

Automation in der Hämatologie

Von Stieren und Steinböcken

Ein neues Hämatologiesystem ist mehr als nur ein Analysengerät; das Labor legt sich damit für Jahre auf bestimmte diagnostische und organisatorische Strategien fest.

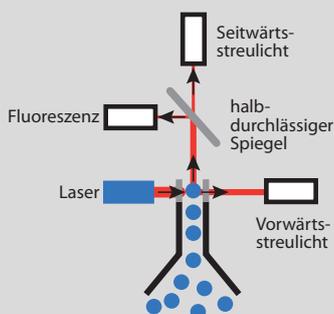
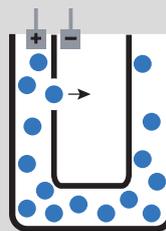
Wer passt zu wem? Auf Internetseiten zur Partnersuche wird diese Frage oft mit Leidenschaft bis ins letzte Detail diskutiert. Und selbst Menschen, die in ihrem sonstigen Leben sehr rational ausgerichtet sind, vertrauen bei Lebenspartnerschaften überraschend oft auf die irrationale Macht der Sternzeichen. Umso erstaunlicher, wie unpräzise diese Frage manchmal bei der Anschaffung eines neuen Analysensystems im Labor gestellt wird. Und das, obwohl hier wirklich messbare Kriterien vorliegen, um die Wahl zwischen (ökonomischer) Vernunft und (technologischer) Faszination rational zu begründen.

Im hämatologischen Labor erscheint die Herausforderung besonders groß, denn hier geht es stets um eine langfristige Festlegung diagnostischer Strategien und damit auch um jahrelange Bindung an einen bestimmten Hersteller. Während in der Klinischen Chemie Kriterien wie Kanalzahl, Durchsatz und Preis für die Entscheidung genügen, ist das maschinell erstellte Blutbild heute ein hochkomplexes Produkt aus Tausenden von Einzelinformationen, die mit unterschiedlichsten Techniken erhoben werden – von der Impedanzmessung bis zum Laser-Zytometer, vom Ausstrichroboter bis zur digitalen Mikroskopie.

Die Produktübersichten auf den nächsten fünf Seiten vermitteln ein umfassendes Bild aktueller Entwicklungen im Markt. Um noch einmal die Sternzeichen-Allegorie der Partnersuche aufzugreifen, kann man sowohl den „Stier“ als kraftstrotzendes Arbeitstier erkennen, als auch den „Steinbock“ als eleganten Spezialisten für schwieriges Hochgebirgsterrain. Da sind auf der einen Seite die integrierten Vollautomationssysteme von Siemens und Sysmex, die das große Blutbild inklusive Ausstrich, Färbung und digitaler Videomikroskopie auf derselben Hochleistungsplattform abarbeiten, auf der anderen Seite die ausgeklügelten Laser-Durchflusszytometer von BD und Beckman Coulter zur molekularen Phänotypisierung reifer und unreifer Zellen im Blut, Knochenmark und in anderen Materialien.

Siamesische Zwillinge

Coulter Prinzip: Die in einer leitfähigen Salzlösung suspendierten Partikel werden durch eine schmale Öffnung gesaugt. An ihr liegt ein elektrisches Feld, das sich bei jedem Durchtritt eines Partikels in Abhängigkeit von dessen Volumen ändert. Gemessen wird die Anzahl und Höhe der elektrischen Impulse. Man erhält so differenzierte Aussagen über die Menge, Größe und Verteilung von Erythrozyten, Leukozyten und Thrombozyten.



Durchflusszytometrie: An die Stelle von elektrischem Strom tritt hier Laserlicht. Die Zellen werden einzeln durch den hochfokussierten Lichtstrahl geführt. Das Vorwärtsstreuung gibt Auskunft über ihre Größe, das Seitwärtsstreuung hängt von der Struktur („Granularität“) ab. Das Fluoreszenzlicht markierter Antikörper gibt zusätzliche Auskunft über charakteristische Markerproteine zur molekularen Charakterisierung der Zellen.

In vielen modernen Geräten sind diese beiden Grundprinzipien der zellulären Analytik heute untrennbar miteinander verbunden.

