

# Landolt-Show-Version

Eine farblose Flüssigkeit wird zu einer zweiten farblosen Flüssigkeit zugegeben. Die Farbe ändert sich nicht. Mit der Zugabe der Flüssigkeit beginnt ein Countdown von 30 auf Null Sekunden zu zählen. Bei Null schlägt die Farbe der Lösung nach blau um, ein Wasserstoffballon explodiert, ausgelöst durch den Farbumschlag.

## Hintergrund

In diesem Versuch wird die klassische Form des Landolt-Versuchs mit Messwerterfassung kombiniert. Der Versuch spricht daher zwei Lernzielebenen an:

Exaktes Arbeiten, denn nur dann wird der Farbumschlag, der durch die Konzentration und Menge der Lösungen auf 30 Sekunden eingestellt ist, reproduzierbar auch nach 30 Sekunden erfolgen. Die Wirkung des Countdown hängt davon ab.

Vertiefter Umgang mit dem Messwerterfassungssystem, denn bereits das Starten des Count-Downs, sowie der Countdown selber und die Explosion des Wasserstoffballons sind durch das Messwerterfassungssystem CASSY gesteuert.

## Gefahren



Vorsicht beim Umgang mit Wasserstoff, Wasserstoff ist hochentzündlich. Umgang mit Druckgasflaschen beherrschen.

Schutzbrille tragen.

## CASSY-Funktionen

- Trigger (Starten einer Messung in Abhängigkeit einer Messgröße)
- Neue Größe definieren (Countdown)
- Erfassen einer Messgröße (Druck und Transmission)
- Relais (Schalten in Abhängigkeit einer Messgröße)

## Materialien

Becherglas, 1000 ml, niedrige Form  
 Magnetrührer mit Rührfisch  
 Brückenzünder ([www.pyroflash.de](http://www.pyroflash.de))  
 Krokodilklemmen, 2 Stück  
 Netzgerät oder Batterie  
 Stativmaterial  
 Messleitungen  
 Luftballon  
 Tesa  
 Messkolben, 500 ml, 1000 ml  
 Becherglas, 250 ml  
 Bunsenbrenner  
 Messzylinder

Computer mit CASSY Lab  
 Drucksensor S, +/- 2000 hPa  
 PVC-Schlauch, Ø 7 mm  
 Sensor-CASSY mit Zubehör  
 Tauchphotometer S  
 Experimentierahmen (optional)

