

Unsichtbares fotografieren



**Die Geheimnisse
der Tropfen-Fotografie**

Thomas Becker



Tropfen-Fotografie

Unsichtbares fotografieren

**Die Geheimnisse
der Tropfen-Fotografie**

Thomas Becker

Imprint

Unsichtbares Fotografieren

Die Geheimnisse der Tropfen-Fotografie

Thomas Becker

Copyright: © 2014 Thomas Becker

www.thom-becker.de

Der Inhalt ist urheberrechtlich geschützt
und darf nicht vervielfältigt werden.

Inhalt

1. Einleitung	7
.1 Warum diese Anleitung	8
.2 Voraussetzungen	10
2. Ausrüstung	11
.1 DIY-Gestell	12
.2 Wasserbecken	14
.3 Kamera und Objektiv	15
.4 Blitze	16
.5 Magnetventile	17
.6 Steuerung	19
3. Aufnahme	27
.1 Beleuchtung	28
.2 Kamera einrichten	30
.3 Tropfenflüssigkeit	32
4. Tropfen	35
.1 Einfache Tropfen	36
.2 XXL-Tropfen	37
.3 Tropfen auf Tropfen TaT	39
.4 Mehrfach-TaTs	41
.5 Chaos-Tropfen	43
.6 Bubbles	44

5. Bildbearbeitung 45

6. Links u. Bezugsquellen 47

1 Einleitung

1.1 Warum diese Anleitung

1.2 Voraussetzungen

1.1 Warum diese Anleitung

Bereits vor einigen Jahren habe ich mich mit dem Fotografieren von fallenden Wassertropfen beschäftigt, habe die Sache dann aber wieder aus den Augen verloren.

Bis ich vor einiger Zeit auf die Fotos von Skulpturen traf, die von fallenden Tropfen erzeugt worden waren.

Ich war fasziniert und neugierig, wollte auch solche Fotos machen.

Die Informationen, die zu bekommen waren, waren recht vage, unvollständig und – wie ich heute weiß – teilweise auch falsch.

Offensichtlich gibt es einige Leute, die diese Art der Fotografie beherrschen, ihre Tricks aber nicht verraten wollen.

Also war eigenes Tüfteln angesagt. Das Ganze sollte auch möglichst kostengünstig verwirklicht werden, da es Hobby war und ist.

Bei der Umsetzung stellte sich heraus, dass der mechanische Teil, nämlich die Anfertigung des Tropfgestells und die Verschaltung des Mikroprozessors noch die kleinere Herausforderung war.

Viel schwieriger war es, das richtige Timing, die Fallhöhe in Verbindung mit Düsengröße und Viskosität der Tropfenflüssigkeit herauszufinden.

Mit diesem Buch möchte ich anderen Interessierten einen Leitfaden an die Hand geben, mit dem Tropfenfotos garantiert gelingen.

Ich habe mich bemüht, alles Notwendige zu erläutern und nichts bewusst zu verschweigen.

Wer meine Do-it-yourself-Anleitung umsetzt, muss nicht mehr als Einhundert Euro ausgeben, um tolle Tropfenfotos zu machen. Vorausgesetzt Kamera, Blitze und Stativ sind vorhanden.



Aufnahme 1, Aufnahme 20000 auf der nächsten Seite



Ungefähr 20000 Aufnahmen später

1.2 Voraussetzungen

Auch wenn Sie alle Hinweise dieses Buches beachten, werden Sie es immer wieder erleben, dass sich der gewünschte Erfolg nicht einstellt.

Da es bei der Tropfenfotografie entscheidend ist, ob ein Tropfen z.B. einige Millisekunden früher oder später fällt, entscheiden schon minimale Veränderungen über Top oder Flop.

Ich habe tolle Aufnahmen am nächsten Tag mit identischen Einstellungen wiederholen wollen und es gab nur Ausschuss.

Vielleicht hatte sich der Luftdruck geändert, vielleicht war die Viskosität der Flüssigkeit ein Hauch anders, vielleicht, vielleicht.

Damit liegen die ersten drei Grundvoraussetzungen für die Tropfenfotografie auf der Hand: Geduld, Geduld, Geduld.

Ich habe ca. 20000 Aufnahmen gebraucht bis ich soweit war, weitgehend selbst zu bestimmen wie die Tropfenfiguren aussehen.

Für den praktischen Teil wie den Bau des Tropfgestells ist etwas handwerkliches Geschick erforderlich.

Wer nicht mehrere hundert Euro für ein fertiges Steuergerät ausgeben möchte, bekommt hier die Anleitung, diese mit geringen Mitteln selbst zu bauen.

Allerdings ist dazu etwas Lötarbeit nötig und man sollte in der Lage sein, einen einfachen Schaltplan zu lesen.

Wer es nicht selbst kann, kennt bestimmt jemanden, der dazu in der Lage ist.

2 Ausrüstung

2.1 DIY-Gestell

2.2 Wasserbecken

2.3 Kamera und Objektiv

2.4 Blitze

2.5 Magnetventile

2.6 Steuerung

2.1 DIY-Gestell

Es gibt sicherlich verschiedene Möglichkeiten, ein Tropfgestell zu bauen.

Dieses muss lediglich Befestigungsmöglichkeiten für die Magnetventile und die Behälter der Tropfflüssigkeit bieten. Dabei sollte die Höhe der Ventile verstellbar sein, um mit verschiedenen Fallhöhen experimentieren zu können.

Außerdem sollten die Ventile schräg gestellt werden können.

Mein Gestell besteht aus einem kunststoffbeschichteten Brett, in dem ich zwei Gewindestangen befestigt habe. Das Querbrett, an dem Ventile und Tropfbehälter befestigt sind, wird mit Winkeln an die Gewindestangen geschraubt. So lässt sich die Fallhöhe der Tropfen stufenlos verändern.