Einfachheit in der Komplexität

Trotz der unterschiedlichen Charaktere tragen beide Sternzeichen ein wehrhaftes Gehörn, und das haben auch hämatologische Automationssysteme in ihrem äußerst schwierigen, kompetitiven Umfeld nötig. Allen vorgestellten Systemen gemeinsam ist aktuell die Betonung der einfachen Bedienbarkeit, wobei ein Hochdurchsatzlabor eher auf einfache modulare Konfigurierbarkeit der gesamten Hämatologie (S. 43) oder auch disziplinübergreifend (S. 41) achten wird, während mittlere und kleine Labore leicht zu bedienende und platzsparende Geräte benötigen, die die Leistungsfähigkeit ihrer großen Brüder (S. 42) buchstäblich „auf den Tisch“ bringen (S. 44-45).

Obwohl die maschinelle hämatologische Diagnostik heute wohl zu den technisch anspruchsvollsten Gebieten der Labordiagnostik zählt, hat sich an ihren Grundprinzipien seit Jahrzehnten nicht viel geändert. Das Patent für die fluoreszenzbasierte Durchflusszytometrie reichte Wolfgang Göhde, Universität Münster, bereits 1968 ein. Der US-Amerikaner Wallace Coulter patentierte die nach ihm benannte Impedanzmessung sogar schon 15 Jahre zuvor (der Überlieferung nach ist die Idee noch älter und stammt von skandinavischen Fischern, die mit dem gleichen Ansatz versuchten, die Größe eines Fischschwarmes beim Einschwimmen in einen Fjord zu bestimmen).

Ständig im Fluss und immer wieder neu sind allerdings die Kombinationen verschiedenster Nachweisverfahren im selben Gerät, die Erweiterung der Palette um hämatologische und nicht-hämatologische

Tests von unreifen Zellen bis zum HbA1c, die Integration digitaler und robotischer Techniken sowie die Verfeinerung der Algorithmen zur Definition von Rauschgrenzen oder zur Visualisierung komplexer Befunde.

Moderat radikal

Diese inkrementelle Innovation ist typisch für ausgereifte Systeme; radikal daran erscheint allenfalls die Verdrängung des manuellen mikroskopischen Blutbilds, das früher einmal das Kernstück der hämatologischen Diagnostik war. Neuentwicklungen, die Coulterprinzip und Durchflusszytometrie in ähnlicher Weise bedrohen könnten, sind derzeit nicht in Sicht, aber auch moderate Innovationen können weitreichende Folgen haben. So erhöht die seit kurzem verfügbare Massenzytometrie die Zahl der parallel messbaren Marker von rund zehn auf hundert, indem sie statt

Fluoreszenzfarbstoffen seltene Erden zur Markierung von Antikörpern verwendet und massenspektrometrisch nachweist. Das rund 500.000 Euro teure Gerät wird vor allem in der Pharmaforschung eingesetzt, doch eröffnen sich damit auch Perspektiven für die personalisierte Medizin der Zukunft.

Als „moderat radikal“ könnte man schließlich die Entwicklung von Point-of-Care-Geräten bezeichnen, die komplexe Technologien einem immer größeren Kreis nicht-spezialisierter Anwender zugänglich machen (S. 45). Wer dem Nachwuchsmangel bei Fachkräften und dem Schwund von Fachlaboren in kleinen Krankenhäusern wirksam begegnen möchte, sollte diese Entwicklungen aufmerksam verfolgen. Darum prüfe, wer sich lange bindet. ... 

Harald Maier

Mitglied der Redaktion

SIEMENS

Zukunftsfähig: Siemens Hämatologie im Großlabor

Kommt Ihnen das bekannt vor? Ein typischer Routinealltag im Großlabor: 2.000 Blutbilder rund um die Uhr, komplettes Profil, dazu 100 Ausstriche und mikroskopische „Diffs“, Echtzeit-Befundung auch nachts mit hoher Expertise, wenig Zeit, wenig Personal – Entspannung nicht in Sicht. Wie soll das gehen?

