

Informationen zur Realisierung der virtuellen Leitfähigkeitsmessung

Von Yvonne Unger

- 1) Elektrodenauswahl
 - 2) Steuerung über Navigationsleiste
 - 3) Kalibrierung (Auswahl zwischen 1- und 2-Punkt-Kalibrierung und Kalibrierung mit technischen Pufferlösungen)
 - 4) Probenauswahl und Messung
 - 5) Temperaturnormierung ausschalten
 - 6) Standardaddition
 - 7) Statistik
- 1) Es stehen für die Leitfähigkeitsmessung drei verschiedene Elektroden (immer einsatzbereit und kalibrierbar, manchmal nicht kalibrierbar, nicht mehr kalibrierbar) zur Auswahl. Der zweiten Elektrode wurde ein Verhaltensskript (im weiteren Skript genannt) zugewiesen, welches während der Kalibrierung zufällig ermittelt, ob die Elektrode einsatzbereit oder kaputt ist:

```
on beginSprite me
  global gLf
  global gH
  the floatPrecision = 0
  gH = random(3)
  if gH = 1 then gLf = 1413
  else if gH = 2 then gLf = 1420
  else gLf = 1427
  sprite(me.spriteNum).member.text = "" & gLf & ""
end
```

Variable für die Leitfähigkeit
Hilfsvariable
Zufallszahl zwischen 1 und 3
#Fall 1: Elektrode ok
#Fall 2: Elektrode kalibrierbar
#Fall 3: Elektrode nicht mehr kalibrierbar
#Anzeige der Leitfähigkeit im Textfeld

Für die einzelnen Elektroden wurde ein eigener Film erstellt, welcher durch Anklicken der Sonden aufgerufen wird. Das zugehörige Skript für den Filmwechsel ist im Macromedia Director MX 2004 in der Code-Bibliothek vorhanden.

- 2) Die zu bewältigenden Aufgaben werden über die Navigationsleiste am rechten Bildrand ausgewählt. Durch die Buttons kann in andere „Szenen“ (Abb. 1) im „Film“ gewechselt werden (Sondenauswahl, Kalibrierung, Messung, Probenauswahl, Standardaddition, Ende). Dabei wird beispielsweise ein Button mit der „Szene Anschluss“ verlinkt. Die zugewiesenen Verhalten stammen aus der Code-Bibliothek.

