

INNOVATION

7

UND MANAGEMENT

Klaus-R. Fellbaum

**ELEKTRONISCHE
KOMMUNIKATIONSHILFEN**

Einsatz der Mikroelektronik bei visueller, auditiver,
motorischer sowie mehrfacher Behinderung

WEIDLER BUCHVERLAG

Liese, W.: *Computereinsatz zur Messdatenerfassung für blinde und sehbehinderte Schüler*. In Klaus R. Fellbaum: *Elektronische Kommunikationshilfen*. Weidler Buchverlag, S. 129-136 (1987)

Computereinsatz zur Messdatenerfassung im Chemieunterricht schafft neue Möglichkeiten für blinde und sehbehinderte Schuler

Dr. rer. nat. W. Liese, Carl-Strehl-Schule/

Deutsche Blindenstudienanstalt, Marburg

Messdatenerfassung im Rahmen des Chemieunterrichts der Sekundarstufen I und II ist für sehgeschädigte Schüler ein äußerst umständliches und zeitraubendes Verfahren beim Erstellen von Tabellen und grafischen Darstellungen. Der Schüler hat im allgemeinen keine Möglichkeiten, die Anzeigen von Messgeräten abzulesen, da die Anzeigen entweder zu klein, zu wenig kontrastreich oder nicht taktil sind. Hinzu kommt noch, dass je nach Geschwindigkeit der ausgegebenen Daten, ein Mitschreiben der Messwerte praktisch unmöglich ist. Wir haben daher in unserer Schule spezielle Anzeigesysteme schaffen müssen, die den Schüler zu selbständigem Arbeiten befähigen sollen. Für die Messdatenerfassung selbst kommt ein handelsüblicher Mikrocomputer mit diversen Zusatzschaltungen zum Einsatz. An drei Beispielen sollen die zur Zeit bestehenden Möglichkeiten demonstriert werden.

1. Einsatz bei elektronisch gesteuerten Maßanalysen

In Forschungslabors, Hörsälen chemischer Institute und in unseren Schulen dient meist noch ein Bürettenrohr als Arbeits- bzw. Demonstrationsgerät, wenn man von speziellen Analytiklabors absieht. Dieses in der Praxis bewährte Gerät zum Dosieren kleiner Flüssigkeitsmengen bei Maßanalysen weist für sehgeschädigte Schüler zwei schwerwiegende Nachteile auf. Einmal ist das Ablesen des Flüssigkeitsstandes selbst unter Zuhilfenahme von Lupen für Sehbehinderte schwierig, meist unmöglich. Zum anderen ist das Einstellen der Tropfgeschwindigkeit am Bürettenhahn nicht leicht. Für den Blinden ist das Instrument gänzlich ungeeignet. In Ermangelung entsprechender Spezialgeräte haben wir daher schon vor einigen Jahren Infrarotablesevorrichtungen an die Skala gebaut, die über einen Digitalzähler mit großen grünen Ziffern und akustischer Signalausgabe die Volumenangaben möglich machten. Ein Tropfenzähler, der beim Fallen eines Tropfens einen Signalton abgibt, vervollständigte die ersten Adaptierungen und brachte eine wertvolle Hilfe. Höhere Ansprüche an

