



Implementation eines Kosten-effektiven, konsolidierten und verbesserten telehämatologischen Services der drei Universitätskrankenhäuser der Charité Universitätsmedizin Berlin

Andreas Weimann

Einleitung

Die Herausforderungen aller Krankenhauslabore in Deutschland lassen sich graphisch recht einfach darstellen, Abb.1.

- Bei permanent steigendem Probenaufkommen durch „in-sourcing“ (z. B. durch MVZ) und permanent höherer Kapazitätsauslastung der vorhandenen Analysensysteme
- werden durch stetig sinkende Budgets insbesondere für den personellen Bereich trotzdem
- kürzere TAT (turn around time) gefordert, sowie
- bei gleichzeitig zu steigender Qualität und Service versucht, eine
- höhere Kundenzufriedenheit zu erzielen.

Lösung: bloß durch den Einsatz von intelligenten IT-Systemen lässt sich diese Quadratur des Kreises bedingt erreichen.

Dies soll am Beispiel der Etablierung der Telehämatologie am Beispiel der Charité Universitätsmedizin Berlin dargestellt werden.

Die Rahmenbedingungen

Die monetäre Schieflage des öffentlichen Haushaltes des Landes Berlin

Durch den enormen Kostendruck im Gesundheitswesen im Allgemeinen und der prekären finanziellen Lage des Landes Berlin im Besonderen (ca. 60 Milliarden Euro Defizit Stand 2005 (1)) ergibt sich fortwährend in Einrichtungen des öffentlichen Dienstes, wie der Charité Universitätsmedizin Berlin (ca. 212 Millionen Euro Finanzrisiko 2005 (2)), die Notwendigkeit zu fortgesetzten Sparanstrengungen.

Die Fusion zur Charité Universitätsmedizin Berlin

Der Berliner Senat beschloss daher 2004/2005 die Fusion der drei Univer-

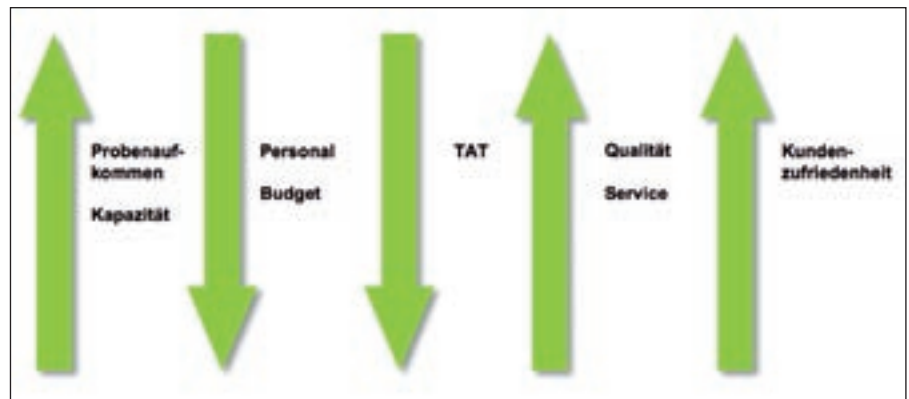


Abbildung 1: Die Herausforderungen im Labor

sitätskliniken Charité Campus Mitte (CCM), Campus Virchow-Klinikum (CVK) und Campus Benjamin Franklin (CBF) zur Charité Universitätsmedizin Berlin, einer Gliedkörperschaft des öffentlichen Rechts.

Reduktion von Labor-Mehrfachangeboten

Dadurch ergab sich quasi über Nacht das Problem einer Mehrfachvorhaltung vieler Abteilungen, Institute und Kliniken. Diese waren so schnell wie möglich abzubauen, so dass im Bereich der Laboratoriumsmedizin aus drei voll ausgestatteten Einzellaboren der Maximalversorgung nur ein Hauptstandort erhalten werden konnte und zwei erweiterte Notfall-Labore etabliert werden mussten. Dies betraf sowohl die apparative, als auch die personelle Ausstattung.

