

2 V 7676 F

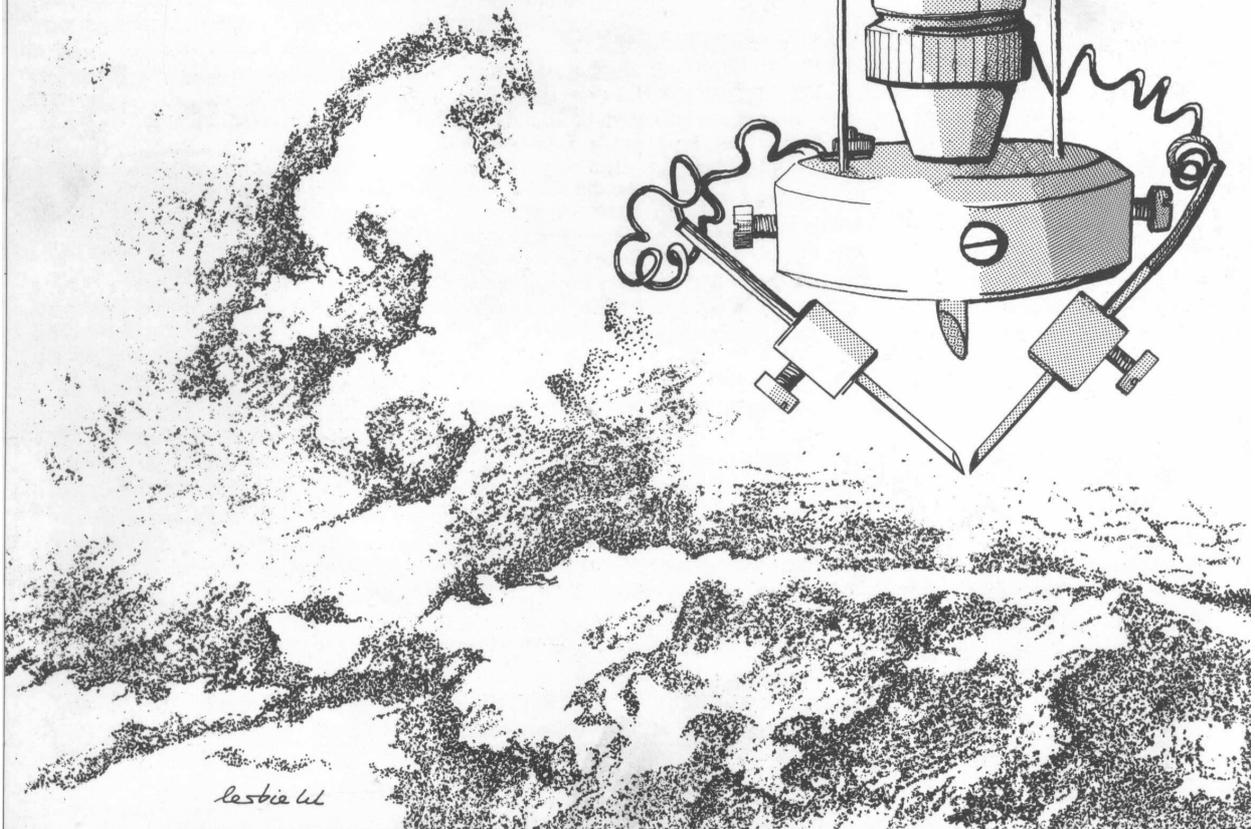
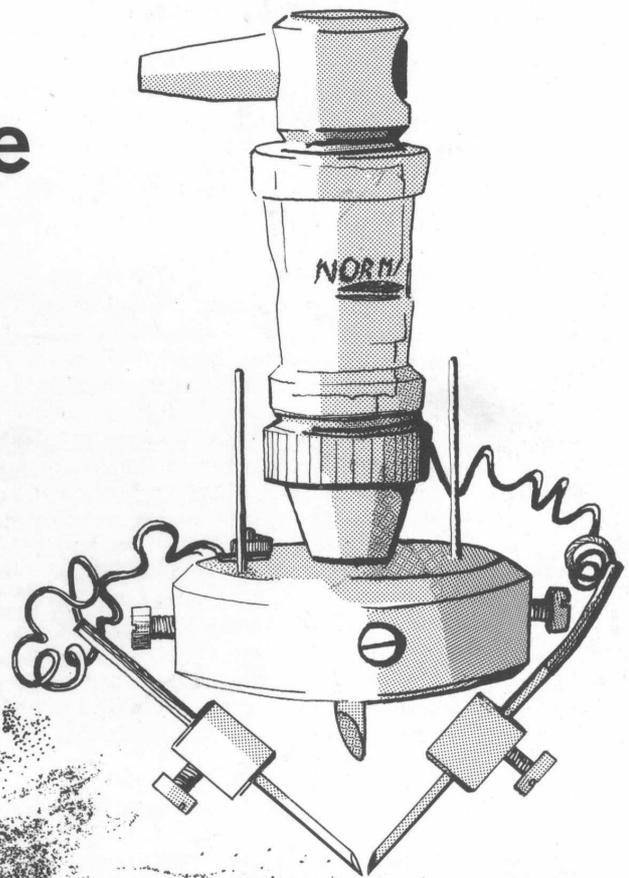
# horus

