Z. klin. Chem. u. klin. Biochem.
7. Jg., S. 185—188, März 1969

Elektronische Datenerfassung im klinisch-chemischen Laboratorium

I. Datenerfassung bei manuellen Methoden

Von K. BORNER und E. KLEIN¹⁾

Institut für Klinische Chemie und Biochemie der Universität Berlin, Klinikum Steglitz (Direktor: Prof. Dr. H. J. Dulce)

(Eingegangen am 24. Januar 1969)

In einer Serie von Studien soll über Modelle zur automatischen Datenerfassung im klinisch-chemischen Laboratorium berichtet werden. Die vorliegende I. Mitteilung beschreibt die Datenerfassung von manuell betriebenen Photometern durch ein von den Verfassern entwickeltes System. Von 10 Photometern werden die Meßwerte durch je ein logarithmisches Digitalvoltmeter umgeformt und von einem Streifenlocher auf einen Lochstreifen übertragen. Die entsprechende Probennummer wird in einem Kartenleser von einer 6spaltigen Lochkarte (82 × 25,6 mm) zusammen mit der 4stelligen Tarifnummer (Analysencode) abgelesen und auf den Lochstreifen übertragen.

Electronic data recording in the clinical laboratory, 1. Data recording by manual methods

A series of studies has been performed on model systems for the automatic recording of data in the clinical chemical laboratory. The present communication No. 1 describes the recording of data from manually operated photometers by a system developed by the authors. The values from each of 10 photometers are converted by a logarithmic digital voltmeter and transferred to a punched tape. The corresponding sample number, together with a four digit tarif number (analysis code) is read off by a 6 column punched card (82 × 26.5 mm.) and transferred to the punched tape.

Die Datenverarbeitung klinisch-chemischer Ergebnisse wird viel diskutiert (vgl. 1) und zum Teil auch schon praktiziert (2—7). Die Tendenz wird begünstigt durch die schnelle Entwicklung und — hoffentlich auch — Verbreitung von geeigneten Rechnern. Die zunehmenden Ansprüche an die Leistungen des klinisch-chemischen Laboratoriums erzwingen die Mechanisierung der Analytik. Zwischen der Vollmechanisierung (sog. Automation) von analytischer Arbeit und der Bearbeitung der Ergebnisse durch eine zentrale Rechenanlage liegt das technisch komplizierte Gebiet der Meßwert-Erfassung und -Umformung in maschinenlesbare Datenträger. Den besonderen Anforderungen des klinisch-chemischen Zentrallaboratoriums muß dabei Rechnung getragen werden. Die vorliegende Mitteilung ist als erste einer Reihe von Studien über dieses Problem gedacht und beschreibt die Datenerfassung bei manuellen photometrischen Methoden.

Technische Ausstattung des Systems (Abb. 1)

Gegenwärtig werden die Ergebnisse von 10 Photometern mit dem System registriert. Die einzelnen Bauelemente und ihre Funktion werden nachstehend in ihren Grundzügen beschrieben.

Logarithmisches Digitalvoltmeter (Abb. 2).

Von handelsüblichen Photometern (z. B. Photometer Eppendorf) wird eine der Transmission proportionale Spannung abgegriffen und auf ein logarithmisches Digitalvoltmeter²⁾ übertragen. Es wird dabei vorausgesetzt, daß das LAMBERT-BEER'sche Gesetz erfüllt

¹⁾ Z. Zt. University of California. Lawrence Radiation Lab. Berkeley, Calif. 94720.

²⁾ Hersteller: Wagner Digital Elektronik, 1 Berlin 12, Bismarckstraße 107.

Abb. 1

Blockdiagramm des Datenerfassungssystems

ist. Der Meßwert wird analog logarithmiert und anschließend mit einem kontinuierlich einstellbaren Faktor (1,00—0,001) multipliziert. Die so errechnete Konzentration wird digital übersetzt, durch NIXI-Röhren vierstellig mit Komma angezeigt und steht außerdem im (BCD-)Code zur Weiterverarbeitung zur Verfügung. Die Ziffernanzeige zeigt maximal 9999 an. Das Komma läßt sich durch Tastendruck beliebig verschieben. Eine Maßeinheit (g/l oder mMol/l) ist zusätzlich durch Tastendruck frei wählbar.