Es geht – mit der Siemens Aptio™ Automation. Für das Hochleistungslabor konsolidiert Aptio alle maschinellen Prozesse inklusive Hämatologie und Hämostase und organisiert einen effektiven Workflow vom Probeneingang bis zur Archivierung. Die ADVIA®-Hämatologie bildet dabei mit Ausstrich und Färbung sowie der CellaVision®-Digitalmikroskopie eine vollautomatisierte hämatologische Einheit. Die spezialisierte Middleware HemaLink® regelt das komplette Proben- und Datenmanagement über ein hochflexibles, individuell auf Kundenwünsche adjustierbares Softwarepaket mit festen und variablen Regeln für Flags, Alarmmeldungen und andere Algorithmen. Die Resultate aller hämatologischen und sonstigen Arbeitsplätze (z. B. manuelles „Diff“ oder HbA1c) werden in einen einheitlichen Befund integriert.

Zu den bewährten Standards der Siemens Hämatologie gehören digitale Übertragung der CellaVision-Bilddaten, Integration in den Komplettbefund und umfassender Datenaustausch mit dem LIS. Die digitale Mikroskopie sichert dem Labor nicht nur eine einheitliche morphologische Expertise, sondern ermöglicht externen Experten mittels Remote Review Access-Software auch den Echtzeit-Zugriff auf die Ergebnisse und Bilddaten zur morphologischen Befundung. Ihr Labor ist damit für die Zukunft gerüstet und es wächst mit dem Siemens Hämatologie-Konzept.



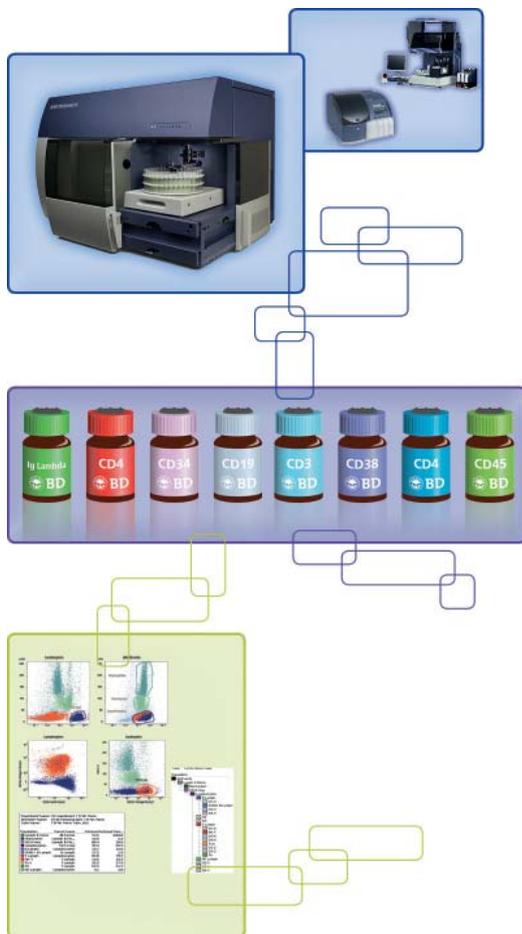
Bildquelle: CellaVision, Lund, Schweden

Kontaktinformation

Siemens Healthcare Diagnostics GmbH • Priv.-Doz. Dr. Wolfgang Hildebrandt • Tel. 0619/67713-1849
hildebrandt.wolfgang@siemens.com • www.siemens.com

Mehr Möglichkeiten in der klinischen Durchflusszytometrie

In der zellulären Diagnostik liefert die Durchflusszytometrie schnelle und aussagekräftige Analysenergebnisse auf höchstem Niveau – zum Beispiel bei der Beurteilung von Leukämien und Lymphomen, bei der Charakterisierung hämatopoetischer Stammzellen, paroxysmaler nächtlicher Hämoglobinurie (PNH) oder beim erweiterten Immunstatus im Rahmen des HIV-Monitorings. Mit jedem zusätzlichen Parameter steigt der Informationsgewinn exponentiell, vorausgesetzt die Daten sind valide und über einen langen Zeitraum vergleichbar.



BD Biosciences unterstützt Ihre Laborroutinen mit CE-IVD zertifizierten Geräten und Reagenzien. Wir bieten Ihnen eine umfassende Einheit aus CE-IVD Reagenzien für die Qualitätskontrolle, Geräteeinstellung und Probenvorbereitung.