1/83



Marburger Beiträge zur Integration Sehgeschädigter

## Chemie und moderne Elektronik



Dr. rer. nat. W. Liese und R. Faßbender

## Neue Möglichkeiten im Chemie-Unterricht für sehbehinderte und blinde Schüler im Bereich der Sekundarstufe I und II durch Einsatz moderner Elektronik

Bekanntlich stellen Durchführung und Beobachtung chemischer Experimente hohe Anforderungen an die Sehleistungen des Experimentators. Es müssen z.B. Farbumschläge, Trübungen, Niederschläge sowie Abscheidungen an den Elektroden sicher erkannt werden. Daneben gehört das Ablesen von Meßinstrumenten wie Voltmeter, Amperemeter, pH-Meter und Spektralphotometer zum Handwerkszeug in Unterricht und Labor. In manchen Fällen ist für die Durchführung von Demonstrations- und Schülerexperimenten der Einsatz einer Farbvideo-Makrokamera bei mittelgradiger Sehbehinderung unter Verwendung entsprechender Beleuchtungseinrichtungen ausreichend. Das Experiment kann auf drei nebeneinander stehenden Farbmonitoren von den Schülern beobachtet werden. Hier hat der Schüler dann die Möglichkeit, durch Einstellung von Farbsättigung, Kontrast und Helligkeit das für ihn günstigste Bild einzustellen.

Doch sind mit Hilfe des Video-Einsatzes bei weitem nicht alle Vorgänge chemischer Experimente sichtbar zu machen, so daß unbedingt auch die klassischen Methoden der Projektionschemie wie Overhead-Projektor, optische Bank und Reagenzglasprojektor zu Hilfe genommen werden müssen. Doch zeigt die Praxis, daß selbst bei optimaler Verwendung der genannten Projektions- und Abbildungsmethoden die Grenzen der Möglichkeiten schnell erreicht werden. Bei stärkerer Sehbehinderung und Vorliegen von Farbblindheit können z.B. Indikatorumschläge oder Farbreaktionen nicht mehr erkannt werden. Völlig ausgeschlossen ist dann auch das Ablesen von kalibrierten Meßgefäßen wie Büretten und Pipetten. Überhaupt ist die selbständige Arbeit eines hochgradig sehbehinderten Schülers bei chemischen Experimenten ohne spezielle Hilfsmittel sehr erschwert und bei blinden Schülern praktisch ausgeschlossen. Am Beispiel der bekannten Umsetzung von verdünnter Salzsäure mit Natronlauge soll im folgenden der

Einsatz neuer, in unserem Elektronik-Labor hergestellter Geräte gezeigt werden.

