einzeln und mittig durch die Messkapillare gelangen.

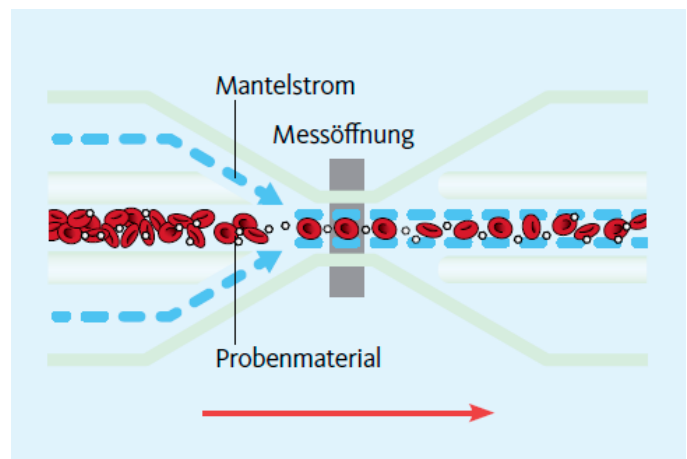
## 2 RBC/PLT Messkanal – Impedanztechnologie

**Reagenz:** Cellpack DCL/DST

Im RBC/PLT-Kanal werden Erythrozyten (RBC) und Thrombozyten (PLT) mit der Impedanztechnologie (DC = direct current, Gleichstrom) und mittels hydrodynamischer Fokussierung (Mantelstrom) anhand ihres Volumens voneinander unterschieden und gezählt. Hämatokrit (HKT), MCV, RDW-SD, RDW-CV, MicroR% und MacroR% sowie MPV, PCT, PDW, P-LCR entstammen ebenfalls dieser Messung.

### Impedanztechnologie

Ein elektrisches Feld zwischen einer positiv und einer negativ geladenen Elektrode wird genutzt, um Anzahl und Volumen der durch dieses Feld fließenden Zellen zu bestimmen. Blutzellen sind schlechte elektrische Leiter. Aus diesem Grund wird eine Elektrolytlösung mit guter Leitfähigkeit als Verdünnungsreagenz verwendet, um die Zellen zu suspendieren. Die Suspension wird in die Messkammer eingespritzt. Jede Zelle, die die Messöffnung zwischen den Elektroden passiert, erzeugt eine momentane Erhöhung des elektrischen Widerstands. Diese wird als elektrischer Impuls gemessen, wobei die Impulshöhe sich proportional zum Volumen der Zelle verhält. Ein Mantelstrom (Hüllstrom), der die Zellen beim Durchtritt durch die Kapillare umhüllt, sorgt dafür, dass die Zellen einzeln und mittig durch die Kapillare fließen. So ist eine besonders genaue Messung möglich.



**Abb. 1** Impedanztechnologie mit hydrodynamischer Fokussierung

Die Zählung der Zellen erfolgt nach dem Prinzip der „Absolutzählung“. Dies bedeutet, dass RBC- und PLT-Zahl in einem fest definierten Blutvolumen ausgezählt werden. Vorteil dieser Methode ist, dass keine regelmäßige benutzerseitige Kalibrierung erforderlich ist. Analysesysteme, die das relative Zählprinzip anwenden und die RBC-Zahl anhand der in einem vorgegebenen Zeitraum gezählten Impulse bestimmen, sind fehleranfälliger und erfordern eine regelmäßige Systemkalibrierung.

### Hämatokrit

Der Hämatokrit (HKT, eng. HCT) ist ein Parameter, der den Anteil aller zellulären Bestandteile am Volumen des Blutes bezeichnet und damit hauptsächlich von der Erythrozytenkonzentration im Vollblut abhängig ist. Sysmex Hämatologiesysteme messen den Hämatokrit durch die Impedanzmessung und kumulative Impulshöhensummierung. Jede einzelne Zelle, die durch die Messöffnung tritt, erzeugt einen elektrischen Impuls, von dem angenommen wird, dass sich die Impulshöhe proportional zum Zellvolumen verhält. Aus der Kumulation der einzelnen Impulshöhen berechnet sich der Hämatokrit (Abb. 3). Die Konstante [k] bezeichnet einen Faktor, der die osmotische Wirkung des Reagenzes auf das Erythrozytenvolumen ausgleicht.