die Genauigkeit sowie Möglichkeiten zur schnelleren Justierung der Geräte forderten später neue Entwicklungen. Unter Einsatz spezieller Dosiereinrichtungen ist nun seit einigen Monaten ein hochgenaues Arbeiten im Unterricht gegeben. Somit kann nun der Schüler genauso exakt messen und dosieren wie sein sehender Lehrer. Hierzu haben wir einen Mikrodispenser der Firma Brand als einfache Bürette umgerüstet. Dieses Gerät saugt aus einem anhängenden Fläschchen auf Knopfdruck exakt z.B. 0,25 oder 1 ml Säure oder Lauge an und gibt diese ohne erwähnenswerten Fehler genauso präzise wieder frei, ohne dass sich der Schüler um Flüssigkeitshöhe oder Ablesen von Marken bemühen muss. Das Gerät birgt keine Gefahr durch Aufsaugen giftiger oder ätzender Flüssigkeiten in den Mund, wie dies bei herkömmlichen Ansaugpipetten der Fall ist. Das Gerät ist so einfach zu handhaben, dass keinerlei Training erforderlich ist. Unter dem Auslöseknopf wurde zur Adaptierung ein Hall-Generator nachgerüstet, damit jeder Knopfdruck einen Impuls an eine Auswertelektronik abgibt, die ihrerseits einen sprechenden Taschenrechner, der als einfacher elektronischer Zähler umgerüstet wurde, ansteuert. Somit wird der ganzen Klasse die Menge der zugegebenen Flüssigkeit hörbar angezeigt, was insbesondere bei einer großen Anzahl von Dosiereinheiten von Vorteil ist, da ein "Verzählen" ausgeschlossen ist. Vollautomatisch wird nun über den angeschlossenen Messkoffer mit sprechendem Digitalmultimeter die Temperatur, der jeweilige pH-Wert oder die Leitfähigkeit der Lösungen abgerufen. Die Messwert-Nummer sowie der Messwert selbst können somit ohne weiteres von jedem Schüler verfolgt und mitprotokolliert werden. Gleichzeitig werden beide Angaben über einen von uns entwickelten Digital-Digital-Wandler in den angeschlossenen Computer zur Weiterverarbeitung und Speicherung eingelesen. Je nach geladenem Programm können sehbehinderte Schüler auf dem angeschlossenen Großmonitor den Messwert selbst in Großschrift oder als Messkurve während der Reaktion mitverfolgen. Nach Abschluss der Arbeiten werden die im Speicher des Computers befindlichen Messwerte automatisch zur Sicherung auf eine Diskette gespeichert und können somit für spätere Vergleichsmessungen herangezogen werden. Die Messkurve kann nun von einem Schüler entweder in Punktschrift oder in Schwarzschrift von der Computertastatur aus beschriftet werden.



Abb. 1: Selbständiges Dosieren kleinster Flüssigkeitsmengen mit dem Mikro-Dispenser. Abrufen des pH-Wertes über den entsprechenden Messkoffer



Abb. 2: Einrichten und Justieren der Versuchsanordnung

Das fertige Bild wird dann zur Sicherung vollständig abgespeichert, wofür etwa 34 Datenblöcke besetzt werden. Danach wird das beschriftete Bild von einem Matrixdrucker ausgedruckt und nach Vergrößerung mit Hilfe von quellfähigem Spezialpapier tastbar gemacht. Es handelt sich dabei um ein mit Kunststoff beschichtetes Papier, das eingeschlossene Mikrogaskügelchen enthält, die unter Hitzeeinwirkung aufquellen und eine tastbare Struktur hinterlassen, die an Präzision praktisch keine Wünsche mehr offen lässt. So lässt sich neben der eigentlichen Messkurve auch die

zunächst nur auf dem Druckerpapier sichtbare Blindenschrift ausgeben. Der Computer hat somit die Herstellung von sehr zeitraubenden grafischen Darstellungen selbst übernommen. Nach Ausgabe der numerischen Messdaten auf einem Punktschriftdrucker verfügt nun der Schüler über ein umfassendes Messprotokoll, das ihm bei der Auswertung zu Hause eine entscheidende Hilfestellung bietet. Inzwischen konnte eine noch nicht lange auf dem Gerätemarkt befindliche Digitalbürette der Firma Brand mit einer Genauigkeit von 0,01 ml eingesetzt werden. Sie lässt sich äußerst leicht bedienen und gibt die Messwerte in großer LCD-Flüssigkristallanzeige aus. Ein Eingriff in die Elektronik dieses Gerätes ermöglichte es uns nun kürzlich, die von unseren Schülern nur sehr schlecht oder gar nicht lesbare Anzeige in große LED-Leuchtanzeigen zu transformieren und dem Blinden zusätzlich noch eine Sprachausgabe anzuschließen.