### Erkennung des Farbumschlages von Indikatoren:

Die Neutralisationsreaktion von Salzsäure mit Natronlauge findet bereits in der Klasse 8 Eingang in den Chemieunterricht. Hier stehen nicht so sehr quantitative Aspekte im Vordergrund,

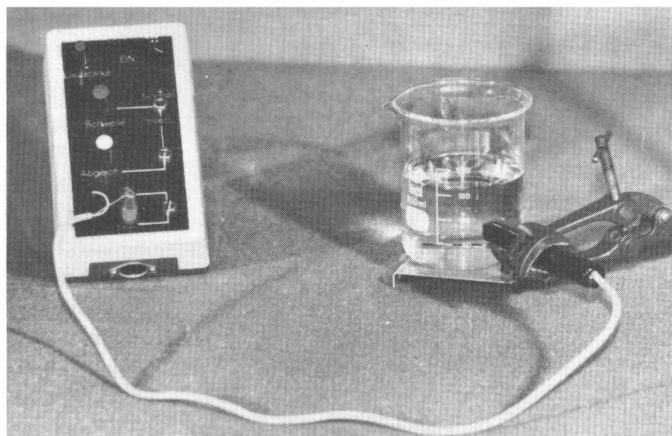


Abbildung 1 a

sondern eher die Eigenschaften von sauren, neutralen und alkalischen Lösungen. Üblicherweise kommen zum Erkennen solcher Lösungen verschiedene Indikatoren wie Lackmus, Methylorange, Phenolphthalein und Bromthymolblau zum Einsatz. Besonders bewährt hat

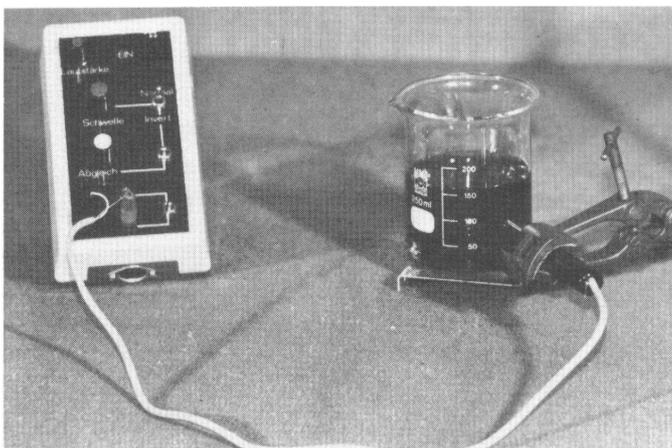


Abbildung 1 b

sich Bromthymolblau wegen seiner starken Farbunterschiede im alkalischen und sauren Bereich.