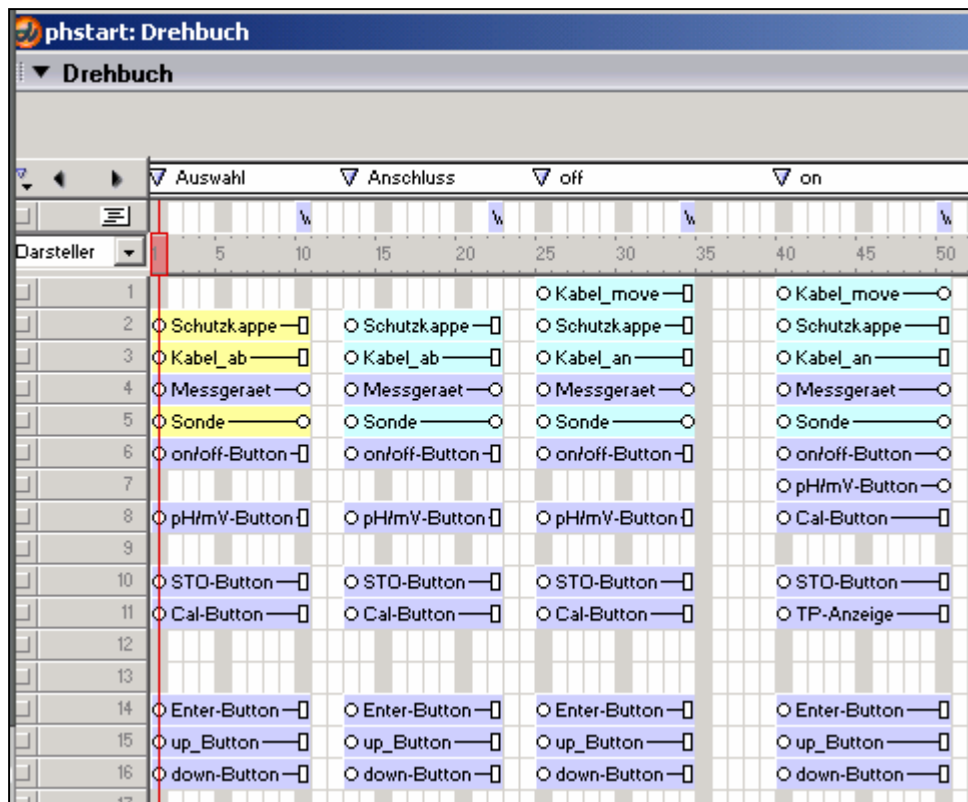


Abb. 1: Drehbuch im Macromedia Director MX 2004.

Es kann von jeder Stelle im Film zu einer in der Navigationsleiste befindlichen Sequenz gesprungen werden, vorausgesetzt man befindet sich nicht gerade mitten in der Kalibrierung oder hat die Sonde noch nicht angeschlossen, dann erscheinen Warnmeldungen. Über den Button Hilfe kann man ein pdf-File für das Leitfähigkeits-Messgerät aufrufen. Der Button „abbrechen“ bringt den Benutzer immer zum Anfang des Filmes.

- 3) Anders als bei der pH-Messung gibt es nur eine Kalibrierungsmethode. Dazu wird die Elektrode in die Kalibrierlösung eingetaucht. Weicht die angezeigte Leitfähigkeit von der der Kalibrierlösung ab, muss die Zellkonstante verändert werden. Standardmäßig ist die Zellkonstante auf den Wert 0.475 eingestellt. Mit Hilfe der Up- und Down-Tasten kann die Zellkonstante verändert werden (in Schritten von 0.025). Das zugehörige Skript sieht wie folgt aus:

```

on mouseDown
  global gC
  global gLf
  global gH
  if voidP(gC) then gC = 0.475
  gC = gC +(-) 0.025
  the floatPrecision = 3
  if gC > 1.300 then gC = 1.300
  if gC < 0.450 then gC = 0.450
  sprite(19).member.text = ""&float(gC)& ""
  the floatPrecision = 0
  # Berechnung von gLf in Abhängigkeit von gC und gH (Zustand der Elektrode)
  if gH = 1 then gLf = gC*280 + 1280
  else if gH = 2 then gLf = gC*280 + 1287
  else gLf = gC*280 + 1294
  sprite(17).member.text = ""&float(gLf)& ""
end

```

- 4) Für die Leitfähigkeits-Messung wird zunächst der Kalibrierzustand der Elektrode abgefragt:

Auswahl	Kalibrierung
Gestern / Heute	nicht erforderlich
Letzte Woche	empfohlen
Nicht bekannt	unbedingt notwendig

Danach kann man die Leitfähigkeitsmessung verschiedener Proben (dest. Wasser Heilwasser, Meerwasser, Regenwasser, Sole, tiefes Grundwasser) oder eine Standardaddition durchführen (Auswahl der Messart).

Nach Auswahl der zu messenden Probe muss der Benutzer wieder zum Abschnitt Messung wechseln. Hat der Benutzer die Probe: „Heilwasser“ ausgewählt, wird nach der Messung die Möglichkeit gegeben, die Temperaturnormierung auszuschalten, da die Heilwasserverordnung die Angabe der Leitfähigkeit ohne Temperaturnormierung vorschreibt.

- 5) Die Temperaturnormierung des Gerätes ist standardmäßig auf 2.00 %/K eingestellt. Mit Hilfe der Pfeiltasten muss die Temperaturnormierung schrittweise (0.01-Schritte) auf Null gesetzt werden. Das zugehörige Skript sieht wie folgt aus:

```

on mouseDown
  global gNorm          #Variable für die Temperaturkoeffizient
  global gLf           #Variable für die Leitfähigkeit

  if voidP(gNorm) then gNorm = 2.00  #Standard: 2.00
    gNorm = gNorm +(-) 0.01         #Erhöhung bzw. Verringerung um 0.01

    #Solange gNorm zwischen 0.00 und 2.00, dann Änderung von gLf um 2.99
    if gNorm >= 0.0 then gLf = gLf (+)- 2.99

  the floatPrecision = 2
  if gNorm > 2.0 then gNorm = 2.0
  if gNorm < 0.0 then gNorm = 0.0

  # Anzeige der beiden Variablen im jeweiligen Textfeld
  sprite(19).member.text = ""&float(gNorm)& " %/K"
  sprite(17).member.text = ""&float(gLf)& ""
end

