Ein modulares Datenverarbeitungs-System zur Organisation und Automatisierung medizinischer Laboratorien

Autor(en): **Coradi, L.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **67 (1976)**

Heft 4

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-915121

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Ein modulares Datenverarbeitungs-System zur Organisation und Automatisierung medizinischer Laboratorien

Von L. Coradi

681.3.01 : 61

Zur Automatisierung und zur Organisationsunterstützung von klinischen Laboratorien wird ein EDV-System eingesetzt. Insbesondere rechtfertigt die Entlastung des medizinisch technischen Personals von administrativen Arbeiten – die mit dessen Ausbildung nicht in Einklang stehen – die Einführung eines solchen Systems. Gleichzeitig entsteht eine wesentliche Steigerung der Leistungskapazität der Laboratorien. Mit der lückenlosen Durchführung der Probenidentifikation und der Datenerfassung sowie der Überwachung von Analysenautomaten erreicht man eine Qualitätssteigerung und eine erhebliche Senkung der Fehlerquoten. Wirtschaftliche Überlegungen zeigen, dass nicht nur rein monetäre Komponenten zu berücksichtigen sind, wenn man dem wirklichen Nutzen des EDV-Systems gerecht werden will.

Un système de traitement électronique de l'information contribue à l'automatisation et à l'organisation de laboratoires de cliniques. Son introduction est notamment justifiée parce qu'il libère le personnel médical technique des travaux administratifs, qui n'ont rien à voir avec sa formation. En outre il en résulte un accroissement notable des performances des laboratoires. Grâce à l'identification impeccable des prélèvements et à l'acquisition complète des données, ainsi qu'à la surveillance des analyseurs automatiques, la qualité est grandement améliorée et les taux d'erreurs sont très réduits. Des considérations d'ordre économique montrent que le coût n'est pas le seul critère pour apprécier l'utilité réelle du système de traitement électronique de l'information.

1. Einleitung

In den vergangenen Jahren zeigte sich immer deutlicher, dass personalintensive Betriebe der Kostensteigerung besonders ausgesetzt sind. Dies spüren auch klinisch-chemische Laboratorien, die täglich ein grosses Verfahrensspektrum bei voller Qualität durcharbeiten müssen. Insbesondere trifft dies für konventionell ausgerüstete Laboratorien zu, die wegen der manuell zu erledigenden Arbeiten, wie Probenidentifikation, Probenverteilung, Qualitätskontrolle, Messwerterfassung, Befundschreibung, Abrechnung, Buchhaltung, Statistik und Archivierung, einen hohen Personalbedarf haben.

Durch die Fortschritte auf dem Gebiet der quantitativen Untersuchungsmethodik, vor allem im Bereich der klinischen Chemie, ergab sich für die angewandte Medizin die Möglichkeit, die Diagnostik in zunehmendem Masse auf objektivierbare Untersuchungsbefunde zu stützen. Daraus resultiert eine starke Zunahme der Laborleistungen und damit eine wesentliche Steigerung lang anhaltender Belastungen des Personals, d. h. Vermehrung von Ermüdungserscheinungen und Fehlerhäufigkeiten.

Eine Anpassung der betriebsinternen Arbeitskapazität an die stetige Zunahme der Anzahl Analysen wird damit unumgänglich. Aber auch die Umstellung vieler Laboratoriumsbetriebe auf eine weitgehende mechanische Messtechnik genügt vielfach nicht mehr. Unter Beachtung der wachsenden Analysenzahl und der damit verbundenen Administration wie auch unter Berücksichtigung gestiegener Qualitätsanforderungen, erscheint die elektronische Datenverarbeitung zur Übernahme aller Arbeitsvorgänge der erwähnten Aufgaben prädestiniert. Nur sie kann die anfallenden organisatorischen und arbeitstechnischen Probleme befriedigend lösen und erbringt darüber hinaus einen erheblichen Zuwachs an Sicherheit, Schnelligkeit, Information und Entscheidungsunterstützung für den Arzt.