Ich nutze in der Regel eine Fallhöhe von 40 Zentimetern (Abstand Ventilaustritt – Wasseroberfläche). Die Behälter für die Tropfflüssigkeit sind ebenfalls ca. 40 Zentimeter oberhalb der Ventile angebracht.

Als Tropfenbehälter wird vielfach empfohlen, einen sog. Mariotte-Siphon bzw. Mariotte-Flasche zu verwenden.



DIY-Gestell mit Monitor im Hintergrund

Dies ist ein Behälter, der unabhängig von der Höhe des Flüssigkeitsspiegels stets einen konstanten Druck erzeugt. (näheres siehe hier: http://www.de.wikipedia.org/wiki/Mariottesche_Flasche)

Aus meiner Erfahrung kann ich sagen, dass die geringen Druckschwankungen durch eine Veränderung des Flüssigkeitsspiegels fast keine Auswirkung auf die Tropfenfiguren haben.

Viel wichtiger ist ein ausreichend großer Querschnitt der Leitungen zum Ventil, so dass die Flüssigkeit schnell

genug nachfließen kann. Dies ist besonders wichtig, da mit höher viskosen Flüssigkeiten gearbeitet wird.

Bei der Viskosität, mit der ich arbeite (1 TL Guarkernmehl auf 1l Wasser) verwende ich Schläuche mit 6 Millimeter Innendurchmesser.

Als Tropfbehälter genügen daher kleinere Kunststoffflaschen, in die unten ein Loch für den Schlauch gebohrt wird. Anschließend den Anschluss mit Silikon oder Heißkleber abdichten.

2.2 Wasserbecken

Als Auffangbecken für die fallenden Tropfen eignen sich Plastik- oder Glasschüsseln.

Die Höhe ist nicht so wichtig. Die Schüssel sollte nur randvoll gefüllt werden, damit ihr Rand bei der Aufnahme mit der Oberfläche und dem Hintergrund „verschmilzt“.

Da ständig Wasser überläuft, sollte ein Auffangbecken unter die Schüssel gestellt werden. Dies kann auch benutzt werden, um Spiegelungen der Tropfenfiguren zu fotografieren.

Ich verwende ein Becken, das ich aus Alu-Blech gekantet habe. Ebenso geeignet ist ein Tablett.

Da ein vollgefülltes Becken nur schwer zu entleeren ist, sollte es in einer Ecke eine Bohrung für einen Ablaufschlauch erhalten.



Wasserbecken mit Auffangbecken

2.3 Kamera und Objektiv

Grundsätzlich können Sie mit jeder Kamera, die im manuellen Modus betrieben werden kann und die einen Anschluss für eine Fernbedienung hat, Tropfenfotos machen.

Auch an das Objektiv werden keine besonderen Anforderungen gestellt.

Ich fotografiere normalerweise mit einem Kit-Objektiv bei 70 mm Brennweite. Um die Schärfentiefe noch etwas zu erhöhen, schraube ich eine Nahlinse von 2 Dioptrien vor das Objektiv.

Da die Tropfenfiguren relativ beachtliche Größen annehmen können, ist eine ausreichende Schärfentiefe sehr wichtig. Ich benutze meist Blende 22.

Hinweisen möchte ich hier auf den [Schärfentiefe-Rechner](#) von Erik Krause, mit dem die unterschiedlichen Kombinationen durchgerechnet werden können.

Das vorhandene Kabel einer Kamera-Fernbedienung benutze ich für die Verbindung zur Steuereinheit. Da das Kabel einen Klinkenstecker mit drei Anschlüssen besitzt, muss herausgefunden werden, welche zwei zu dem Auslöser der Kamera gehören. Dies geschieht

durch Überbrücken jeweils zweier Anschlüsse.

Sind die passenden Anschlüsse ermittelt, erfolgt die Verbindung zum Steuergerät über eine Klinkenstecker-Kupplung mit angeschlossenem Kabel.



Kamera mit Fernbedienungsanschluss

2.4 Blitze

Als Blitze eignen sich alle Geräte, bei denen sich die Blitzleistung einstellen lässt.

In der Tropfenfotografie wird man in der Leistungsstufe 1/32 oder 1/64 arbeiten. Daraus resultieren Belichtungszeiten von ca. 1/10000 bzw. 1/20000 Sekunden.



Slave-Blitz mit 1/32 Leistung und Weitwinkleinstellung

Um eine gleichmäßige Ausleuchtung zu erreichen, sind mindestens zwei Blitzgeräte erforderlich. Da mindestens einer der Blitze direkt vom Mikroprozessor angesteuert

werden muss, sollte er eine Sync-Buchse besitzen, über die er ausgelöst werden kann.

Falls diese Buchse nicht vorhanden ist, hilft ein entsprechender Adapter.

Um den Blitz mit der Steuerung zu verbinden, habe ich ein nicht mehr benötigtes Sync-Kabel aufgetrennt und die beiden Kabel entsprechend verlängert.



Blitzadapter mit Sync-Buchse

2.5 Magnetventile

Magnetventile für die Tropfen-Fotografie sind Ventile, die z.B. auch als Kettenöler eingesetzt werden. Das Angebot ist sehr vielfältig.

Ich habe mich für eine Variante entschieden, bei der der Ventilkörper innerhalb der Spule liegt. Dies ergibt eine sehr kompakte Bauweise. Es handelt sich um das Inlineventil BMV 611 der Fa. Magnetventile-Shop.de.

