

Fluoreszenz-Durchflusszytometrie in der Hämatologie: xE-5000 Case Manager

Der xE-5000 Case Manager führt als Spitzensystem die SYSMEX X-CLASS an und vereint die bekannte Zuverlässigkeit dieser Geräte und ihrer Ergebnisse mit neuen, innovativen Parametern, der Möglichkeit zur Analyse von Körperflüssigkeiten in einem separaten Modus und nicht zuletzt einem neuen diagnostischen Konzept, dem Case Manager.

Die bewährte Fluoreszenz-Durchflusszytometrie, in Kombination mit der Mehrkanalmesstechnologie und spezifischen Reagenzien, dient als Grundlage für die Leistungsfähigkeit des Gerätes.

Folgende Messkanäle finden am xE-5000 Case Manager in den verschiedenen Messprofilen Verwendung:

- RBC/PLT-Kanal
- Hämoglobin-Kanal
- WBC/BASO-Kanal
- DIFF-Kanal
- IMI-Kanal
- RET-Kanal
- NRBC-Kanal
- Modus zur Messung von Körperflüssigkeiten

Die Analysenergebnisse des xE-5000 Case Managers beinhalten nicht nur Zahlenwerte, sondern auch Histogramme und Scattergramme mit wichtigen zusätzlichen Informationen. So werden zum Beispiel sowohl die Zellverteilungen und die Lage abnormaler Zellen im Scattergramm als auch die Kurvenverläufe der Histogramme bei jeder Probe beurteilt. Der Anwender wird automatisch durch interpretative Meldungen auf Abnormalitäten der Probe hingewiesen.

Im Nachfolgenden werden die Methoden der einzelnen Messkanäle erläutert.

1. RBC/PLT-Kanal: Impedanzmessung mittels hydrodynamischer Fokussierung

Die Erythrozyten und Thrombozyten werden gemeinsam in einer Messkammer analysiert, da sie sich aufgrund ihrer physiologischen Größenunterschiede eindeutig voneinander trennen lassen. Von dem angesaugten Gesamtblutvolumen werden für die Erythrozyten-/Thrombozytenanalyse 4 μL benutzt. Diese werden zusammen mit CELLPACK, dem Verdünnungsreagenz, in einer Mischkammer in einem Verhältnis von 1:500 verdünnt.

Ein fest definiertes Volumen dieser Verdünnung wird in die Messkammer eingespritzt und durch eine Kapillaröffnung gesaugt. Wenn Zellen durch diese Messöffnung treten, erzeugen sie eine elektrische Widerstandsänderung, die als elektrischer Impuls gemessen wird. Dabei ist die Größe jedes analysierten Impulses direkt proportional zur jeweiligen Größe der Zelle, die die Messöffnung in dem Moment passiert und den Impuls ausgelöst hat. Das Gerät misst darüber hinaus die Anzahl der Impulsänderungen eines fest definierten Probenvolumens in einer vorgegebenen Zeit.

Mit Hilfe der hydrodynamischen Fokussierung (HDF), einem die Zellen zylindrisch umhüllenden Mantelstrom, erzeugt durch das Reagenz CELLSHEATH, wird gewährleistet, dass alle Zellen die Messöffnung zentriert und einzeln passieren. Dieses Verfahren verhindert Störsignale, die durch Doppeldurchtritte (Koinzidenzen) oder Rezirkulationen entstehen könnten. Somit wird auch bei extremen Zellkonzentrationen ein genaues Zählergebnis gewährleistet. Gleichzeitig wird durch die HDF die Messöffnung permanent gespült, womit Verstopfungen minimiert werden können (Abb. 1 und 2).