2. Das Prinzip des SILAB

Das *Si*emens-*Lab*orsystem SILAB als Beispiel eines Datenverarbeitungs-Systems zur Rationalisierung und Automatisierung der im ärztlichen Laboratorium anfallenden Routineaufgaben gewährleistet durch den Einsatz entsprechender Hardware-Bausteine bzw. Software-Pakete eine sicherere und wirtschaftlichere Nutzung der vorhandenen Analysengeräte sowie der gegebenen Organisation. Fig. 1 zeigt den Datenfluss im System. An den Aufnahmeplätzen werden im Dialogverkehr die Patientendaten, wie z. B. Name, Wohnadresse, einweisender Arzt und Kostenträger sowie eine Identifikationsnummer, mit der auch die Probengefässe (Fig. 2) maschinenlesbar codiert werden, dem Rechner bekanntgegeben. Die anschliessende Anforderungseingabe umfasst die gewünschten Untersuchungsverfahren mit Angabe des Untersuchungsgutes. Nach automatisch erfolgter Plausibilitätskontrolle übernimmt der Rechner diese Daten und speichert sie ab. Beim Einsatz eines Markierungsbeleglesers entfällt die Anforderungseingabe via Dialogterminal. Die vom Rechner erstellten Arbeitslisten dienen den Assistentinnen an ihren Arbeitsplätzen zur Vollständigkeitskontrolle.

Alle Labormesswerte werden mit der zugehörigen Patientenidentifikation über den Multiplexer in den Rechner eingespeist. Dieser führt automatisch die Endwertberechnung, Messwertkontrolle und Qualitätskontrolle durch und erstellt bei aufgetretenen Fehlern sofort eine Fehlermeldung über den Laborblattschreiber. Die am Schluss des Tages ausgestellte Resteliste enthält alle noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen.

Das Datenverarbeitungs-System ist modular aufgebaut und besteht aus einem Probenidentifikationssystem, einem Datenerfassungssystem sowie einem Programmsystem. Hervorzuheben sind folgende Eigenschaften des Gesamtsystems:

– Alle gängigen Analysengeräte können mit der Rechneranlage direkt gekoppelt werden mit Hilfe von Messwert-Vorverarbeitungseinheiten (MVV). Damit ist die problemlose Integrierung des vorhandenen Analysengeräteparkes in den on-line-Betrieb gewährleistet. So wird z. B. der automatische Messplatz Braun Systematik mit Zeiss Photometer über die MVV an das System angeschlossen; diese führt die Analog-Digital-Konvertierung des Messwertes durch, fügt Messwert und Patientenidentifikationen zu einem Datenblock und übernimmt die Steuerung der Datenübertragung an das Erfassungssystem.

– An Arbeitsplätzen, für die aus mess- oder verfahrenstechnischen Gründen ein on-line-Anschluss nicht in Betracht kommt, können die Untersuchungsergebnisse über Eingabetastaturen dem Rechner übergeben werden (vgl. Fig. 8).

– Einzeluntersuchungen können frei nach Bedarf zu einem Untersuchungsprogramm zusammengestellt werden.

– Die bestehende Organisation kann übernommen werden, um deren Effektivität zu erhöhen.