# Landolt-Show-Version

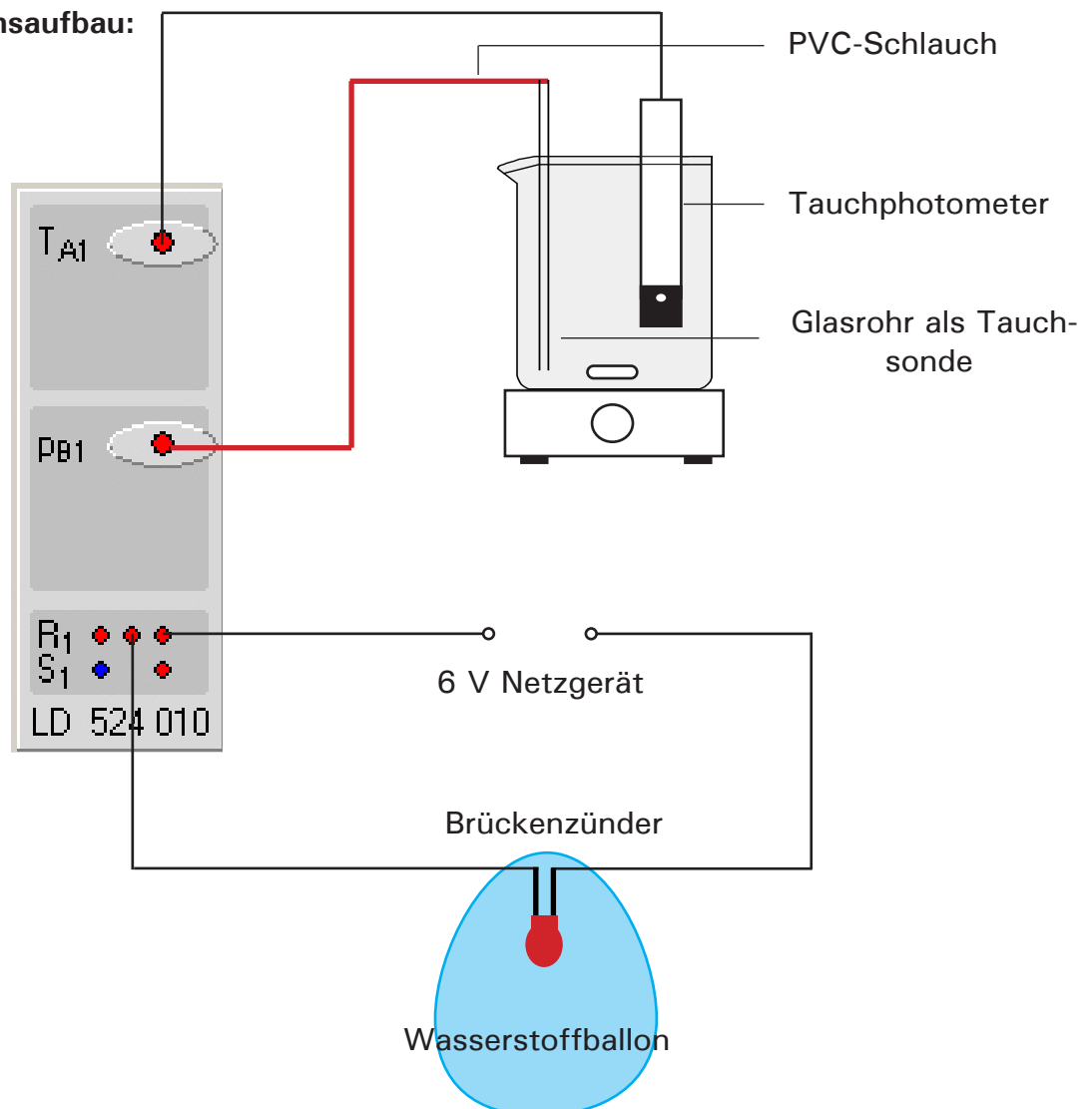
## Chemikalien bzw. Lösungen (nach Lit. 1)

Lösung A:	100 ml	Iodatlösung,	Kaliumiodat, Xi, O
Lösung B:	100 ml	Sulfitlösung	Natriumsulfit
Lösung C:	20 ml	Stärke	Stärke, löslich
Wasser:	400 ml		Wasser, dest.
Wasserstoff zum Füllen des Ballons			Wasserstoff, F <sup>+</sup>

## Herstellung der Landolt-Lösungen (nach Lit. 1)

Lösung A:	2,15 g	Kaliumiodat $KIO_3$	auf 500 ml Wasser auffüllen
Lösung B:	250 ml	Wasser +	
	4 g	konz. Schwefelsäure +	
	10 ml	Spiritus +	
	1,16 g	Natriumsulfit $Na_2SO_3$	auf 1000 ml Wasser auffüllen
Lösung C:	1 g	Stärke	bei Siedehitze in 150 ml Wasser lösen