Mit dieser Digitalbürette liegen nun erste Erfahrungen vor, die durchweg als positiv anzusehen sind. Mit Hilfe dieser Technik lassen sich nun auch Endpunktbestimmungen durchführen, die bislang für Blinde jedenfalls als noch nicht möglich galten. Da in einigen Fällen neben der Sehschädigung auch noch körperliche Behinderungen ein Arbeiten mit chemischen Geräten entweder stark erschweren oder gar unmöglich machen, lassen sich hier mit geplanten Schrittmotorsteuerungen sicherlich noch einige weitere Adaptierungen anbringen, um z.B. einem sehgeschädigten Ohnhänder gewisse Hilfen zu geben, damit er nicht völlig untätig neben seinen anderen Mitschülern stehen muss.

2. Einsatz des Computers In der organischen Analytik

Organische Chemie wird an der Carl-Strehl-Schule ab Klasse 11/2 unterrichtet. Bereits nach wenigen Wochen werden gaschromatografische Untersuchungen benutzt, um z.B. Stoffgemische zu identifizieren oder einfache Reaktionsmechanismen aufzuklären. Dieses aus Technik und Chemie nicht mehr wegzudenkende Verfahren hat in unserer Schule seit zwei Jahren zu einer erheblichen Bereicherung des Chemieunterrichts geführt. Es ist mit dieser Trennmethode nach etwa 2-4 Minuten möglich, qualitative und quantitative Auskünfte über ein verdampfbare Stoffgemisch zu erhalten.