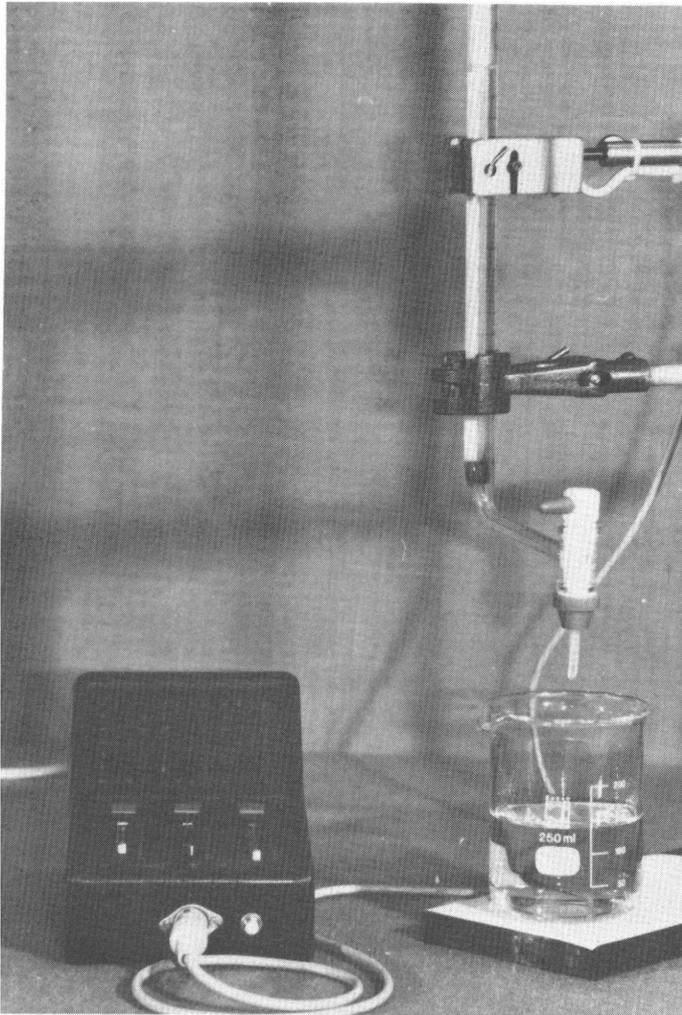


Abbildung 2

Mit Hilfe eines neu entwickelten, einfachen Gerätes gelingt es uns nun, den Umschlag der Farbe von gelb (sauer) nach blau (alkalisch) sicher und präzise durch ein akustisches Signal anzuzeigen (Abb. 1 a, b). Die Arbeit mit dem Gerät ist so einfach, daß sie nach kurzer Übung von den Schülern selbständig ausgeführt werden kann. Die Anzeige des akustischen Signals kann mit Hilfe eines Umschalters und eines Schwellwertpotentiometers auf jede beliebige Farbintensität eingestellt werden. Entscheidend für den Einsatz ist die Hörbarkeit des Signals ausschließlich beim Umschlag der Farbe.

#### Füllen und Ablesen von kalibrierten Meßgefäßen bei quantitativen Umsetzungen

Bereits zu Beginn der Sekundarstufe II in der Jahrgangsstufe 11 reicht das bloße Erkennen

des Farbumschlages bei chemischen Reaktionen nicht mehr aus, da im Rahmen des Kurs-themas "Allgemeine Chemie" quantitative Umsetzungen von Säuren und Laugen ausgeführt werden müssen. Solche Reaktionen verlangen sicheres Ablesen des Flüssigkeitsstandes kalibrierter Messgefäße. Im Unterricht wird dazu üblicherweise eine 50 ml-Bürette mit 1/10 ml-Unterteilung verwendet. Die Ablesung der Marken kann nun neuerdings mit Hilfe eines elektronischen Abtastsystems (Abb. 2) erfolgen, so dass es möglich ist, die Bürette selbständig zu füllen und nach Ablassen einer bestimmten Flüssigkeitsmenge den Verbrauch präzise abzu-lesen.

Diese Abtastung erfolgt durch Verschiebung eines an der Bürette angebrachten Gleitringes mit Infrarotlichtschranke und integriertem Strich-Code-Leser. Ein eigens für diese Ablesung in unserem Elektroniklabor hergestellter Blinden- und Sehbehinderten-Zähler gestattet dem Schüler jederzeit, den Bürettenstand zu kontrollieren. Für den Sehbehinderten ist auf dem Zähler eine große, grüne Digitalanzeige angebracht. Nach Abspeichern des Wertes kann der blinde Schüler nun mit Hilfe einer taktilen, zehnfach verschiebbaren Schalteranordnung den Zahlenwert der Anzeige hören. Jeder der drei nebeneinander angeordneten Schiebeschalter entspricht einer Zahlenreihe von 0 bis 9. Durch die zehn Rasterstellungen der Schalter können somit Zahlen von 1 bis 999 genau und schnell akustisch erkannt werden. Ein Beispiel soll diese neue Möglichkeit verdeutlichen: Eine Neutralisationsreaktion hat genau 10 ml einer Säure oder Lauge verbraucht. Bei einer Einteilung von 1/10

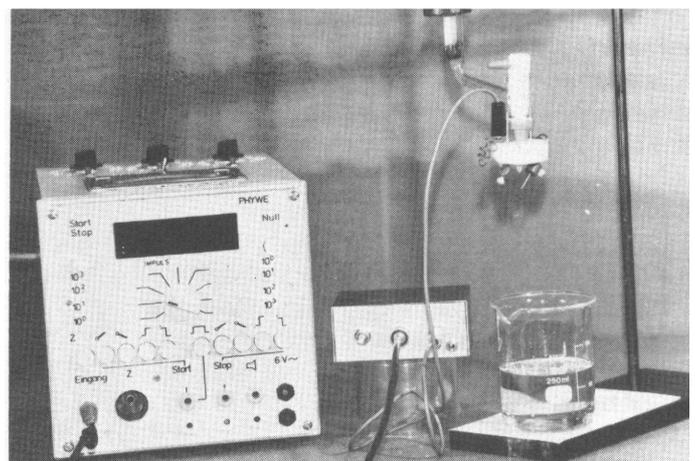


Abbildung 3

ml auf dem Bürettenrohr entspricht dies genau 100 Strichen. Die Zahl 100 erscheint sofort auf der digitalen Anzeige des elektronischen Zäh-

