

2.2.2 Feuchtigkeitssensoren

Feuchtigkeitssensoren ändern ihre Kapazität durch die Veränderung der Dielektrizitätszahl des Dielektrikums. Sie werden in der Regel verwendet um die Luftfeuchtigkeit zu messen oder den Wassergehalt in nichtwässrigen Flüssigkeiten zu bestimmen. Wasser hat eine relativ hohe Permittivität von $\epsilon_{Wasser} = 81$ bei 20°C (Hering & Schönfelder, 2012, S. 33). Daher hängt die Dielektrizitätszahl feuchteempfindlicher Stoffe in hohem Maße von ihrem Wassergehalt ab. Als Dielektrikum eignen sich polymere Kunststoffe, poröse Keramiken und Metalloxide, wie Aluminiumoxid.

Im Aufbau können zwei Arten unterschieden werden. Zum einen die Konstruktion als Plattenkondensator, wobei eine Kondensatorplatte wasserdampfdurchlässig ist und aus einer aufgedampften Goldschicht bestehen kann. Zum anderen können die Elektroden kammartig ineinander verzahnt und dabei von dem feuchteempfindlichen Dielektrikum umgeben sein. (Hesse & Schnell, 2011, S. 237-239)

Die Kapazitätsänderung ist allerdings nicht proportional zur steigenden Feuchtigkeit. Hier machen sich Effekte bemerkbar, welche die Polarisierbarkeit des Mediums zusätzlich erhöhen, so kann etwa das Wasser im Dielektrikum kondensieren. Wird als Dielektrikum eine Kunststofffolie verwendet, kann Wasser als Weichmacher fungieren und die Rotationsfähigkeit und damit die Polarisierbarkeit der polaren Moleküle im Kunststoff verbessern. (Niebuhr & Lindner, 1994, S. 227)

4.2 Feuchtigkeitssensoren

4.2.1 Aufbau und Funktionsweise

Für das Modell eines kapazitiven Feuchtigkeitssensors kann der Aufbau aus dem letzten Abschnitt abgewandelt werden. Dazu wird ein feinporiger Schwamm zugeschnitten, sodass er das Gefäß vollständig ausfüllt (Abb. 33). Der Schwamm bildet mit den Gefäßwänden das Dielektrikum und seine Permittivität ändert sich mit seiner Feuchtigkeit. Der Schwamm wird von oben mit Wasser befeuchtet. (Eckert, Stetzenbach, Jodl, 2006, S. 142f)

Ähnlich zu den in Kapitel 2.2.2 beschriebenen Feuchtigkeitssensoren, ist auch in diesem Aufbau die Kapazitätsänderung nicht proportional zur Feuchtigkeitsänderung. Dies hängt damit zusammen, dass die Kapazitätsänderung von vielen schwer einsehbaren Faktoren, wie der Wasserverteilung im Schwamm, abhängt. Daher soll, im Hinblick auf den Einsatz im Physikunterricht, auf eine theoretische Betrachtung verzichtet werden. Anhand der Kapazitäts-Feuchtigkeits-Kurve kann eine Vermutung über die Abhängigkeit der Größen aufgestellt werden.

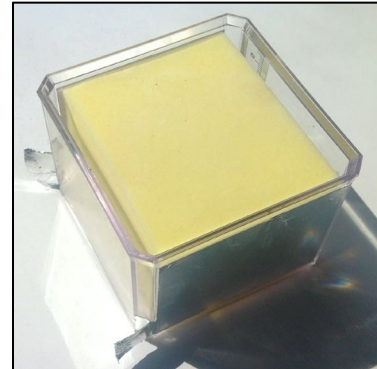


Abbildung 33: Modell eines Feuchtigkeitssensors

4.2.2 Durchführung und Ergebnis

Abbildung 34 zeigt eine Messreihe, bei der die Füllmenge Wasser in Schritten von 25ml gesteigert und in jedem Schritt die Kapazität C gemessen wurde. Wird $\exp(C)$ gegen die Füllmenge V aufgetragen, so lässt sich eine Ausgleichsgerade mit einem guten Bestimmtheitsmaß von $R^2 = 0,99331$ durch die Messwerte legen (Abb. 34). Das legt den Schluss nahe, dass für die Kapazität die Beziehung $C = \ln(A \cdot V + B)$, mit den Konstanten A und B gilt.