Lochkartenleser³⁾ (Abb. 3)

Zur Probenidentifikation dient eine 6spaltige Kurzlochkarte, auf die die 6stellige Ziffer auch aufgedruckt

³⁾ Hersteller: Osthoff-Datentechnik, 4 Düsseldorf, Ottweiler Straße 27.

ist. (Zum Problem der Probenidentifikation s. u.) Zeigt das Digitalvoltmeter ein plausibles Ergebnis an, wird die Kurzlochkarte in den Schlitz des Lesers eingeführt. Durch Herunterdrücken eines Hebels erfolgt der

Abb. 2
Logarithmisches Digitalvoltmeter mit Photometer

Abb. 3
Lochkarten-Leser

Befehl zur Übernahme aller Daten, die auf einen Lochstreifen übertragen werden (s. u.). Eine Lampe am Leser zeigt durch Aufleuchten an, daß die Daten noch nicht übernommen sind. Innerhalb von 1—2 Sek. erfolgt die Übernahme, und die Anzeige erlischt. Der Leser enthält außerdem 4 Contraves-Schalter, mit denen man die Tarifposition (s. u.) mit maximal 4 Dezimalziffern einstellt. Der neben dem Leseschlitz befindliche kleine Schalter — „Alphaschalter“ genannt — steht bei normalem Meßvorgang auf „aus“. Falls durch einen Bedienungsfehler eine irrtümliche Eingabe erfolgt war, wird er eingeschaltet und die Lochstreifenausgabe des richtiggestellten Datenblockes entsprechend modifiziert (IALFA = 1, s. u.). Der Kartenleser ist auch für Karten justierbar, auf denen die Lochspalten — abweichend von der IBM-Norm — parallel verschoben sind.

Steuereinheit⁴⁾ und Streifenlocher⁵⁾

Für einen handelsüblichen 8-Kanal-Streifenlocher wurde eine Steuereinheit entwickelt. Beim Einschalten des Geräts wird ein Streifenkopf gelocht, beim Abschalten ein Endezeichen (s. u. Lochstreifenkonventionen). An 6 Contraves-Schaltern wird das Datum eingestellt, das im Streifenkopf mit abgelocht wird. Die Lochergeschwindigkeit beträgt 50 Z/Sek.

Zur Probenidentifikation. Beschaffen der Kurzlochkarten

Als wir das System entwarfen (Oktober 1967), war nur ein publizierter Vorschlag zur Identifikation der Analysenproben bekannt und im Handel erhältlich (IBM-System 1080 (8—10)). Da wir die Probenidentifikation durch Kurzlochkarten („stub cards“) für die Datenerfassung von vollmechanischen Analysengeräten mit einem „on line“-System unbedingt benötigten, versuchten wir, das Problem generell mit dieser Kurzlochkarte zu lösen. Dafür wurde der beschriebene — relativ preiswerte — Lochkartenleser auf unsere Anregung hin entwickelt. Damit schien das Problem technisch gelöst. Wider Erwarten stellte sich heraus, daß die in vielen Vorträgen gezeigten Probenanforderungskarten nicht ohne weiteres erhältlich sind⁶⁾. Die 2. Seite der Probenanforderung zum System IBM 1080 ist außerdem in einem Format abgelocht, das nicht der IBM-Standardschablone entspricht (!). Wir haben deshalb zunächst zu folgender Notlösung gegriffen, die vielleicht auch anderen hilft: Mit einem einfachen Fortran-Programm werden Standardlochkarten von einem Rechner in passendem Format gelocht und anschließend von einem Lochschriftübersetzer mit Klartext beschriftet. Die Karten werden anschließend mit einer speziell gefertigten Prägestanze in 6 Abschnitte durch Strichperforation unterteilt⁷⁾.

⁴⁾ Hersteller: Fa. Zimmermann Elektronik, 1 Berlin 44, Allerstraße 43.

⁵⁾ Hersteller: Roytron, Hartford, Conn. Modell 524.

⁶⁾ Diesbezügliche Verhandlungen sind noch im Gange.

Die Verschlüsselung der Analysen-Art (Tarif-Position)

Nach klinikinternen Absprachen wird jede Leistung durch eine individuelle 1 bis 4stellige Dezimalzahl verschlüsselt. Damit stehen für jede Leistungsstelle maximal 9999 Tarifpositionen zur Verfügung, von denen unsere Abteilung z. Zt. etwa 300—500 benutzt. Die Tarif-Position beinhaltet implizit folgende Angaben:

1. Die zu bestimmende Substanz und die Analysenmethode (z. B. Glucose, reduktometrisch)
2. das Untersuchungsmaterial, einschließlich des Zustandes des Patienten (Serum, venös, nüchtern)
3. die Maßeinheit (z. B. g/l)
4. die Zahl der Einzelanalysen (z. B. bei Belastungstesten 6 o. ö.).