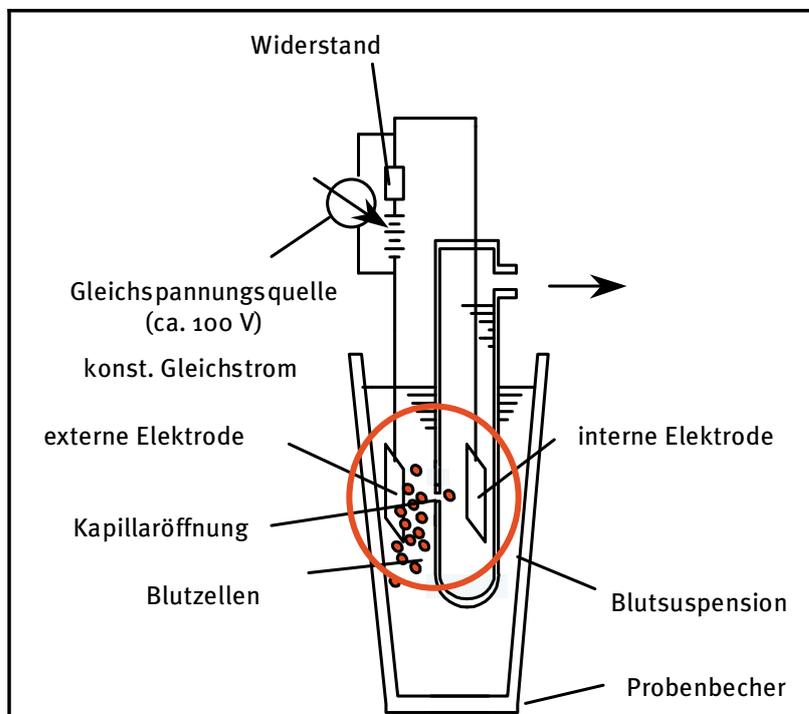


Abb. 1 Schematische Darstellung des Widerstandsmessprinzips

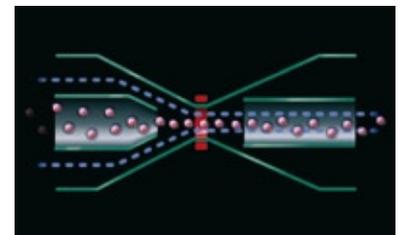


Abb. 2 Zentralstrahlprinzip mit hydrodynamischer Fokussierung

Die Zellverteilungen der Erythrozyten und Thrombozyten werden in zwei unterschiedlichen Histogrammen dargestellt.

Im RBC/PLT-Kanal wird aus der Summe aller RBC-Einzelimpulse auch der Hämatokrit ermittelt. Die Messmethode dafür heißt »kumulative Impulshöhensummierung«. Die Erythrozytenindizes MCV, MCH und MCHC werden aus den Parametern RBC, Hämatokrit und Hämoglobin berechnet.

2. Hämoglobin-Kanal: SLS-Hämoglobin-Methode

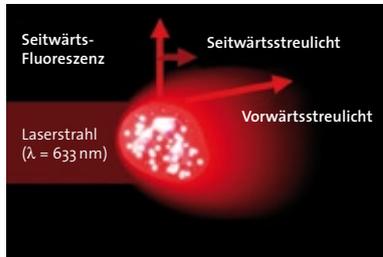
Für die SYSMEX SLS-Hämoglobin-Methode wird das Reagenz SULFOLYSER eingesetzt. Wichtiger Bestandteil dieses Reagenzes ist das Natrium-Lauryl-Sulfat (SLS), ein Tensid, welches z.T. auch in Seifen enthalten ist. Einem Teil des angesaugten Blutes werden CELLPACK und SULFOLYSER zugesetzt, sodass eine Verdünnung von 1:500 entsteht. SLS löst die Lipoproteine in der Zellmembran aller Zellen und setzt das Hämoglobin der Erythrozyten frei. Die hydrophoben Gruppen des SLS binden an den Globinanteil und bewirken so eine Konformitätsänderung im Hämoglobinmolekül. Dadurch wird die Oxidation des zweiwertigen Eisens möglich und es entsteht Methämoglobin. Hydrophile Bestandteile des Natrium-Lauryl-Sulfates können nun an das entstandene dreiwertige Eisen im Methämoglobinkomplex binden. Der auf diese Weise entstandene, stabile Farbkomplex (SLS-Hb) ist photometrisch analysierbar mit einem Absorptionsmaximum von 555 nm.