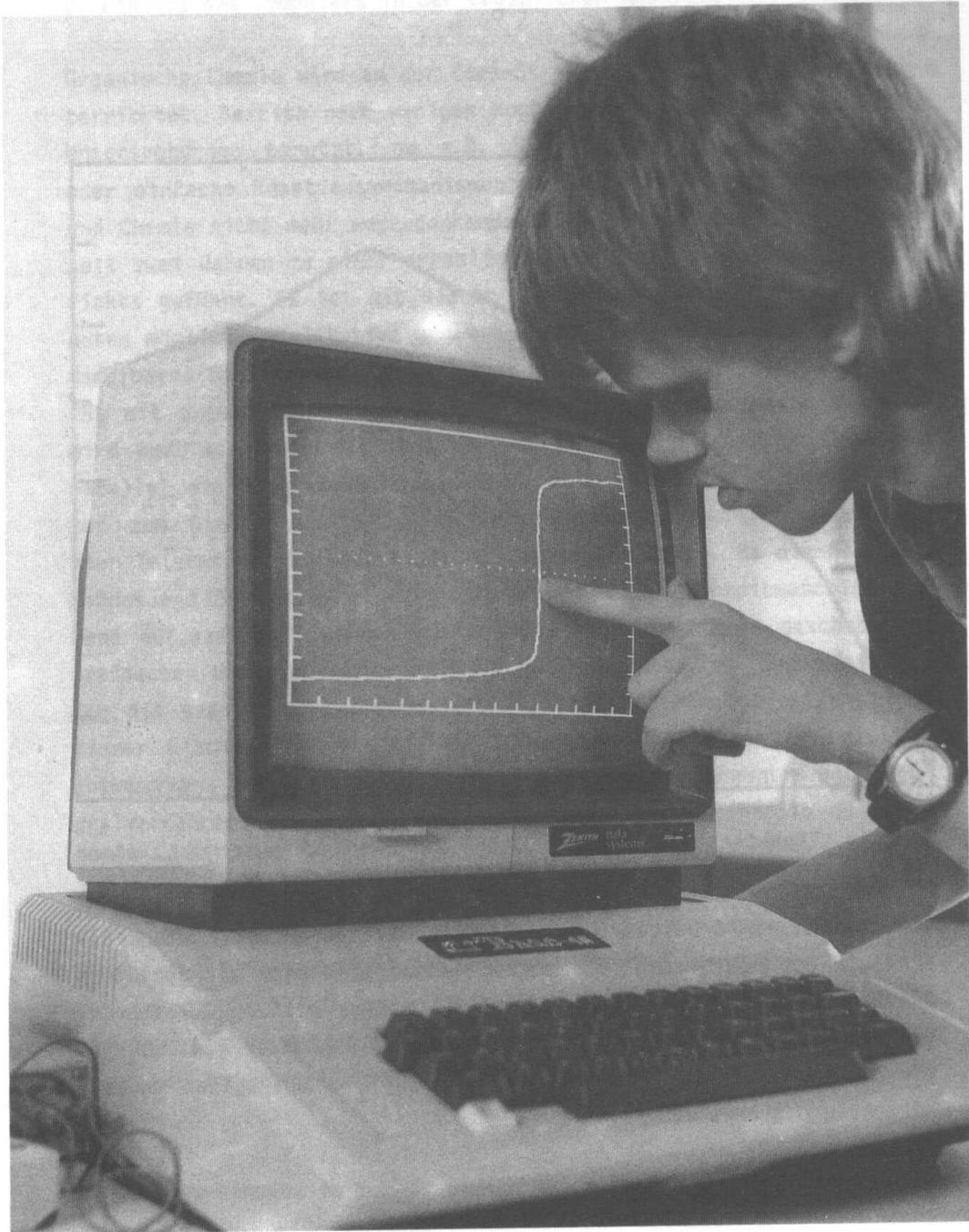


Abb. 3: Hochgradig sehbehinderter Schüler (Klasse 13) betrachtet eine gerade aufgenommene pH -Titrationskurve am Bildschirm

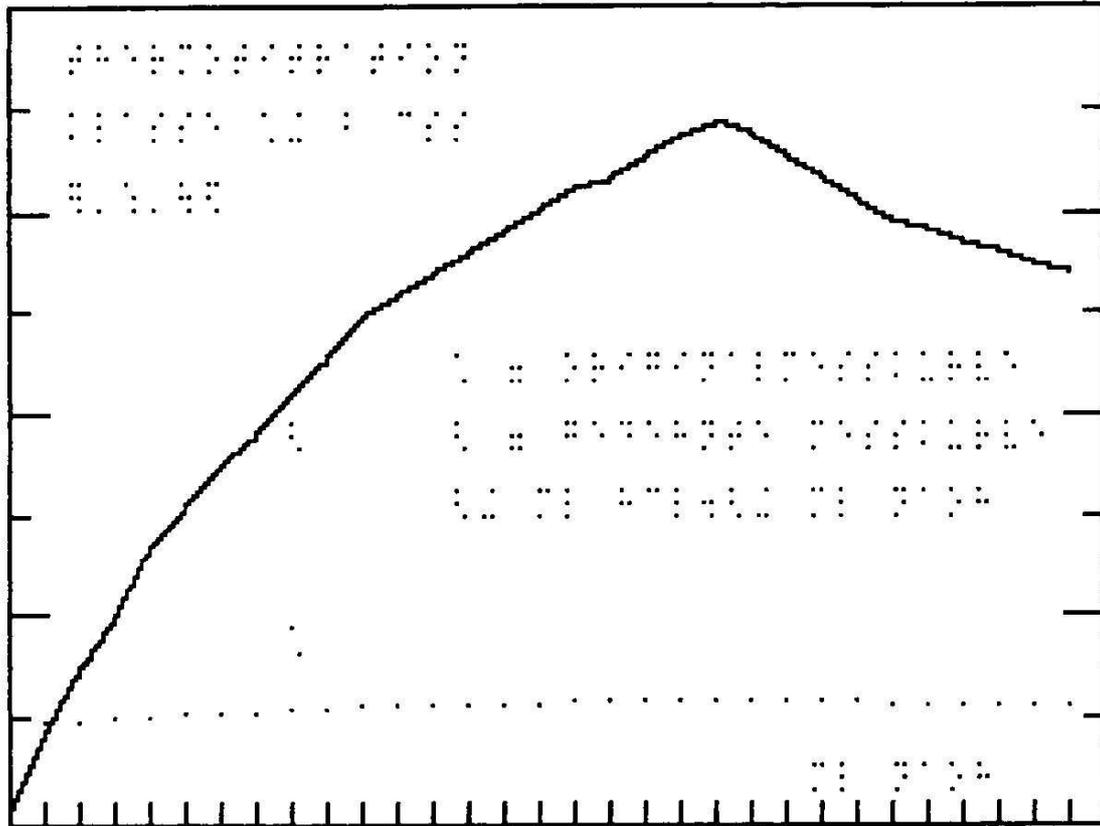


Abb. 4: Punktschrift - Beschriftung des Computerausdrucks einer Thermo - Titrationskurve (Klasse 10)