Andere Vorschläge für die Verschlüsselung von Analysen (11, 12) verwenden numerische und auch alphabetische Zeichen.

Wir können diese Schlüssel weder in Kleinrechnern (z. B. Olivetti Programma 101 (13)) noch in dem beschriebenen System verwenden, da hier nur Dezimalzahlen zur Verfügung stehen.

Darstellung der Daten im Lochstreifen (Lochstreifenkonvention)

Die Darstellung der Daten entspricht der Systembeschreibung für den Rechner Siemens 4004/45. Zeichendarstellung: Siemens Papertape Code. Der Streifenkopf, der beim Einschalten des Lochers gelocht wird, enthält die hausinterne Nummer des Instituts und das Datum (nach der Systembeschreibung ist dieses Etikett nicht unbedingt erforderlich). Beim Abschalten wird das Zeichen „Ende Datei“ = /* abgelocht. Die Datenblöcke sind durch eine Vorschublockung getrennt und bestehen aus folgenden Zeichen (Tab. 1).

Die beschriebenen Formate sind so gewählt, daß auch Daten eines „on line“-Systems mit demselben Programm weiterverarbeitet werden können.

Tab. 1
Zeichen der Datenblöcke

Zeichen	Fortran-Name	Wert	Bedeutung
1	IALFA	0 oder 1	0 = Normale Eingabe 1 = korrigierende Eingabe
2—7	IPAT (oder IPAT, NR)	1 bis 999999	Patienten-, Kontroll- oder Eichwert
8—11	ICODE, TARIF	1 bis 9999	Analysenart $\triangleq$ Tarifposition
12	IBETA	0	bei anderem System Kontrollzeichen
13—16	KONZ, CONC	1 bis 9999	Konzentration
17	KOMMA		Stellung des Kommas 0 $\triangleq 10^0$, 1 $\triangleq 10^{-1}$, 2 $\triangleq 10^{-2}$, 3 $\triangleq 10^{-3}$, 4 $\triangleq 10^{-4}$
18	—	Vorschublockung	Blockade

⁷⁾ Fa. E. Müller, Papierverarbeitung, 1 Berlin 36, Paul-Linke-Ufer 39—40.

Diskussion

Zunehmende Anforderungen an das klinisch-chemische Zentrallabor (vgl. 2, Tab. 1), häufig begleitet von erheblichem Mangel an Arbeitskräften, zwingt zu allen erdenklichen Rationalisierungsmaßnahmen. Dazu rechnet auch der Einsatz elektronischer Datenerfassungsanlagen im Bereich des Laboratoriums sowie die weitergehende Datenverarbeitung durch eine zentrale Rechenanlage. Die elektronische Datenerfassung bietet sich hier besonders an, weil überwiegend einfache numerische Informationen anfallen. Auf dem Gebiet der Datenverarbeitung liegen bereits einige Veröffentlichungen vor (2—6), die auch praktische Einzelheiten preisgeben. Die elektronische Verarbeitung von Laboraten leidet jedoch empfindlich unter Zeitverzögerung, solange alle Daten manuell abgelocht werden müssen. Über das automatische Erstellen maschinenlesbarer Datenträger sind bisher nur die Ergebnisse einer amerikanischen Gruppe (8—10, 14) und einer englischen Gruppe (6, 15, 16) publiziert worden. Den Verfassern sind allerdings eine Reihe in Entwicklung begriffener Projekte persönlich bekannt. Die genannten Gruppen befassen sich fast ausschließlich mit dem Auto-Analyzer der Fa. Technicon. Nach statistischen Angaben Berliner und Westdeutscher Krankenhäuser werden sich jedoch in unserem Labor nur 45—50% aller quantitativen chemischen Analysen automatisch durchführen lassen. Es bleibt nach unserer Schätzung noch eine beachtliche Anzahl manueller Analysen übrig (etwa 300 photometrische Messungen pro Tag). Für diesen Zweck haben die Verfasser 1965 den Prototyp eines logarithmischen Digitalvoltmeters gebaut. Die Fortschritte der Elektronik ermöglichten inzwischen eine Serienproduktion zu vertretbaren Preisen, zumal das Gerät jetzt auch das Interesse von Herstellern automatischer Geräte findet. Der Kartenleser wurde auf unsere Anregung hin entwickelt, um eine einheitliche Probenidentifikation mit der 6spaltigen Kurzlochkarte für alle Meßgeräte des Labors zu ermöglichen. Damit wird die 1. Seite der IBM-Probenanforderung überflüssig. Trotz der Fülle neuer Prototypen von Analysenautomaten wird es u. E. weiterhin eine Reihe von manuellen bzw. halbautomatischen Methoden geben, für die beide Geräte — Digitalvoltmeter und Lochkartenleser — benötigt werden. Bezüglich der technischen Ausstattung des beschriebenen Systems würden wir uns heute noch ein zusätzliches Protokoll in Klartext durch eine Schreibmaschine wünschen. Bei Neubauten von Laboratorien sollte man auf das Verlegen von genügend freien Kabelschächten für die Datenerfassung an jedem Arbeitsplatz achten. Die spätere Installation derartiger Anlagen wird durch ein solches Vorgehen sehr erleichtert.

