

Vademekum

# SATW – Kit

## Do-it-yourself von Laborgeräten in der Bioanalytik

---

Daniel Gygax, Marc Dusseiller, Urs Gaudenz

V1.1, 22. Dezember 2014

*“As an investigator, I have no fixed point of view, no commitment to any theory — my own or anyone else’s. As a matter of fact, I’m completely ready to junk any statement I’ve ever made about any subject if events don’t bear me out, or if I discover it isn’t contributing to an understanding of the problem. The better part of my work on media is actually somewhat like a safe-cracker’s. I don’t know what’s inside; maybe it’s nothing. I just sit down and start to work. I grope, I listen, I test, I accept and discard; I try out different sequences — until the tumblers fall and the doors spring open.” - Marshall McLuhan*

-----  
*„Fälschlicherweise werden “verstehen” und “begreifen” heute synonym verwendet. Zusätzlich zum Betrachten lege ich Hand an und begreife das Objekt im wahrsten Sinne des Worts. Diese zusätzlichen Informationen helfen dem Gehirn, viel tiefer in die Bedeutung des Objekts einzudringen und es so tatsächlich zu verstehen. Begreifen heisst demnach, Geist und Körper zu benutzen, um ein Objekt zu deuten. Und genau dies ist notwendig um uns als körperliche Wesen eine Vorstellung von der Welt, die uns umgibt, zu machen.” - Gerd Folkers, Machen ist Macht, 2013*

Ein **Vademekum**, lateinische für Handbuch, ist eine Art Nachschlagewerk oder Sammlung von Anleitungen, die als Referenz verwendet werden kann.

## Inhaltsverzeichnis

Einleitung.....	3
Lernziele.....	4
Lehrziele.....	4
Zusammenstellung des Coaching Teams.....	5
Ablauf.....	6
Gedanken zum Ablauf.....	6
1Einrichten des Labors.....	7
2Phänomenologie.....	7
3Crash-Course Elektronik.....	8
4 Isolieren eines Stoffes.....	8
5Prototyping.....	9
6Protein Phosphatase Assay.....	9
7Stabiler Messaufbau.....	10
8Absorbanz Messungen im Messaufbau mit Assay.....	11
9Überlegungen zur Theorie der Absorptionsmessung.....	12
10Aufbereitung der Daten.....	12
11Gelerntes diskutieren.....	13
Reflektion und Ausblick.....	14
Andere Messungen und Themen.....	14
Bierfarbe und Kafi Schnapps.....	14
Photokatalyse mit Titaniumdioxid Nanopartikeln.....	14
Analyse von Wasserqualität.....	15
Wachstumskurve von Bakterien- und Hefezellkulturen.....	15
Vergleich mit anderen Edu-Kits und Spektrometern.....	15
Anhang.....	16
1Möglicher Zeitplan (zu kurz).....	16
2Inhalt Kit.....	17
3Software für Microcontroller-Modul (Trinket).....	18
4Terminology.....	18
5Skizzen.....	20
6Fotos.....	21
Referenzen.....	22

# Einleitung

Das folgende Lehrkonzept ist aus einer Zusammenarbeit der Schweizerischen Akademie der technischen Wissenschaften (SATW) mit D. Gygax (FHNW, Molecular Lifesciences, M. Dusseiller (Hackteria) und U. Gaudenz (Hackteria & HSLU) entstanden. Das neuartige Konzept verbindet Anwendungen der Bioanalytik mit Do It Yourself (DIY) Ansätzen des Biohackings. Dadurch wird das tiefere Verständniss von Bioanalytischen Geräten durch einen direkten, interdisziplinären und möglichst selbstgesteuerten Zugang gefördert. Der Do It Yourself Ansatz basiert auf dem Prinzip des selber Machens, Erkenntniss durch Selbsterfahrung, positive Feedbacks über Hands On, Gestalten von einfachen Prototypen, sowie dem Prinzip von Try and Error. Die Sharing-Kultur des „Hackings“, Autonomie, vermeiden von hirarchischen Strukturen sowie offener und proaktiver Austausch von Wissen sollen ein lebendiges und kreatives Lernklima erzeugen. Der nachfolgende Vorgehensvorschlag dient als Leitfaden für ein mögliches Vorgehen. Die Schritte wechseln bewusst zwischen verschiedenen Betrachtungsperspektiven über die Diziplinen. Auch lässt das Konzept bewusst viele Fragen offen und regt Vertiefungen in andere Richtungen an. Damit soll das selbstmotivierte und interessenbasierte Forschen gefördert werden. Auch das zugehörige Kit mit Bauteilen und Modulen dient zur Anregung und Erleichterung des Einstiegs und lässt viele verschiedene Versuche und Anordnungen zu. Wichtig für alle Teilnehmer, insbesondere auch die Lehrpersonen, ist es sich auf den Prozess des gemeinsamen Forschens und Lernens einzulassen und das bei allen Teilnehmern vorhandene Wissen so gut wie möglich zu integrieren.

## **Lernziele**

*„Opening the Black Box and there will be Light“*

Dieses Lehrkonzept fördert in erster Linie

- ... Interdisziplinäres Denken
- ... Kreativität durch abwechselnde Aktivitäten
- ... Entwickeln von praktischen Lösungsansätzen
- ... Kritisches Denken gegenüber Messdaten durch nachvollziehen von Messabläufen.