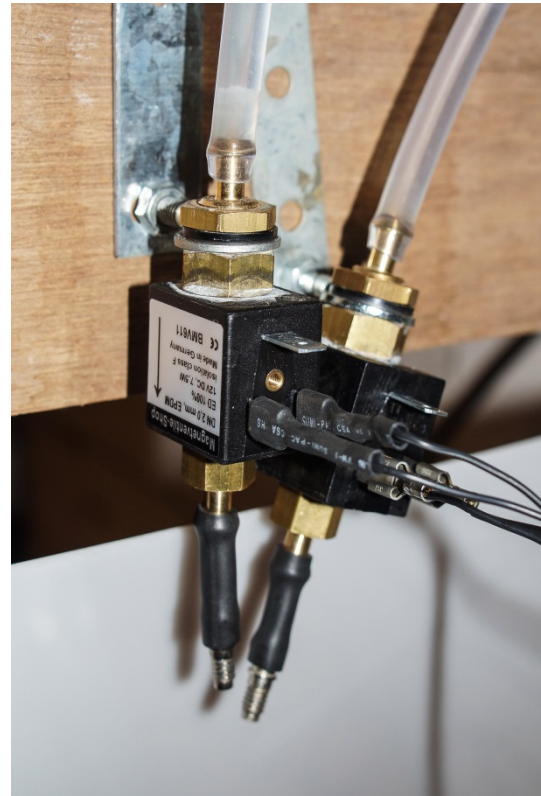
Heute würde ich wahrscheinlich das Ventil BMV 604 wählen, da sich dort die Schlauchtüllen austauschen lassen. So kann mit verschiedenen Durchmessern probiert werden.

Ich habe dies dadurch ausgeglichen, dass ich ein kurzes Schlauchstück auf den Ventil-Auslass gesteckt habe, in das ich dann kleine Röhrchen mit unterschiedlichem Innendurchmesser geschoben habe.

Die besten Ergebnisse habe ich mit einem Auslass von 3 mm erzielt, z.B. ein normales Fahrrad-Ventil, bei dem ich die Innereien entfernt habe.

Die verwendeten Ventile müssen stromlos geschlossen sein und drucklos arbeiten können. Achten Sie bei der Bestellung

der Ventile auf die richtige Versorgungsspannung von 12 V.



Magnetventile

Als Stromquelle benötigen Sie ein Stecker-Netzteil, das Strom in ausreichender Stärke für die Ventile bereitstellt (Datenblatt der Ventile beachten).

Hat das Ventil z.B. bei 12 Volt einen Leistungsbedarf von 6 Watt, so fließt beim Öffnen ein Strom von 0,5 Ampere. Sollen zwei Ventile gleichzeitig geöffnet werden, muss das Netzteil einen Strom von mindestens 1 Ampere liefern können. Bei drei Ventilen wäre es entsprechend 1,5 A. Das Netzteil darf

durchaus einen höheren Strom liefern können, z.B. 2 A. Er darf nur nicht niedriger sein, da die Ventile dann nicht oder nicht richtig öffnen.



Stecker-Netzteil

Schon jetzt möchte ich darauf hinweisen, dass Ventile, auch wenn sie aus der gleichen Serie stammen, Herstellungstoleranzen aufweisen, die sich auf die Tropfenbildung auswirken.

2.6 Steuerung

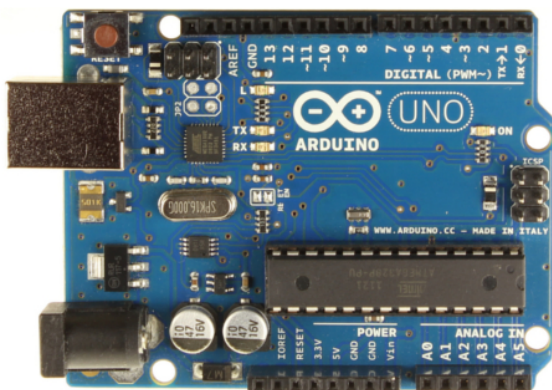
Hiermit kommen wir zur Steuerung, dem Herzstück der ganzen Anlage.

Mit ihrer Hilfe lassen sich Kamera, Blitze und Magnetventile auf eine Millisekunde genau steuern.

Über eine grafische Benutzeroberfläche (GUI) lassen sich sämtliche Einstellungen leicht verändern.

Hardware

Basis ist das Arduino-Board, eine Platine mit einem Mikrocontroller und digitalen und analogen Ein- und Ausgängen. Das Standard-Board ist das Arduino Uno, das ich auch verwende.



In der oberen Leiste die Anschlüsse für Blitz, Kamera und Ventile; untere Leiste mit Anschlüssen Vin und GND; links oben USB-Buchse; unten links Netzteil-Buchse

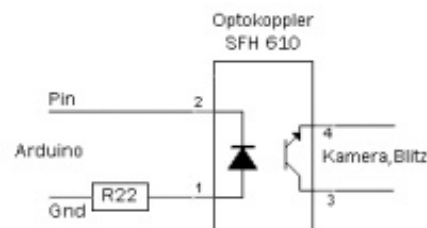
Theoretisch könnten Kamera und Blitzgerät direkt mit dem

Arduino verbunden werden. Um beide elektrisch vom Board zu trennen, werden aber sog. Optokoppler zwischen geschaltet. Der Steuerimpuls wird darüber nur optisch weitergegeben.

Verwenden Sie keine Uralt-Blitze, bei denen die volle Zündspannung an der Sync-Buchse anliegt. Diese würden den Optokoppler zerstören.

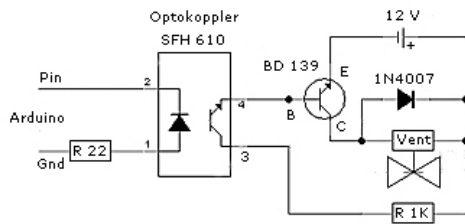
Bauteile für Blitz- und Kamera-Ansteuerung sind jeweils

- 1 Widerstand 22 Ohm
- 1 Optokoppler SFH 610.



Optokoppler-Schaltung für Blitz und Kamera

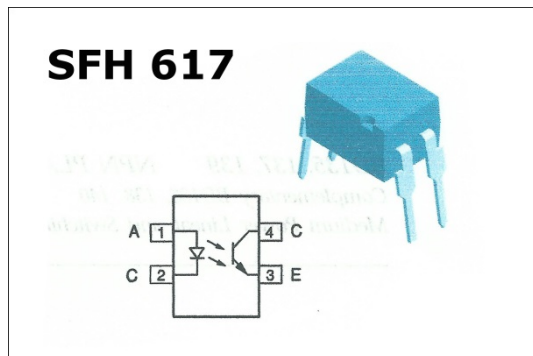
Der höhere Strom für die Ventile kann nicht direkt über Optokoppler gesteuert werden. Hier ist das Zwischenschalten eines Leistungstransistors erforderlich.