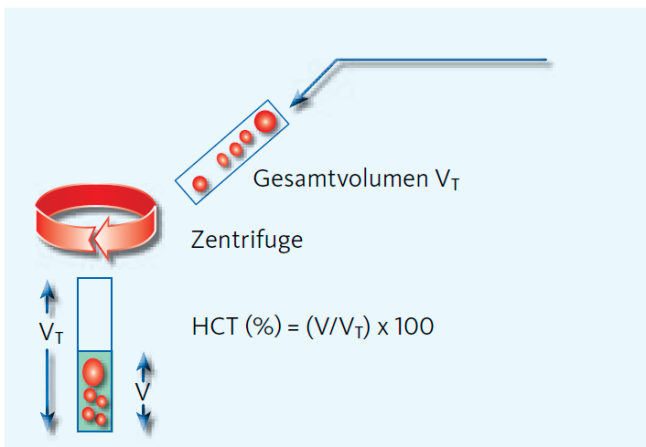


Abb. 2 Schematische Darstellung der HKT-Bestimmung durch Zentrifugieren

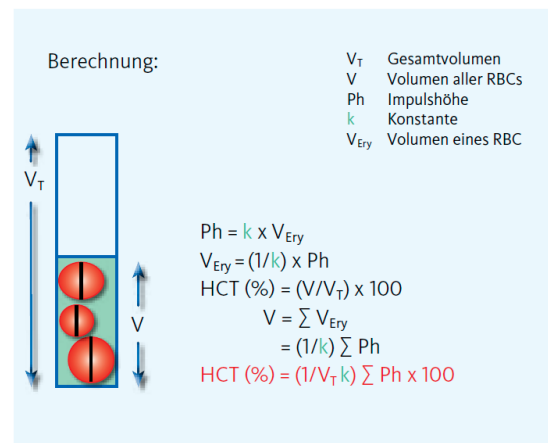


Abb. 3 Formel für die automatische HKT-Bestimmung

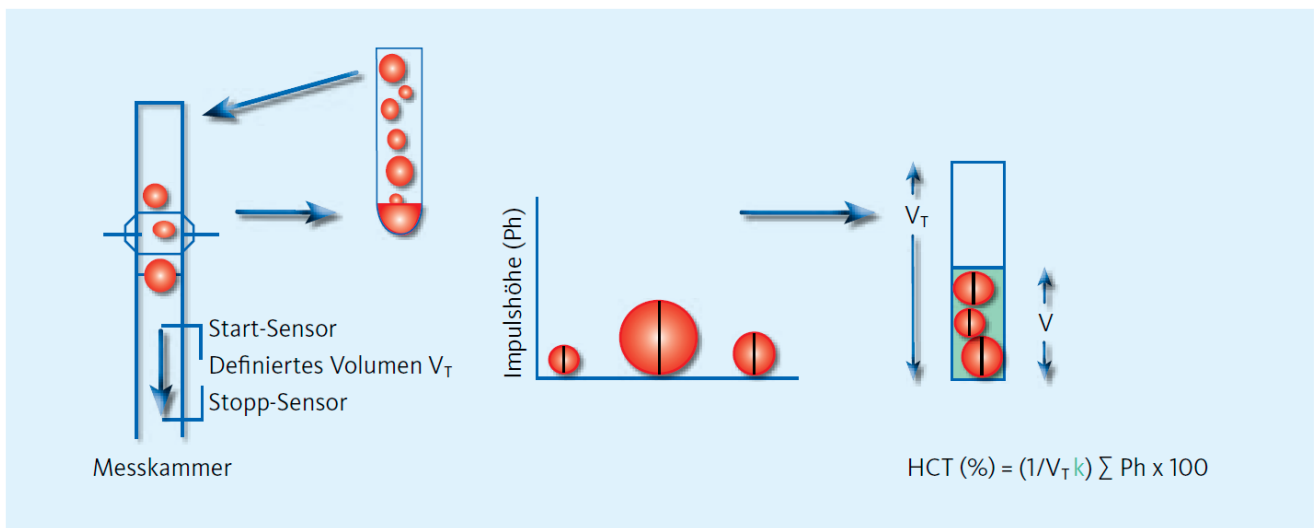


Abb. 4: Schematische Darstellung der automatischen HKT-Bestimmung: Kumulative Impulshöhensummierung (Formel siehe Abb. 3)

## Erythrozyten

Die Zählung der Erythrozyten wird im CBC mittels der Impedanztechnologie gemessen. Die Unterscheidung von Thrombozyten erfolgt anhand ihres Volumens mittels Diskriminator wie in der RBC-Verteilungskurve (Histogramm) dargestellt (Abb. 5).

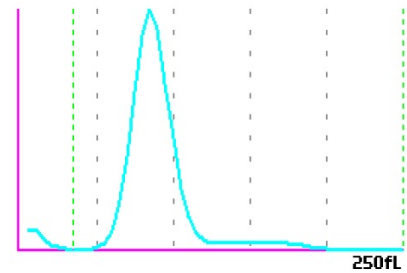


Abb. 5 RBC-Histogramm

## Mittleres korpuskuläres Volumen

Das mittlere korpuskuläre Volumen (MCV) wird anhand der nachstehenden Formel aus den Parametern RBC und HKT berechnet:

$$\text{MCV (fL)} = \frac{\text{HKT}}{\text{RBC}}$$

Die Grenzwerte des Referenzbereichs (Normalbereich) für MCV sind altersabhängig. Als normozytär, mikrozytär und makrozytär werden Erythrozytenpopulationen mit normalem, erniedrigtem bzw. erhöhtem MCV bezeichnet.

## Erythrozytenverteilungsbreite: RDW-SD und RDW-CV

Die Bestimmung der RDW-SD an Sysmex Hämatologiesystemen ist eine tatsächliche Messung der Breite der Erythrozytenverteilungskurve. Die Messung wird in 20 % relativer Höhe der Histogrammkurve über der Basislinie vorgenommen. Je weiter also die Kurve durch verschieden große Erythrozyten aufgespreizt ist, desto höher ist der RDW-SD-Wert.

Der RDW-CV wird durch Berechnung ermittelt. Die Formel lautet:

$$\text{RDW-CV} = \frac{1\text{SD}}{\text{MCV}} \times 100$$

RDW-CV und RDW-SD reflektieren die Größenvariation der Erythrozyten um den Mittelwert. Weil der 1SD durch den MCV geteilt wird, ist der RDW-CV abhängig von der durchschnittlichen Größe der Erythrozyten (MCV).