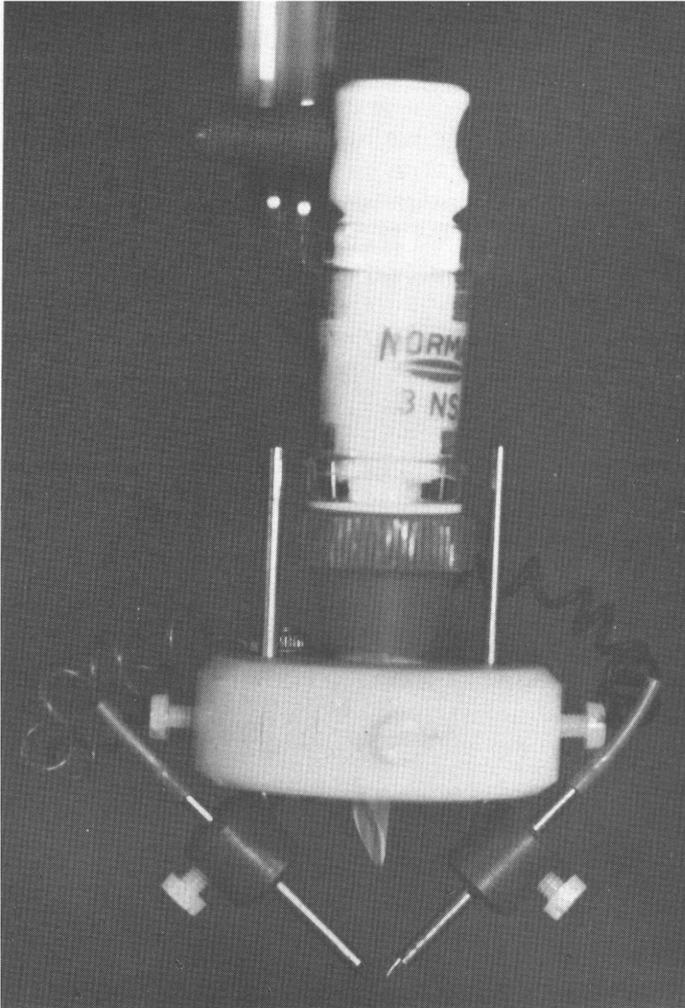


Abbildung 4

lers. Nach Abspeichern des Wertes betätigt der Blinde nacheinander die drei Zehnfach-Schiebeschalter. Schalter 1 gibt in Stellung "Eins", Schalter 2 und 3 in Stellung "Null" ein akustisches Signal, so daß aus dieser Stellung leicht und unproblematisch die Zahl 100 erkannt werden kann. Dieses Abtastsystem konnte inzwischen auch auf digitale Frequenzanzeigen, Impulsraten und Kurzzeitanzeigen handelsüblicher Geräte ausgelegt werden. Selbstverständlich muß die Bedienung eines solchen Gerätes mit den Schülern intensiv geübt werden, um die Ablesevorgänge schnell und fehlerlos in Grund- und Leistungskursen der Oberstufe ausführen zu können.

#### Die Tropfgeschwindigkeit

Neben dem Ablesen der Bürette ist natürlich die Tropfgeschwindigkeit von auslaufender Säure oder Lauge von großem Interesse, um z.B. Übertitrations zu vermeiden oder bei elektronischen Aufzeichnungen von Titrationskurven ei-

nen regelmäßigen Säure- bzw. Laugenzusatz zu ermöglichen. Dazu wird an den handelsüblichen Hahn der Bürette ein von uns entwickelter Tropfenzähler mit Tongenerator angeschlossen.

#### Die Aufzeichnung einer pH-Titrationskurve

Beim Herunterfallen passiert jeder Tropfen zwei Elektroden aus nichtrostendem Stahl. Bei Berührung der Elektroden wird auf diese Weise jeder einzelne Tropfen hörbar gemacht, so daß der sehbehinderte oder blinde Schüler ohne Schwierigkeiten die Tropfgeschwindigkeit einstellen kann. Die Tropfenzählmethode kann auch nach entsprechenden Eichversuchen zu quantitativen Zwecken genutzt werden. Je nach Viskosität der Lösung und Höhe des Flüssigkeitsstandes entspricht eine bestimmte Anzahl von Tropfen einem bestimmten Volumen.