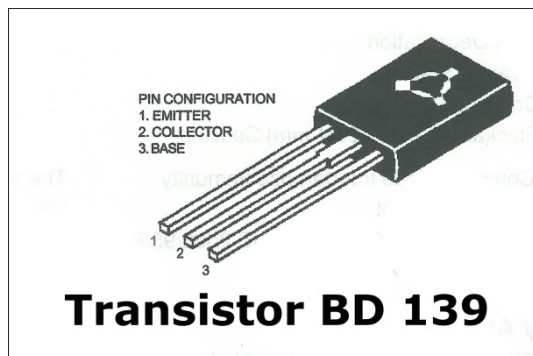
Erweiterte Schaltung für die Ventile

Für die Magnetventil-Steuerung werden benötigt:

- 1 Widerstand 22 Ohm
- 1 Widerstand 1 kOhm
- 1 Optokoppler SFH 610
- 1 Diode 1N4007
- 1 Transistor BD 139



Optokoppler, Anschluss 1 ist auf dem Gehäuse markiert



Anschlüsse des Leistungstransistors

Die Bauteile werden entsprechend den Schaltplänen auf eine Lochrasterplatte gesteckt und auf der Unterseite miteinander verlötet.

Dabei wird für die Kamera und jeden Blitz eine eigene Optokopplerschaltung benötigt, ebenso für jedes Ventil eine erweiterte Schaltung mit Transistor.

Die Stromversorgung der Ventile erfolgt am einfachsten über die Netzteil-Buchse des Arduino-Boards und wird von dort entsprechend dem Schaltplan an die Ventilsteuerung weitergeleitet.

Die Verbindung der Steuerung mit dem Arduino erfolgt über Drahtbrücken. Geeignet ist starrer, isolierter Kupferdraht von 0,5 oder 0,6 mm Durchmesser.

Dabei wird jede einzelne Ansteuerung für Blitz, Kamera und jedes einzelne Ventil mit GND(-) und einem Pin von 2 aufwärts des Arduino verbunden, z.B.

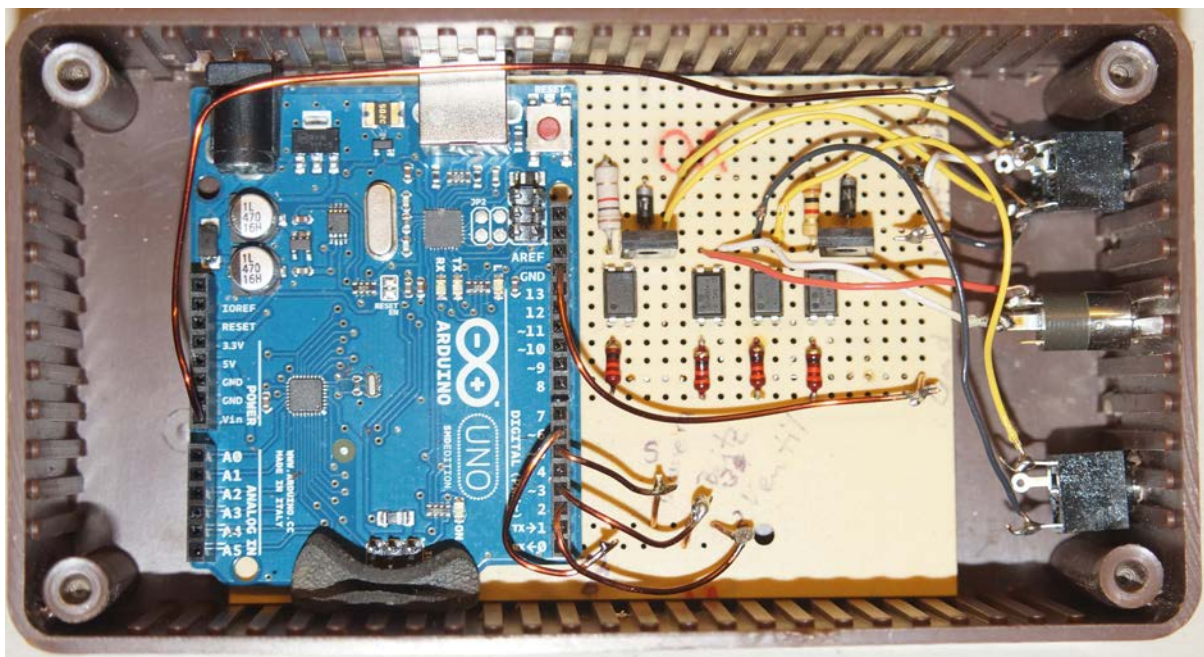
- Blitz an Pin 2
- Kamera an Pin 3
- Ventil 1 an Pin 4 usw.

Ist ein 12 V-Netzteil an die Buchse des Boards angeschlossen, so erfolgt der +12V-Anschluss für die Ventil-

Steuerung über den Pin Vin,
-12V über GND.

Ist alles fertig verdrahtet,
werden die Platinen in ein
passendes Gehäuse gesetzt. Die
Ausgänge der Schaltung für
Blitz, Kamera und Ventile
werden an Klinken-Buchsen
geführt, die vorher in das
Gehäuse eingebaut wurden.

So ist jederzeit ein einfaches
Abstöpseln der angeschlossenen
Aggregate möglich.