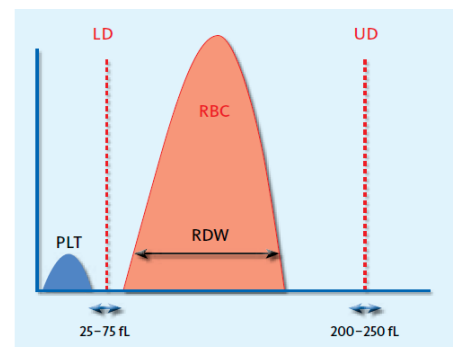
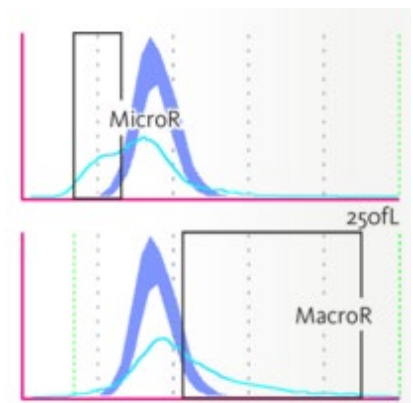


Abb. 6 Darstellung des RDW-Konzepts im Erythrozyten-Histogramm

### Anteil Mikrozyten/Makrozyten - MicroR – MacroR

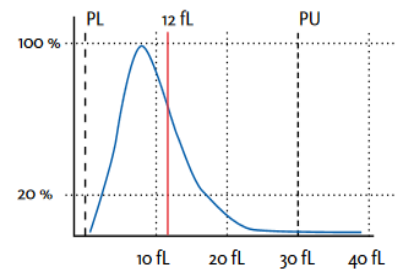
Erythrozyten und Thrombozyten werden im RBC/PLT-Kanal mittels Impedanztechnologie (auch DC-Widerstandsmessprinzips) gezählt. Dabei kommt die hydrodynamische Fokussierung zum Einsatz, sodass nur Einzelzellen den Detektor passieren und die resultierende RBC-Größenverteilung nahezu eine Gaußsche Verteilung aufweist. Die Werte der Parameter MicroR und MacroR werden aus beiden Enden des RBC-Histogramms ermittelt. Die RBC-Histogramme von Proben mit mikrozytischen RBC sind nach links verlagert und zeigen aufgrund der Zunahme kleiner RBC häufig eine Schulter auf der linken Seite. Bei Proben mit makrozytischen RBC zeigen die Histogramme rechts eine längere Flanke. Durch die Anwendung zweier verschiedener beweglicher Diskriminatoren im unteren und oberen Bereich des Histogramms kann eine mikrozytische und eine makrozytische RBC-Population bestimmt werden, und die resultierenden Parameter (MicroR und MacroR) geben diese Populationen als prozentualen Anteil an allen Erythrozyten an.



**Abb. 7** Mikrozytische RBC (MicroR, oberes Diagramm) und makrozytische RBC (MacroR, unteres Diagramm) im RBC-Histogramm

## Thrombozyten

Die Zählung der Thrombozyten erfolgt im CBC mittels der Impedanztechnologie nach dem Absolutmessprinzip. Die Trennung von Erythrozyten erfolgt anhand des Volumens durch einen Diskriminator, dargestellt in der Thrombozytenverteilungskurve (PLT-Histogramm, Diskriminator PU). Neben der Thrombozytenzahl gibt es verschiedene PLT-Zusatzparameter, die weitere Informationen aus dieser Messung liefern können: P-LCR, PDW, MPV und PCT.



**Abb. 8** PLT-Histogramm: Markierung des Diskriminators für P-LCR bei 12 fL (rot)

## Mittleres Plättchenvolumen

Der MPV gibt eine Aussage über das mittlere Plättchenvolumen, gemessen zwischen dem unteren Diskriminator PL und dem oberen Diskriminator PU. Referenzbereich liegt bei 8 – 12 fL. Berechnet wird der MPV wie folgt:  $MPV = PCT (\%) / PLT (\times 10^3/\mu L)$ . Bei anormalen Kurvenverläufen aufgrund von Interferenzen kann dieser Parameter ggf. nicht angezeigt werden.

## Anteil großer Thrombozyten

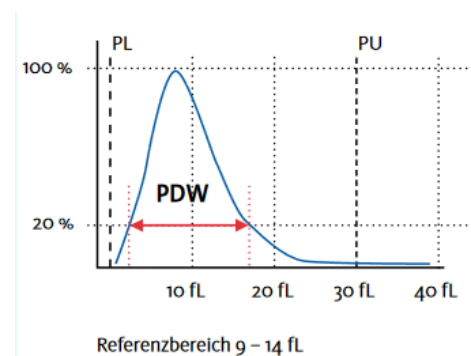
Der P-LCR (Platelet large cell ratio) gibt den Anteil der großen Thrombozyten mit einem Volumen > 12 fL aus dem PLT-Histogramm an. Neben den beiden flexiblen Diskriminatoren, die die Volumenverteilungskurve eingrenzen, gibt es zudem einen festen Diskriminator bei 12 fL (Abb. 8). Der Anteil der Thrombozyten > 12 fL im Verhältnis zur Gesamtzahl der Thrombozyten wird in % dargestellt. Bei anormalen Kurvenverläufen aufgrund von Interferenzen kann dieser Parameter ggf. nicht angezeigt werden.

## Plättchenkrit

Der Plättchenkrit (PCT) entspricht der Summe der einzelnen Thrombozytenvolumina und ist somit das Äquivalent zum Hämatokrit der Erythrozyten (Impedanztechnologie und kummulative Impulshöhensummierung).

## Thrombozyten-Verteilungsbreite

Der PDW-SD gibt die Verteilungsbreite der Thrombozyten, gemessen bei 20 % relativer Höhe der Kurvengesamthöhe, an (Abb. 9). Bei anormalen Kurvenverläufen aufgrund von Interferenzen kann dieser Parameter ggf. nicht angezeigt werden.



**Abb. 9** PLT-Histogramm: Schematische Darstellung des PDW

### 3 Hämoglobin-Messkanal – SLS-Methode

**Reagenz:** Cellpack DCL/DST, Sulfolyser

Bei der SLS-Hämoglobin-Methode wird Natrium-Lauryl-Sulfat (SLS) zum Messen der Hämoglobinkonzentration verwendet. Diese Methode ist komplett cyanidfrei. Fette werden emulgiert, sodass es nur sehr selten zu einer Trübung und damit verbundenen falsch hohen HGB-Werten kommt. Es finden folgende Reaktionen statt:

Hämolytische Reaktion zwischen SLS und der Erythrozytenmembran: SLS bindet sich hauptsächlich durch Ionenbindung und teilweise durch hydrophobe Bindung an die Erythrozytenmembran. Dies führt zur Solubilisierung von Phospholipiden auf der Erythrozytenmembran und bewirkt den Austritt von Hämoglobin aus der roten Blutzelle.