Diagnostische Hämatologie

Reorganisation der Probenlogistik

Bei ca. 2500 EDTA-Proben pro Tag, mit einer Spitzenanforderung zwischen 7 und 11 Uhr von zwei Dritteln aller Proben ergab sich, dass bloß Routineproben zum Hauptlabor transportiert werden können, die nicht als zeitkritisch anzusehen sind.

Einsparung von Ressourcen

– Personalreduktion

In einem Krankenhaus machen die Personalkosten den größten Anteil der laufenden Kosten aus und stellen daher auch den effektivsten Hebel zur Kostenreduktion dar.

Für den Bereich der diagnostischen Hämatologie bedeutete dies eine Reduktion um 25-30% an Vollzeitkräften (VK) im MTLA-Bereich (Medizinisch technische Laborassistenten).

Autor: Andreas Weimann

Titel: Implementation eines Kosten-effektiven, konsolidierten und verbesserten telehämatologischen Services der drei Universitätskrankenhäuser der Charité Universitätsmedizin Berlin

In: Jäckel (Hrsg.) Telemedizinführer Deutschland, Bad Nauheim, Ausgabe 2009
Seite: 112-116



Telekonsil, Telekonferenz, Telemonitoring

Einsparung von Ressourcen – Konsolidierung auf ein Analysensystem

Durch die Vereinheitlichung der Messsysteme auf ein einheitliches Analysensystem, konnten die Verbrauchsmaterialkosten durch ein „Sourcing of scale“ mit einheitlicher Lagerbestückung und vereinheitlichten Wartungskonditionen deutlich gesenkt werden (3).

Die Vereinheitlichung der Referenzwerte war ein essentieller Beitrag zur Vereinfachung des Arbeitsalltags, sowohl für den Kliniker, als auch für das Laborpersonal. Bis dahin kam es bei Patientenverlegungen zu teuren Doppelbestimmungen, da die Referenzwerte der verschiedenen Analysensystemen nicht miteinander übereinstimmten. Auch konnten so Fehlbeurteilungen durch den Kliniker minimiert werden, der bis dato auf die verwandte Messmethode achten musste, um die Resultate medizinisch einschätzen zu können.

Ebenso war auch erst jetzt der Probentransport jederzeit möglich geworden (z. B. bei Geräteausfällen), aufgrund der gleichen Gerätetypen-Ausstattung an allen Laborstandorten.

Ein enormer Vorteil ergab sich außerdem durch den nun möglichen Standortunabhängigen Personaleinsatz der MT-LAs, weil alle Mitarbeiter auf den gleichen Gerätetypen geschult waren.

Telehämatologie

Zur Telehämatologie gehören vier Komponenten (Abbildung 2):

- automatisierte Analysengeräte (Fluoreszenz-Flowzytometrieautomaten: SYSMEX XE 5000, Automatisierung: HST, automatischer Ausstreicher: SP1000, Probensortierer: TS 500)
- Digitale Morphologie-Geräte (Cellvision DM96, SYSMEX KXpert)
- Middleware/WAM (Work Area Manager, SYSMEX Information System)
- Tele-informations-, -validations-, -konsultations-Modul (EXPERTviewer)

Die „romantische“ und völlig veraltete Vorstellung, dass Telehämatologie ausschließlich von „bunten digitalen Zellbildern“ geprägt sei, stammt aus den Zeiten der Dominanz der Lichtmikroskopie.