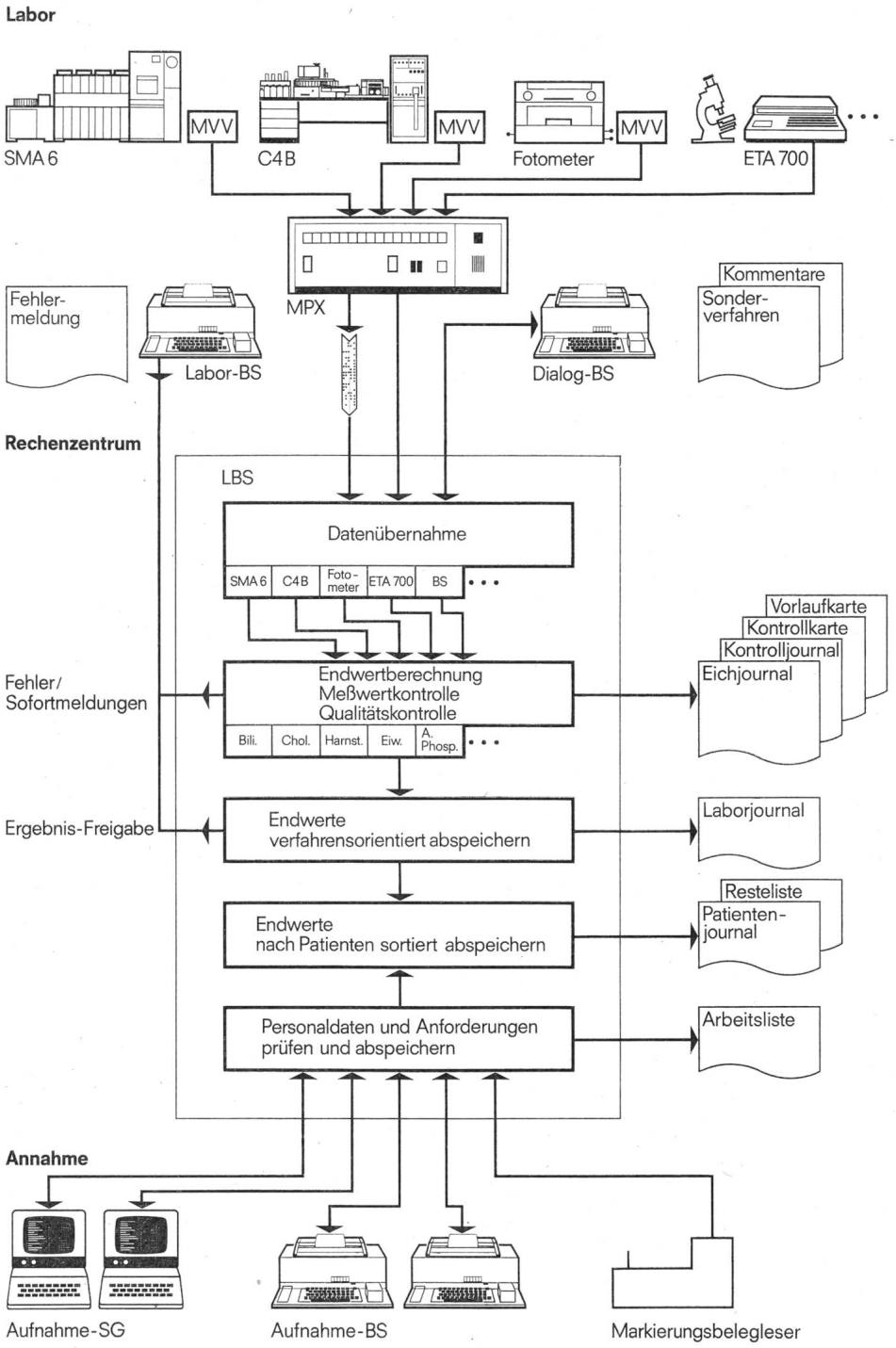
– Ohne Erweiterung des Personalbestandes wird eine wesentliche Kapazitätserweiterung des Labors erreicht.

– Eine flexible Steuerung des Betriebes durch dialogorientierte Datenerfassung ist möglich, wie z. B. die Wiederholung von ausser Kontrolle geratenen Verfahren.