Über diesen Tropfenzähler (Abb. 3 und 4) ist es nach Zwischenschaltung eines Komparators neuerdings möglich, die Tropfen über einen elektronischen Blindenzähler zu zählen. Das Ergebnis kann dann entweder über die bereits beschriebene "Schalterstellungsmethode" oder über einen angeschlossenen Sprachsynthesizer erkannt werden. Sehr wichtig für das tiefere Eindringen in die Vorgänge einer Neutralisationsreaktion ist die Aufzeichnung einer pH-Titrationskurve. Theorie und Praxis finden zunächst im Kurs "Allgemeine Chemie" der Jahrgangsstufe 11/1 Eingang in den Chemieunterricht. Meistens wird hier die Umsetzung von Natronlauge mit Salzsäure verfolgt, während später ein- und mehrprotonige Säuren Gegenstand der Untersuchungen sind. Grundvoraussetzung für die sichere Aufnahme einer pH-Titrationskurve ist ein elektronisches Demonstrations - pH - Meßinstrument im Sehbehindertenunterricht. Wir verwenden hier in der Carl-Strehl-Schule ein universell zur pH- und Redoxpotentialmessung geeignetes Demonstrationsgerät. Die Änderung des pH-Wertes während der Neutralisation kann nun auf verschiedene Weise im Unterricht gezeigt werden. Einigen sehbehinderten Schülern ist es möglich, die Werte auf der großen Skala des Meßgerätes unter Verstärkung mit der Videokamera direkt über den Fernseh-Monitor zu beobachten. In allen anderen Fällen wird folgender Weg beschritten: der mV-Ausgang des pH-Meters wird unter Zuschaltung einer Zusatzspannung mit einem hochempfindlichen Digitalmultimeter verbunden, dem ein Sprachsynthesizer nachgeschaltet ist. Die Zusatzspannung wird so reguliert, daß die in synthetischer Sprache angesagten Werte exakt dem angezeigten pH-

Wert entsprechen. Auf diese Weise können hochgradig sehbehinderte und blinde Schüler die pH-Änderung einer Säure-Base-Reaktion genauso verfolgen wie sehende Kursteilnehmer. Durch Anschluß von Ohrhörer und Fernsteuerung ist eine Störung der den Vorgang auf dem Monitor beobachtenden Schüler ausgeschlossen (Abb. 5).

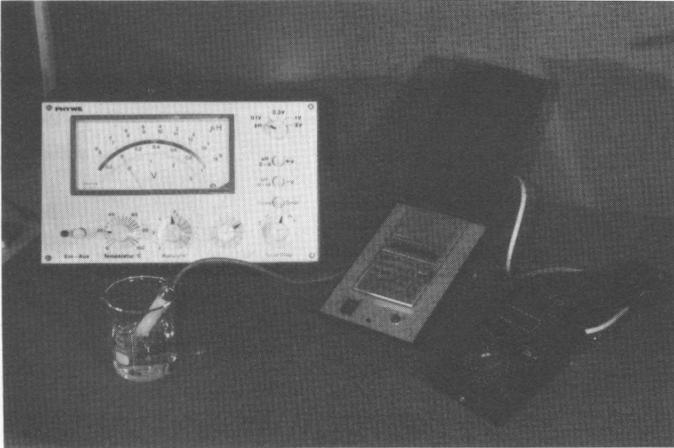


Abbildung 5

Es ist natürlich nicht nur die Erkennung des pH-Wertes notwendig, sondern auch der Verbrauch an Säure und Lauge. Das geschieht nun meist mit der bereits erläuterten Ablesung der Büretenskala. Für die graphische Registrierung gibt es zur Zeit mehrere Möglichkeiten:

a) der pH-Wert wird pro Milliliter verbrauchter Säure oder Lauge vom Schüler notiert. Die Wertetabelle kann dann entweder im Unterricht oder zu Hause in eine graphische Darstellung über-