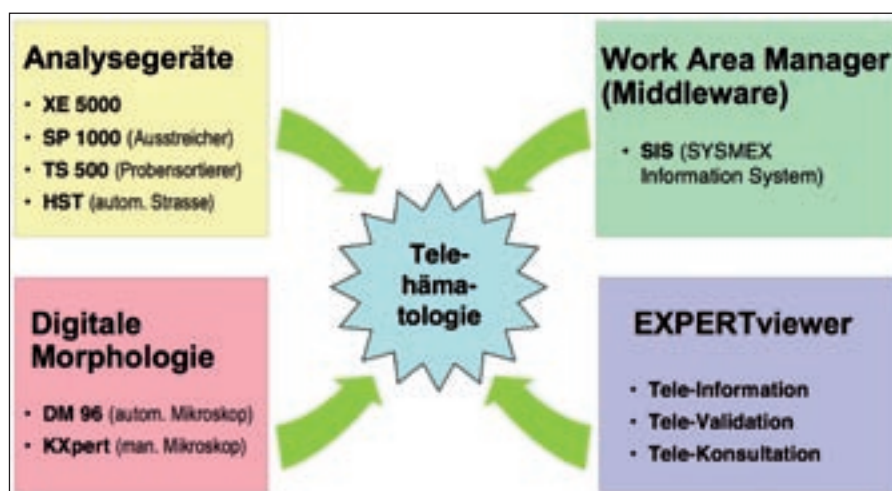


Abbildung 2: die vier Schlüsselkomponenten für einen telehämatologischen Ansatz

Durch die immerwährende Verbesserung der vollautomatischen Zell-Analysesysteme und Zusammenfassung in sog. „Straßen“ sind Zellzählung und -charakterisierung von ca. 10.000-30.000 Zellen pro Probe im Sekundentakt der aktuelle Standard. In Kombination mit intelligenten Regelwerken, sog. WAM (Work Area Manager) oder Middleware-Programmen lässt sich die Datenflut filtern, reduzieren und ein Minimum an Ausstrichen (<5 %) über Färbeautomaten an die vollautomatisierten Mikroskope weiterleiten. Letztere nutzen künstliche Intelligenznetzwerke zur Zellerkennung und differenzieren je nach Einstellung zwischen 100-500 weiße Blutzellen pro Patient. Nach der Validierung sind die kompletten Befunde per EXPERTviewer für den anfordernden Arzt sofort einsehbar.

Operative Ziele des telehämatologischen Ansatzes an der Charité Universitätsmedizin Berlin

Durch die deutlich reduzierten Ressourcen im Personal- und Sachkostenbereich mussten durch eine Umorganisation des gesamten hämatologischen Arbeitsablaufes und Einsatzes moderner IT-Lösungen bei geringsten Investitionskosten folgende Ziele erreicht werden:

- eine Reduzierung der turn around time (TAT) der Proben erreichen und damit
- eine schnellere Zurverfügungstellung der Befunde für den Kliniker ermöglichen

- mit einem erweiterten Methodenspektrum und Qualität der Befunde („Digital Imaging“) aufwarten und diese
- in einer ausschließlich IT-gestützten Form mit einer leicht zu verstehenden Browserbasierten Software darstellen, sowohl
- in allen ambulanten als auch stationären Bereichen der Charité Universitätsmedizin Berlin
- Außerdem sollte das hämatologische Labor-Qualitätsmanagement durch neue digitale interne Qualitätskontrollen verbessert werden und generell
- ein Maximum an Patienten-Laborinformationen telehämatologisch abrufbar sein für Zeit- und Ortsungebundene Tele-Konsultationen

Middleware - das SYSMEX Informations System (SIS)

Im Zeitalter der Massenanalytik im Routinelabor ist es essentiell, Rechnerbasierte Regelwerke zu nutzen, die aufgrund einer Vielzahl von vorgegebenen Einschränkungen selbständig entscheiden, ob eine Probe erneut, in anderen/erweiterten Modi, mit erweiterten Verfahren gemessen werden muss. Diese Software nennt sich „Middleware“, da sie zwischen das eigentliche Messgerät und das Laborinformationssystem (LIS) geschaltet ist, bzw. auch „Work Area Manager“ (WAM).