Diese von SYSMEX angewendete Methode ist zyanidfrei und enthält auch keine weiteren giftigen Substanzen. Trübungen hervorgerufen durch Lipide werden durch die seifenartige Eigenschaft des Reagenzes bis auf ein Minimum reduziert. Durch die in einem separaten Messkanal stattfindende Hämoglobinmessung und die Verdünnung der Probe sind die Ergebnisse auch bei einer extremen Leukozytose verlässlich.

Die vom ICSH (International Council for Standardization in Haematology) empfohlene internationale Standardmethode ist die Zyanidmessmethode. Die SYSMEX SLS-Methode wird bereits seit Anfang der 90er Jahre als Standard an allen Hämatologie-Analysengeräten angewendet, und mehrere Studien belegen die exzellente Korrelation der beiden Methoden. [1,2]

Weitere Messkanäle

Wenn Blutzellen durchflusszytometrisch analysiert werden, erfolgt zuvor in jedem Messkanal eine spezifische Reagenzreaktion, die die natürlichen Eigenschaften der Blutzellen hervorhebt. Nach der Inkubation wird das mit Reagenzien verdünnte Blut in einer Durchflusszelle analysiert. Beim Passieren



dieser werden die Zellen mit monochromatischem Licht eines Halbleiterlasers bestrahlt. Je nach Streuwinkel des erfassten Lichtes kann man auf unterschiedliche Zelleigenschaften schließen (Abb. 3):

- Vorwärtstreulicht – Zellgröße
- Seitwärtstreulicht – interne Zellstruktur, Komplexität
- Seitwärts-Fluoreszenzlicht – RNA-/DNA-Gehalt der Zelle

Abb. 3 Optisches Verhalten einer Zelle im Laserlicht

3. WBC/BASO-Kanal: Durchflusszytometrie

Die Zählung der Leukozyten und basophilen Granulozyten findet im WBC/BASO-Kanal statt. Dazu werden vom Gerät Blut und das Reagenz STROMATOLYSER-FB in einem Verhältnis von 1:50 verdünnt. Durch das Reagenz werden alle Erythrozyten in diesem Messansatz lysiert. Des Weiteren bewirkt das



saure Reagenz eine Schrumpfung der Leukozyten. Nur die basophilen Granulozyten bleiben unbeeinflusst und werden stabilisiert, sodass sie in ihrer Größe und Struktur erhalten bleiben (Abb. 4).

Abb. 4 Leukozyten nach der Einwirkung von STROMATOLYSER-FB

Bei der durchflusszytometrischen Analyse werden das Vorwärts- und das Seitwärtstreulicht gemessen. Das Vorwärtstreulicht reflektiert die Zellgröße, während das Seitwärtstreulicht die innere Struktur und Komplexität von Zellen wiedergibt. Durch die vorangegangene Behandlung der Zellen mit dem Reagenz entstehen zwischen Leukozyten und Basophilen sowohl ein signifikanter Größenunterschied als auch ein Unterschied in der Struktur der Zelle. Auf der Grundlage dieser beiden Eigenschaften werden die Zellen eindeutig voneinander getrennt, zuverlässig gezählt und im WBC/BASO-Scattergramm in separaten Populationen dargestellt.

4. DIFF-Kanal: Fluoreszenz-Durchflusszytometrie

Im DIFF-Kanal werden die verbleibenden vier Zellpopulationen der Leukozyten bestimmt: Neutrophile, Eosinophile, Lymphozyten und Monozyten. Für die Messung wird ein Reagenziensystem bestehend aus einer Kombination von Lyse-reagenz und Fluoreszenzfarbstoff verwendet und mit dem Blut 1:51 verdünnt. Die erstgenannte Komponente, STROMATOLYSER-4DL, lysiert während dieses Vorganges alle Erythrozyten und perforiert die Zellmembranen der Leukozyten. Der Fluoreszenzfarbstoff, STROMATOLYSER-4DS, kann somit in die Zellen eindringen. Die Leukozyten bleiben bei diesem Prozess weitestgehend intakt. STROMATOLYSER-4DS ist ein Polymethin-Fluoreszenzfarbstoff, der Nukleinsäuren im Kern und Zytoplasma der Leukozyten anfärbt, wodurch Rückschlüsse auf die Zellaktivität und den Reifegrad möglich sind (Abb. 5).



