

Informationen zur Realisierung der virtuellen pH-Messung

von Yvonne Unger

- 1) Allgemeines zur Realisierung der virtuellen Messung
- 2) Elektrodenauswahl
- 3) Steuerung über Navigationsleiste
- 4) Kalibrierung (Auswahl zwischen 1- und 2-Punkt-Kalibrierung und Kalibrierung mit technischen Pufferlösungen)
- 5) Probenauswahl und Messung
- 6) Mehrpunkt-Kalibrierung
- 7) Ende
- 8) Statistik

- 1) Zur Erstellung der virtuellen Messung wurde der Director MX 2004 von Macromedia verwendet. Mit Hilfe des Director MX 2004 kann eine Art „Film“ produziert werden, wobei die „Darsteller“ in diesem Fall Messgeräte, Textanweisungen, Wasserproben, etc. sind, die zu unterschiedlichen Zeitpunkten auf der „Bühne“ erscheinen.
- 2) Es stehen für die pH-Messung drei verschiedene Elektroden (immer einsatzbereit und kalibrierbar, manchmal nicht kalibrierbar, nicht mehr kalibrierbar) zur Auswahl. Für die zweite Elektrode, wurde ein Verhaltensskript (im weiteren Skript genannt) zugewiesen, welches während der Kalibrierung zufällig ermittelt, ob die Elektrode funktionstüchtig oder kaputt ist:

```
on beginSprite me
  global gSteilheit
  gSteilheit = (45+random(21)) # Steilheit zw. 46 und 65
  sprite(me.spriteNum).member.text = "- " & gSteilheit & " "
end

on enterframe
  global gSteilheit
  if gSteilheit > 62 then
    _movie.go ("error") # weiter mit Filmsequenz "error"
  end if
  if gSteilheit < 50 then
    _movie.go ("error")
  end if
end
```

Für die jede Elektrode 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.

- 3) 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, Probenauswahl, Messung, Ende). Dabei wird beispielsweise ein Button mit der „Szene Anschluss“ verlinkt. Die zugewiesenen Verhalten stammen aus der Code-Bibliothek.

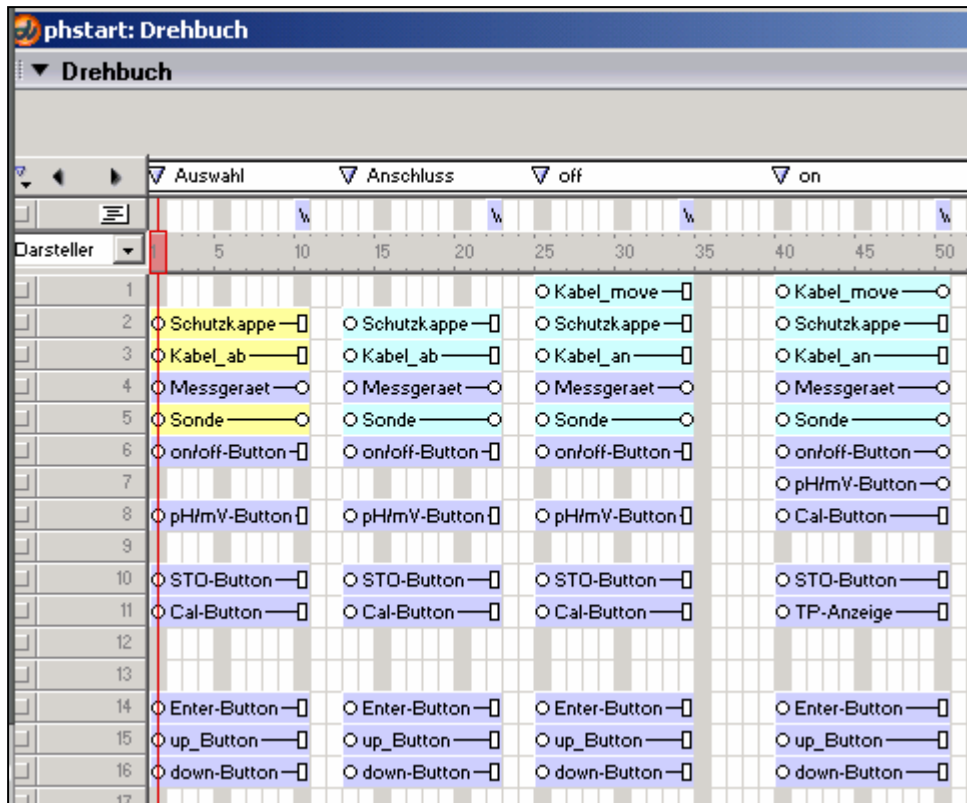


Abb. 1: Drehbuch im Macromedia Director MX 2004.