1. Veränderung in der Globinstruktur durch SLS.
2. Oxidation des Hämeisens durch Sauerstoff: Zusammen mit der Veränderung der Struktur des Globins wird das zweiwertige Hämeisen einfach durch die Sauerstoffbindung an das Hämeisen oder den gelösten Sauerstoff in dreiwertiges Eisen umgewandelt.
3. Bindung von SLS: Die hydrophilen Gruppen des SLS binden sich an das dreiwertige Hämeisen und es entsteht stabiles SLS-Hämoglobin. Das Analysesystem misst die Absorption bei einer Wellenlänge von 555 nm.

Der Vorteil der SLS-Methode gegenüber anderen cyanidfreien Methoden besteht darin, dass sie in der Lage ist, die Hämoglobinderivate Desoxyhämoglobin, Oxyhämoglobin, Carboxyhämoglobin und Methämoglobin zu messen.

## 4 Die Erythrozytenindizes MCH, MCHC und MCV

### Mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt

Der mittlere korpuskuläre Hämoglobingehalt (MCH) wird anhand der nachstehenden Formel aus den Parametern RBC und HGB berechnet:

$$\text{MCH (pg)} = \frac{\text{HGB}}{\text{RBC}}$$

Die Referenzwerte für MCH sind altersabhängig. Der MCH verhält sich in der Regel proportional zum MCV. Die Zellgröße wird im Wesentlichen durch ihren Hämoglobingehalt bestimmt. Zellen mit einem normalen MCH werden als normochrom bezeichnet, Zellen mit niedrigem MCH als hypochrom.

### Mittlere korpuskuläre Hämoglobin-Konzentration

Der MCHC wird anhand der folgenden Formel aus den Parametern HKT und HGB errechnet:

$$\text{MCHC (g/dL)} = \frac{\text{HGB}}{\text{HKT}}$$

### MCV – Mittleres korpuskuläres Volumen

Siehe Beschreibung RBC/PLT-Messkanal – Impedanztechnologie



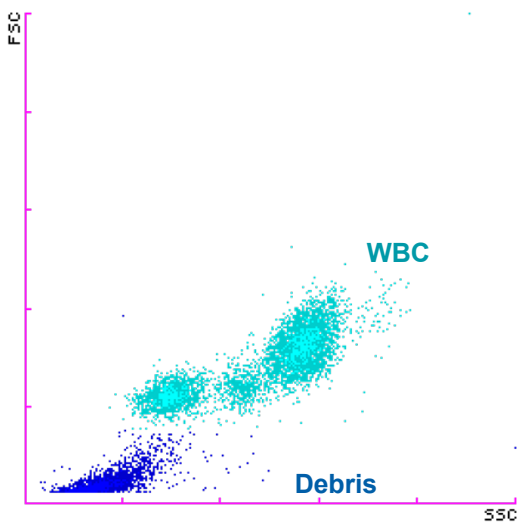
## 5 Leukozyten

WDF-Kanal: Anforderungsprofil CBC (Leukozytenzahl)

**Reagenzien WDF-Kanal/CBC:** Lycercell WDF

Im Anforderungsprofil CBC (ohne Differenzierung) werden die Leukozyten im WDF Kanal anhand der Auswertung von Vorwärtsstreulicht- und Seitwärtsstreulichtsignalen mit einem Halbleiterlaser ausgewertet.

Hierfür wird ein Teil der Blutprobe mit Lycercell WDF verdünnt. Dabei werden rote Blutzellen und Thrombozyten lysiert bzw. geschrumpft, während das Reagenz auf weiße Blutzellen nur wenig Einfluss nimmt. So können weiße Blutzellen von Erythrozyten und Thrombozyten mittels der Auswertung des Vorwärts- und Seitwärtsstreulichts exakt unterschieden und die Anzahl der weißen Blutzellen bestimmt werden.



**Abb. 10** WDF-Kanal im Analyseprofil CBC

WDF-Kanal – Anforderungsprofil: CBC + DIFF (Leukozyten, Leukozytendifferenzierung)

**Reagenzien:** Lycercell WDF, Fluorocell WDF

Der WDF-Kanal differenziert und zählt Neutrophile, unreife Granulozyten (IG), Lymphozyten, Monozyten Eosinophile und Basophile mittels Fluoreszenzdurchflusszytometrie anhand der Auswertung von Streulicht- und Fluoreszenzlichtsignalen mit einem Halbleiterlaser. Ebenso können in diesem Messkanal eine Vielzahl von Warnhinweisen auf abnormale Zellen ausgelöst werden.

Die oberflächenaktiven Substanzen des Lycercell WDF bewirken die Hämolyse der Erythrozyten und durchdringen die Zellmembranen der weißen Blutzellen. Der Grad der Auswirkung und damit die Veränderung der Zellmorphologie hängen von den individuellen Eigenschaften des Typs der Leukozyten ab. Diese Unterschiede werden mit dem Seitwärts-Streulicht hervorgehoben. Der Fluoreszenzfarbstoff Fluorocell WDF dringt in die Zellen ein und färbt die Nukleinsäuren (vorwiegend zytoplasmatische RNA), abhängig von der Permeabilität der Zellmembran durch das in diesem Kanal eingesetzte Lyserreagenz. Durch die Auswertung der Fluoreszenzsignalintensität und der Streulichtmessung ist es möglich, verschiedene Leukozyten zu differenzieren und zu zählen.