Abb. 5 Leukozyten nach der Einwirkung von STROMATOLYSER-4DL und STROMATOLYSER-4DS

Nach der Inkubationszeit wird die Probe unter Verwendung des Halbleiterlasers durchflusszytometrisch analysiert. Es werden die Fluoreszenzintensität und das Seitwärtsstreulicht der Zellen gemessen. Die gemessene Fluoreszenzintensität ist proportional zum RNA/DNA-Gehalt der Zelle und gibt Informationen über die Zellreife und Zellaktivität wieder. Die Seitwärtsstreulichtinten-

sität ist dagegen abhängig von der Granulation der Zelle und der Größe oder Lobularität des Kerns, reflektiert also die interne Zellstruktur.

Aufgrund dieser Zellinformationen ist es möglich, die Zellsubpopulationen der Leukozyten separiert im DIFF-Kanal darzustellen: Lymphozyten (pink), Monozyten (grün), Neutrophile (türkis) und Eosinophile (rot). Insbesondere die Granula der Eosinophilen reagiert stark mit dem Reagenz, was zu ihrem deutlich höheren Seitwärtsstreulichtsignal führt. Eosinophile können so von den anderen Zellen klar abgetrennt werden.

Darüber hinaus ist im DIFF-Kanal des xE-5000 die Quantifizierung einer weiteren Leukozytenpopulation routinemäßig möglich. Bei Vorhandensein von Promyelozyten, Myelozyten und Metamyelozyten werden diese zusammengefasst als Parameter »IG« (Immature Granulocytes = unreife Granulozyten) gezählt.

5. NRBC-Kanal: Fluoreszenz-Durchflusszytometrie

Der NRBC-Kanal dient zur exakten Zählung der kernhaltigen erythrozytären Vorstufen (NRBC – Nucleated Red Blood Cells). In diesem spezifisch entwickelten Messkanal wird eine Reagenzkombination aus Diluent und Farbstoff (STROMATOLYSER-NR DILUENT und DYE) verwendet. Für diesen Messansatz wird die Probe mit dem Reagenz 1:51 verdünnt, wobei die Erythrozyten und auch die Zellmembranen der NRBC durch die Reagenzeinwirkung lysiert werden. Die Zellmembranen der Leukozyten werden leicht perforiert, um den Eintritt des Fluoreszenzfarbstoffes zu ermöglichen; die Zellen selbst bleiben jedoch bei diesem Prozess intakt. Der Fluoreszenzfarbstoff färbt auch in diesem Messkanal die RNA-/DNA-Bestandteile der Zellen an.

Mittels Durchflusszytometrie werden das Vorwärtstreulichtverhalten und die Fluoreszenzintensität der Zellen bestimmt. Die höchste Fluoreszenzintensität weisen hierbei die Leukozyten auf, da sowohl RNA-Bestandteile im Zytoplasma als auch DNA-Bestandteile im Zellkern angefärbt werden. Von den NRBC werden nur die Kerne angefärbt. Diese weisen aufgrund der pyknotischen Chromatinstruktur eine geringere Fluoreszenzintensität auf. Durch diesen signifikanten Unterschied im Fluoreszenzverhalten werden die Normoblasten eindeutig von den Leukozyten getrennt (Abb. 6).



Abb. 6 Fluoreszenzverhalten der Zellen im NRBC-Kanal nach der Einwirkung von STROMATOLYSER-NR

Der NRBC-Kanal wird bei jeder Messung eines großen Blutbildes automatisch belegt. Bei Vorhandensein von NRBC werden die Zählergebnisse der Leukozyten und Lymphozyten automatisch korrigiert. Dieses wird durch das »&«-Zeichen neben den Ergebnissen angezeigt.