Neben einem selbstgebauten Gerät mit angeschlossenem Photodetektor und Spannungsfrequenzwandler wird auch ein semiprofessionelles Gerät benutzt, an dessen Ausgang parallel ein Tongenerator zum Mithören der Messkurve und der Computer zum Sammeln und Erfassen der Messdaten angeschlossen werden. Hier leistet der Rechner besonders wertvolle Hilfe, da die Flut der Messdaten (280 Daten in 90 s) nicht mit einer Schreibmaschine per Hand aufgezeichnet werden kann. Bei fortgeschrittenen gaschromatografischen Untersuchungen sind die Flächen unter den Kurven ein Maß für die quantitative Zusammensetzung eines Stoffes. Die Ermittlung dieser Flächen ist von einem Schüler in der Praxis kaum mit der notwendigen Präzision machbar. Mit Hilfe eines mathematischen Integralverfahrens errechnet das Pro-

gramm in Sekundenschnelle die entsprechenden Werte und zeichnet sie als Integrialkurve in das bereits erstellte Bild ein. Mit einem einfachen Zirkel kann nun der Schüler die Auswertung durch Abstandsmessung leicht vornehmen und erhält somit eine klare Aussage über die quantitative Zusammensetzung seiner untersuchten Substanz. Solche Rechnungen waren bis zum Einsatz der preiswerten Mikrocomputer nur mit größtem Aufwand in Universitäts- und Industrielaboratorien möglich.

3. Computereinsatz Im Bereich der physikalischen Chemie

Besonders bewährt hat sich der Einsatz des Rechners in Grund- und Leistungskursen, die rein physikalisch-chemische Fragestellungen behandeln. Hier sind besonders die Messkurven zur Erfassung von Kennlinien bei Zersetzungsreaktionen in der Elektrochemie zu nennen sowie Langzeitversuche, die sich nunmehr äußerst bequem durchführen lassen, da das lästige Aufzeichnen der Messwerte per Hand über einen Zeitraum von manchmal 2 bis 3 Tagen entfällt, da der Computer mit seinem eingebauten Zeitgeber solche Arbeiten automatisch übernehmen kann. Gute Erfahrungen liegen vor allem bei dem recht aufwendigen Franck-Herz-Versuch sowie bei den Versuchen zur Bestimmung der Ionisierungsenergie mit einer Thyatron-Röhre vor. Bei den letztgenannten Versuchen hatten blinde und hochgradig sehbehinderte Schüler bisher große Schwierigkeiten bei der exakten Erfassung und Auswertung der teilweise recht komplizierten grafischen Darstellungen. Neue Erfahrungen mit einem in diesem Zusammenhang erstmals von uns eingesetzten Video-Digitizer zur Erfassung des Innern einer Elektronenröhre liegen vor. Ob die abgespeicherten Video-Makroaufnahmen nach anschließendem taktilen Ausdruck gut brauchbar sind, wird zur Zeit von uns geprüft. Fest steht jedoch zum gegenwärtigen Zeitpunkt, dass die Qualität der taktilen Ausgaben in hohem Maße von der Qualität des verwendeten Digitizers abhängt. Eine grobe Auflösung bei der Digitalisierung des Bildes bringt eher "Verwirrung" ins Bild und sollte für den Unterricht keine Verwendung finden. Selbst bei wirklich guten Darstellungen wird sich hier der Computereinsatz nach den bisher vorliegenden Erfahrungen in einem Grenzgebiet bewegen, das sich wahrscheinlich mit einigen wenigen Beispielen begnügen muss.

An den wenigen aufgezeigten Beispielen sollte die Notwendigkeit elektronischer Hilfsmittel im Chemieunterricht verdeutlicht werden. Neben zahlreichen, auf die ver-

schiedensten Anwendungen zugeschnittenen Spezialgeräte, ist der Mikrocomputer ein wertvoller und kaum noch wegzudenkender Helfer im naturwissenschaftlichen Unterricht geworden, wobei der Rechner niemals ein Experiment durch Simulation ersetzen sollte, sofern nicht Bedenken gegen die Durchführung des Experimentes sprechen.