Das Arduino-Board mit den Erweiterungsschaltung in einem Gehäuse untergebracht,
rechts die Klinkenbuchsen für die Geräte

Software

Keine Hardware ohne Software!
Die Software für den Arduino kann unter folgender Adresse heruntergeladen werden:
<http://arduino.cc>

Es handelt sich um die Arduino-Entwicklungsumgebung (Integrated Development Environment, kurz IDE).

Die IDE kann als Installer- oder als Zip-Datei heruntergeladen werden. Nutzen Sie die Installer-Version, so wird die Arduino-IDE in der normalen Installationsroutine als eigenständiges Programm auf Ihrem Rechner installiert, einschließlich des passenden Treibers für das Board.

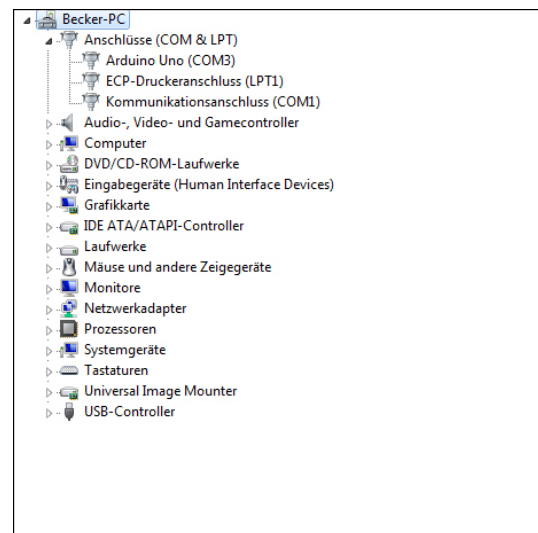
Bedenken Sie, dass der Rechner, auf dem Sie die IDE installieren, später in der Nähe Ihres Shootings stehen muss.

Verwenden Sie die Zip-Datei, entpacken Sie sie in einen beliebigen Ordner.

Damit ihr Rechner mit dem Arduino kommunizieren kann, muss ein passender Treiber installiert werden. Dies kann nur manuell erfolgen. Die folgende Erklärung bezieht sich auf Windows, für Mac gilt das Entsprechende. Der notwendige Treiber befindet sich im

entpackten Ordner unter /drivers.

Sobald Sie das Board über ein USB-Kabel mit dem Rechner verbinden, versucht Windows einen Treiber zu installieren. Es kommt dann die Meldung, dass der Treiber nicht installiert werden konnte.



Geräte-Manager

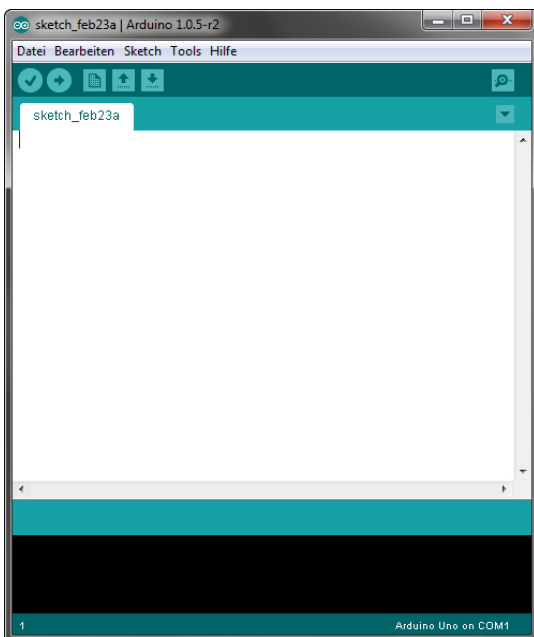
Eine manuelle Installation ist erforderlich:

1. Geräte-Manager öffnen
2. Unter Anschlüsse (COM&LPT) mit der rechten Maustaste den Arduino anklicken
3. „Treibersoftware aktualisieren“ wählen
4. Option „Auf dem Computer nach Treibersoftware suchen“ auswählen
5. Den Arduino-Ordner /drivers wählen
6. Der Treiber wird installiert

Es sind jetzt alle Voraussetzungen geschaffen, um Programme auf das Arduino-Board zu laden. Diese Programme werden hier „sketches“ genannt, mit der Dateiendung .ino.

Wer tiefer in die Arduino-Programmierung einsteigen will, dem sei weiterführende Literatur und Recherche im Internet empfohlen. Ich möchte hier nur auf das für unser Vorhaben Wichtige eingehen.

Nachdem Rechner und Board über ein USB-Kabel verbunden sind, öffnet sich durch Doppelklick auf arduino.exe (in unserem Arduino-Ordner) die Arduino-IDE mit einem leeren Fenster.



Über den Menüpunkt Tools>Boards muss als erstes das verwendete Board ausgewählt werden, hier „Arduino Uno“.

Danach erfolgt die Auswahl des COM-Ports, der im Geräte-Manager festgelegt ist, meist ist es COM3, erreichbar über Tools>Serial Port.

Der richtige Port wird aber nur angezeigt, wenn das Board an den Rechner angeschlossen ist.

Die Hauptfunktionen der IDE können über die Symbole oben links aufgerufen werden:

- ✓ **Überprüfen** kompiliert den Programmcode und prüft auf Fehler. Ist der Code fehlerfrei, erfolgt eine entsprechende Meldung.
- ➡ **Upload** Der Sketch wird kompiliert und auf das Arduino-Board hochgeladen. Es folgt eine Erfolgsmeldung.
- □ **Neu** Ein neues leeres Fenster wird geöffnet.
- ⬆ **Öffnen** Auf dem Rechner vorhandener Sketch kann geöffnet werden.
- ⬇ **Speichern** Aktueller Sketch wird gespeichert.

Droplet

Droplet von Stefan Brenner beinhaltet die notwendigen Sketches, um Kamera, Blitze und Ventile anzusteuern, eine grafische Benutzeroberfläche und ein Handbuch.

Droplet kann unter <http://www.stefanbrenner.com/liquid-art/droplet/> heruntergeladen werden. Das Programm ist kostenlos, Stefan Brenner freut sich aber über eine kleine Spende für seine wirklich exzellente Arbeit.