6. IMI-Kanal: RF/DC-Methode

Der xE-5000 bietet in seinem IMI-Kanal (IMI = Immature Myeloid Information) die Möglichkeit, unreife Vorstufen der Granulozyten zu identifizieren und damit eine zweite unabhängige Messmethode zum DIFF-Kanal. Der IMI-Kanal ist automatisch in die Messung eines großen Blutbildes integriert.

Bevor die Zellen analysiert werden, findet eine Inkubation mit STROMATOLYSER-IM statt. Das Reagenz lysiert alle reifen Leukozyten aufgrund ihres hohen Lipidanteils im Zytoplasma. Unreife Leukozyten enthalten im Gegensatz dazu viel mehr Aminosäuren als Lipidanteile in ihrem Zytoplasma und werden deswegen deutlich weniger von dem Reagenz beeinflusst (Abb. 7).

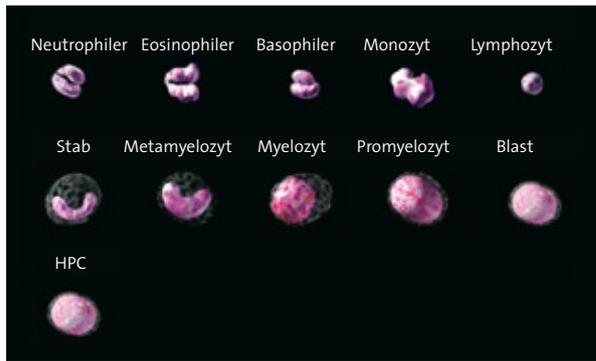


Abb. 7 Reagenzeinwirkung von STROMATOLYSER-IM auf reife und unreife Leukozyten

Die auf diese Weise vorbereitete Probe wird aus der Mischkammer durch einen Messwandler gesaugt und komplett ausgezählt. Dabei werden DC- (Direct Current = Gleichstrom) und RF- (Radio Frequency = Hochfrequenz) Signale erfasst. Diese spiegeln das Volumen (DC) und das Kern/Plasma-Verhältnis (RF) der Zellen wider. Dadurch können die Zellen in stabkernige Granulozyten, unreife Granulozyten (Promyelozyten, Myelozyten, Metamyelozyten) und Blasten separiert werden.

Der xE-5000 bietet im IMI-Kanal die einzigartige Möglichkeit, aus dem EDTA-Röhrchen ohne weitere Probenvorbereitung ein Screening für hämatopoetische Stammzellen (HPC) durchzuführen. Studien haben gezeigt, dass ein Anstieg von HPC in hohem Maße geeignet ist, den optimalen Entnahmezeitpunkt zur Stammzellapherese zu bestimmen.

7. RET-Kanal: Fluoreszenz-Durchflusszytometrie

Auch für diesen Messkanal zur Bestimmung der Retikulozyten und ihrer Altersstufen wird das Blut mit einem spezifischen Reagenziensystem inkubiert. RET-SEARCH (II) besteht aus einem Lysereagenz, welches die Membranen aller Blutzellen perforiert, und einem Fluoreszenzfarbstoff, der anschließend in die Zellen eindringt und an die vorhandenen Nukleinsäuren in Zellkern und Zytoplasma bindet (Abb. 8). In der Durchflusszelle werden dann das Vorwärtstreulicht und die Fluoreszenzintensität analysiert.

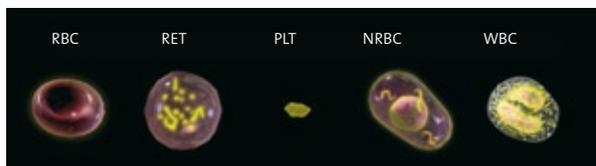


Abb. 8 Wirkung von RET-SEARCH (II) auf Blutzellen

In der Durchflusszelle werden dann das Vorwärtstreulicht und die Fluoreszenzintensität analysiert.