Im weiteren werden folgende fachlichen Themen eingeführt:

- ... Erste Schritte Elektronik
- ... Enzymatische Assays
- ... Hacking und Do It Yourself
- ... Absorptions Photospektrometrie
- ... Analyse und Interpretation von Messdaten zu Messgrößen

## **Lehrziele**

- ... den sozialen Prozess des Lernens anzuleiten
- ... selbst in die Rolle des Lernenden zu gehen
- ... das eigene Nicht-Wissen offenlegen und Methoden des Hinterfragens und Lernens selbst vorzuleben
- ... sich als „Facilitator“ zu sehen, anstatt einen Wissenstransfer des Wissenden zu den Lernenden
- ... mit Offenheit, Neugierde und Toleranz den Lehrpersonen aus anderen Disziplinen begegnen

## Zusammenstellung des Coaching Teams

*„Pull together different skills: an essential ingredient for the success of a collaborative environment is to have access to a different skill set.“ - Simone Cicero*

Um den interdisziplinären Charakter dieses Lehrkonzepts auch aktiv als Rollenmodell vorzuleben, ist es zentral das auch ein vielseitiges Team den gesamten Kurs gemeinsam vorbereitet, plant und durchführt. Im konkreten Fall dieses Projektes schlagen wir 3 „Facilitators“ vor: aus der Bioanalytik oder Molekular Biologie, aus der Elektrotechnik oder Hardwarenahe Programmierung und idealerweise auch jemanden mit Erfahrung in interdisziplinären Projekten und/oder Design, bzw. Co-Design und Peer-to-Peer Learning.

Der Hands-On Ansatz benötigt generell einen grösseren Betreuungsaufwand.

# Ablauf

## Gedanken zum Ablauf

„It's a good idea to give workshops a three-phase structure consisting of a first framing moment related to motivations followed by an execution and then a wrap up phase where participants are encouraged to focus on what they learned and if necessary, on the next steps.“

Die Erfahrungen während dem Pilot-Workshop haben gezeigt, dass eine noch schnellere Abfolge und Wechsel der verschiedenen Themenbereiche zur Förderung des gesamtheitlichen und interdisziplinären Lernens dienen. Im Gegensatz zu traditionellen Formaten (zB. Erster Tag: Elektronik, Zweiter Tag: Biologie, Zusammenführung in Eigenverantwortung) versuchen wir im vorgestellten Ablauf nach jedem Unterthema die Bereiche der Elektronik, Biologie und Messtechnik zu wechseln. Dadurch werden die Teilnehmer jedesmal wieder herausgefordert, neu gruppiert und man bewegt sich auch körperlich im Raum des Labors.

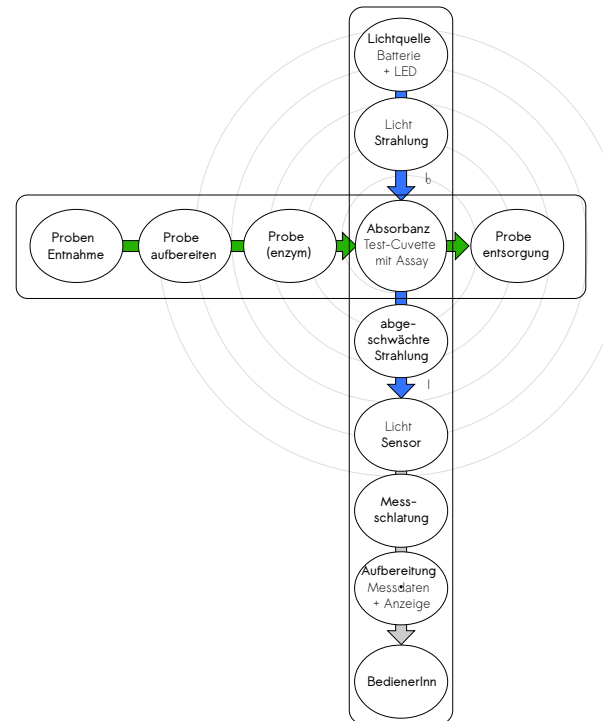
Über den gesamten Ablauf des Workshop soll das Zusammenführen des Gelernten selbst im Vordergrund stehen.

Der Ablauf soll nicht nach disziplinären Themen aufgebaut werden, sondern in folgende Phasen:

- Aufbau der Lernumgebung und Einführung der Themen, Wecken der Neugierde (1-4)
- Prototyping, Aufbereitung und Experimente (5-8)
- Auswertung, Kritische Reflektion und Beschreibung des Gelernten (9-11)

Im weiteren haben wir versucht mit dem Ablauf keine Black-Boxes einzubeziehen, sondern sämtliche Aspekte der Bioanalytik zu widerspiegeln und durchzuspielen. Siehe Grafik im Anhang.

Der beschriebene Ablauf soll nur als Anregung zur Weiterentwicklung gelesen werden diesen spezifisch auszubauen, einzelne Themen zu vertiefen und auf die Interessen/Hintergrund der Studierenden anzupassen. Aus unserer Sicht handelt es sich hier um einen minimalen Ablauf (3 - 4 Halbtage), bei welchem sämtliche Schritte durchgeführt werden müssen, um die oben erwähnten Lernziele zu erreichen. Vorschläge zum Ausbau der Teilbereiche sind im Anhang beschrieben.



# 1 Einrichten des Labors

„If you don't build your lab, you don't own your lab.“ - anonymous

Ein Labor (ursprünglich Laboratorium, von *laborare* = „arbeiten“, „leiden“, „sich abmühen“) ist ein Ort an dem Menschen in kreativer Weise gemeinsam arbeiten um neue Erkenntnisse zu gewinnen. Im Labor werden die verschiedensten Experimente, Messungen (insbesondere auch Kalibrierungen) durchgeführt und es werden (chemische) Produkte hergestellt. Die Laborausstattung ermöglicht ein effizientes und sicheres Arbeiten.

Der gemeinsame Prozess des Einrichten des Labors initiiert die Zusammenarbeit und erlaubt den Forschern sich mit der Einrichtung zu identifizieren und somit ihr auch Sorge zu tragen.