Wir versprechen uns von dem beschriebenen System folgende Vorteile:

1. Zeitgewinn. Es ist keine manuelle Rechenarbeit erforderlich. Das manuelle Ablochen entfällt, desgleichen das manuelle Anlegen von Laborjournalen.

Für sofort benötigte Analysen steht das Ergebnis kommagerecht an. Es wird allerdings die Gültigkeit des LAMBERT-BEER'schen Gesetzes vorausgesetzt.

2. Weniger Verwechslungen und Fehler beim Ablesen analoger Skalen, Protokollieren von Meßwerten und Berechnen von Ergebnissen.

3. Der Anschluß an die elektronische Datenverarbeitung ist gegeben. Insbesondere das leidige Problem der Probenidentifikation ist einer Lösung nähergebracht.

In Zukunft wird man den direkten Anschluß an einen schnellen preiswerten Kleinrechner anstreben, der neben dem Lochstreifen auch ein Protokoll in Klartext sofort erstellt — und darüberhinaus Betriebskontrollen ausführt. Es ist zu hoffen, daß derartige Rechner bald auf dem Markt erscheinen werden.

Wir danken Herrn ERLECKE und seinen Mitarbeitern in der technischen Abteilung des Klinikums für die verständnisvolle Hilfe bei der Verkabelung der Anlage.

Literatur

1. Symposium über Automation und Datenverarbeitung in der klinischen Chemie, diese Z. 7, 73—104 (1969). — 2. RICHTERICH R. und H. EHRENGRUBER, *Naturwissenschaften* 55, 368 (1968). — 3. STRAUMFJØRD, J. V., M. N. SPRABERRY, H. G. BIGS und TH. A. NOTO, *Amer. J. Clin. Path. London* 47, 661 (1967). — 4. FINLEY, P. R., M. ANDERSON und R. NEESE, *Amer. J. Clin. Path.* 48, 575 (1967). — 5. HÜSSER, R., *Technische Rundschau* 1—20 (1968). — 6. Council of the Association of Clinical Pathologists *J. Clin. Path. London* 21, 231 (1968). — 7. BOREGAARS, G.-G., Hrsg.: *CLS-Data processing system for clinical chemical laboratories*, IBM Schweden, Stockholm (1968). — 8. RAPPOPORT, A. E., W. D. GENNARO, und W. J. CONSTANDSE: *Modern Hosp.*, 108, 107 (1967). — 9. BARTSCH, V., *Hospital Topic Magazine*, Oktober (1967). — 10. RAPPOPORT, A. E., W. D. GENNARO und W. J. CONSTANDSE, *Modern Hosp.* 110, 94 (1968). — 11. RICHTERICH R. und H. EHRENGRUBER, *Clin. Chim. Acta Amsterdam* 22, 417 (1968). — 12. DYKBAER R. und K. JØRGENSEN, *Quantities and Units in Clinical Chemistry*, Munksgaard, Kopenhagen (1967). — 13. BORNER, K., diese Z. 6, 269 (1968). — 14. RAPPOPORT A. E., W. GENNARO und W. J. CONSTANDSE, 6th National ISA Biomedical Sciences Instrumentation Symposium, Pittsburgh, Pennsylvania, Mai 1968, Seite 1—11. — 15. FLYNN, F. W., K. A. PIPER und P. K. ROBERTS, *J. Clin. Path. London* 19, 633 (1966). — 16. FLYNN, F. W., *Proc. Roy. Soc. Med. London* 59, 779 (1966).

Dr. K. Borner
1 Berlin 45
Klingsorstr. 95a