Es kann von jeder Stelle im Film zu einer in der Navigationsleiste befindlichen Sequenz gesprungen werden, vorausgesetzt man befindet sich nicht 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 pH-Messgerät aufrufen. Der Button „abbrechen“ bringt den Benutzer immer zum Anfang des Filmes.

- 4) Für die Kalibrierung stehen drei verschiedene Methoden (Ein-Punkt-Kalibrierung, Zwei-Punkt-Kalibrierung und Kalibrierung mit technischen Puffern – WTW) zur Auswahl. Um eine realistischere Darstellung zu erreichen, wurden Zufallswerte für den pH-Wert der einzelnen Proben generiert. Dies erfolgt durch ein einfaches Skript:

```
on beginSprite me
    global gPH
    the floatPrecision = 2
    gPH = float(695+random(11)-1)/100.0
    sprite(me.spriteNum).member.text = "pH " & gPH & " "
end
```

Das Skript ermittelt einen zufälligen pH-Wert zwischen 6.96 und 7.05, dieser wird dann im Display des Gerätes (Textfeld) angezeigt. Durch Drücken der Up- bzw. Down-Tasten wird der pH-Wert auf den pH-Wert der Kalibrierungslösung eingestellt.

```

on mouseDown
  global gPH
  if voidP(gPH) then gPH = 7.05
  gPH = gPH +(-) 0.01 # erhöht/verringert pH-Wert um 0.01
  the floatPrecision = 2 # Anzahl der Nachkommastellen: 2
  sprite(31).member.text = "pH "&float(gPH)& " " #Anzeige pH-
Wert
end

```

- 5) Will der Benutzer die Messung durchführen wird zunächst abgefragt, wann zuletzt kalibriert wurde:

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

Für die eigentliche pH-Messung wird zunächst über ein Dropdown-Menü eine von zehn Proben ausgewählt. Die Verwendung eines Dropdown-Menü ist ebenfalls in der Code-Bibliothek von Macromedia Director MX 2004 vorhanden. Für die Proben saures Grubenwasser, saurer Regen, Yellowstone Thermalwasser (pH < 4) und Mono Lake (pH > 7) liegen die pH-Werte außerhalb des kalibrierten Bereichs, daher besteht die Möglichkeit, eine Mehrpunkt-Kalibrierung durchzuführen. Die Anzeige der Empfehlung wird mithilfe eines Skriptes (Abb. 2) gesteuert, je nachdem welche Probe ausgewählt wurde.

- 6) Bei der Mehrpunkt-Kalibrierung kann der Benutzer zwischen 10 verschiedenen Pufferlösungen mit definierten pH-Werten zwischen 1 und 10 auswählen (Abb. 3). Es können beliebig viele Puffer gewählt werden. Über eine Skript-Abfrage des Status der Buttons werden die jeweiligen Sequenzen des Filmes (Messungen der Puffer) abgespielt:

```

on mouseUp
  if sprite(26).member.hilite = True then
    _movie.go ("pH1")
  else if sprite(15).member.hilite = True then
    _movie.go ("pH1")
  else if sprite(16).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH2")
  else if sprite(17).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH3")
  else if sprite(18).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH4")
  else if sprite(19).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH5")
  else if sprite(20).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH6")
  else if sprite(21).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH7")
  else if sprite(22).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH8")
  else if sprite(23).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH9")
  else if sprite(24).member.hilite = True then
    _Movie.go ("pH10")
  else

```

```

    _player.alert("Wählen Sie mindestens zwei Proben aus")
end if
end

```

Danach erscheinen ein Diagramm mit den Messpunkten (pH-Einheit, gemessene Spannung) und die aus den Punkten ermittelte Regressionsgerade. Dies ist eine besondere Schlüsselstelle im gesamten Film, da zunächst abgefragt werden muss,

```

1 on beginSprite me
2
3   MeasureSelectionList = sendAllSprites(#DropList_Selection)
4   case (MeasureSelectionList[#text]) of
5     "Meerwasser"           : member(102).text = "Schalten Sie nach Beendigung der Messung das Ge
6     "dest. Wasser"        : member(102).text = "Schalten Sie nach Beendigung der Messung das Ge
7     "Moorwasser"          : member(102).text = "Schalten Sie nach Beendigung der Messung das Ge
8     "saurer Grubenwasser" : member(102).text = "Das Ergebnis ist möglicherweise nicht exakt, da
9     "Grundgebirgswasser" : member(102).text = "Schalten Sie nach Beendigung der Messung das Ge
10    "Karstwasser"          : member(102).text = "Schalten Sie nach Beendigung der Messung das Ge
11    "Mono Lake (Endsee)"   : member(102).text = "Das Ergebnis ist möglicherweise nicht exakt, da
12    "Thermalwasser Yellowstone" : member(102).text = "Das Ergebnis ist möglicherweise nicht exakt, da
13    "Regenwasser"         : member(102).text = "Schalten Sie nach Beendigung der Messung das Ge
14    "saurer Regen"        : member(102).text = "Das Ergebnis ist möglicherweise nicht exakt, da
15    otherwise:
16      _sound.beep()
17    end case
18
19    MeasureSelectionList = sendAllSprites(#DropList_Selection)
20    case (MeasureSelectionList[#text]) of
21      "Meerwasser"           : sprite(53).visible = False
22      "dest. Wasser"        : sprite(53).visible = False
23      "Moorwasser"          : sprite(53).visible = False
24      "saurer Grubenwasser" : sprite(53).visible = True
25      "Grundgebirgswasser" : sprite(53).visible = False
26      "Karstwasser"          : sprite(53).visible = False
27      "Mono Lake (Endsee)"   : sprite(53).visible = True
28      "Thermalwasser Yellowstone" : sprite(53).visible = True
29      "Regenwasser"         : sprite(53).visible = False
30      "saurer Regen"        : sprite(53).visible = True
31    otherwise:
32      _sound.beep()
33    end case
34
35  end