Sie erzielen somit langfristig valide und konstante Daten. Zielgerichtete und standardisierte Arbeitsabläufe mit dem BD FACSCanto™ II Durchflusszytometer und der BD FACSDiva™ 7 Software (CE-IVD) bieten den Anwendern einfache Lösungen im täglichen Umgang mit dem System.

Das BD FACSCanto™ II CE-IVD Durchflusszytometer: die zentrale Einheit

Ausgestattet mit drei Lasern erfasst das BD FACSCanto™ II bis zu 10 Parameter in einem Ansatz. Die wichtigsten Vorteile des Mess- und Probenvorbereitungssystems sind:

- Einfache Handhabung durch automatisierte Prozesse bei Probenbearbeitung, Qualitätskontrolle, Geräteeinstellung und Wartungsroutinen bis zur Analyse.
- CE-IVD zertifizierte Einzelkomponenten zu Ihrer Sicherheit in der Laborroutine.
- Direkte Übertragung von Patientenlisten vom BD FACSTM SPA III Probenvorbereitungssystem zum BD FACSCanto™ II Durchflusszytometer.
- Automatisierte Probenakquisition mit dem BD FACSTM Loader.
- Automatisierter Datenexport an ein Laborinformationssystem mit dem BD FACSTM Workflow Manager.

BD Multicolor Reagenzien CE-IVD in 8 Farben

BD Biosciences erweitert die CE-IVD Reagenzien-Palette um drei weitere Fluorochrome. Die Vorteile dieser bereits etablierten Farbstoffe sind nun auch im IVD-Umfeld in einem 8-Farb-Panel direkt einsetzbar:

- BD™ APC-H7: roter Laser, hohe Stabilität, geringer Spillover.
- BD Horizon™ V450 und BD Horizon™ V500-C: violetter Laser, sehr stabil, geringer Spillover.

Zielgerichtetes Arbeiten von der Qualitätskontrolle bis zur Analyse: BD FACSDiva™ 7 Software

Innerhalb einer einzigen Applikation sind alle Schritte bis zum endgültigen Befund verfügbar:

- BD FACSDiva™ CS&T IVD Beads für die automatisierte Qualitätskontrolle aller Parameter in nur einem Messschritt.
- Standardisierte Probenbearbeitung in individuell anpassbaren, wiederverwendbaren Mess- und Analysevorlagen.
- Zeitgenaue Aktualisierung der individuellen Geräteeinstellung für konstante und über die Zeit vergleichbare Ergebnisse. Besonders bei komplexen Fragestellungen wie z. B. MRD-Analysen ist dies unerlässlich.

Erfahren Sie mehr im Internet unter:
www.bdbiosciences.com/eu



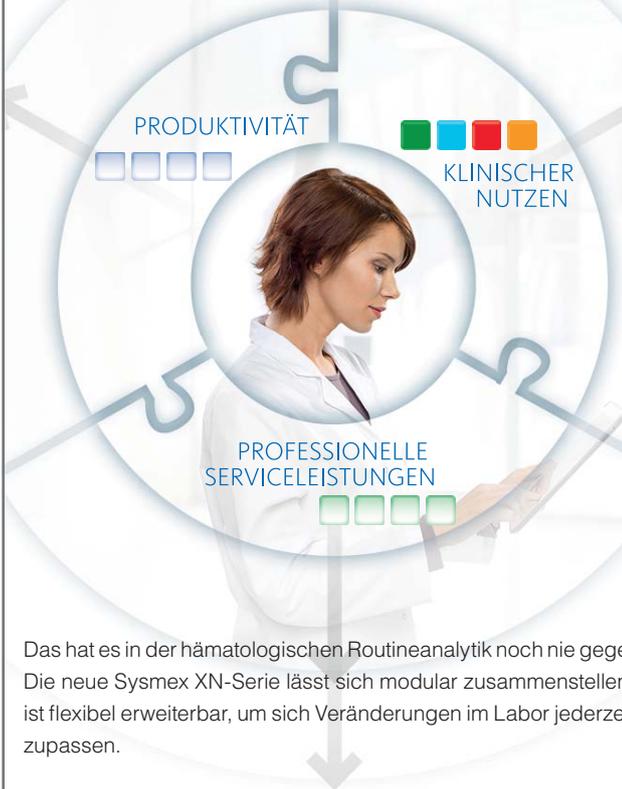
Kontaktinformation

BD Biosciences • Dr. Sylvia Unger • Tel. 06221/305-406 • sylvia_unger@europe.bd.com • www.bdbiosciences.com/eu



XN-Serie: Technologie für Sie gemacht.