Hierzu fließen direkt die Messwerte der Einzelprobe, sowie demographische Informationen, wie der Einsender (Art der Station), das Geschlecht, Alter des Patienten (Neonatalogie, Pädiatrie, Erwachsener) usf. ein. Diese Vereinheitlichung der



Analyse-Regeln sorgt für eine durchgängig hohe Qualität und transparente Abarbeitung der Proben an allen Standorten. Nicht Evidenz-basiertes „Bauchgefühl“ und eine mögliche geringere Erfahrung eines noch unsicheren MTLA-Anfängers konnten so weitgehend ausgeschaltet werden. Über 70 Regeln wurden definiert und an die speziellen Verhältnisse der diagnostischen Hämatologie der Charité Universitätsmedizin Berlin angepasst.

Ein zentraler SIS-Server ermöglicht des Weiteren ein Maximum an Transparenz, da sämtliche Rohdaten aller angeschlossenen Geräte von einem Punkt aus kontrolliert werden können. Dies kann sogar so weit gehen, dass bei einem unvorhergesehenen Krankheitsfall der hämatologischen Spezial-MTLA an einem peripheren Labor eine fachfremde MTLA am eigentlichen Messplatz einspringt, alle erhobenen Daten aber zentral von einer fachkundigen MTLA validiert werden können.

Um sämtliche Informationen (numerische, Scattergramme und morphologische Bilder) zusammenzufassen, handlich aufzuarbeiten und sowohl den Labormitarbeitern, als auch den Klinikern einfach zugänglich zu machen, wurde gemeinsam mit der Firma SYSMEX der EXPERTviewer als telehämatologisches System entwickelt (siehe Abb.3).

Digitale Bildverarbeitung – Digitale Morphologie

Ein Bild sagt mehr als 1000 Worte

Die bisher einzige Publikation über einen modernen digital-morphologischen, telehämatologischen Ansatz stammt aus dem Jahr 2004 (4). Prinzipiell wird von den Autoren aus der Arbeitsgruppe Huber (Aarau, Schweiz) eine solche Methode für möglich gehalten, allerdings wurden für diese Arbeit noch manuell Einzelfotos von einem LAFIA-System durch MTLAs angefertigt und per E-Mail übertragen. Ein automatisierter Ansatz schien zu dieser Zeit noch in weiter Ferne.

Warum macht die Zur-Verfügungstellung digitaler morphologischer Blutbilder Sinn?

Aufgrund der Struktur des medizinischen Studiums sind klinisch tätige

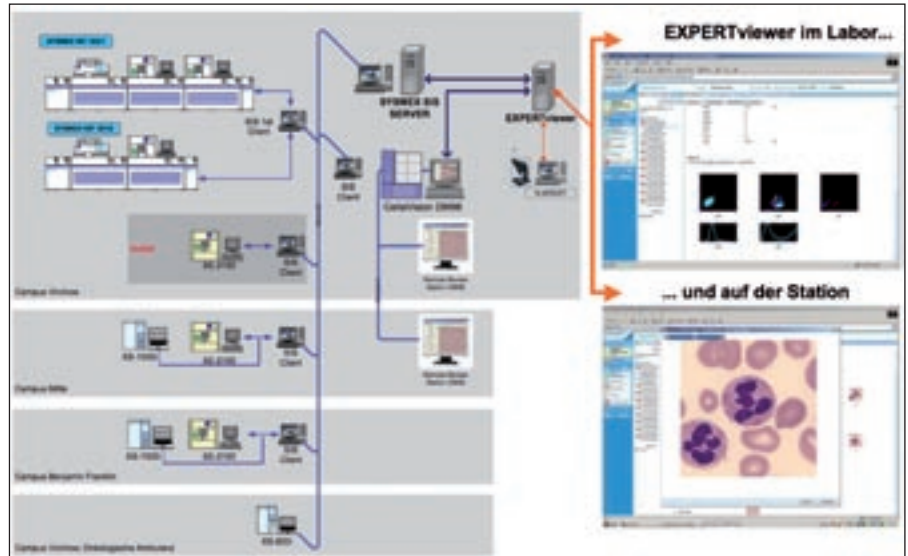


Abbildung 3: Telehämatologisches Setup der Charité Universitätsmedizin Berlin

Ärzte „Augen-Menschen“, d. h., sie sind entsprechend ihrer Ausbildung gewohnt optische/graphische Befunde zu interpretieren (Röntgenbilder, Pathologiebefunde, anatomische und histologische Präparate).