## Einrichten:

- Arbeitsflächen (Tische)
- Verschiedene Zonen (Nassbereich, Elektronikbereich, Werkbereich, Besprechungsecke)
- Behälter, Gefässe, Kisten
- Werkzeug, Laborware (Zangen, Pipetten)
- Arbeitssicherheit (Handschuhe, Schutzbrillen)
- Gestaltung eines angenehmen Raumklimas (Pflanzen, persönliche Objekte)
- Bibliothek (Bücher, Magazine)



## Theorie:

Anstatt in ein bestehendes schon eingerichtetes Labor, zB Elektrotechnik oder Molekular-Biologie, zu gehen, sehen wir einen wichtigen Aspekt im Bezug der Interdisziplinarität einen neutralen Raum zu gemeinsam zu bespielen, ihn gemeinsam einzurichten, umzubauen. Das Auspacken der Werkzeuge und Materialien, wie auch das Sortieren derer, soll die Neugierde der Lehrenden und Studierenden wecken, was denn mit all dem geschehen könnte.

Der Do It Yourself Ansatz per Definition benötigt keine High-Tech Infrastruktur und die Limitierung der Ressourcen soll kreative Lösungsansätze fördern. Diese können auch als ein „Hack“ bezeichnet werden, eine kreative, einfache und clevere Lösung eines Problems.

## 2 Phänomenologie

Erkenntnisgewinnung durch „Begreifen“ von unmittelbar erfahbaren Erscheinungen

**Betrachtung** von Flüssigkeiten. Fläschchen, Gläser, Röhrchen mit trüben, farbigen, durchsichtigen oder undurchsichtigen Flüssigkeiten. Durch schauen, gegen Licht halten. Was sehen wir?

**Diskussion**, was ist:

Absorption?	Fluoreszenz?	Leuchten?
Transmission?	Extinktion?	Flüssigkeiten?
Streuung?	Absorbanz?	Partikel?
Reflexion?	Farbe?	Stoffe?



**Kurze Recherche** zu den Begriffen.

**Theorie:** Bei Absorption wird die Transmission einer Welle oder Strahlung durch einen Stoff oder Körper abgeschwächt. Die Gesamtheit der abschwächende Effekte von Absorption, Streuung und Reflexion wird in der Optik mit Absorbanz oder auch Extinktion bezeichnet.

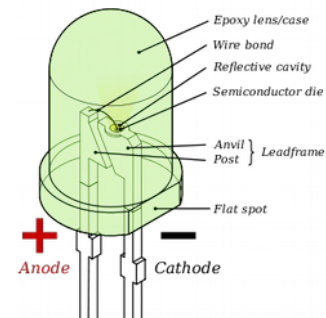
## 3 Crash-Course Elektronik

Ein schneller, intensiver, informeller Akt des Lernens durch direktes Erfahren/Begreifen.

Spieln mit einfachen elektronischen Komponenten. Eine Leuchtdiode (LED), eine Knopfatterie (3V, 9V), ein Widerstand, ein Fotowiderstand (LDR), ein Multimeter.

**Probieren:**

- Leuchtdiode zum leuchten bringen
- Batterie messen
- Widerstände messen
- Licht messen
- Flüssigkeiten zum Leuten bringen



**Wie funktioniert?** Wie Leuchtet die Diode? Was kann man mit dem Multimeter messen? Was misst ein Licht-Sensor? Wozu der Widerstand?

**Theorie:** Eine Leuchtdiode ist ein lichtemittierendes Halbleiter-Bauelement (kleiner Chip). Die Diode hat eine Polarität (+ und -), fließt elektrischer Strom in Durchlassrichtung, so strahlt sie mit einer von der Dotierung abhängigen Wellenlänge. Mit dem Widerstand kann der Stromfluss begrenzt werden. Der Fotowiderstand ist auch ein Halbleiter, je höher der Lichteinfall, desto kleiner wird aufgrund des inneren fotoelektrischen Effekts sein elektrischer Widerstand.



## 4 Isolieren eines Stoffes

*Wechsel des Mediums. Arbeiten im Küchenlabor.*

Trennung einzelner Stoffe aus einem Stoffgemisch. Kartoffeln schälen, schneiden, schnetzeln. Mit einer Knoblaupresse gut vermatschen und Saft auspressen. Durch ein Filterpapier versuchen feste von flüssigen Stoffen zu trennen. Die Flüssigkeit in einem Gefäß ansammeln.

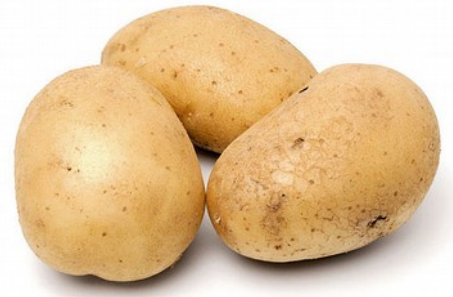
### Zur Kenntnis der Kartoffel-phosphatase

Von *Burckhardt Helferich* und *Hermann Stetter*

(Aus dem Chemischen Institut der Universität Bonn)

(Eingelaufen am 16. August 1927)

1935 berichtete Pfankuch erstmalig in einer kurzen Notiz<sup>1)</sup>, 1936 in einer ausführlicheren Arbeit<sup>2)</sup>, über eine „saure“ Phosphatase, die in der Kartoffel auffallend reichlich und verhältnismäßig leicht isolierbar vorkommt. Er konnte durch fraktionierte Fällung mit Alkohol das Ferment auf etwa das 50fache anreichern.