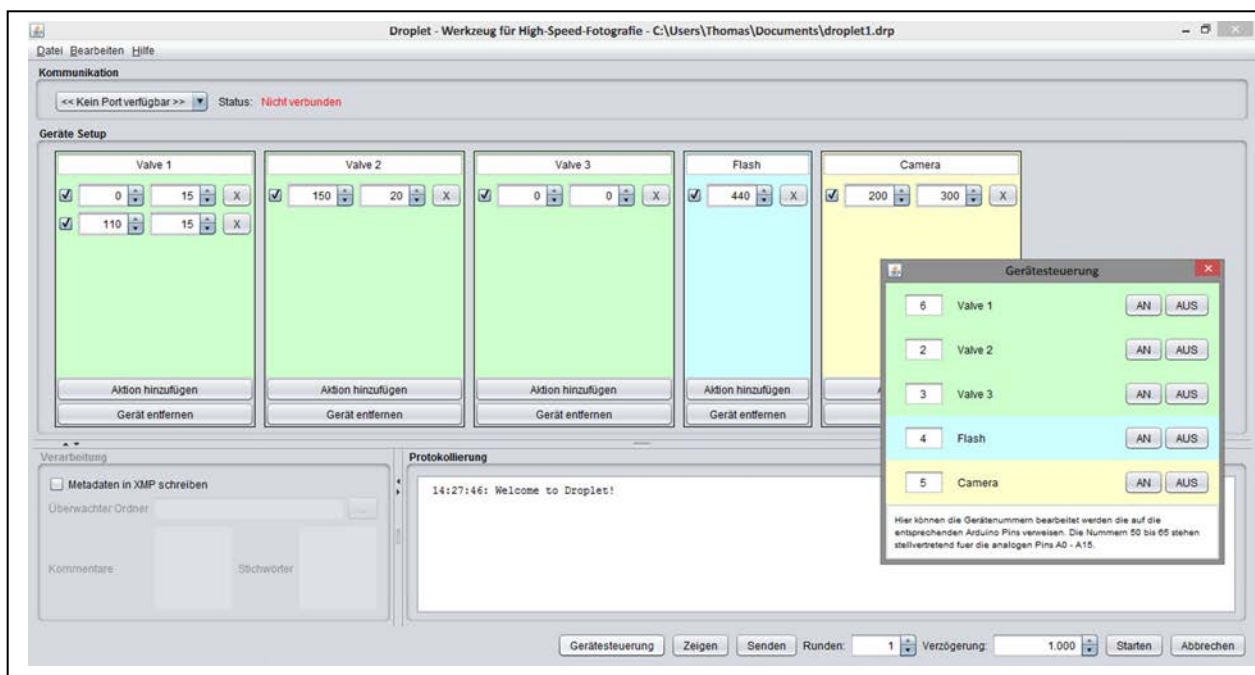
Nach dem Entpacken empfiehlt es sich, das ausführliche Handbuch zu lesen. Da es wirklich fast alles erklärt, möchte ich hier nur auf das Wichtigste eingehen.

Um den Droplet-Sketch nutzen zu können, muss er natürlich zuerst auf den Arduino geladen werden.

Dazu die Arduino-IDE öffnen und den Button **↑ Öffnen** >Öffnen anklicken. Im Droplet-Ordner die Datei sketch_droplet.ino auswählen. Der Sketch wird in die IDE geladen.

Anschließend **✓ Überprüfen** anklicken, dann **↓ Speichern**.

Durch Drücken des Button **Upload** ➡ wird der Droplet-Sketch auf das Arduino-Board geladen und kann jetzt über die Droplet-GUI benutzt werden.



Nach dem Entpacken kann Droplet ganz normal installiert werden und erscheint in Ihrem Programm-Verzeichnis.

Wichtig ist, dass Java Runtime Environment (JRE) ab Version 1.6 installiert ist.

Beim Öffnen des Programms erscheint obige Bildschirm-Anzeige.

Das Arduino-Board muss vor dem Öffnen von Droplet über das USB-Kabel mit dem Rechner verbunden sein.

Es wird dann die Statusmeldung **Verbunden** ausgegeben. Überprüfen Sie, ob der richtige Port ausgewählt ist.

Klicken Sie zunächst den Button **Gerätesteuerung** an. Ein Fenster öffnet sich, das die Belegung der Arduino-Pins anzeigt.

Da die Pins 0 und 1 am Arduino-Board nicht benutzt werden können, ändern Sie die Belegung für Ventil 1 bspw. auf 6. Solange Sie nur mit zwei Ventilen arbeiten, können Sie auch die Ansteuerung für Valve 2 und 3 verwenden.

Eine geänderte Einstellung kann über **Datei** > Speichern gespeichert und über **Datei** > Öffnen wieder aufgerufen werden.

Auf die gleiche Weise können die Steuerzeiten für Kamera, Blitz und Ventile gespeichert werden.

Über die Gerätesteuerung haben Sie außerdem die Möglichkeit, die Ventile dauerhaft zu öffnen, z.B. um die Behälter zu entleeren oder die Ventile durchzuspülen.

Im Geräte-Setup können Öffnungszeit und Öffnungsdauer der Geräte eingestellt werden. Die Zeitangaben sind in Millisekunden.

Valve 1			
<input checked="" type="checkbox"/>	0	15	X
<input checked="" type="checkbox"/>	110	15	X
Aktion hinzufügen			
Gerät entfernen			

Ventil 1 öffnet sofort für 15 ms und dann nochmals 110 ms nach dem Start

In oberen Beispiel wird nach Drücken des Start-Buttons mit 1 Sekunde (=1000 Millisekunden) Verzögerung 1 Steuerzyklus ausgelöst:

- Ventil 1 öffnet sofort für die Dauer von 15 ms
- Nach 110 ms öffnet Ventil 1 erneut für 15 ms
- 150 ms nach Startbeginn öffnet Ventil 2 für 20 ms
- Der Blitz wird nach 440 ms ausgelöst
- Die Kamera bekommt 200 ms nach dem Start einen Auslöse-Impuls von 300 ms Länge. Der Verschluss bleibt dann solange geöffnet, wie es an der Kamera eingestellt ist.