Des Weiteren handelt es sich bei Blutproben um zeitsensitive Proben, da sich bereits nach 4 h das morphologische Aussehen der Blutzellen verändert. Digitale Bilder konservieren ihr Aussehen für die „Ewigkeit“.

Viele Proben können heute kaum noch transportiert werden, so ist die spontane Verschickung von Biomaterialien wegen restriktiver IATA-Vorschriften im internationalen Flugverkehr nahezu unmöglich geworden.

Speziell hochfragiles Material wie Liquor muss innerhalb einer Stunde bearbeitet werden und kann überhaupt nicht transportiert werden. Schließlich gibt es noch Proben, wie z. B. Knochenmark, das bloß in sehr geringen Mengen gewonnen werden und daher auch nur vor Ort bearbeitet werden kann.

Das automatisierte digitale Mikroskop DM96

Durch Einbindung eines vollautomatisierten Mikroskops (DM96, Cellavision, Lund, Schweden) in den telehämatologischen Workflow war es möglich, manuelle Differentialblutbilder vorzuklassifizieren und durch die MTLA am Bildschirm statt am Mikroskop validieren zu lassen. Über 300 Regeln eines Programmes das

auf einem künstlichen neuronalen Netzwerk basiert, versetzen dieses Gerät in die Lage, fast sämtliche Blutzellen zu fotografieren, klassifizieren und abzuspeichern. Das DM96 Mikroskop kann hintereinanderweg bis zu 96 Blutausstriche in einem Arbeitsgang abarbeiten und benötigt ca. 90-120 Sekunden für eine einzelne Patientenprobe bei der Analyse des Roten Blutbildes und 200 weißer Blutzellen. Durch diese radikale Änderung wird die bis dato durch 3 MTLA durchgeführte Arbeit nun von einer einzigen MTLA erledigt.

Für Spezialfragestellungen dient ein digitales Einzelmikroskopsystem KXpert (SYSMEX), das die Patientendaten per Barcodescanning übernehmen, noch auf die manuelle Bilderfassung durch die MTLA angewiesen ist, aber die Bilder samt Kommentar in den EXPERTviewer senden kann.

Verschiedene Aspekte des Qualitätsmanagements

Interne Qualitätskontrolle - DiffIQ

Die traditionelle Art der Qualitätskontrolle liegt in der regelmäßigen Bearbeitung von extern zugesandten Präparaten durch Referenzlabore. In der RiLiBÄK 2008 ist das genaue Procedere für medizinische Laboratorien festgelegt. Gerade im morphologisch-hämatologischen Bereich gibt die Qualität der zugesandten



Telekonsil, Telekonferenz, Telemonitoring

Präparate oft Anlass zu Unmut. Eine echte Objektivierung ist systemimmanent bei Zusendung von individuellen Ausstrichpräparaten an hunderte von Teilnehmern nicht möglich.

Auch wurde eine interne Qualitätskontrolle in der Vergangenheit von den MTLA gerne als „Big-Brother“-Kontrolle abgelehnt.

Durch den Einsatz der digitalen Bilder des DM96 können nun zum ersten Mal hoch-objektiv alle MTLA an denselben morphologischen Zellbildern differenzieren. Das Programm „DiffIQ“ der Firma Cellavision ermöglicht eine sofortige statistische Auswertung bis auf Einzelzellniveau.

Reduktion der Turnaround Time

Eine Hauptbeschwerde von Klinikern über das Labor ist zu großen Teilen die zu lange Turnaround time (TAT), d. h. die Zeit die von der Probenentnahme bis zum fertigen Befund verstreicht.