**Gute Frage:** Was ist ein Enzym? Was ist eine Phosphatase? Was ist eine Kartoffel?

Isolieren (Anreichern) des Enzyms (Phosphatase) aus Kartoffeln. Das Gefäß mit der gesammelten Flüssigkeit langsam mit Alkohol (hochprozentig, kalt) vom rande her aufgießen. **Schauen was passiert.**

**Theorie:** Ein Enzym (früher Ferment) ist ein Stoff, der eine oder mehrere biochemische Reaktionen katalysieren kann. Fast alle Enzyme sind Proteine (Eiweisse). Eine Phosphatase ist ein spezifisches Enzym, das eine Phosphatgruppe von ihrem Substrat beseitigt. Lösungsmittel wie Alkohol (Aceton, Methanol) setzen durch ihre niedrige Dielektrizitätskonstante die Löslichkeit von Proteinen in wässrigen Lösungen herab und können so zur fraktionierten Fällung von Proteinen verwendet werden.

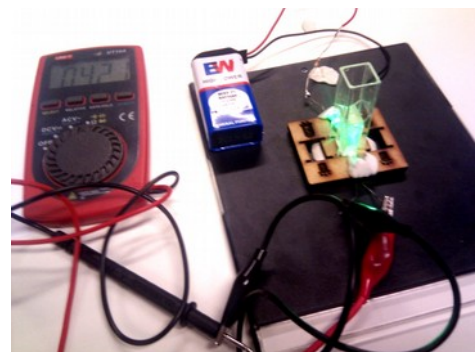
## 1 Prototyping

*Ein Prototyp (von protos, „Urbild“) stellt ein für die jeweiligen Zwecke funktionsfähiges, oft aber auch vereinfachtes Versuchsmodell eines geplanten Produktes dar.*

**Hands On** Experimentieren und aufbauen eines Do-It-Yourself Mess-Prototypen. Transparente Cuvetten, gefüllt mit Flüssigkeit kombiniert mit Lichtquellen und Licht-Sensor, gemessen mit dem Multimeter ergeben sich individuelle Aufbauten.

**Experimentieren mit:**

- Anordnungen
- Mechanischen Konstruktionen
- Lichtquellen
- Einflussfaktoren



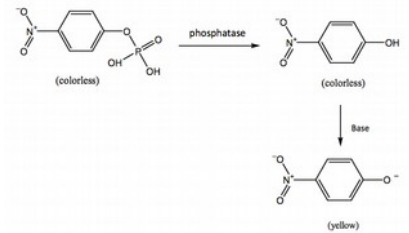
**Vorzeigen** der verschiedenen “Urbilder” zur Messung von Flüssigkeiten. Was sind die Vor- und Nachteile der verschiedenen Prototypen. Was sind die Einflussfaktoren auf die Messung.

**Theorie:** Der gesamte Messpfad sieht in etwa folgendermassen aus: Batterie → Lichtquelle → Licht Strahlung → Absorbanz in der Test-Cuvette mit Assay → abgeschwächte Strahlung → Licht Sensor → Messschaltung und Aufbereitung → Anzeige → BedienerInn. Alle Elemente entlang des Messpfades beeinflussen das Messresultat und unterliegen ihrerseits Umwelteinflüssen.

## 1 Protein Phosphatase Assay

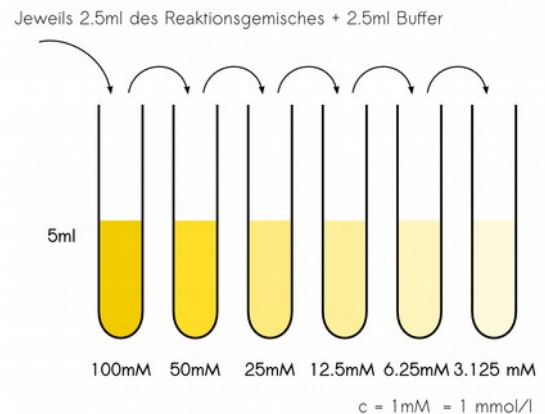
*Dilution is the solution. Eine Verdünnungsreihe ist die Gesamtheit von Lösungen, die für einen bestimmten Zweck aus einer konzentrierten Ausgangslösung durch Verdünnen hergestellt wurden.*

Die p-Nitrophenylphosphat-Phosphatase-Aktivitäts-Probe (Assay) ist ein sehr einfacher, günstiger und routinemäßig für die Bestimmung von Proteinphosphatasen verwendeter Test. Die Reaktion wird durch die Zugabe des Enzyms gestartet (und ggf. durch Zugabe von 1 ml of 1 N NaOH gestoppt). Die Menge an Produkt (p-Nitrophenol) wird durch messen der Absorption bei 405 nm bestimmt. (molarer Extinktionskoeffizienten: 18000 M<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>).



**Herstellen des Reaktionsgemisches** (50  $\mu$ l) bestehend aus 50mM p-Nitrophenylphosphat-Phosphatase (PNPP) und einem Proteinphosphatase Puffer (plus optional PH Buffer).

**Herstellen der Verdünnungsreihe.** Reaktion initiieren, studieren, pipetieren, verdünnen, Beschriften der Proben.



**Theorie:** Bei den Verdünnungsreihen unterscheidet man solche, bei denen die einzelnen Verdünnungsstufen durch Verdünnen der vorangegangenen Verdünnungsstufe hergestellt werden (fortgesetztes Verdünnen, seriell verdünnen), und solche, bei der alle Verdünnungsstufen direkt aus der Ausgangslösung hergestellt werden (paralleles Verdünnen).