Der DIFF-Modus der XN-L-Serie schließt die Zählung unreifer Granulozyten (IG) ein. Je nach Einstellung werden IG als Zusatzparameter (5-part DIFF) oder innerhalb der 100 % Differenzierung (6-part-DIFF) reportiert. Optional erhältlich: Proben mit geringer Leukozytenkonzentration können in dem speziellen „Low WBC-Modus“ automatisch wiederholt werden (nur XN-550/Reflex). Durch das 3-fache Zählvolumen erhöht sich die Zuverlässigkeit der Ergebnisse für alle Parameter einschließlich der Leukozytendifferenzierung.

Der zusätzliche Modus für vorverdünnte Proben ist für die Analyse von Kapillarblutproben vorgesehen. Im Vorverdünnungsmodus ist ein Blutvolumen von lediglich 20 µL erforderlich.

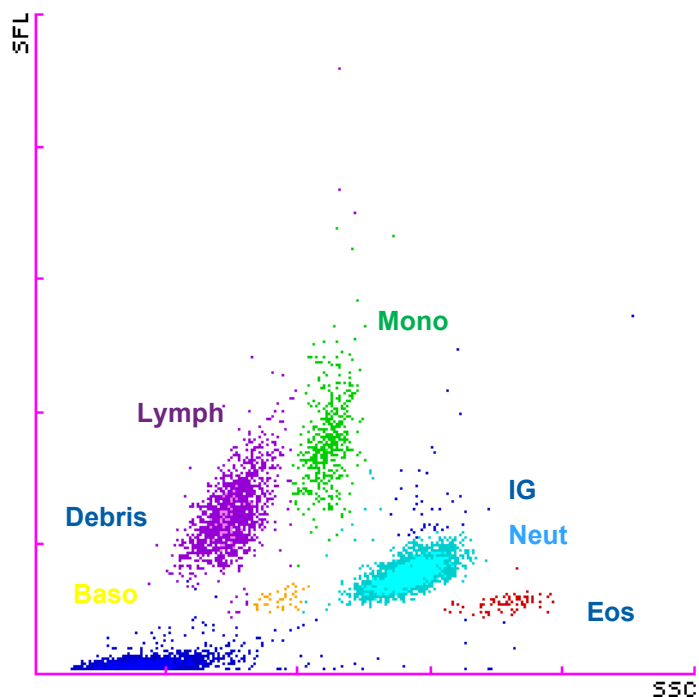


Abb. 11 WDF-Scattergramm: Differenzierung von Leukozyten

## 6 Retikulozyten-Messkanal

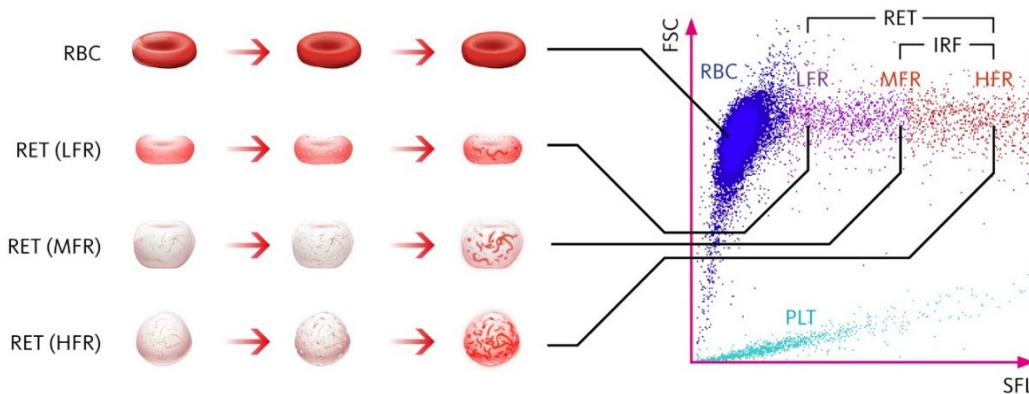
**Reagenz:** Cellpack DFL, Fluorocell RET

Der optionale Retikulozyten-Messkanal liefert eine Vielzahl von Parametern. Neben dem relativen und absoluten Anteil der Retikulozyten und deren Reifeparametern ergeben sich auch das Retikulozyten-Hämoglobin-Äquivalent (RET-H<sub>e</sub>), RBC-H<sub>e</sub>, Delta-H<sub>e</sub>, Hypo-H<sub>e</sub>, Hyper-H<sub>e</sub> und PLT-O (optische Thrombozyten).

Im RET-Kanal werden die Zellen mit Cellpack DFL behandelt und durch Fluorocell RET werden die Nukleinsäuren der roten und weißen Blutzellen sowie der Thrombozyten angefärbt. Zur Unterscheidung werden Vorwärtsstreulicht- und Seitwärts-Fluoreszenzlichtsignale ausgewertet. Leukozyten zeigen dabei sehr hohe Fluoreszenzlichtsignale und stören die Retikulozytenmessung in der Regel nicht. Die gleichzeitige Auswertung von Vorwärtsstreulicht- und Fluoreszenzlichtsignalstärke ermöglicht auch die gute Trennung von Thrombozyten und Erythrozyten.