Bislang orderte der Klinker per Bleistift und Papieranforderungsbeleg seine Tests, nahm Blut ab, sandte die Probe zum Labor, dort wurde sie manuell im Laborinformationssystem (LIS) erfasst, im Automaten gemessen, möglicherweise ein Ausstrich händisch angefertigt und gefärbt, dann mikroskopiert und schließlich ein Befund ausgedruckt und zur Station zurückgesandt. Diese Prozedur dauerte üblicherweise mehrere Stunden und stellt in der Mehrzahl aller Krankenhäuser heute noch den üblichen Arbeitsablauf dar.

An der Charité ist wegen der elektronischen Testanforderung („order-entry“) durch den Kliniker der gesamte Auftrag bereits im LIS gespeichert, die Proben werden im Zentrallabor auf den „Straßen“ nach den Regeln der Middleware (SIS) abgearbeitet, ein Ausstrich automatisch angefertigt (SP1000) im DM96 analysiert und von der MTLA validiert.

Die TAT konnte so auf unter eine Stunde beschleunigt werden (Abbildung 4).

„Echte Telehämatologie“ – Übermittlung digitaler Befunde

Der EXPERTviewer – ein Teleinformationssystem

Bisher erhielten die klinischen Kollegen in den überwiegenden Fällen lediglich numerische Messergebnisse. Lediglich in Einzelfällen sandte man einen Glasobjektträger mit einem Blutaussstrich an den Kliniker, damit sich dieser selbst von der Diagnose vergewissern konnte. Für den klinisch tätigen Arzt war die Erstellung der Befunde oft intransparent und ihre Qualität nicht wirklich überprüfbar.

Daher entschlossen wir uns für den Klinker ein hämatologisches Tele-Informationssystem zu entwickeln, denn Informationen, die innerhalb des Labores verbleiben und nicht an den behandelnden Arzt übermittelt werden, sind verlorene Informationen für den Patienten.

Mit der Firma SYSMEX wurde gemeinsam ein neues IT-Produkt entwickelt, der EXPERTviewer. Dieser basiert auf dem bereits vorhandenen Krankenhausinformationssystem (KIS) „Eclair“, ist aber ausschließlich auf die Übertragung hämatologischer Befunde spezialisiert und vereint die Fähigkeit numerische Daten, Scattergramme/Histoplots, berechnete Graphiken (z. B. Thomasplot, Hämaplot), sowie digitale Bilder zu präsentieren. Da er Browser-basiert arbeitet, ist eine spezielle Software-Installation nicht vonnöten.

Im EXPERTviewer werden in einer selektiven Strategie für die digitale Morphologie maximal fünf Zellen jeder Zellklasse angezeigt, die per Mausklick beliebig vergrößert werden können (Abbildung 5).

Ein ebenso übertragenes Übersichtsbild, das etwa den Bereich von 3.000 roten Blutzellen umfasst, gibt für die schnelle Orientierung einen guten Anhalt.

Kumulative Darstellungen und Trendgraphiken sind in das System integriert, so dass Verlaufsgrafiken schnell generierbar sind. Verschiedene Arten der Datenfilterung ermöglichen es, sich den unterschiedlichen Bedürfnissen des einzelnen Arztes und der verschiedenen Stationen anzupassen.

Der EXPERTviewer – ein Televalidationssystem

Innerhalb des Labors wird der EXPERTviewer als Tele-Validationssystem eingesetzt. So kann die MTLA auf seine integrierte Funktion am DM96 Arbeitsplatz zurückgreifen und sich so allumfassend bei der Validierung der morphologischen Befunde über die Daten der automatischen Analysenstrassen informieren.

Selbstredend greifen auch Laboratoriumsmediziner bei ihren täglichen Diensten auf dieses System zurück. Konsultatorisch tätige Kollegen können auf den Stationen vor Ort durch das Einloggen in den EXPERTviewer am Stationsrechner alle relevanten Befunde telehämatologisch abfragen.