Diagnostische Funktionalität unabhängig vom Durchsatz



Das hat es in der hämatologischen Routineanalytik noch nie gegeben: Die neue Sysmex XN-Serie lässt sich modular zusammenstellen und ist flexibel erweiterbar, um sich Veränderungen im Labor jederzeit anzupassen.

Klinischer Nutzen

Die Idee der XN-Serie löst die diagnostische Funktionalität vollständig vom Durchsatz. Dadurch ergibt sich schon ab dem ersten Analysenmodul eine Vielfalt an diagnostischen Informationen, die bisher nur großen Laboratorien mit entsprechend dimensionierten Analysengeräten zur Verfügung standen. Die Module lassen sich auf unterschiedlichste Weise konfigurieren und kombinieren, so dass sich jede Installation perfekt an die jeweiligen Anforderungen der Analysenaufträge, Patientenkollektive und klinischen Fragestellungen anpasst.

Produktivität

Für Laboratorien mit hoher Auslastung zählen vor allem Schnelligkeit und maximaler Durchsatz. Für hoch spezialisierte Laboratorien stehen dagegen die klinischen Fragestellungen im Vordergrund. Die XN-Serie stellt sich beiden Herausforderungen.

Analysenmodule mit konfigurierbaren diagnostischen Applikationen werden durch Komponenten für die Automatisierung des Probentransports, der Probensortierung, der Erstellung und Färbung von Ausstrichen sowie der digitalen Morphologie zu einem Automationssystem erweitert, das auf die Größe und Anforderungen des einzelnen Labors zugeschnitten ist. Aber auch die kleineren Stand-Alone-Konzepte erhöhen die Produktivität bereits maßgeblich durch ein regelwerkgesteuertes, automatisiertes Run- und Reflex-Testing.

Professionelle Serviceleistungen

Unsere Laborlösungen werden durch das integrierte XN-Software-Konzept intelligent gesteuert, um im Hinblick auf Produktivität und klinischen Nutzen die maximale Leistung zu erzielen. Dies ermöglicht eine vernetzte Kommunikation zwischen den analytischen Komponenten, aber auch zwischen verschiedenen Arbeitsbereichen und sogar innerhalb von Mehrstandortumgebungen.

Transparente Prozesse, Nachverfolgbarkeit, einfache Datenverwaltung und eine benutzerfreundliche, standardisierte Plattform vermitteln Ihnen die Gewissheit, dass Sie zu jeder Zeit die Kontrolle über die Arbeitsabläufe haben und die Schritte der hämatologischen Tagesroutine in Ihrem Labor ständig genau überwacht werden.

Unsere Serviceleistungen beziehen auch das Personal im Labor direkt mit ein. In unserer individuellen Beratung gehen wir auf die speziellen Anforderungen Ihres Workflows ein. Nach Installation bieten wir umfangreiche Schulungs- und Weiterbildungsmöglichkeiten an.

Erfahren Sie mehr unter www.sysmex.de/xn



Die Idee der XN-Serie beruht auf den Stand-Alone-Konzepten XN-1000, XN-2000 und XN-3000, sowie auf den fließend konfigurierbaren Automationskonzepten des XN-9000.

Kontaktinformation

Sysmex Deutschland GmbH • Dr. Klaus Hofmann • Tel. 040/534 102-0 • Hofmann.Klaus@sysmex.de • www.sysmex.de

Vollautomatisierte Durchflusszytometrie

Aquios – das erste *Load & Go* Durchflusszytometer

Mit der Markteinführung des Aquios wird die zelluläre Analytik grundlegend vereinfacht. Das System erlaubt es erstmals, ein Durchflusszytometer wie einen laborüblichen Hämatologieautomaten zu benutzen. Die Probe wird in das System geladen – und alles Weitere geschieht von allein; der Aquios entnimmt in seinem Inneren die Probe, präpariert sie, wählt das entsprechende Analyse-Protokoll aus, setzt alle Parameter wie Kompensationen und Gates selbstständig und überträgt anschließend das Ergebnis in das Labor-Informationssystem.