Auf Grund des deutlich höheren Nukleinsäuregehalts werden kernhaltige Zellen wie Leukozyten und Erythroblasten intensiver angefärbt und klar von den Retikulozyten getrennt. Erythrozyten dagegen enthalten so gut wie gar keine Nukleinsäuren und können deswegen eindeutig von den Retikulozyten unterschieden werden. Mit der Reifung der Retikulozyten nimmt der RNA-Gehalt in der Zelle kontinuierlich ab, sodass sich Retikulozyten in drei Altersstufen einteilen lassen:

- Gruppe der »reifen« Retikulozyten (LFR – Low Fluorescence Reticulocyte)
- Gruppe der »halbreifen« Retikulozyten (MFR – Medium Fluorescence Reticulocyte)
- Gruppe der »unreifen« Retikulozyten (HFR – High Fluorescence Reticulocyte)

Gleichzeitig ermittelt der xE-5000 in diesem Messkanal, ausgehend von der Analyse der Vorwärtstreulichtsignale der Retikulozytenpopulation, den Hämoglobingehalt dieser Zellen, ausgedrückt als Parameter RET-H_e.

8. Modus zur Messung von Körperflüssigkeiten (Body-Fluid-Modus)

Der xE-5000 bietet die einzigartige Möglichkeit, Körperflüssigkeiten ohne vorhergehende Probenvorbereitung zu analysieren. Dazu werden der DIFF-Kanal und der RBC/PLT-Kanal verwendet. Etwa 1 Minute nach dem Ansaugen der Probe sind im speziellen Body-Fluid-Modus die Zählungen der Leukozyten – unterschieden in mononukleäre und polymorphkernige Zellen – sowie der Erythrozyten verfügbar. Erweiterte Zählvolumina sorgen in dem sehr niedrigen Konzentrationsbereich für die benötigte niedrige Impräzision.

Zusätzliche Kontrollmaterialien für die Körperflüssigkeitenanalyse sind nicht erforderlich, da alle entsprechenden Parameter bereits mit *e-CHECK* (xE) Kontrollblut überprüft werden. Dies wird möglich, da sowohl der Body-Fluid- wie auch der Vollblut-Modus mit identischen Reagenzien in denselben Messkanälen arbeiten und auch den gleichen Ansaugweg benutzen.

Folgende Körperflüssigkeiten können im Body-Fluid-Modus des xE-5000 analysiert werden:

- Liquor cerebrospinalis
- Peritonealpunkate (Aszites)
- Flüssigkeiten aus der kontinuierlichen ambulanten Peritonealdialyse (CAPD)
- Pleurapunktate
- Synovialflüssigkeiten

Zur Messung wird an der Haupteinheit durch Drücken der Taste »Manuell« in den Modus »Body Fluids« gewechselt. Automatisch wird ein Spülprogramm durchgeführt und der Leerwert überprüft (Dauer etwa 3-5 Minuten). Sobald das Gerät in den Zustand »Bereit« wechselt, kann über die manuelle Ansaugnadel die Körperflüssigkeit direkt angesaugt werden. [3]

Übersicht über Warnhinweise und deren Interpretationsmöglichkeiten

Aus dem Wissen über die Reaktionsabläufe im Gerät ergeben sich eine Reihe von Interpretationsmöglichkeiten für die Scattergramme und Histogramme, die automatisch mit jeder Messung erstellt und in der Browseransicht für jeden Patienten angezeigt werden.

Für die Thrombozyten und Erythrozyten werden zwei verschiedene Histogramme angezeigt. Das Gerät warnt automatisch bei abnormalen Kurvenverläufen. Es gibt zwei einfache Grundregeln zur Beurteilung der Histogramme, mit denen auf einen Blick erkannt werden kann, ob die Zellverteilung normal ist:

1. Die Verteilungskurve beginnt und endet an der Basislinie.
2. Die Verteilungskurve liegt innerhalb der Diskriminatoren.