## Versuchsaufbau:



# Landolt-Show-Version

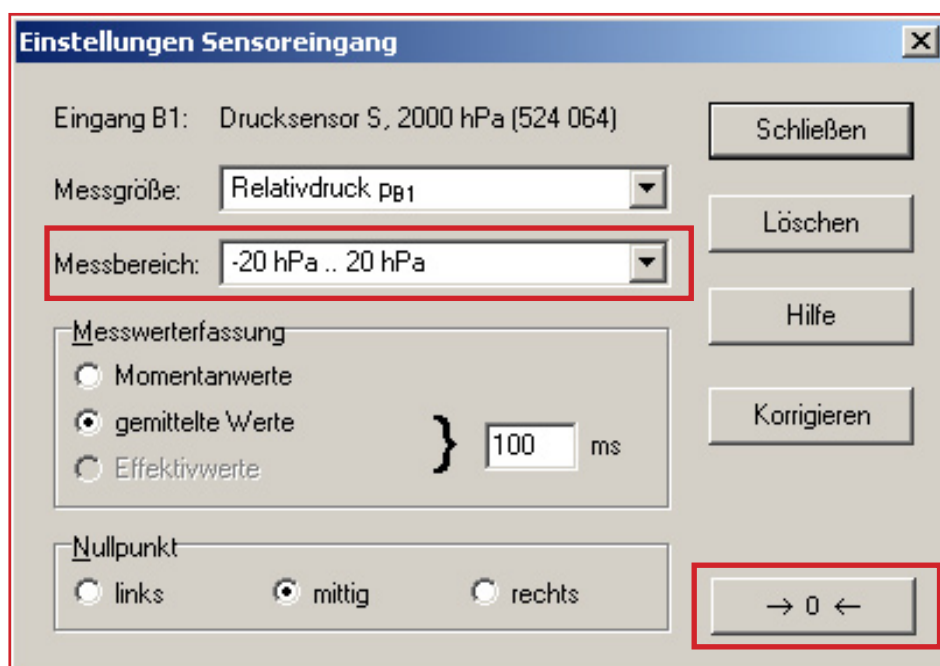
## Durchführung:

- Die Lösungen für den Landolt-Versuch werden frisch zubereitet.
- Der Versuch wird, wie im Kapitel **Versuchsaufbau** beschrieben, aufgebaut.
- Das Programm CASSY Lab wird hochgefahren und die Einstellungen vorgenommen, wie sie im Kapitel **Einstellungen CASSY Lab** beschrieben sind.
- In das Becherglas werden 200 ml Wasser, 100 ml Lösung B und 20 ml Lösung C vorgelegt. Der Drucksensor wird jetzt auf Null abgeglichen, das Photometer auf 100% Transmission.
- Das Fenster für den Count-Down wird groß aufgezogen.
- Die Flüssigkeit wird zur besseren Standartisierung mit einem Magnetrührer durchmischt.
- Die Messung wird mit Klick auf das Uhrensymbol bzw. F9 gestartet, CASSY Lab meldet „Trigger-Signal fehlt“.
- Der Versuch wird durch Zugabe von 200 ml Wasser und 100 ml Lösung A gestartet.
- Den restlichen Ablauf übernimmt das Programm.

## Einstellungen CASSY Lab: Drucksensor

Mit dem Drucksensor S wird der hydrostatische Druck gemessen, dieser steigt, wenn in ein Becherglas eine Flüssigkeit zugegeben wird. Der Drucksensor wird mit einem PVC - Schlauch mit einem Glasrohr, das als Tauchsonde verwendet wird, verbunden.

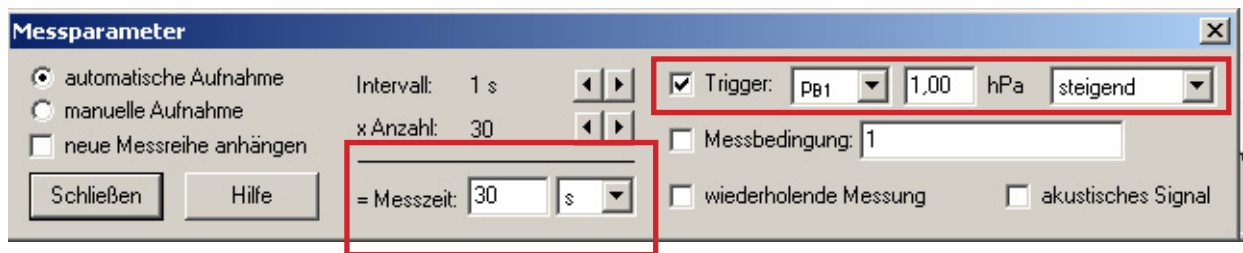
Im Fenster Einstellungen *Sensoreingang* wird zunächst der kleinste Messbereich *-20hPa..20hPa* eingestellt. Wenn die Tauchsonde in die vorgelegte Flüssigkeit eintaucht, wird mit dem Tara-Schalter (rechts unten) auf Null abgeglichen.