```

Abb. 2: Skript zur Steuerung des anzuzeigenden Textes in Abhängigkeit der gewählten Probe.

welche Proben gemessen wurden und die Regressionsgerade nur aus diesen Punkten bestimmt wird. Dazu wird zunächst der Wert der gemessenen Probe in eine Matrix (Array) geschrieben, die mit Hilfe eines Skriptes zur Berechnung der Regressionsgeraden ausgelesen wird:

```

on beginSprite
  global gmVs           # Array; enthält den Probenwert; wurde
                        # dieser gemessen so ist dieser <> 0
  global gXVals         # Array; beinhaltet die Indizes der
                        # selektierten Proben
  global gRegZaehler    # Zwischenwert für die Regressionsgerade
  global gRegNenner     # Zwischenwert für die Regressionsgerade
  global gn

  the floatPrecision = 1 # nur eine Nachkommastelle

  if ( gXVals = void ) then
    gXVals = [] # initialisiere das Array
    # Jetzt werden alle die Proben gesucht, deren Messwert
    # ungleich Null ist, was bedeutet, dass diese Probe in die
    # Messung einbezogen war!
    repeat with Iter=1 to gmVs.count
      if gmVs[Iter] <> 0 then
        gXVals.append(Iter) # die Probennummer wird hier im
                            # Array gespeichert
      end if
    end if
  end if

```

```

end repeat
end if

gx1      = 1 # x-Startwert der Regressionsgeraden
gx2      = 10 # x-Endwert der Regressionsgeraden

# Hier erfolgt die Berechnung der Mittelwerte für die X/Y
# Werte.
gymittel = 0.0 # Mittelwert der Probenmeßwerte
gxmittel = 0.0 # Mittelwert der X-Achse (pH-Wert)
repeat with Iter in gXVals
  gymittel = gymittel + gmVs[Iter]
  gxmittel = gxmittel + float(Iter)
end repeat
if (gXVals.count <> 0 ) then
  # Hier ist sichergestellt, dass gXVals.count ungleich
  # Null ist -> keine Division durch Null!
  gymittel = gymittel / gXVals.count
  gxmittel = gxmittel / gXVals.count
end if

# Hier erfolgt die Berechnung der Regressionsgeraden!
# gRegZaehler = Summe( (Xi-XM)*(Yi-YM) )
# gRegNenner  = Summe( 2(Xi-XM) )
gRegZaehler = 0
gRegNenner  = 0
repeat with Iter in gXVals
  gRegZaehler = gRegZaehler + ((Iter
    -gxmittel)*(gmVs[Iter]-gymittel))
  gRegNenner  = gRegNenner  + power( (Iter-gxmittel), 2 )
end repeat

if ( gRegNenner > 0 ) then
  # Hier erfolgt die Berechnung der y-Werte für den Start-/
  # End-Wert der Regressionsgeraden!
  gn = gymittel - ((gRegZaehler * gxmittel) / gRegNenner)
  # y-Wert für startpunkt:
  gy1 = gn + ((gRegZaehler * gx1) / gRegNenner)
  # y-Wert für endpunkt
  gy2 = gn + ((gRegZaehler * gx2) / gRegNenner)

  gDrawColor = color(255, 0, 0) # Zeichenfarbe der Geraden
  # (hier rot)

```

```

# Gerade Zeichnen
member("blackboard").image.draw(gx1*34.5, (400-gy1)*0.69,
gx2*34.5, (400-gy2)*0.69, gDrawColor)
end if
member("equation").text = "y = "& gRegZaehler/gRegNenner &
* x + "& gn & "
end