Weitere nützliche Informationen zur Interpretation speziell der Thrombozytenhistogramme finden Sie in dem Artikel »Thrombozytenverteilungskurven: Interpretationen, Möglichkeiten, Grenzen«, welches Sie gern bei uns anfordern können. [4]

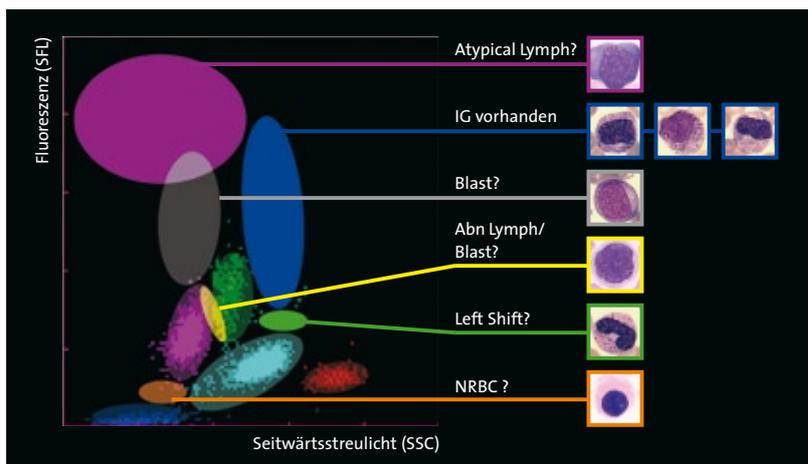


Abb. 9 Lage von abnormalen Zellen im XE-5000 DIFF-Scattergramm

Zur Interpretation des Differentialblutbildes ist es notwendig, die Verteilung der normalen Leukozyten im DIFF-Scattergramm zu kennen. Morphologisch abnormale Zellen werden nämlich aufgrund ihres Fluoreszenzverhaltens an spezifischen Stellen festgestellt (Abb. 9).

Der XE-5000 erstellt die im Folgenden erläuterten Warnhin-

weise, z.T. aus dem Vergleich der Messkanäle untereinander. Ausführliche Beschreibungen entnehmen Sie bitte Ihren Schulungsunterlagen oder den Scattergramm-Übersichten. [5]

Warnhinweis	Ursprung (Messkanal)
WBC Abn Scattergramm	DIFF, WBC/BASO
Blasten?	DIFF, IMI
Linksverschiebung?	DIFF, IMI
IG vorhanden	DIFF
Unreife Granulozyten?	DIFF, IMI
Atypische Lymph?	DIFF
Abn Lymph/L-Blast?	DIFF
NRBC vorhanden	NRBC
NRBC Abn Scattergramm	NRBC
RBC Lyseresistenz?	DIFF, WBC/BASO
PLT-Clumps?	DIFF, IMI, NRBC

Tab. 1 Übersicht der Warnhinweise für Leukozyten

Gerätespezifikationen [4]

Abmessung der Haupteinheit inkl. Sampler	Breite	706 mm
	Höhe	711 mm
	Tiefe	912 mm
Gewicht der Haupteinheit inkl. Sampler		ca. 93 kg
Gewicht der Pneumatikeinheit		ca. 16 kg
Peripheriegeräte	Drucker Hand-Barcode-Leser	
Anzeigebereich	WBC	0,0 – 999,99 x 10 ³ /μL
	RBC	0,0 – 99,99 x 10 ⁶ /μL
	HGB	0,0 – 30,0 g/dL
	HCT	0,0 – 100,0 %
	PLT	0 – 9.999 x 10 ³ /μL
Angesaugtes Blutvolumen	manueller, offener Modus	130 μL
	geschlossener Modus	200 μL
	vorverdünnter Modus	130 μL der manuell vorverdünnten Probe (Verhältnis 1:5)
Durchsatz	Vollblutmodus	ca. 150 Proben / Stunde
	Body-Fluid-Modus	ca. 38 Proben / Stunde
Datenspeicherkapazität	Analysendaten	10.000 Proben
	Patientendaten	5.000 Personen
	Auftragsdaten	1.000 Proben
	Qualitätskontrolldateien	20 Dateien
EDV	bidirektional	selektiv
Leerwertgrenzen	WBC	0,1 x 10 ³ /μL
	DIFF-WBC	0,2 x 10 ³ /μL
	IMI-Total	0,3 x 10 ³ /μL
	RBC	0,02 x 10 ⁶ /μL
	HGB	0,1 g/dL
	PLT	5 x 10 ³ /μL
Linearität im Vollblutmodus	WBC	0 – 100,00 x 10 ³ /μL 100,01 – 310,00 x 10 ³ /μL 310,01 – 440,00 x 10 ³ /μL
	RBC	0,00 – 8,00 x 10 ⁶ /μL
	HGB	0,0 – 25,0 g/dL
	HCT	0,0 – 75,0 %
	PLT	0 – 1.000 x 10 ³ /μL 1.001 – 5.000 x 10 ³ /μL
Parameter	Vollblutmodus	WBC, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT, RDW-SD, RDW-CV, PDW, MPV, P-LCR, PCT NEUT#, LYMPH#, MONO#, EO#, BASO#, IG#, NEUT%, LYMPH%, MONO%, EO%, BASO%, IG%, NRBC#, NRBC%, HPC, RET#, RET%, IRF, LFR, MFR, HFR, PLT-O, RET-H _e , IPF
	Vorverdünnungsmodus	WBC, RBC, HGB, HCT, MCV, MCH, MCHC, PLT, NEUT#, LYMPH#, MONO#, EO#, BASO#, IG#, NEUT%, LYMPH%, MONO%, EO%, BASO%, IG%, NRBC#, NRBC%, RET#, RET%
	Body-Fluid-Modus	WBC-BF, RBC-BF PMN#, MN#, PMN%, MN%