# Landolt-Show-Version

## Einstellung CASSY Lab: Triggerfunktion und Messzeit

Ein Trigger ist ein Software-Schalter, der die Messung in Abhängigkeit einer Messgröße startet. Der Trigger wird im Fenster *Messparameter* aktiviert, dort wird auch ausgewählt, von welcher Größe und von welchem Wert (steigend oder fallend) der Trigger abhängig ist.



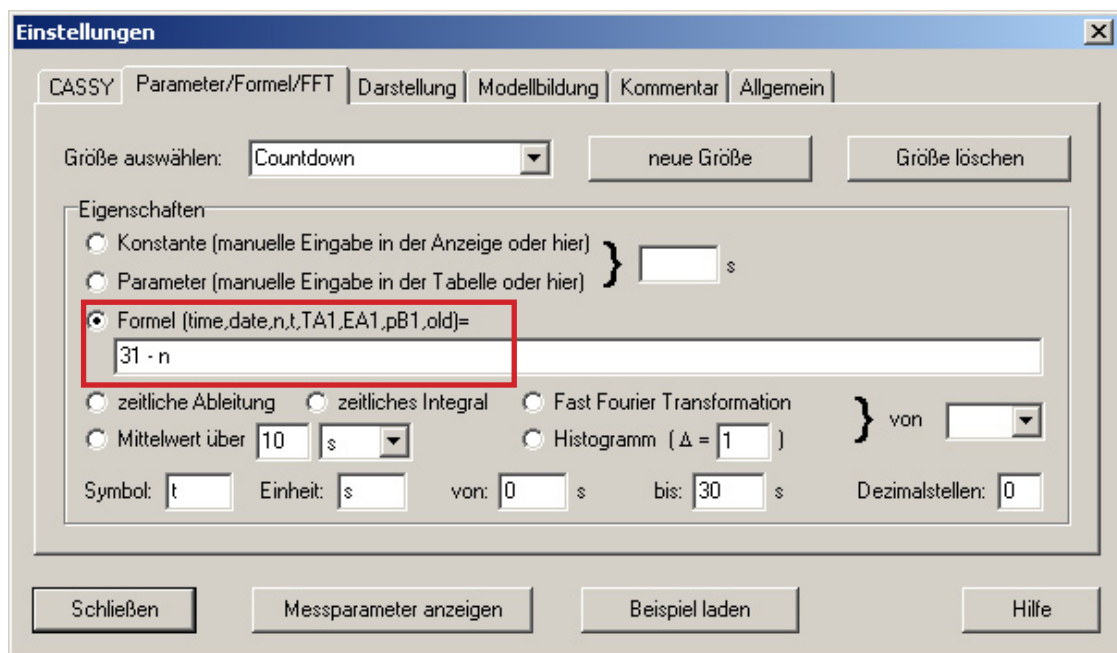
In diesem Versuch wird der Trigger vom Drucksensor pB1 abhängig gemacht. Wenn ein Druck größer (daher steigend) als 1,00 hPa gemessen wird, startet die Messung. Genau dies passiert, wenn Flüssigkeit in das Becherglas gegeben wird.

Die Messzeit wird auf 30 Sekunden eingestellt.

## Einstellung CASSY Lab: Uhr bzw. Countdown

Grundsätzlich kann Cassy-Lab auch als Stoppuhr Verwendung finden, wenn jede Sekunde eine Messung erfolgt. Dies ist auch die Voraussetzung für den Count-down. Die Einstellungen werden im Fenster *Messparameter* vorgenommen (siehe Abbildung oben).

Damit aus der Stoppuhr ein Countdown wird, muss eine neue Messgröße definiert werden. Dies erfolgt im Fenster *Einstellungen* auf dem Registrierblatt *Parameter/Formel/FFT*.