Die notwendige Länge des Kamera-Auslöseimpulses differiert bei den Kameras. Löst die Kamera nicht aus, erhöhen Sie die Impulslänge.

Die Änderung der Zahlenwerte erfolgt durch direkte Eingabe in das entsprechende Feld bzw. über die Pfeiltasten.

Über „Aktion hinzufügen“ können weitere Geräte-Zyklen benannt werden.

Wollen Sie mehrere Runden mit derselben Einstellung durchlaufen lassen, erhöhen Sie entsprechend die Rundenzahl.

Ein neues Gerät kann über den Bearbeiten-Button hinzugefügt werden.

3 Aufnahme

3.1 Beleuchtung

3.2 Kamera einrichten

3.3 Tropfenflüssigkeit

3.1 Beleuchtung

Um die Wassertropfen in ihrer Bewegung „einzufrieren“ bedarf es extrem kurzer Belichtungszeiten.

Dies ist mit den Verschlusszeiten der Kamera nicht zu erreichen.

Belichtungszeiten von 1/10000 oder 1/20000 sec und kürzer erzielen wir durch den Einsatz von entfesselten Blitzgeräten, die wir mit 1/32 oder 1/64 ihrer Leistung betreiben.

Da ich im Regelfall im Hochformat fotografiere, habe ich die Blitze übereinander angeordnet.

Um Reflektionen an den Wassertropfen und der Wasseroberfläche zu vermeiden, erfolgt die Belichtung von hinten durch eine schräg gestellte Milchglas-Kunststoffplatte.



Für Aufnahmen im Hochformat werden die Blitzgeräte übereinander angeordnet

Mit Neigung und Abstand der Platte muss etwas experimentiert werden bis es keine störenden Reflexe mehr gibt.

Die Blitzgeräte können beide direkt vom Steuergerät ausgelöst werden. Ich mache es hingegen so, dass ich nur einen Blitz von der Steuerung auslösen lasse. Dieser löst dann den zweiten als Slave eingestellten Blitz aus.

Zur besseren Lichtverteilung empfiehlt es sich, die Blitzgeräte auf eine kurze Brennweite einzustellen. Variieren Sie auch den Abstand zur Milchglasplatte bis Sie eine gleichmäßige Ausleuchtung erzielen.

Wer es mag, kann Farbfilter-Folien vor die Blitze setzen. Ich fotografiere lieber ohne Filter und färbe in einem Bildbearbeitungsprogramm nach.

Da die Beleuchtung der Tropfen ausschließlich durch die Blitze erfolgen soll, empfiehlt es sich, das Raumlicht während der Aufnahme zu dämpfen.

Wer noch ein drittes Blitzgerät zur Verfügung hat, kann von vorne mit einem Wabenvorsatz einen Spot auf seine Tropfen richten.

DIY-Anleitungen für solche
Vorsätze aus schwarzen Stroh-

halmen finden sich im Internet.



Eine Tropfen-Leuchte

3.2 Kamera einrichten

Die Kamera wird so auf dem Stativ ausgerichtet, dass das Objektiv einen sehr flachen Winkel zur Wasseroberfläche hat.

Um die Tropfengebilde wirklich scharf abbilden zu können, wird eine Fokussierhilfe benutzt.

Dies kann eine lange Schraube oder ein langer Nagel sein. Dieser wird so unter dem Magnetventil positioniert, dass der fallende Tropfen genau auf dessen Spitze trifft.



Eine Schraube wird als Fokussierhilfe ins Wasser gestellt

Da im manuellen Modus gearbeitet wird, wird nun auf Nagel oder Schraube scharfgestellt.

Die Verschlusszeiten der Kamera spielen bei diesem Vorhaben keine Rolle. Der Verschluss muss nur offen sein, wenn die Blitze ausgelöst werden.

Für eine gute Schärfentiefe benutze ich Blende 22.

Siehe hierzu auch noch Kap. 2.2.

Da Kamera-Displays vergleichsweise klein sind, habe ich an den HDMI-Ausgang der Kamera einen Monitor angeschlossen, um Schärfe und auch Ausleuchtung besser beurteilen zu können.

In meinem Fall handelt es sich um einen gebrauchten VGA-Monitor, der über einen HDMI-VGA-Wandler an die Kamera angeschlossen wird.