Zu den drei genannten Teilsystemen gehören folgende charakteristische Bausteine:

Fig. 1
Prinzip des Datenverarbeitungssystems

MVV	Messwert-Vorverarbeitung
MPX	Multiplexer
LBS	Laborbetriebssystem
SG	Sichtgerät
BS	Blattschreiber
SMA 6	Analysengerät von Technicon
C4B	Analysenautomat (Perkin-Elmer)
ETA 700	Differenziertastatur



– Codiereinheit zur visuell und maschinell lesbaren Kennzeichnung von Probengefässen (Patientenidentifikation)
– Spektralphotometermessplatz zur on-line- oder teilweisen on-line-Messwertverarbeitung sowie ein manueller Arbeitsplatz für Blutbilddifferenzierung (Datenerfassungssystem)
– Funktionsangaben (Programmsystem)

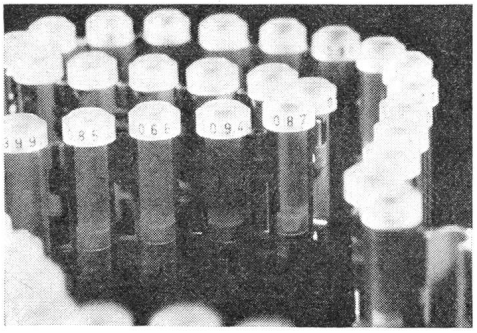


Fig. 2
Probengefässe in Kette aufgereiht

3. Patientenidentifikation

Auf dem Weg der Einzelprobe von der Probenannahmestelle über die Probenverteilung zum Messplatz, während der Analysendurchführung bis hin zur Befundschreibung, muss in jeder Phase die exakte Zuordnung der Probe zum Patienten zweifelsfrei garantiert sein. Aus den zahlreichen Möglichkeiten der Probenkennzeichnung wird hier eine der sichersten erwähnt, und zwar die, bei der die Probenkennzeichnung mit dem Probengefäss untrennbar verbunden ist. Bei dieser Variante trägt das normierte Probengefäss (Fig. 2) die vorgegebene und einem Patienten fest zugeordnete (diesen Patienten identifizierende) Tagesnummer.

Um allen Erfordernissen des Systems zu genügen, kann dieser Identifikationsbaustein die gewünschte Nummer sowohl in visuell lesbarer Form am obern Rand des Gefässes als auch in dem für das System direkt verwertbaren Loch-

code am untern, vorstehenden Gefässrand tragen. Zur Prägung der Trägergefässe wird eine Codierstanze verwendet (Fig. 3), die mit einer automatischen Zuführungseinheit ergänzt werden kann. Die Codiereinheit transportiert das von der Zuführung bereitgestellte Einzeluntersuchungsgefäss, interpretiert den am Dateneingang übernommenen Datenblock, codiert und stanzt die interpretierte Information.

Die Probengefässe können bis 11stellige Informationen tragen. Zur Identifikation werden Probennummern verwendet, die höchstens 6stellig sein dürfen. Die fünf weiteren Dezimalstellen stehen als Sonderinformation zur Verfügung (z. B. Angaben über Art des Probengutes oder Sonderbehandlung). Die fertig codierten Gefässe liegen in einer leicht zugänglichen Griffschale zur Entnahme bereit.

Das gekennzeichnete Probengefäss, bzw. die Probe, wird dem der gewünschten Untersuchung entsprechenden Mess- bzw. Arbeitsplatz zugeleitet, wo das Messergebnis automatisch – oder teilautomatisch – der mitgeführten Tagesnummer zugeordnet wird. Manuelle Arbeitsplätze können mit dem entsprechenden on-line angeschlossenen Lesegerät ausgerüstet werden, das auf Knopfdruck die Codierung sofort entziffert und über Leuchtanzeigen dem Benutzer die Nummer zeigt (Fig. 4).

Bei erhöhtem Automatisierungsgrad kann die Probenverteilung durch einen automatischen Probenverteiler, der gleichzeitig als Codierstanze dient, durchgeführt werden (Fig. 5). Dabei werden die einzelnen Probengefässe arbeitsplatzabhängig in Gefässketten aufgereiht, die dann vom Personal den Arbeitsplätzen zugewiesen werden.