# Landolt-Show-Version

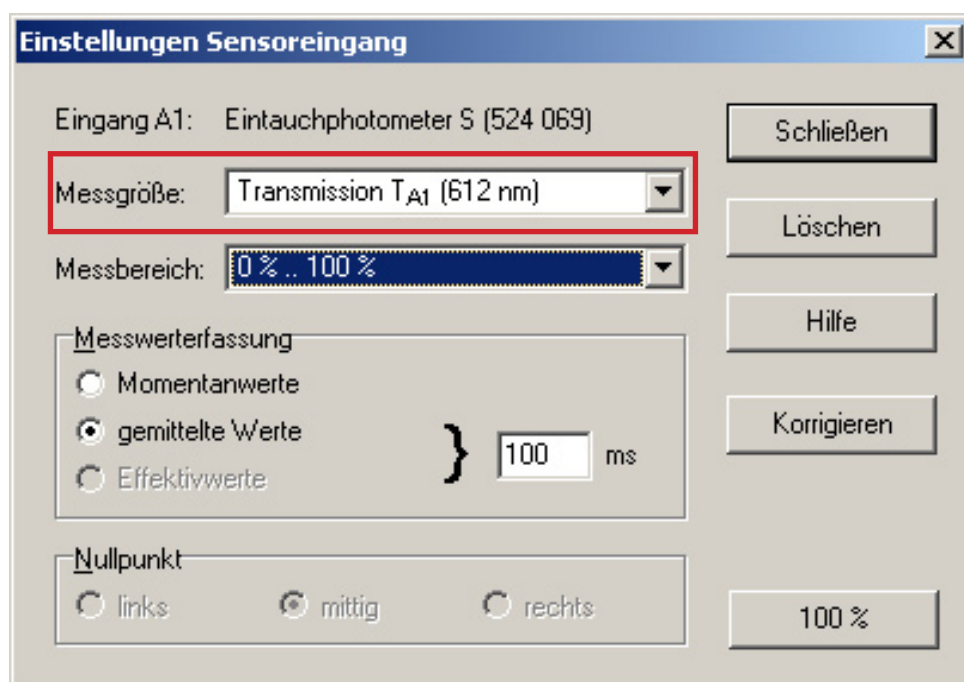
In eine Formel können immer nur die Größen verwendet werden, die hinter dem Begriff Formel in Klammern angegeben sind. Mit  $n$  wird die Zahl der Messwerte bezeichnet. Da jede Sekunde eine Messung erfolgt, ist der Wert  $n$  wie ein Uhr, die durch eine Formel in einen Countdown umgewandelt werden kann. Die Formel lautet:

$$30 - n$$

Vor der ersten Messung wird der Wert 30 angezeigt, bei der ersten Messung der Wert 29, bis bei der 30. Messung der Wert Null erreicht wird. Die Messzeit wird auf 30 Sekunden eingeschränkt. Damit stoppt der Countdown bei Null.

## Einstellung Cassy-Lab: Eintauchphotometer

Das Eintauchphotometer wird verwendet, den Farbumschlag von farblos nach blau zu messen. Das Gerät kann die Extinktion oder Transmission aus einer Auswahl von fünf verschiedenen Wellenlängen messen. In diesem Versuch wird die Transmission bei einer Wellenlänge von 612 nm eingestellt. Dies erfolgt im Fenster *Einstellungen Sensoreingang*.