Gerätespezifikationen

Qualitätskontrolle	\bar{X} - oder L-J-Methode \bar{X}_M Kontrollmaterial: e-CHECK (xE)	20 Dateien, 51 Parameter, 300 Datenpunkte 1 Datei, 54 Parameter, 300 Datenpunkte Kontrolle aller Parameter in drei Konzentrationsbereichen
Verbrauchsmaterial	CELLPACK CELLSHEATH STROMATOLYSER-FB STROMATOLYSER-4DL und -4DS SULFOLYSER RET-SEARCH (II) STROMATOLYSER-NR STROMATOLYSER-IM CELLCLEAN	Verdünnungsflüssigkeit Reagenz für die hydrodynamische Fokussierung Analyse von WBC und BASO Analyse von NEUT, LYMPH, MONO, EO, IG HGB-Reagenz Reagenz für den RET-Kanal Reagenz für den NRBC-Kanal Reagenz für den IMI-Kanal Reinigungsmittel
Wartung	Täglich: - Shutdown - Wasserfalle kontrollieren Monatlich: - Abfallkammer reinigen	Dauer ca. 15 min Dauer ca. 15 min
Reagenzienmanagement	Funktionen	Reagenz erfassung Verfallsdatumsüberprüfung Reagenzienprotokollanzeige Restvolumenanzeige
snics Online-Services (folgende Module stehen zur Verfügung)		
IQAS ONLINE:	Datenvergleich der Qualitätskontrollmessungen mit dem Gruppenmittelwert aller Teilnehmer	
REMOTE MONITORING:	Das Gerät sendet die Fehlerdateien zur Analyse automatisch beim Durchführen des Shutdowns	
C-RAS:	Central Remote Access, direkter Zugriff durch DFÜ auf den PC des Gerätes	

Literatur

- [1] *Recommendations for reference method for haemoglobinometry in human blood (ICSH standard 1995) and specifications for international haemoglobinocyanide standard (4th edition); J. Clin Patholog. 1996; 49:271-274*
- [2] *Lewis et al; Lauryl sulphate haemoglobin: a non-hazardous substitute for HiCN in haemoglobinometry; Clin Lab Haematology 1991; 13:279-290*
- [3] *SYSMEX XE-5000 Fact Sheet »Liquoranalytik - so einfach wie eine Vollblutanalyse«*
- [4] *Themenblatt »Thrombozytenverteilungskurven: Interpretationen, Möglichkeiten, Grenzen«; SYSMEX XTRA Vol. 4, No. 2, 2000*
- [5] *Scattergramm-Übersichten für XE-5000, SYSMEX Deutschland GmbH, 2008*
- [6] *Gebrauchsanweisung XE-5000, Revisionsstand 1.1, April 2007, Kapitel 11: Technische Daten*