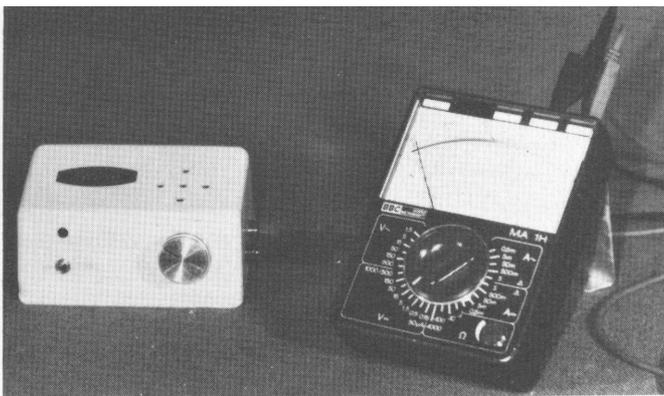


Abbildung 6

tragen werden (Magnettafel, Zeichenpapier u.a. Verfahren). Diese Methode birgt jedoch die Schwierigkeit in sich, daß es selbst durch die eingangs beschriebene elektronische Ablesung

der Bürette nur schwer gelingt, einzelne Milliliter der Flüssigkeit abzulassen, so daß hier meist die Hilfe des Lehrers erforderlich ist. Möglich ist jedoch, über den Tropfenzähler mit angeschlossenen Digitalzähler die Anzahl der Tropfen pro Milliliter zu registrieren und auf diese Weise die Schwierigkeit zu umgehen.

b) Die Titrationskurve kann mit einem am pH-Meßgerät angeschlossenen t,y-Schreiber registriert werden. Die auf dem Papier aufgezeichnete Kurve wird dann anschließend auf Punkt-schriftpapier übertragen. Neuerdings ist es allerdings möglich, die Kurve unmittelbar nach der Aufzeichnung auf einem "Optisch Taktilem Kopierer" (OTAC, der uns als Testgerät zur Verfügung steht) direkt taktile zu machen.

c) Wesentlich günstiger für den didaktisch-methodischen Wert des Versuchs ist die Aufzeichnung mit einem Speichervorsatz für Oszilloskope mit x,y-Einrichtung und externer Zeitbasis. Dieses sogenannte Memoskop zeichnet die pH-Änderung automatisch in Form einer auf dem Oszilloskop leuchtenden Kurve auf. Der hochgradig sehbehinderte Schüler kann die entstehende Kurve direkt auf dem angeschlossenen Monitor beobachten, während der blinde Schüler die Kurve über einen Tongenerator abhören kann. Die Schaltung dieses Gerätes (Abb. 6) ist so ausgelegt, daß Spannungsänderungen jeweils genau entsprechende Frequenzänderungen zur Folge haben. Diese Methode hat nach unseren Erfahrungen einen hohen didaktischen Wert, da der Schüler die Aufzeichnung direkt mitbekommt und während der Registrierung beteiligt ist. Nach der Einspeicherung der Kurve kann durch Umschalten des Gerätes der gesamte Kurvenverlauf mit einer Polaroidkamera fotografiert und nach entsprechender Vergrößerung auf dem Optisch Taktilem Kopiergerät (OTAC) sofort taktile gemacht werden. Über die externe Zeitbasis des Gerätes versuchen wir zur Zeit x,y-genaue Kurven zu bekommen. Dabei wird die y-Achse von der Spannungsänderung am pH-Meter gesteuert, während der Vorschub auf der x-Achse mit Hilfe des Tropfenzählers mit angeschlossenen Komparator ausgelöst wird. Dieses Aufzeichnungsverfahren hat für den blinden Schüler den Vorteil, daß er sich beim Titrieren viel Zeit lassen kann, und unterschiedliche Tropfgeschwindigkeiten keinen Einfluß auf den Kurvenverlauf haben.

Die hier beschriebenen Methoden werden zur Zeit intensiv getestet und gestattet bereits, komplizierte Kurvenverläufe wie Titrationskurven

mehrprotoniger Säuren, Thermotitrationskurven, Flammenionisationsreaktionen und Gaschromatogramme zu erfassen. Besonders wichtig ist der Einsatz des Memoskops im Biologieunterricht bei Aufnahme und Erarbeitung physiologischer Kurvenverläufe, wie sie z.B. von Elektrokardiographen (EKG), Phonokardiographen und Elektroenzephalographen (EEG) erzeugt werden.

Für die Anfertigung der Abbildungen bedanken wir uns bei Herrn Michael Weitzel (Medienzentrum der Carl-Strehl-Schule).