Das „traditionelle“ längliche und oft frustrierte Aktendurchsuchen erübrigt sich so.

Kommunikation Kliniker - Labor

Der EXPERTviewer ermöglicht sowohl eine allgemeine Kommentierung von Be-

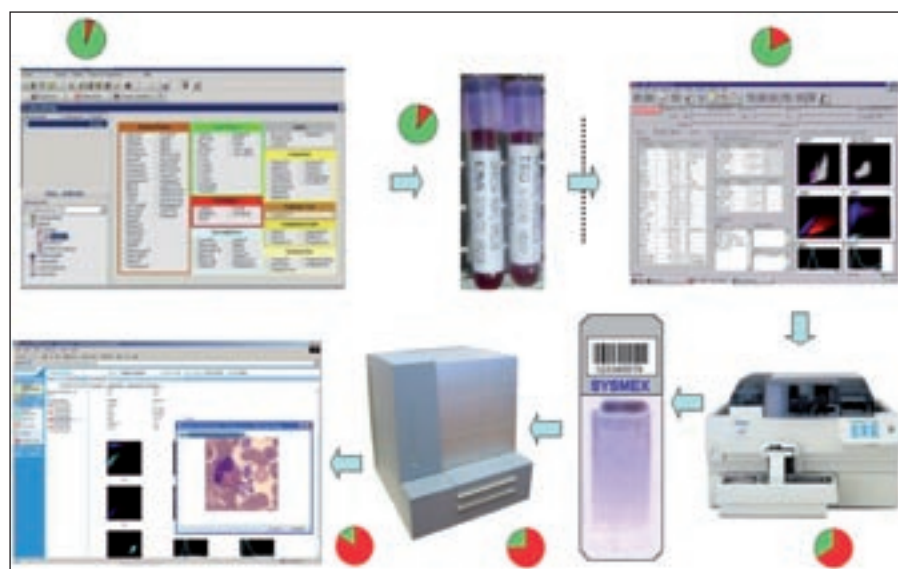


Abbildung 4: Telehämatologischer Arbeitsablauf - TAT von Minuten (hier ca. 50 min.)

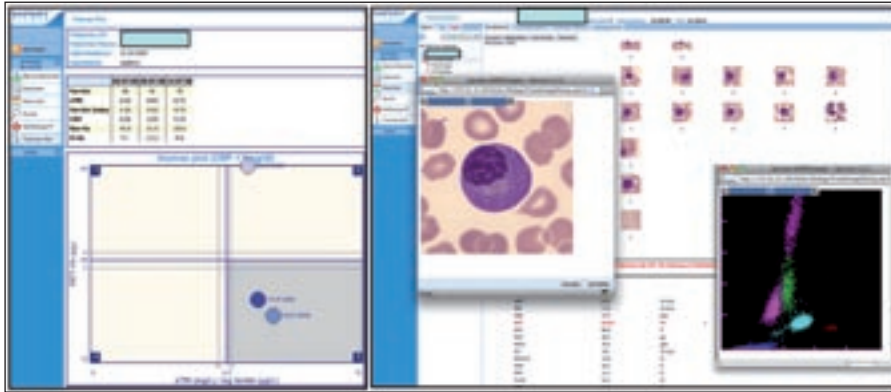


Abbildung 5: EXPERTviewer mit berechneter Graphik (links), digitalem Morphologiebild und Scattergramm (rechts), sowie numerischen Daten

2.1 funden, die jeder mit den entsprechenden Zugriffsrechten einsehen kann, aber auch die Möglichkeit einer persönlichen Kommentärübermittlung, die z. B. bloß vom Spezialisten eingesehen werden kann, oder die sich auf Forschungsfragestellungen bezieht. Die Direktionalität der Kommunikation kann in alle Richtungen ausgeübt werden. Es handelt sich also um keine Einweg-Kommunikation, wie bei klassischen LIS-Systemen üblich.