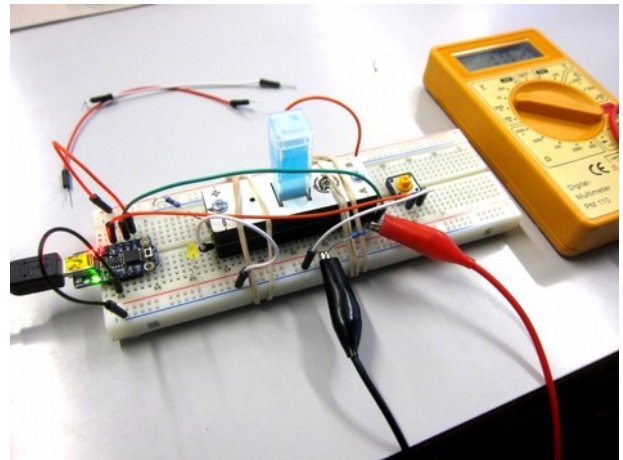
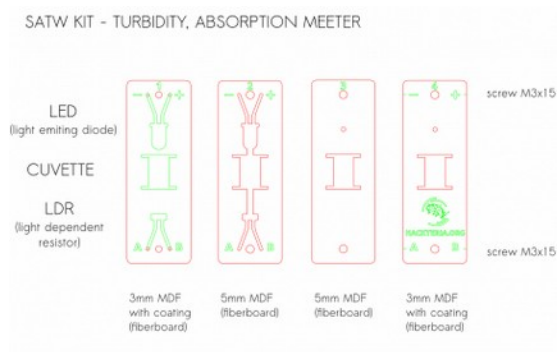
## 2 Stabiler Messaufbau

Die Erkenntnisse aus dem Prototyping nutzen für einen stabileren Messaufbau.

**Aufbau** eines stabilen Messgerätes mit Cuvetten-Halterung, Streulichtschutz, Spannungsversorgung, Messelektronik. Referenzmessungen mit Proben. Zusätzliche, vorgefertigte Komponenten können den Aufbau erleichtern.

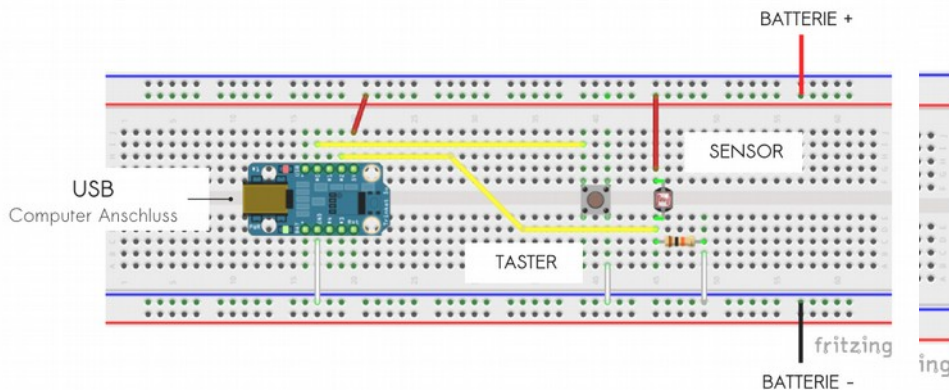
### Laser-geschnittene Cuvetten-Halterung

Passgenau gefertigte Teile helfen die Komponenten präzise und stabil zu halten. Schichtweiser Aufbau von unten. Fixierung mit schrauben oder kleben.

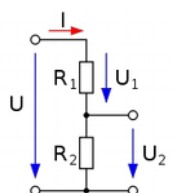


### Messelektronik mit Computerinterface

Ersetzen des Multimeters durch ein Computerinterface. Messserien direkt auf dem Computer aufgezeichnet und ausgewertet. Der Trinket Microcontroller kann umprogrammiert werden.



**Theorie:** Der Fotowiderstand (LDR) misst sinngemäss einen Widerstand in Funktion des Lichteinfalls. Um den Widerstand in eine Spannung zu wandeln kann ein sogenanter Spannungsteiler aufgebaut werden. Der Spannungsteiler ist im Grunde die Reihenschaltung von zwei Widerständen. Die Spannung an einem Widerstand entspricht dann dem Wert des Widerstands mal die Gesamtspannung dividiert durch den Gesamtwiderstand  $U_2 = R_2 \cdot U / (R_1 + R_2)$ .



Der Messaufbau misst nun eine Spannung in Funktion des Lichteinfalls. Durch Nullung der Messeinrichtung ohne absorbierende Flüssigkeit kann nun die Absorption in Form von Spannungswerten gemessen werden. Jedes Messgerät hat eine *Messgeräteabweichungen aufgrund der Unvollkommenheit der Konstruktion, Fertigung, Justierung*. Die Absolute Messabweichung = angezeigener Wert – richtiger Wert.

### 3 Absorbanz Messungen im Messaufbau mit Assay

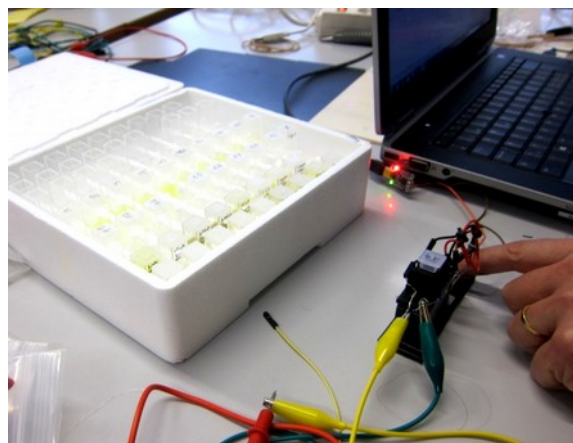
Welche Resultate liefert das DIY Messinstrumentes als Labormessgerät?

Verwendung des DIY Messinstrumentes zur bestimmung der Enzymreaktion. Bestimmung des p-Nitrophenylphosphat-Phosphatase-Aktivitäts Assay durch Messung der Licht Absorption.

**Dynamische Messung der Reaktion.** Cuvette mit Assay ins Messgerät stellen. Kartoffelwasser zu Assay geben. In regelmässigen Zeitabständen Messwerte aufzeichnen. Messwerte darstellen, auswerten, interpretieren.