4. Messwerterfassung

Beim *automatisierten Arbeitsplatz* (on-line angeschlossen) konzentriert sich die messtechnische Datenerfassung auf die Messwerterfassung und die damit direkt verbundene Messwertidentifikation (Fig. 6). Diese kann verschiedenermassen geschehen (Fig. 7):

– bei der direkten Messwertidentifikation werden die Messdaten schon im Anschlussbaustein den Identifikationsangaben zugeordnet;

– bei der positionellen Messwertidentifikation erfolgt die Zuordnung im übergeordneten Datenverarbeitungs-System. Dazu ist die strikte Einhaltung der sequentiellen Abfertigung einer Probenserie erforderlich;

– die halbautomatische Messwertidentifikation kommt dann zum Einsatz, wenn keine direkte Messwertübernahme möglich ist (automatisierter Arbeitsplatz mit manueller Eingabe).

Beim *manuellen Arbeitsplatz* handelt es sich z. B. um einen selbständigen Arbeitsplatz zur Bewertung von Mikroskopbildern im hämatologischen und klinisch-chemischen Laboratorium zur Befundung von Knochenmarkausstrichen, Blutbildern oder Urinproben. Der Arbeitsplatz ist mit einer

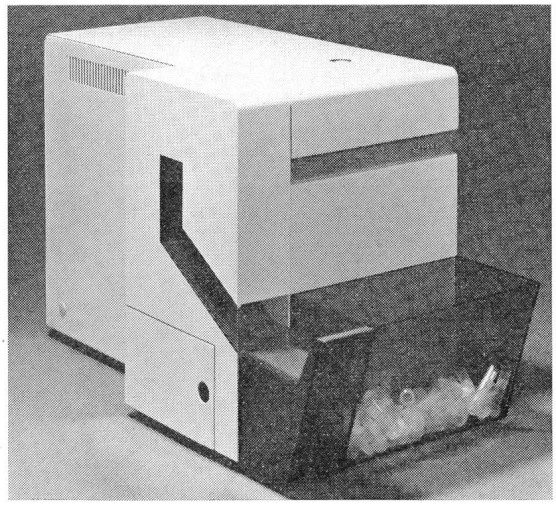


Fig. 3 Codiereinheit mit uncodierten Einzeluntersuchungsgefässen

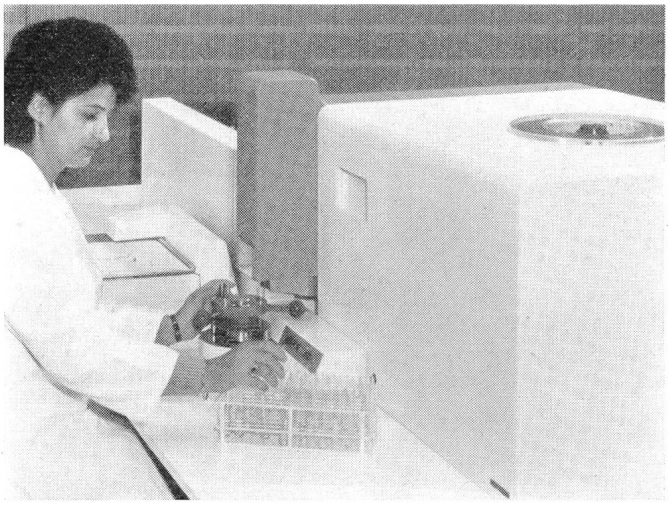


Fig. 5 Automatischer Probenverteiler mit Codierstanze

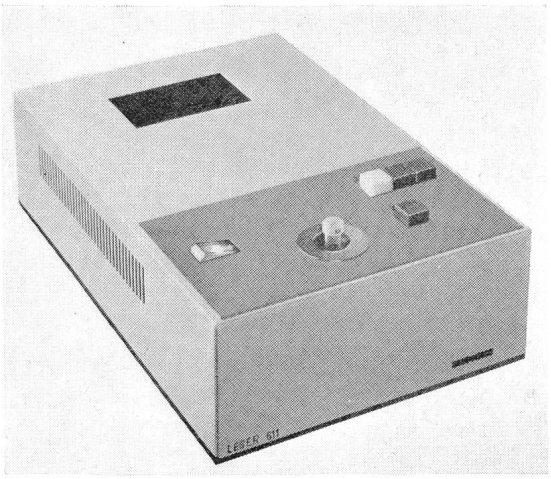


Fig. 4 Proben-Lesegerät mit Leuchtanzeige und eingesetzter Probe

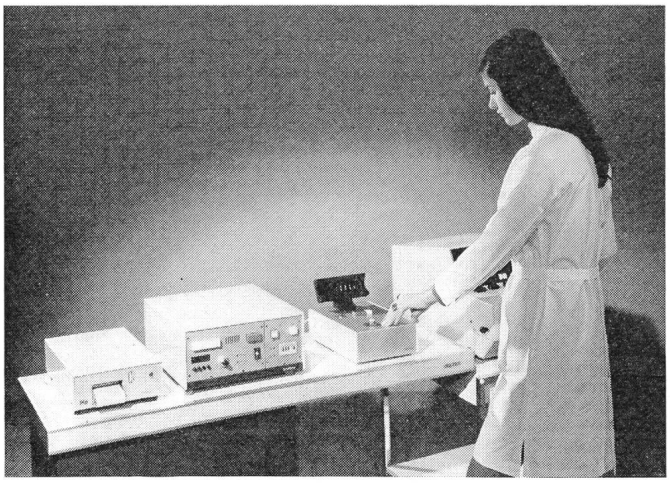


Fig. 6 Photometer-Arbeitsplatz mit Probenröhrchen-Leser, Messwert-Vorverarbeitungseinheit und Drucker

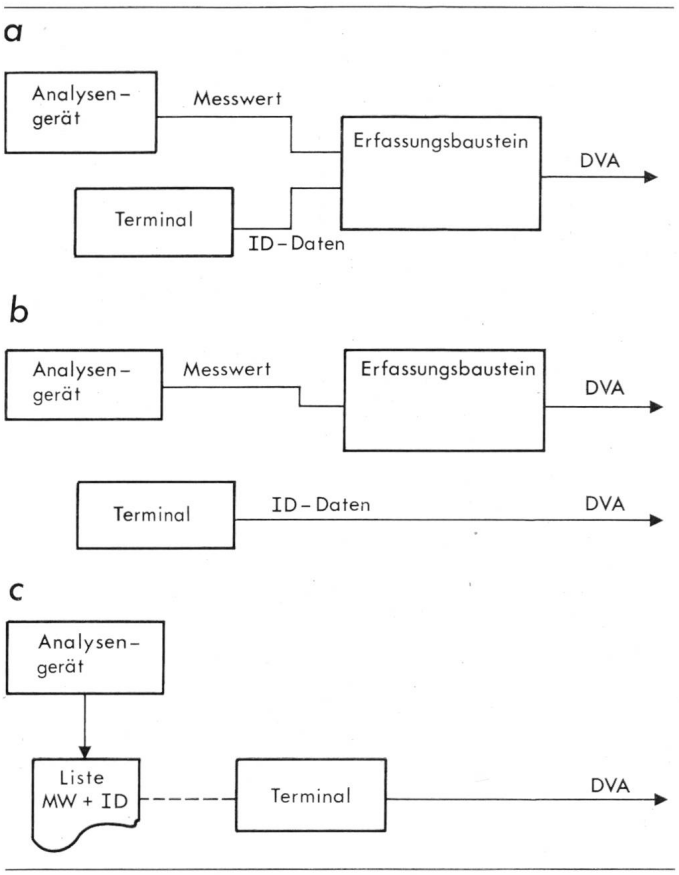


Fig. 7 Eingabe der Messwerte

a direkte Messwertidentifikation
b positionelle Messwertidentifikation
c manuelle Erfassung
DVA Datenverarbeitungsanlage
MW Messwert
ID Identifikation