Dadurch verlieren auch etliche Klinker die Scheu, Fragen an den Laborarzt zu stellen.

Kostenneutrale Anbindung peripherer Standorte – Ambulanzen, MVZen

Da der EXPERTviewer ein Browser-basiertes System darstellt, ist eine aufwendige und kostspielige Installation zusätzlicher Software an Computerarbeitsplätzen nicht notwendig.

Gerade in den Ambulanzen und MVZ kann bei regelmäßigen Patienten-Wiedervorstellungen quasi in Echtzeit die Befundhistorie und -Entwicklung der hämatologischen Befunde, speziell auch der morphologischen Bilder, verglichen werden, ohne dass ein zeitaufwendiges Heraussuchen der alten Glasobjektträger und erneutes Mikroskopieren notwendig wäre.

Die graphische Darstellung komplexer Befunde (z. B. Thomasplot, Hämaplot) ermöglicht eine schnelle Erfassung der Diagnose und erleichtert die therapeutische Steuerung immens (Abbildung 5).

Zusammenfassung und Ausblick

Insgesamt hat die Entwicklung und Einführung des EXPERTviewers zu einer intensivierten Kooperation zwischen den klinischen Kollegen und den im Labor tätigen Mitarbeitern geführt. Die Möglichkeit 24 Stunden am Tag, siebenmal in der Woche auf alle Befunddaten, speziell der morphologischen Bilder und interpretatorischen Graphiken rückgreifen zu können (Teleinformation), hat die Arbeitsabläufe enorm beschleunigt und erleichtert. Gerade zu Lehrzwecken und bei Fallvorstellungen bietet der EXPERTviewer eine hervorragende allzeit und allerorten zur Verfügung stehende Ressource.

Kürzere Turnaround Zeiten (TAT), trotz der Einsparungen bei Personal und Sachmitteln, haben die Zufriedenheit der Kliniker verbessert.

Die Einfachheit des Browser-basierten Systems führt dazu, dass sich jeder Kliniker nach wenigen Minuten selbständig durch seine Patientenbefunde klicken kann.

Die Möglichkeit des digitalen Qualitätsmanagements durch das DiffIQ Programm ist gerade für Labore mit mehreren Standorten ein probates Mittel zur Standardisierung ihrer morphologischen Befundungsqualität und Hilfe für die Akkreditierung. Als Televalidationssystem wird der EXPERTviewer im Laborbereich ergänzend zum bestehenden Laborinformationssystem eingesetzt.

Der EXPERTviewer – ein Telekonsultationssystem

Zurzeit werden die Vorbereitungen getroffen, den EXPERTviewer als telekonsultatorisches Werkzeug über Krankenhausgrenzen hinweg, ja sogar international über Ländergrenzen hinweg, einzusetzen. Per Mausklick sollen anonymisierte Datensätze zwischen Experten ausgetauscht werden, um eine Zweitmeinung einzuholen.

Literaturverzeichnis

- (1) Statistisches Landesamt Berlin (2006) <http://www.statistik-berlin.de/aktuell/jahrbuch/jb2006/grafiken/kap18/k18-g01.htm>
- (2) Berliner Morgenpost (2005) <http://www.morgenpost.de/content/2005/01/14/berlin/728274.html>
- (3) Roland Berger, BIC-Projekt (Best in Class) an der Charité Universitätsmedizin Berlin (2007)
- (4) Urs Luethi et al., „Telehematology: critical determinants for successful implementation“, Blood (2004) 103: 486 ff.

Kontakt

OA Dr. med. Dipl. Biochem.

Andreas Weimann

Institut für Laboratoriumsmedizin und Pathobiochemie

Campus Virchow Klinikum

Charité Universitätsmedizin Berlin

Augustenburger Platz 1

D-13353 Berlin

Tel.: +49 (0) 30 / 4 50 - 66 90 32

Fax: +49 (0) 30 / 4 50 - 56 99 00

andreas.weimann@charite.de