**Statische Messungen.** Cuvette mit einem definierten Volumen Assay und Kartoffelwasser. Messen von Testreihen. Bestimmen der Enzymkonzentration.

**Theorie:** Die Reaktion von Enzymen mit Substraten verläuft abhängig von den Konzentrationen mit einem charakteristischen Zeitverlauf, der erstmals von Michaelis und Menten beschrieben wurde. Die enzymatische Produktion von p-Nitrophenol kann direkt aus der zeitlichen Zunahme der Extinktion bei 410 nm im Photometer bestimmt werden.



### 4 Überlegungen zur Theorie der Absorptionsmessung

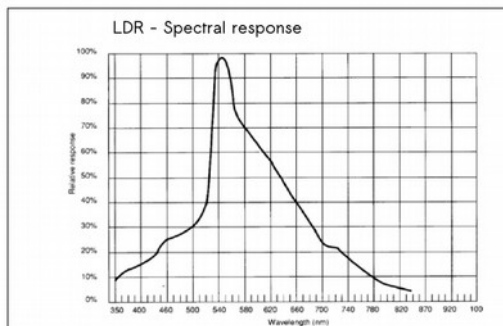
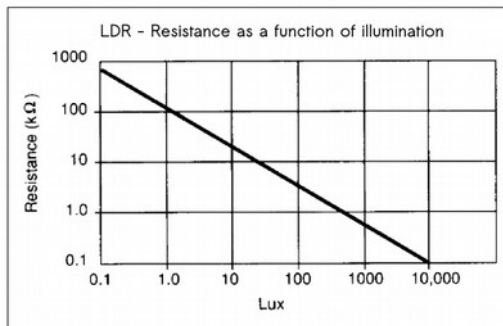
Wer misst misst Mist.

Von irgendwelchen Messwerten zur Messung von definierten Stoffeigenschaften einer Substanz braucht es eine Kalibration des Messinstruments, die Umrechnung der Messwerte in gewünschte Einheiten und das Verständnis und Interpretation der molekularen Prozesse.

Das **Beer-Lambert Gesetz** beschreibt die Abschwächung der Intensität einer Strahlung bei dem Durchgang durch ein Medium mit einer absorbierenden Substanz:

**Beer-Lambert Gesetz**

$$A = \epsilon * c * d$$



mit

$\epsilon$  = Absorption coefficient [M<sup>-1</sup>cm<sup>-1</sup>],

c = concentration [M]

d = Cell length [cm])

$A = -\log_{10}(I_0 / I)$

## Absorbance

$$A = -\log_{10}(I_0 / I)$$

I = Intensity of Radiation

## Überlegen:

- Was sagt das Beer-Lambert Gesetz?
- Was ist die Intensity of Radiation?
- Was misst der Licht-Sensor (LDR)?
- Was ist der Absorption coefficient?

## Rechnen...

**Theorie:** Der Absorptionskoeffizient  $\epsilon$ , auch Dämpfungskonstante oder linearer Schwächungskoeffizient, ist ein Maß für die Verringerung der Intensität elektromagnetischer Strahlung beim Durchgang durch ein gegebenes Material. Dies ist eine Stoffkonstante die in entsprechenden Nachschlagewerken gefunden werden kann. Für die p-Nitrophenylphosphat-Phosphatase beträgt er 18000 M<sup>-1</sup> cm<sup>-1</sup>.

## 5 Aufbereitung der Daten

*“The machine measures light, not cells.” - anonymous*

*In der Anwendung dienen Messinstrumente zur Bestimmung definierter Größen.*

Ausgabe eines aussagekräftigen Messwertes durch Umrechnen der gemessenen Werte und bestimmen der Gerätespezifischen Parameter entlang dem Messpfad. Bestimmen der Wiederholgenauigkeit und des Messfehlers. Anwendung der Gesetze der Physik.

Zusammenhang Spannung – Lichtintensität I [Lux]:

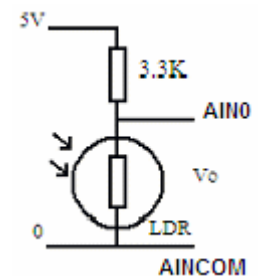
$$R_L = \text{Faktor} / I \text{ [Kohm]}$$

$$V = 5V * R_L / (R_L + 3.3k \text{ Ohm})$$

Ergibt:

$$-\log_{10}(I_0 / I) = 18000 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1} * c * 10\text{mm}$$

$$I = (2500/V_0 - 500) / 3.3$$



**Bestimmen der Faktoren, Umrechnen der gemessenen Werte.**

## 6 Gelerntes diskutieren

*Lernen als Prozess*

**Blitzlicht:** Momentaufnahme der Augenblicklichen Stimmung, Befindlichkeit, Meinungen, Lernerfahrungen usw. Jeder Person die Möglichkeit geben sich in einem kurzen Statement zu äussern. Die Summe der Antworten ergibt ein Abbild der Situation. Dadurch auch Personen die Möglichkeit geben sich zu äussern die sich sonst vielleicht nicht zu Wort gemeldet hätten.

# Reflektion und Ausblick

## Andere Messungen und Themen

### Bierfarbe und Kafi Schnapps

Je nach dem Setting des Kurses und dem Rahmenprogramm können auch noch andere Themen in die Diskussion über Lichtabsorption, „Was ist eigentlich Farbe“ und neue Experimente eingebracht werden.

Es gibt nämlich auch in der Bierbraukunst eine standardisierte Messtechnik um die Farbe des Bieres zu messen und zu vergleichen. Dies dient der Reproduzierbarkeit der Produkte, wie auch dem Monitoring des Brauprozesses. Es gibt Abstufung eines bestimmten Brauntons, der mit abnehmender Konzentration über rot, kupferfarben und bernsteinfarben bis hin zu goldgelb und hellgelb reicht. Auch hier spielen Kalibration, Standards und die Anwendung von spezifischen Lichtquellen und Filtern eine wichtige Rolle. Artefakte in der Messung können durch die Kohlensäure oder Trübung des Bieres entstehen, die aber einfach behoben werden können durch Ausgasen und Filtrierung des Bieres.