```

- 6) Hat der Benutzer sich bei der Auswahl der Messart für die Standardaddition entschieden, stehen ihm fünf verschiedene Serien (KCl, CaCl₂, Ethanol, Methanol, Essigsäure) zur Verfügung. Bei jeder Serie gibt der Benutzer mittels stilisierter Pipette die jeweilige Verbindung zu. Danach wird die Probe gemessen, gleichzeitig wird die gemessene Leitfähigkeit zur titrierten Menge in einem Diagramm dargestellt. Das geschieht mit dem nachfolgenden Skript:

```

on beginSprite
  global gLf
  global gBounding          #Hilfsvariable zur Bestimmung der Größe der Zeichenfläche
  gDrawColor = color(0, 0, 255) # Definition der Zeichenfarbe (hier: blau)
  gBounding = member("monitor").rect #Abfrage der Rechtecksgröße (Zeichenfläche)

  # Ist der Film an einer bestimmten Stelle (_movie.frameLabel) dann wird ein Rechteck mit den
  Koordinaten (x1, y1 – linke obere Ecke, x2, y2 – rechte untere Ecke) gezeichnet

```

```

if _movie.frameLabel = "KCl_0.5_mess1" then member("monitor").image.draw((119.8 - 4), 210-(gLf*0.042)-1.5, (119.8 + 4), 210-(gLf*0.042)+1.5, gDrawColor, [#shapeType: #rect])
if _movie.frameLabel = "KCl_0.75_mess1" then member("monitor").image.draw((179.7 - 4), 210-(gLf*0.042)-1.5, (179.7 + 4), 210-(gLf*0.042)+1.5, gDrawColor, [#shapeType: #rect])
if _movie.frameLabel = "KCl_1_mess1" then member("monitor").image.draw((239.6 - 4), 210-(gLf*0.042)-1.5, (239.6 + 4), 210-(gLf*0.042)+1.5, gDrawColor, [#shapeType: #rect])
if _movie.frameLabel = "KCl_2_mess1" then member("monitor").image.draw((479.2 - 4), 210-(gLf*0.042)-1.5, (479.2 + 4), 210-(gLf*0.042)+1.5, gDrawColor, [#shapeType: #rect])
end

```

Es wird dem Benutzer empfohlen, die KCl- und die CaCl₂-Serie hintereinander durchzuführen. Die Messpunkte werden in dasselbe Diagramm gezeichnet (Abb. 2). Wird dann eine andere Serie gewählt, werden die bisher dargestellten Punkte gelöscht:

```

on beginSprite
member("monitor").image = member("monitor_leer").image
end

```

Abb. 2: Bühne nach Standardaddition von KCl und CaCl₂.

- 7) Über den Button Ende bzw. wenn das Gerät nach der Messung ausgeschaltet wird, muss der Benutzer noch folgende Frage beantworten: **Warum verläuft die Kurve bei der Standardaddition von KCl bzw. CaCl nicht linear?** Die Schleife wird erst beendet, wenn die korrekte Antwort ausgewählt wurde.

- 8) Die virtuelle Leitfähigkeitsmessung besteht aus drei miteinander verlinkten Einzelfilmen. Jeder Film setzt sich zusammen aus 98 einzelnen Szenen, wobei 168 verschiedene Darsteller benötigt wurden. Die Hauptszenen setzen sich im Wesentlichen aus den Menüpunkten der Navigationsliste zusammen. Vor allem die Szenen für die Standardaddition wurden in kleinere Einzelszenen unterteilt, um den Benutzer mit dem Film interagieren zu lassen. So setzt sich beispielsweise die Standardaddition der KCl-Serie aus 14 einzelnen Szenen (335 Einzelbilder) zusammen. Zu diesen Einzelszenen gehören unter anderem die Titration, das Eintauchen der Sonde und das Spülen der Sonde – diese Aktionen werden alle durch den Benutzer selbst durchgeführt. Dazu wird jeweils am Ende eine Szene eine Pause eingefügt, um dem Benutzer Zeit zum Durchführen der Hinweise zu geben.