### Retikulozyten und Retikulozytenreifeparameter

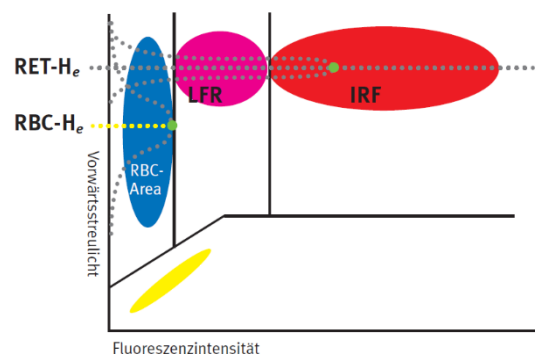
Retikulozyten haben im Gegensatz zu reifen Erythrozyten Reste von Nukleinsäuren, die sich je nach Gehalt unterschiedlich stark anfärben. Retikulozyten können so in drei Reifestufen eingeteilt werden: LFR (low fluorescence reticulocyte) entspricht eher reifen Retikulozyten, während MFR (medium fluorescence reticulocyte) und HFR (high fluorescence reticulocyte) den unreifen Retikulozyten zugeschrieben werden. Der Parameter IRF (immature reticulocyte fraction) fasst die Parameter HFR und MFR zusammen.



**Abb. 12** RET-Scattergramm: Retikulozyten und Retikulozyten-Reifeparameter

### RET-H<sub>e</sub>, RBC-H<sub>e</sub>, Delta-H<sub>e</sub> – Hämoglobin-Äquivalente

Neben dem Fluoreszenzgehalt der Zellen wird das Vorwärtsstreulicht in einem bestimmten Winkel betrachtet. Aus dem *mittleren* Vorwärtsstreulicht der Retikulozyten ergibt sich das Retikulozyten-Hämoglobin-Äquivalent RET-H<sub>e</sub>, aus dem *mittleren* Vorwärtsstreulicht der Erythrozyten das RBC-H<sub>e</sub>. Das Delta-H<sub>e</sub> wird aus diesen beiden Parametern berechnet (Delta-H<sub>e</sub> = RET-H<sub>e</sub> – RBC-H<sub>e</sub>).



**Abb. 13** RET-H<sub>e</sub> und RBC-H<sub>e</sub>



### HYPO-H<sub>e</sub>, HYPER-H<sub>e</sub> – Anteil hypo- und hyperchrome Erythrozyten

Beide Parameter werden im Retikulozytenkanal adäquat zur RBC-H<sub>e</sub> Messung ermittelt. Hypo-H<sub>e</sub> (%Hypo-H<sub>e</sub>), der Anteil hypochromer Erythrozyten bezeichnet den prozentualen Anteil der Erythrozyten mit einem HGB-Gehalt < 17pg. Aufgrund der ca. 120-tägigen Lebenszeit der Erythrozyten verändert sich dieser Wert verhältnismäßig langsam. Er spiegelt die Eisenversorgung der Erythropoese über die letzten drei bis vier Monate wider und ist damit ein guter Langzeitparameter. HYPER-H<sub>e</sub>, der Anteil hyperchromer Erythrozyten, gibt den prozentualen Anteil der RBC mit zellulärem Hämoglobingehalt über 49 pg an.

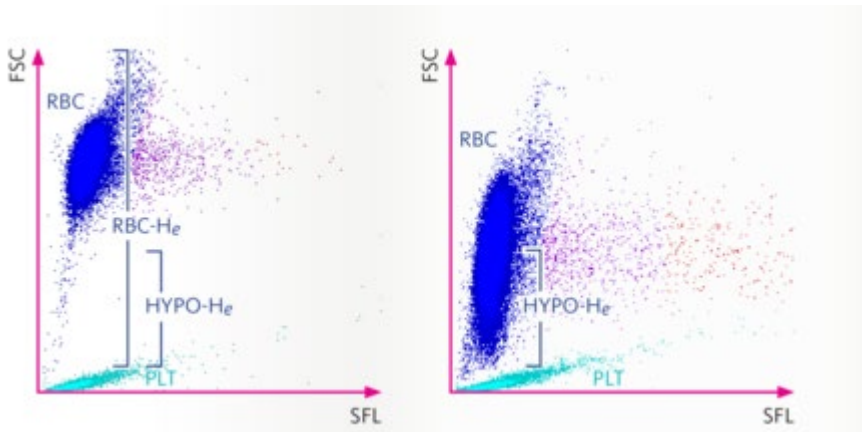


Abb. 14 RBC-H<sub>e</sub> und HYPO-H<sub>e</sub>

### Fluoreszenz-optische Thrombozytenmessung PLT-O

Der PLT-O Wert gibt den Thrombozytenwert der fluoreszenz-optischen Messung der Thrombozyten aus dem RET-Kanal an. In diesem Messansatz wird die Anfärbung der Nucleinsäuren der Thrombozyten mit dem Fluocell RET genutzt. Unreife (große) Thrombozyten enthalten mehr Nucleinsäuren als reife Thrombozyten und als Erythrozyten. Durch die Auswertung von Vorwärtsstreulichtsignalen und Seitwärtsfluoreszenzlichtsignalen ist eine sehr gute Trennung dieser Zellklassen möglich.

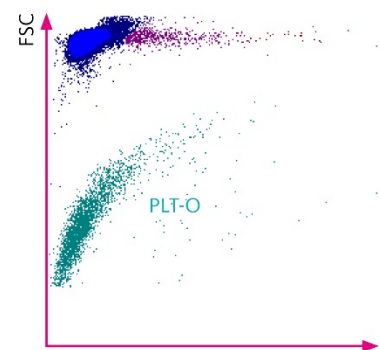


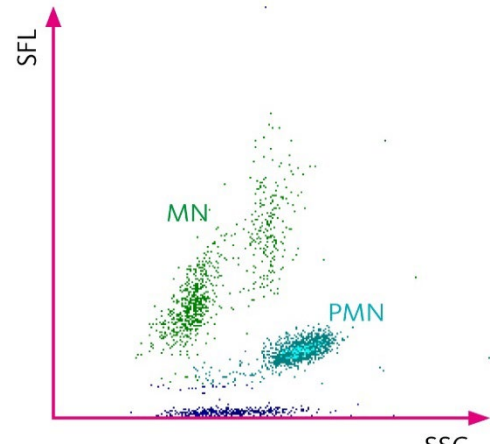
Abb. 15 PLT-O Scattergramm: Messung der fluoreszenz-optischen Thrombozyten aus dem Retikulozyten-Messansatz