Wie viele gute Geschichten begann auch die des Aquios mit einer Idee, angeregt durch ein berühmtes Marketingbuch von Renée Mauborgne und W. Chan Kim^[1]. Darin geht es um „Blue Ocean“-Produkte, die sich nicht dem scharfen Wettbewerb im Haifischbecken ähnlicher Produkte – also dem „roten Ozean“ – aussetzen müssen. Den blauen Ozean erschließen neuartige Lösungen, die überkommene Denkmuster verlassen. Dazu gehört beispielsweise die Vorstellung, dass Durchflusszytometrie grundsätzlich kompliziert sein muss.



Aquios, die vollautomatische Lösung für die Durchflusszytometrie. Erfahren Sie noch mehr unter www.aquiosnow.com

Warum kompliziert, wenn es auch einfach geht?

Dieses Tischgerät adressiert speziell die Herausforderungen der gering-komplexen durchflusszytometrischen Applikationen. Warum sollte man mit anspruchsvollen 8-Farb-Durchflusszytometern einfache Assays wie basale Immunphänotypisierungen durchführen? Die wirkliche Aufgabe eines Zytometers für solche Applikationen besteht darin, diese Anforderungen vollständig automatisiert – also *Load & Go* – abzuwickeln, damit das hochspezialisierte Personal Zeit für die wirklichen Herausforderungen der Vielfarb-Durchflusszytometrie gewinnt.

Der Aquios ist in wenigen Minuten ohne Beads und andere Zusatzmaterialien startklar. Die Werte für die Signalverstärker und die Kompensationen sind werkseitig eingestellt und müssen nicht mehr verändert werden. Auch das gesamte Qualitätskontrollkonzept trägt der Aquios

[1] W. Chan Kim & Renée Mauborgne (2005): Blue ocean strategy: how to create uncontested market space and make the competition irrelevant.

an Bord. Entsprechen die Analysewerte nach Messung der Prozesskontrollen den Zielwerten, dann kann es sofort mit den regulären Proben losgehen. Dabei werden alle Daten aus diesem QC-Prozess aufgezeichnet und für den Anwender grafisch aufbereitet. Da alle Reagenzien erstmals barcodiert sind, kann das System sämtliche Informationen wie Haltbarkeiten oder Lotnummern selbstständig verwalten und kontrollieren.

Rund um die Uhr bereit

Durch den Random-Access-Mode der Probenbeladung erzielt man für den Laborprozess einen wesentlich effizienteren Arbeitsfluss als beim gängigen Batch-Prozess; die Analysen werden schneller fertig, das Personal wird von Handarbeit entlastet.

Der Aquios ist ein „24/7“-Zytometer, das rund um die Uhr bedient werden kann, am Wochenende, während der Nachtschicht, bei Personalknappheit, einfach immer. In Zukunft können auch völlig neuartige Assays erarbeitet werden, für die eine ständige und schnelle Verfügbarkeit des Durchflusszytometers obligatorisch ist, und die somit den Einsatzbereich der Durchflusszytometrie erheblich erweitern.



Einfache Beladung des Aquios mit mehreren Proberacks.

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Wenn Sie mehr erfahren wollen, fordern Sie bitte unsere „Aquios-Box“ an. Live-Demonstrationen können jederzeit in unserem Applikationszentrum Krefeld erfolgen. Wir freuen uns, Sie begrüßen zu dürfen – im „blauen Ozean“ der Durchflusszytometrie.

Kontaktinformation

Beckman Coulter GmbH • Dr. Markus Kaymer • Tel. 02151/333-720 • mkaymer@beckmancoulter.com



Mittelklasse war Gestern

Das UniCel® DxH™ 600 Hämatologiesystem

Das UniCel DxH 600 Coulter Cellular Analysis System stellt die bisherige Definition von Hochleistungs-Hämatologiesystemen infrage. Bislang war Spitzentechnologie den großen Zentrallaboren vorbehalten, für alle anderen schienen Abstriche in Bezug auf Leistungsfähigkeit und Analysenspektrum unumgänglich. Das kompakte Tischgerät DxH 600 ermöglicht es nun auch mittelgroßen Laboren, mit den spezialisierten Zentren in puncto Parametervielfalt und Analysenqualität gleichzuziehen.