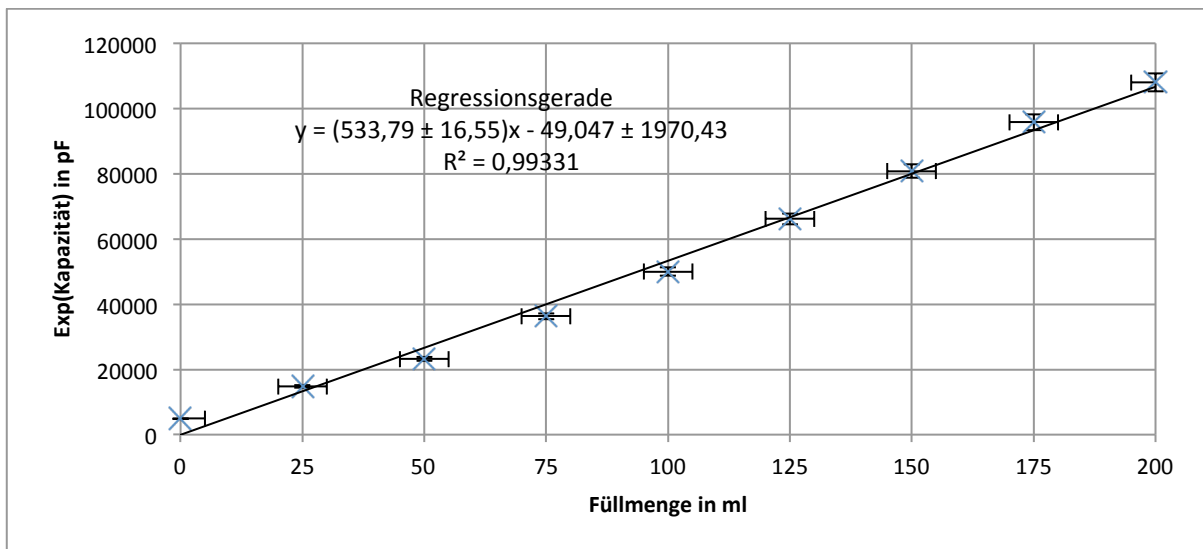


Abbildung 34: Zusammenhang zwischen der Füllmenge und der Kapazität des Feuchtigkeitssensors

4.2.3 Variation

Auf diesem Modell basierend kann ein Sensor entwickelt werden, mit dem die Feuchtigkeit der Erde einer Topfpflanze bestimmt werden kann. Dieser Aufbau ist weniger als Modell, sondern eher als Sensor mit einem konkreten Einsatzfeld zu verstehen und fällt damit etwas aus der Reihe. Ein Blumentopf und ein dünner Stab werden mit Alufolie umwickelt. Die am Stab befindliche Alufolie wird durch Klebeband isoliert. Über Laschen wird die Alufolie des Stabes und des Blumentopfes mit einem Kapazitätsmeter verbunden. Der Aufbau ähnelt dem des vorherigen Versuches.



Abbildung 35: Blumentopf als Feuchtigkeitssensor

Allerdings entspricht die Kondensatorform aufgrund der Form des Topfes in etwa der eines Zylinderkondensators (Abb. 35). Blumenerde ist in Bezug auf die Wasserverteilung ein inhomogeneres Medium als der feinporige Schwamm und kann darüberhinaus weniger Wasser aufnehmen. Daher erscheinen qualitative Messungen geeigneter als Quantitative. Eine Messreihe ist beispielhaft in Abbildung 36 zu sehen. Festzustellen ist, dass sich die Kapazität nicht linear mit der Füllmenge des Wassers erhöht. Nach einer Änderung der Füllhöhe muss bis zu zwei Minuten gewartet werden, bis sich das Wasser verteilt hat und die Kapazität einen konstanten Wert annimmt.

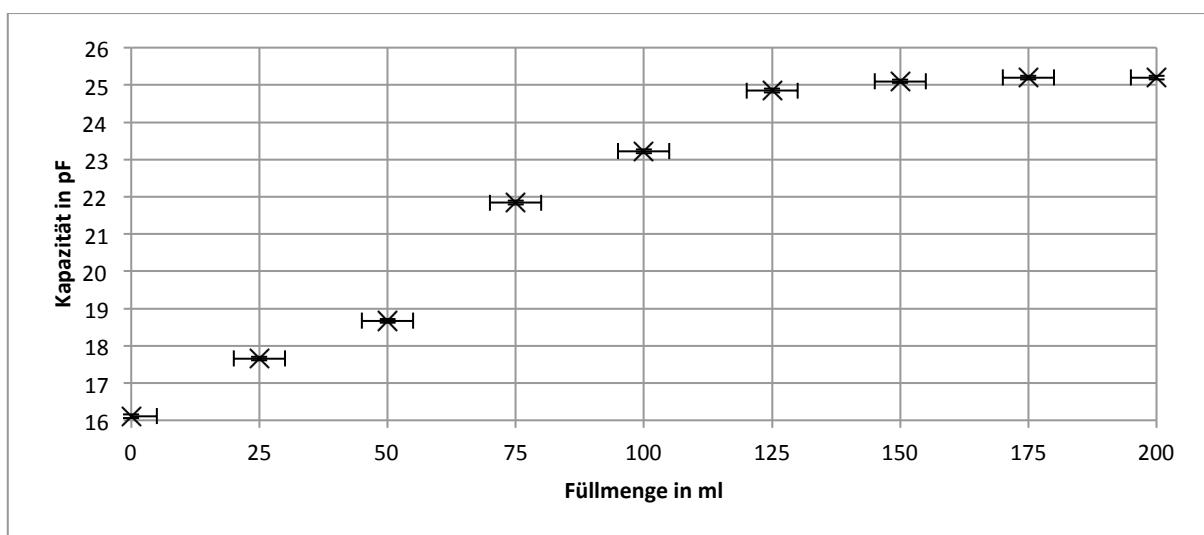


Abbildung 36: Zusammenhang zwischen der Füllmenge und der Kapazität des Blumentopfes

6 Literatur

Eckert, B., Stetzenbach, W., Jodl, H. J. (2006). *Low Cost-High Tech Freihandversuche Physik, Anregungen für einen zeitgemäßen Physikunterricht*, Köln: Aulis

Hesse, S. & Schnell, G. (2011). *Sensoren für die Prozess- und Fabrikautomation, Funktion-Ausführung-Anwendung*, Wiesbaden: Vieweg+Teubner

Niebuhr, J. & Lindner, G. (1994). *Physikalische Messtechnik mit Senoren*, München/Wien: R. Oldenburg