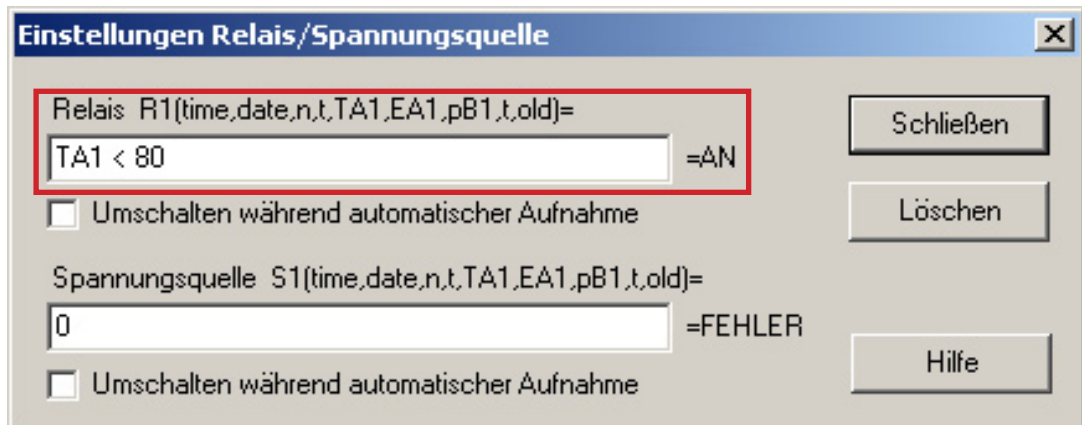


Die vorgelegte Lösung ist am Anfang durchsichtig. Daher ist die Transmission (die Durchlässigkeit) am Anfang 100%. Wenn die Landoltreaktion gestartet ist und nach einer bestimmten Zeit umschlägt, nimmt die Transmission bei der Wellenlänge 612 nm drastisch ab.

# Landolt-Show-Version

## Einstellung CASSY Lab: Relais

Ein Relais ist ein Schalter, der in Abhängigkeit einer Messgröße geschlossen oder geöffnet wird. In diesem Versuch wird ein Stromkreis geschlossen, wenn die Lösung sich nach blau verfärbt und dadurch die Transmission unter 80% fällt. Diese Einstellung wird im Fenster *Einstellungen/Relais/Spannungsquelle* vorgenommen.



Wenn „TA1 < 80“, soll das Relais „an“ sein. „An“ bedeutet, dass das Relais geschlossen ist, wenn die Transmission kleiner 80% wird. Bei geschlossenem Relais wird der vorher unterbrochene Stromkreis geschlossen. Ist der Stromkreis geschlossen, explodiert der Brückenzünder.

## Brückenzünder

Ein Brückenzünder ist wie ein Streichholzkopf mit zwei Anschlussdrähten. Im Kopf des Brückenzünders ist ein Glühdraht eingebettet, der beim Anlegen einer geringen Spannung die Zündermischung mit einem kleinen Blitz und Knall zur Reaktion bringt.



Die Drahtenden müssen abisoliert werden um den Brückenzünder mit Krokodilklemmen an den Messleitungen zu befestigen. Es kann Gleich- oder Wechselspannung verwendet werden.

Der rote Kopf des Brückenzünders wird mit Tesa an der Außenhaut des Ballons kurz oberhalb des Knotens angebracht.

Die Spannungsquelle des Sensor-Cassys kann nicht benutzt werden, da die Stromstärke für das Auslösen des Brückenzünders zu gering ist. Deshalb wird ein eigenes Netzgerät in den Stromkreis eingebaut.

Brückenzünder können bei [www.pyroflash.de](http://www.pyroflash.de) bezogen werden. Ein Zünder kostet etwa 1 Euro.

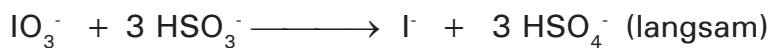
# Landolt-Show-Version

---

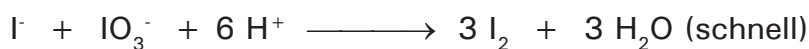
## Auswertung:

Die Chemie der Landoltschen Zeitreaktion wird nach Lit. 1 in drei Reaktionsschritten dargestellt.

Die Iodatlösung wird von Hydrogensulfit zum Iodid reduziert:



Iodid und Iodat reagieren in saurer Lösung unter Bildung von elementarem Iod, welches mit Stärke eine blaue Einlagerungsverbindung bildet:



Iod wird aber auch von Sulfiten sehr schnell zu Iodidionen reduziert:



Daher wird erst nach völligem Verbrauch der Sulfiten die blaue Einlagerungsverbindung sichtbar.

Die Reaktion bis zum Farbumschlag ist zeitabhängig und lässt sich durch Verdünnen mit Wasser bei sonst gleichen Bedingungen verzögern.

Der Farbumschlag erfolgt bei gleichen Mengen A, B und C etwa bei folgenden Zeiten:

Wassermenge 200 ml	15 s
Wassermenge 400 ml	30 s
Wassermenge 600 ml	60 s

## Entsorgung

Die Lösungen können in das Abwassernetz entsorgt werden.

## Literatur:

- (1) Roesky, H.W.; K. Möckel: Chemische Kabinettstücke. VCH, Weinheim, 1994, S. 244 - 248