```

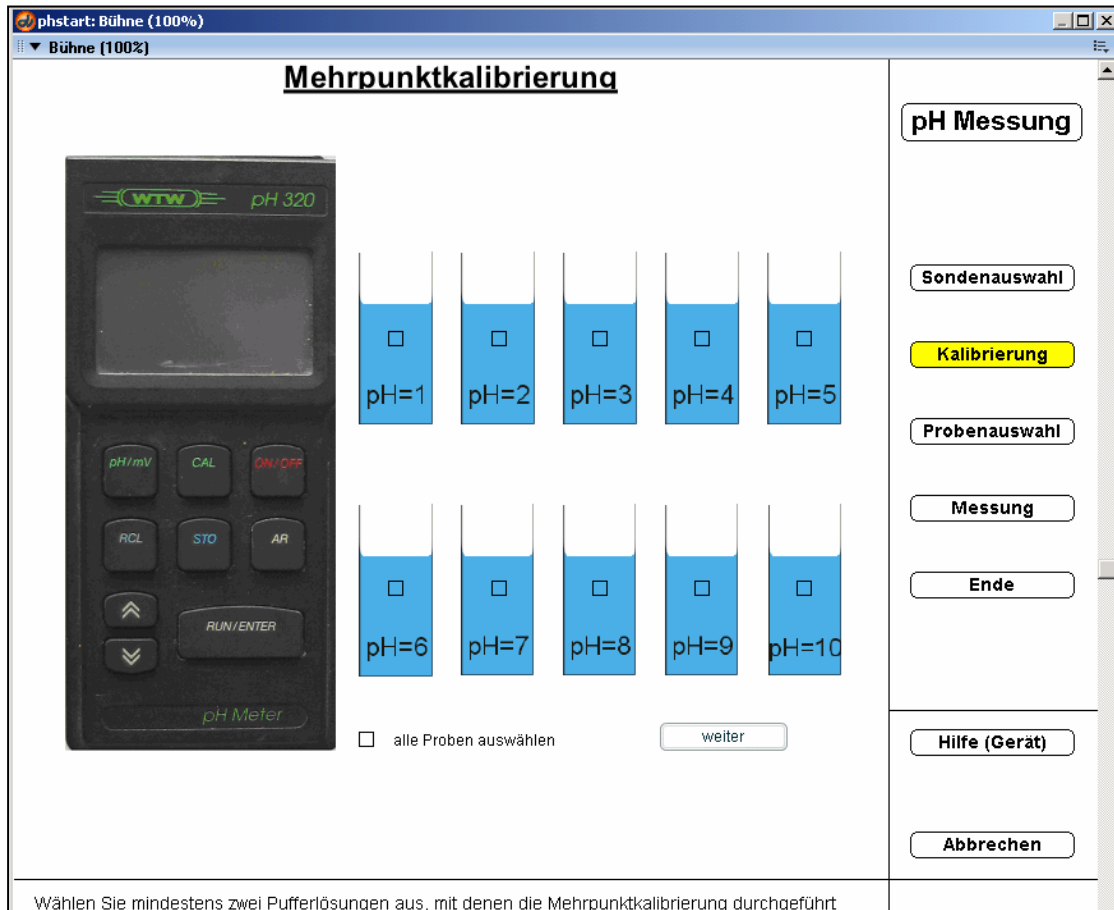


Abb. 3: Auswahl der Pufferlösungen.

- 7) Über den Button Ende bzw. wenn das Gerät nach der pH-Messung ausgeschaltet wird, muss der Benutzer noch folgende Frage beantworten: **Wo soll die Elektrode aufbewahrt werden?** Die Schleife wird erst beendet, wenn die korrekte Antwort ausgewählt wurde.
- 8) Die virtuelle pH-Messung besteht aus drei miteinander verlinkten Einzelfilmen. Jeder Film setzt sich zusammen aus 74 einzelnen Szenen. Wobei 247 verschiedene Darsteller benötigt wurden. Die Hauptszenen setzen sich im Wesentlichen aus den Menüpunkten der Navigationsliste zusammen. Vor allem die Szenen, die die verschiedenen Kalibrierungen enthalten, wurden in kleinere Einzelszenen unterteilt, um den Benutzer mit dem Film interagieren zu lassen. So setzt sich beispielsweise die Sequenz Zwei-Punkt-Kalibrierung aus 16 einzelnen Szenen (150 Einzelbilder) zusammen. Zu diesen Einzelszenen gehören unter anderem das Entfernen der Schutzkappe, Eintauchen der Sonde, Spülen der Sonde und Tastenbetätigungen am Gerät – diese Aktionen werden alle durch den Benutzer selbst durchgeführt. Dazu wird jeweils am Ende einer Szene eine Pause eingefügt, um dem Benutzer Zeit zum Durchführen der Hinweise zu geben.