## 7 BF-Modus – Körperflüssigkeiten

**Reagenz:** Lysercell WDF, Fluorocell WDF (WDF-Kanal); Cellpack DCL (RBC/PLT-Kanal)

Im optionalen BF-Modus (Bodyfluid-Modus) können verschiedene Körperflüssigkeiten gemessen werden: Liquor (CSF), Synovialflüssigkeit, Pleurapunktat, Peritonealdialysat (CAPD) und Peritonealpunkate (Aszites). Das Zählvolumen in der automatischen BF-Messung ist dabei mehr als 2x so hoch wie das Zählvolumen der Fuchs-Rosenthal-Zählkammer und entspricht 7,98µL.

In der durchflusszytometrischen Messung zur Zählung von WBC-BF, TC-BF, Mononukleären- (MN) und Polymorphnukleären Zellen (PMN) werden die Zellen mit Lysercell WDF behandelt und die Nucleinsäuren der Zellen durch das Fluorocell WDF angefärbt. Ausgewertet werden Fluoreszenz- und Seitwärtsstreulichtsignalstärken. Erythrozyten werden im BF-Modus mit der Impedanzmessung im RBC/PLT-Messkanal gezählt.



**Abb. 16** WDF-BF Scattergramm: Zellzählung (WBC-BF und TC-BF sowie Differenzierung in mononukleäre und polymorphnukleäre Zellen)

## Verlinkungen zu weiterführender Literatur

### Weitere Informationen finden Sie auf folgenden Seiten

- Informationen zum Blutbild und Parametern: [www.sysmex.de/akademie/wissenszentrum](http://www.sysmex.de/akademie/wissenszentrum)
- Hämatologie-Themenblätter und Kunden-Artikel: [www.sysmex.de/xtra](http://www.sysmex.de/xtra)

## Anhang: Diagnostische Parameter im Vollblutmodus

Messkanal	Messprinzip	Analyse-Parameter	Bedeutung
WDF Verdünnung 1:94		WBC	Leukozyten
		BASO#	Basophile
		BASO%	Prozentualer Anteil der Basophilen
		NEUT#	Neutrophile
		NEUT%	Prozentualer Anteil Neutrophile
		LYMPH#	Lymphozyten
		LYMPH%	Prozentualer Anteil Lymphozyten
		MONO#	Monozyten
		MONO%	Prozentualer Anteil Monozyten
		EO#	Eosinophile
		EO%	Prozentualer Anteil Eosinophile
		IG#	Unreife Granulozyten
		RET* Verdünnung 1:204	Fluoreszenz- Durchflusszytometrie mit einem Halbleiterlaser
RET#	Retikulozytenzahl		
RET%	Prozentualer Anteil Retikulozyten bezogen auf Erythrozyten		
IRF	Retikulozytenreifeindex		
LFR	Low Fluorescence Reticulocyte (reife Retikulozyten)		
MFR	Medium Fluorescence Reticulocyte (mittelreife Retikulozyten)		
HFR	High Fluorescence Reticulocyte (unreife Retikulozyten)		
RET-He	Retikulozyten-Hämoglobin Äquivalent		
Delta-He	Delta-He wird durch die Gleichung $\Delta\text{He} = \text{RET-He} - \text{RBC-He}$ berechnet.		
RBC-He	Hämoglobin-Äquivalent der reifen Erythrozyten		
HYPO-He	Prozentualer Anteil hypochromer (reifer) Erythrozyten (geringe Vorwärtsstreuungssignalintensität) bezogen auf normochrome Erythrozyten (normale Vorwärtsstreuungssignalintensität) im RET-Scattergramm		
HYPER-He	Prozentualer Anteil hyperchromer (reifer) Erythrozyten (erhöhte Vorwärtsstreuungssignal-Intensität) bezogen auf normochrome Erythrozyten (normale Vorwärtsstreuungssignal-Intensität) im RET-Scattergramm		
RBC/PLT Verdünnung 1:501	Mantelstrom Detektionsverfahren Impedanztechnologie		
		RBC	Erythrozyten (rote Blutzellen)
		HCT	Hämatokrit
		MCV	Mittleres korpuskuläres Volumen
		RDW-SD	Erythrozytenverteilungsbreite (Standardabweichung)
		RDW-CV	Erythrozytenverteilungsbreite (Variationskoeffizient)
		PLT (PLT-I)	Thrombozyten (RBC/PLT-Kanal)
		MPV	Mittleres Thrombozytenvolumen
		PDW	Thrombozytenverteilungsbreite
		PCT	Plättchenkrit
		P-LCR	Prozentualer Anteil großer Thrombozyten
		MicroR	Anteil Mikro RBC
		MacroR	Anteil Makro RBC
RBC/ PLT & HGB	Berechnung	MCH	Mittleres korpuskuläres Hämoglobin
		MCHC	Mittlere korpuskuläre Hämoglobinkonzentration
HGB Verdünnung 1:747	SLS-Hämoglobin- Verfahren	HGB	Hämoglobinkonzentration