EBC	Beispielsorten	Bierfarbe
4	Pale Lager, Witbier, Pilsener, Berliner Weisse	
6	Maibock, Blonde Ale	
8	Weißbier	
12	American Pale Ale, India Pale Ale	
16	Weißbier, Saison	
20	English Bitter, Extra Special Bitter	
26	Biere de Garde, Double IPA	
33	Dunkles Lager, Märzen, Amber Ale	
39	Brown Ale, Bock, Dunkelbier, Dunkelweizen	
47	Irish Dry Stout, Doppelbock, Porter	
57	Stout	
69	Foreign Stout, Baltic Porter	
79	Imperial Stout	

„Mit der Einheit EBC wird im Europäischen Raum die Farbe (genauer: Die Farbstärke) von Bier und Bierwürze beschrieben. Der von der European Brewery Convention festgelegte Wert bezeichnet, wie viel Licht von Bier eines bestimmten Stammwürzegehalts absorbiert wird.“ - Wikipedia

[http://de.wikipedia.org/wiki/EBC\\_%28Bier%29](http://de.wikipedia.org/wiki/EBC_%28Bier%29)

Und die Diskussionen zu „Was ist Farbe“, wie sehen wir Menschen, wie kann das eine technische Maschine messbar machen ist natürlich schon weit standardisiert und im Detail beschrieben.

[http://en.wikipedia.org/wiki/CIE\\_1931\\_color\\_space](http://en.wikipedia.org/wiki/CIE_1931_color_space)

Ein weiteres Beispiel für Stammtisch-Experimente ist der klassische Kafi-Schnapps Test: Man wirft einen 5-Fränkler in den Kafi und füllt so viel Schnapps nach bis er wieder sichtbar ist. Um sich die Münze zu sparen und auch die Interpretation des Menschen auszuschließen kann so eine Messung auch mit dem oben beschriebenen Prototypen gemacht werden. Auch hier ist zu beachten dass während dem Verlauf des Abends die Interpretation der Daten durch den Konsum verfälscht werden kann.

### Photokatalyse mit Titandioxid Nanopartikeln

Titandioxid wird als weißes Pigment in grossindustrieller Masse hergestellt und gemischt in Farben, Medizinprodukten, Zahnpaste oder Papier. Als Halbleitermaterial weist Titandioxid eine photokatalytische Aktivität auf die in der Photovoltaik eine wichtige Rolle spielt, Grätzel-Zelle. Der photokatalytische Effekt hat auch Anwendungen in der Trinkwasseraufbereitung, welche eine wichtige

Rolle in Entwicklungsländern spielt, wo der begrenzte Zugang zu sauberem Trinkwasser einer der grössten Gesundheitsrisiken darstellt.

Durch die Einstrahlung von UV-Strahlung entstehen durch diesen Effekt freie Radikale und Wasserstoffperoxid, welche Bakterien abtöten und organische Komponenten abbauen.

## **Analyse von Wasserqualität**

### **Wachstumskurve von Bakterien- und Hefezellkulturen**

## **Vergleich mit anderen Edu-Kits und Spektrometern**

Siehe: <http://hackteria.org/wiki/SATW-DIY>



# Anhang

## 1 Möglicher Zeitplan (zu kurz)

Erster Tag

- Start, gemeinsames Einrichten des Labors, 9.00 Uhr
- Phasen 1-3, 10.00 – 12.00 Uhr
- Gemeinsames Mittagessen
- Phasen 4-6, 13.00 Uhr – 15.00 Uhr

Zweiter Tag

- Phase 7-9, 9.00 Uhr – 12.00 Uhr
- Phase 10-11, 13.00 Uhr – 15.00 Uhr
- Abschluss

## 2 Inhalt Kit

### Elektronik (bestellt bei play-zone.ch)

Bauteile Starter Set Basic für FPGA oder Arduino Projekte mit Box P00000178					1
Fr. 23.50					
UV-LED im Transparenten Gehäuse / 5mm	P00000103	1	Fr. 0.60		
UV-LED im Transparenten Gehäuse / 3mm	P00000519	1	Fr. 0.50		
Lochraster-Steckplatine / Breadboard / Fullsize	P00000473	1	Fr. 11.90		
SparkFun Seitenschneider	TOL-08794	1	Fr. 3.90		
SparkFun Spitzzange	TOL-08793	1	Fr. 3.90		
Krokodil Klemmen - Multicolored 10 Stück	P00000096	1	Fr. 5.90		
Adafruit Trinket - 5.0V	ada-1501	1	Fr. 10.90		
Kabel USB 2.0 A -> Mini 5-Pin 30cm Blau	P00000527	1	Fr. 1.90		
HiSpeed Kabel USB 2.0 A -> Mini 5-Pin 80cm Schwarz	P00000205	5			
Digital Multimeter (Voltmeter) mit Backlight / BEST B830L	P00000132				3
Fr. 19.90					

#### Zusätzlich:

Coin Cell Batteries  
Small Multimeters  
Blue Tac  
Heissleimpistolen + Heissleim  
paar kleine Schraubenzieher

#### Bioanalytik:

##### Werkzeuge:

Cuvettes, Square (12mm x 12mm)  
Marker  
Dropper  
Wastebox  
Falcentubes 50ml  
Knife  
Knoblauchpresse  
Filterpapier  
Plastikbecher  
Raffel

##### Substanzen:

PBS (Phosphate Buffer Solution, Instant)  
Standard (p-Nitrophenyl Phosphate)  
Potato (to extract the enzyme)