Differenziertastatur als Eingabestelle zum System ausgerüstet. Mit dieser können bis zu 48 Merkmale differenziert, aufsummiert und das Ergebnis mit der zugeordneten Patientenidentifikation im on-line-Betrieb dem übergeordneten Rechner übergeben werden. Während des Zählvorganges, z. B. bei der Auszählung von Blutkörperchen im Blutbild, ist es jederzeit möglich, den Inhalt eines beliebigen Merkmals selektiv zu betrachten. In diesem Fall blinkt die gewählte Taste und in der linken Zifferngruppe erscheint die gewünschte Summe (Fig. 8).

Der Einsatz des Gerätes ist nicht nur innerhalb des Systems sinnvoll. In Fig. 9 sind einige Anwendungsmöglichkeiten als Beispiele aufgezeichnet.

Fig. 8 Mikroskop-Arbeitsplatz mit Differenziertastatur

5. Programmsystem

Die Funktionsbausteine des Datenverarbeitungs-Systems stehen in direkter Beziehung zueinander und ergänzen sich nahtlos zu einem Gesamtsystem. Als Zentraleinheit für ein Labor mit ca. 300...400 Patienten/Tag dient ein Prozessrechner mit 64-K-Wort-Kernspeicher, mit einem angeschlossenen Plattenspeicher für 2000-K-Byte, einem Lochstreifenleser und -stanzer sowie einem Schnell- oder Matrixdrucker als Ausgabeterminal. Die wesentlichen Labor-, Verwaltungs- und Organisations-Bausteine des Programmsystems sind:

– Das Datenübernahmeprogramm sorgt für die planmässige Übernahme der Messwerte und Zusatzangaben im on-line-Verfahren über die Hardware-Bausteine in den Rechner. Untergeordnete Einzelprogramme generieren diese Primärdaten zu einem einheitlichen Datenblock.

– Die Endwertberechnung liefert verfahrensspezifische Endresultate, z. B. Prozentangaben.

– Die Messwertkontrolle führt u. a. die Prüfung der Endwerte auf Messbereichsüberschreitung sowie alters- und geschlechtsabhängige Kontrollen durch und orientiert mittels Fehlermeldungen das Laborpersonal über fehlerhafte und kritische Werte.

– Die Qualitätskontrolle der Messungen umfasst das Kontrolljournal über Eich- und Driftkontrollstandards sowie über Präzisions- und Richtigkeitskontrollen und über die Verlaufsbeobachtung im on-line-Betrieb.

– Die verfahrensorientierte Abspeicherung der Endresultate und deren Zusammenfassung im Laborjournal.

– Es können Einzelwerte oder ganze Messreihen gesperrt werden.

– Erstellen einer Resteliste der angeforderten aber nicht durchgeführten oder nicht zu Ende geführten Untersuchungen.

– Nach Messgeräten oder Verfahren orientierte Arbeitsplatzlisten.