## Forschungsparameter im Vollblutmodus

Messkanal	Forschungsparameter	Bedeutung
WDF	TNC	Gesamtanzahl kernhaltiger Zellen WBC+ NRBC
	WBC-C	Gesamtanzahl kernhaltiger Zellen gemessen durch Vorwärts-und Seitwärtsstreulicht im WDF
	TNC-C	Gesamtanzahl kernhaltiger Zellen (WBC+NRBC) gemessen durch Vorwärts-und Seitwärtsstreulicht im WDF
	WBC-D	Leukozytenzahl aus dem WDF-Kanal
	TNC-D	Gesamtanzahl kernhaltiger Zellen (WBC + NRBC) gemessen aus dem WDF-Kanal
	NRBC #/%	Anzahl kernhaltiger roter Blutzellen/ Ration kernhaltiger roter Blutzellen
	WBC-D&	Partikelanzahl durch die Subtraktion von der IRBC-Zahl von WBC-D
	NEUT#&	Anzahl der Neut# minus IG#
	NEUT%&	Prozentualer Anteil der NEUT# minus IG#, bezogen auf Leukozyten
	LYMP#&	Anzahl der LYMPH# minus HFLC#
	LYMP%&	Prozentualer Anteil der LYMPH minus HFLC, bezogen auf Leukozyten
	HFLC#	Anzahl Zellen im oberen LYMPH-Bereich des WDF-Scattergramms
	HFLC%	Prozentualer Anteil der Zellen im oberen LYMPH-Bereich des WDF-Scattergramms bezogen auf Leukozyten
	NE-SSC	Seitwärtsstreulichtintensität des NEUT-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	NE-SFL	Fluoreszenzlichtintensität des NEUT-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	NE-FSC	Vorwärtsstreulichtintensität des NEUT-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	LY-X	Seitwärtsstreulichtintensität des LYMPH-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	LY-Y	Fluoreszenzlichtintensität des LYMPH-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	LY-Z	Vorwärtsstreulichtintensität des LYMPH-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	MO-X	Seitwärtsstreulichtintensität des MONO-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	MO-Y	Fluoreszenzlichtintensität des MONO-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	MO-Z	Vorwärtsstreulichtintensität des MONO-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	NE-WX	Seitwärts-Streulichtverteilungsbreite des NEUT-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	NE-WY	Fluoreszenzlichtverteilungsbreite des NEUT-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	NE-WZ	Vorwärtsstreulichtverteilungsbreite des NEUT-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	LY-WX	Seitwärtsstreulichtverteilungsbreite des LYMPH-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	LY-WY	Fluoreszenzlichtverteilungsbreite des LYMPH-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	LY-WZ	Vorwärtsstreulichtverteilungsbreite des LYMPH-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	MO-WX	Seitwärtsstreulichtverteilungsbreite des MONO-Bereichs (WDF-Scattergramm)
	MO-WY	Fluoreszenzlichtverteilungsbreite des MONO-Bereichs (WDF-Scattergramm)
MO-WZ	Vorwärtsstreulichtverteilungsbreite des MONO-Bereichs (WDF-Scattergramm)	

RET*	RET-Y	Vorwärtsstreulichtintensität im RET-Bereich (RET-Scattergramms)
	RET-RBC-Y	Vorwärtsstreulichtintensität im RBC-Bereich (reife Erythrozyten) (RET-Scattergramm)
	IRF-Y	Vorwärtsstreulichtintensität aus dem IRF-Bereich (RET-Scattergramm)
	RPI	Retikulozytenproduktionsindex
	RET-UPP	Wert im UPP-Bereich des RET-Scattergramms
	RET-TNC	Wert im TNC-Bereich des RET-Scattergramms
	RBC-O	Erythrozyten (RET-Kanal)
	PLT-O	Thrombozyten gemessen im RET-Kanal
	FRC# / %	Fragmentozyten, gezählt in einem spez. Bereich unterhalb des RBC-Bereichs (RET-Scattergramm)/ Ration Fragmentozyten
	HGB-O	Hämoglobinkonzentration gemessen im RET-Kanal
	MCHC-O	MCHC-O kalkuliert aus HGB-O/ Hämatokrit
Delta-HGB	Delta-HGB kalkuliert aus HGB minus HGB-O	
RBC	PLT-I	Thrombozytenzahl gemessen aus dem RBC/PLT-Kanal

## Diagnostische Parameter im Bodyfluid-Modus\*

Messkanal	Messprinzip	Analyse-Parameter	Bedeutung
WDF Verdünnung 1:19	Fluoreszenz-Durchflusszytometrie mit einem Halbleiterlaser	WBC-BF	Leukozyten (Körperflüssigkeit)
		MN#	Mononukleäre Zellen
		MN%	Prozentualer Anteil mononukleäre Zellen
		PMN#	Polymorphonukleäre Zellen
		PMN%	Prozentualer Anteil polymorphonukleäre Zellen
		TC-BF#	Gesamtanzahl kernhaltiger Zellen (Körperflüssigkeit)
RBC Verdünnung 1:501	Mantelstrom (DC)-Detektionsverfahren	RBC-BF	Erythrozyten (Körperflüssigkeit)

## Forschungsparameter im Bodyfluid-Modus\*

Messkanal	Forschungsparameter	Bedeutung
WDF	HF-BF#	Zellen mit stärkerer Fluoreszenz als im WBC-BF-Bereich des WDF-Scattergramms
	HF-BF%	HF-BF pro 100 WBC-BF
	NE-BF#	Zellen im NEUT-Bereich des WDF-Scattergramms
	NE-BF%	NE-BF pro 100 WBC-BF
	LY-BF#	Zellen im LYMPH-Bereich des WDF-Scattergramms
	LY-BF%	LY-BF-Zahl pro 100 WBC-BF
	MO-BF#	Zellen im MONO-Bereich des WDF-Scattergramms
	MO-BF%	MO-BF-Zahl pro 100 WBC-BF
	EO-BF#	Zellen die im EO-Bereich des WDF-Scattergramms
	EO-BF%	EO-BF-Zahl pro 100 WBC-BF
RBC	RBC-BF2	Erythrozyten (Körperflüssigkeiten) mit einer Anzeige von mindestens 100/µl

\* optionale Parameter, nicht bei allen Analysesystemen vorhanden, je nach Konfiguration, Applikationen und Anwendungen.  
Stand Juli 2018