Mehr auf: [http://hackteria.org/wiki/SATW-DIY\\_Kit](http://hackteria.org/wiki/SATW-DIY_Kit)

### 3 Software für Microcontroller-Modul (Trinket)

```
/*
TrinketKeyboard example
For Trinket by Adafruit Industries
*/
#include <TrinketKeyboard.h>
#define PIN_LED 1
#define PIN_BUTTON 0
const int analogInPin = 1; // Analog input pin that the potentiometer is attached
to
int sensorValue = 0; // value read from the pot
void setup()
{
// button pins as inputs
pinMode(PIN_LED, OUTPUT);
pinMode(PIN_BUTTON, INPUT);
// setting input pins to high means turning on internal pull-up resistors
digitalWrite(PIN_LED, HIGH);
digitalWrite(PIN_BUTTON, HIGH);
// remember, the buttons are active-low, they read LOW when they are not pressed
// start USB stuff
TrinketKeyboard.begin();
}
void loop()
{
TrinketKeyboard.poll();
// the poll function must be called at least once every 10 ms
// or cause a keystroke
// if it is not, then the computer may think that the device
// has stopped working, and give errors
if (digitalRead(PIN_BUTTON) == LOW)
{
sensorValue = analogRead(analogInPin);
// type out a string using the Print class
TrinketKeyboard.print("Sensor value ");
TrinketKeyboard.println(sensorValue);
}
}
}
```

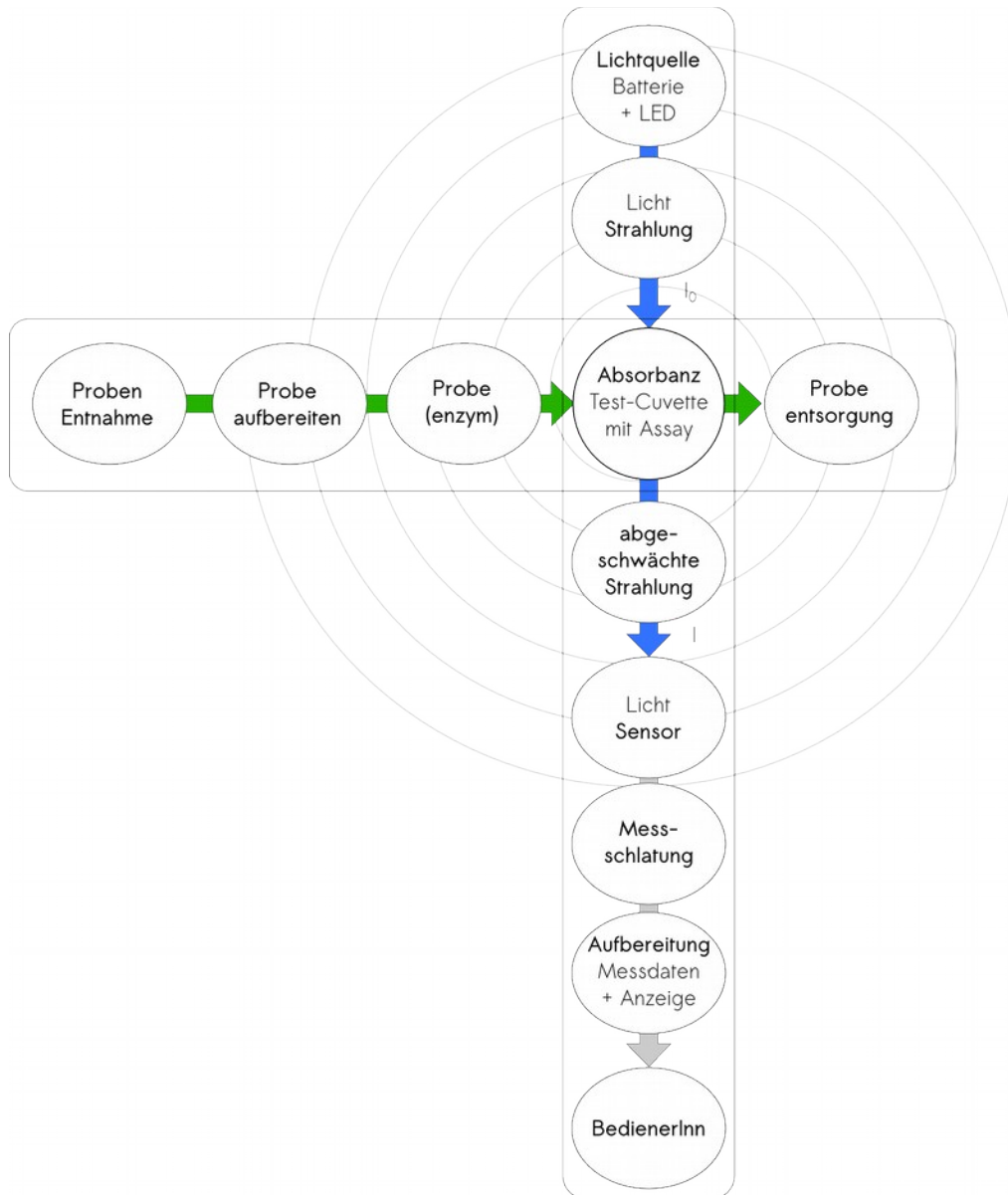
### 4 Terminology

Examples for terminology that are discussed differently in different disciplines (e.g. physics, engineering, biotechnology):

- Optical Spectrometer
- Absorption
- Turbidity
- Optical Density
- Volts

- Substrate
- Assay
- Design

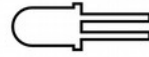
## 5 Skizzen



## 6 Fotos



**SATW - KIT**



Do-it-yourself von Laborgeräten in der Bioanalytik

V1.0 2014

# Referenzen

Über das „Begreifen“ - Gerd Folkers