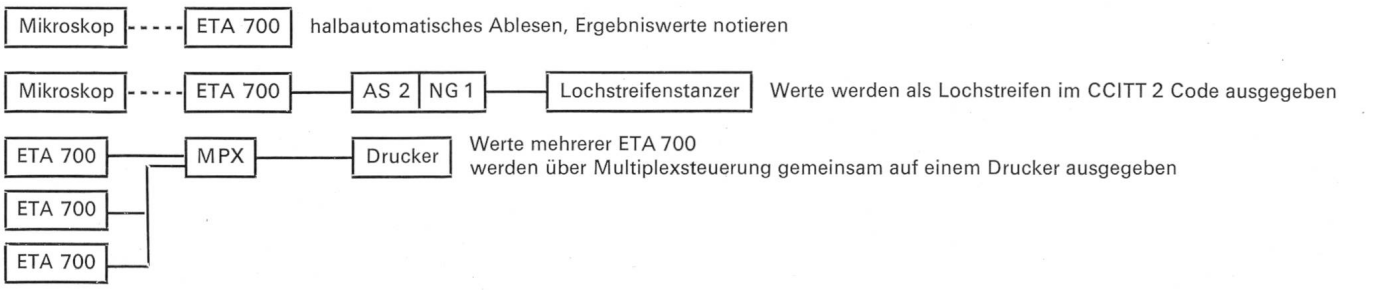


Fig. 9 Verschiedene Verwendungsarten der Differenziertastatur ETA

AS 2 Anpass-Steuerung für den Betrieb des Lochstreifenstanzers
NG 1 Netz-Gerät
MPX Multiplexer

– Eine gesonderte Leistungserfassung für die Abrechnung ist nicht erforderlich: Die Ergebniserfassung für die Befundschreibung liefert die notwendigen Angaben. Die Abrechnung aller ausgeführten Laboraufträge erfolgt nach Ablauf einer frei wählbaren Karenzzeit nach Ärzten bzw. nach Patienten geordnet. Der Abrechnung können alle gewünschten Leistungsverzeichnisse zugrundegelegt werden.

– Erstellung eines Rechnungsausgangsbuches. Zur finanziellen Transparenz wird im Rahmen der Debitoren-Buchhaltung der Soll-Ist-Vergleich neben der Erfassung der Zahlungseingänge und Sollberichtigungen realisiert. Ferner können das Journal und die Rückständeliste erstellt werden; Summenbildung und Mahnwesen sind ebenfalls möglich.

Weitere organisatorische bzw. verwaltungstechnische Möglichkeiten sind die Ausgabe von Etiketten, die Komprimierung der Labordaten eines Patienten zwecks Archivierung sowie die Laborstatistik.

6. Wirtschaftlicher Nutzen durch die Einführung der EDV im medizinischen Labor

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit sind nicht nur zahlenmässig erfassbare Daten zu berücksichtigen, wie z. B. kostengünstiges System, Steigerung der Kapazität bei gleichem Personalbestand und Verkürzung der Patientenliegedauer im Spital durch schnellere Erarbeitung der Untersuchungsergebnisse. Daneben sind auch Angaben qualitativer Natur, wie bessere Transparenz der medizinischen Daten im Labor, einzubeziehen.

Eine bessere Transparenz wird erreicht durch die Speicherung und jederzeit mögliche Auswertung der medizinischen Daten. Die Verlagerung vieler Schreibarbeiten in die EDV wird das medizinisch technische Personal von Routinetätigkeiten entlasten, so dass eine höhere Jahresleistung pro medizinisch technische Assistentin erreicht wird, was einen geringeren Personalbedarf zur Folge hat. Da bei Einführung der elektronischen Datenverarbeitung schon aus ethischen Gründen kaum Personal entlassen werden kann, sollten die Wirtschaftlichkeits-Betrachtungen über einen längeren Zeitraum von fünf bis zehn Jahren geführt werden. Erst dann kommt die Kapazitätssteigerung bei der Erfüllung der jährlichen Zuwachsrate zur Geltung.

Nicht zu vergessen sind auch Kosteneinsparungen, die durch Verminderung von Fehlerquoten entstehen. In Deutschland zum Beispiel, konnten Verbesserungen der Fehlerquote von 10...12 % bei konventionell geführten Laboratorien auf circa 1 % in automatisierten Systemen festgestellt werden.

Adresse des Autors:
Lukas Coradi, dipl. Ing. ETH, Siemens-Albis AG, Löwenstrasse 35, 8021 Zürich.