Das Benchtopsystem DxH 600 orientiert sich an den Vorgaben seiner „großen Schwester“, der UniCel DxH 800 Hämatologieplattform. Das Analysenspektrum umfasst neben dem kleinen und großen Blutbild



(KBB und DIFF), der vollautomatisierten Analyse der Retikulozyten (RETI) und der Bestimmung der kernhaltigen Vorstufen der Erythrozyten (NRBC) auch die Analyse von Körperflüssigkeiten (BF). Für das gesamte Analysenspektrum und den Betrieb des DxH 600 werden nur fünf Reagenzien benötigt. Durch die Verwendung der patentierten 7-dimensionalen Durchflusstechnologie

UniCel® DxH™ 600 für Labore mittlerer Größe.

kann dabei auf den Einsatz von potenziell krebserregenden Kern- und Fluoreszenzfarbstoffen, toxischen Lösungsmitteln und zyanidhaltigen Substanzen komplett verzichtet werden. Auch hier diente die DxH 800 Plattform bei der Entwicklung als Vorbild, denn DxH 600 und DxH 800 benutzen identische Reagenzien sowie Kontroll- und Kalibrationsmaterialien. Diese vereinfachte Reagenzlogistik und -anwendung erfüllt eine der wichtigsten Forderungen bei der Verwendung von unterschiedlichen Analysatortypen in einem Krankenhaus oder in einem Verbund mehrerer Labore.

Ein Automat, der mitdenkt

Neben der geringen Anzahl an Reagenzien gewährleistet auch die konsequente Anwendung des Prinzips der „besten Analytik im ersten Lauf“ die Transparenz der laufenden Kosten. Schon bei der Erstanalyse eines KBB oder DIFF kommen alle Technologiemerkmale des DxH 600 zum Einsatz, um Wiederholungsläufe mit zusätzlichen Reagenzvolamina und -kosten sowie unkalkulierbarem Verbrauch wertvollen Probenmaterials

zu vermeiden. So führt eine vollautomatische Zählzeitanpassung bei leuko- oder thrombopenen Proben zu einer Verlängerung der Messzeit mit einer gleichermaßen gesteigerten Ausbeute an analysierten Zellen. Für Proben mit erhöhten Werten in einer oder mehreren Zellreihen wird die Analysenzeit entsprechend verkürzt, was die Analyse einer möglichst immer gleichen Zellzahl gewährleistet.

Diesem Prinzip folgt auch die durchflusszytometrische Referenzmethode und das manuelle Differenzialblutbild, bei dem eine konstante Anzahl an Zellen (100 oder 200) bewertet wird – unabhängig von der Leukozytenkonzentration. Die Dreifach-Bestimmung der Zählwerte des KBB an unabhängigen Kapillaren bei jeder Probe erhöht die Sicherheit der Messwerte nochmals. Zeitaufwendige und teure Wiederholungs- oder Erweiterungsmessungen werden auch durch die Analyse der NRBC in jedem KBB/DIFF und die Korrektur der Leukozytenzahl in jedem KBB überflüssig.

Diese Technologiemerkmale, die Messprinzipien über alle Analysenmodi sowie die Benutzeroberfläche wurden ebenfalls nach dem Vorbild der DxH 800 Plattform entwickelt. Mit dem „600er“ hat die UniCel DxH Familie, die bislang aus dem DxH 800 und dem DxH SMS (Ausstrich- und Färbeautomat) bestand, eine deutliche Erweiterung erfahren. Die DxH-Leistungsfähigkeit steht nun auch Laboren mit nicht so großen Analysenzahlen zur Verfügung. Mittelklasse ist das bestimmt nicht mehr.



UniCel® DxH™-Familienmitglieder: DxH™ 800-Hämatologieplattform (links) und DxH™ SMS (Ausstrich- und Färbeautomat).

Kontaktinformation

Dr. Jürgen Buschmann • Tel. 02151/333-785 • jbuschmann@beckman.com • www.beckmancoulter.de