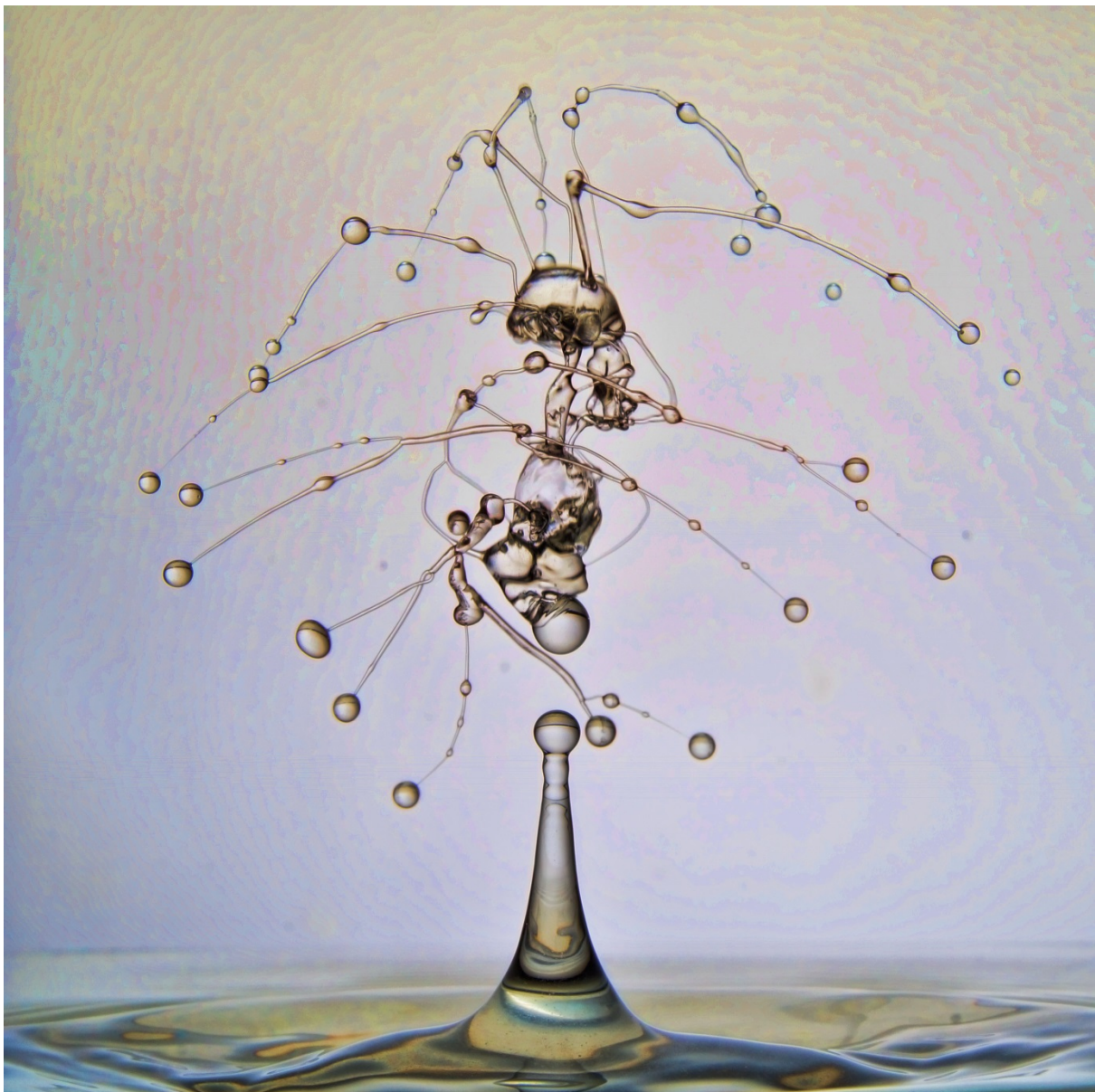
Raw oder nicht Raw

Aufnahmen im Raw-Format liefern zwar mehr Informationen als JPEG-Fotos, insbesondere bei überbelichteten Aufnahmen, der Nachbearbeitungsaufwand ist aber entscheidend größer.

Bedenken Sie, dass Sie am Tag leicht 1000 Aufnahmen machen

und die Belichtung stellen Sie über Blende und Blitzleistung ohnehin korrekt ein.

Den ISO-Wert wählen Sie so gering wie möglich, um möglichst wenig Rauschen in den Bildern zu erzeugen.



Reines Wasser als Tropfenflüssigkeit führt zu einem „spritzen“ Ergebnis

3.3 Tropfenflüssigkeit

Grundsätzlich ist jede Flüssigkeit für die Tropfenfotografie geeignet. Da es hier in erster Linie darum gehen soll, die praktisch-technischen Zusammenhänge zu erklären, beginnen Sie am einfachsten mit Wasser.

Wasser hat auch den Vorteil, dass es bei der Tropfenfotografie die geringste Schweißerei verursacht.

Wenn Sie es farbenfroher mögen, mischen Sie dem Wasser etwas Lebensmittelfarbe bei.

Aber probieren Sie ruhig auch andere Flüssigkeiten wie z.B. Milch aus.

Die Ausbildung der fallenden Tropfen wird im Wesentlichen von folgenden Faktoren bestimmt:

1. Fallhöhe
2. Durchmesser der Düse
3. Viskosität der Flüssigkeit

Machen Sie die ersten Versuche mit normalem Leitungswasser. Sie werden feststellen, dass das Wasser sehr stark spritzt und dass die entstehenden Figuren sehr unruhig wirken.

Ruhigere Formen entstehen bei Flüssigkeiten mit höherer Viskosität. Um die Viskosität von Wasser zu erhöhen, hat sich Guarkernmehl als probates Mittel erwiesen.

Es handelt sich dabei um ein pflanzliches Dickungsmittel, das im Lebensmittelbereich eingesetzt wird. Erhältlich ist es im Biomarkt.

Füllen Sie kaltes Wasser in ein dicht verschließbares Glas und streuen das Pulver dann hinein. Ich nehme in der Regel einen Teelöffel auf einen Liter Wasser.

Dann kräftig schütteln und einige Minuten stehen lassen.

Oftmals löst sich das Mehl nicht vollständig auf. Um zu verhindern, dass die Magnetventile verstopfen, ist es ratsam, die Flüssigkeit vor Gebrauch durch ein feines Sieb zu schütten.

Ebenso ist es empfehlenswert, nach einer Fotostaffel Tropfenbehälter, Leitungen und Magnetventile mit klarem Wasser zu spülen. Das Guarkernmehl flockt nach einiger Zeit aus.

Das Wasserbecken wird mit normalem Leitungswasser randvoll gefüllt.

Man liest mitunter den Hinweis, einen Tropfen Klarspüler in das Auffangwasser zu geben, um die Oberflächenspannung des Wassers zu reduzieren. Tun Sie es nicht!

Es ist kein Einfluss auf die Wasserfiguren erkennbar. Andererseits bilden sich unschöne Blasen, wenn der fallende Tropfen ins Wasser eintaucht.

Die Wassertiefe im Auffangbecken scheint keinen wesentlichen Einfluss auf die Ausbildung der Figuren zu haben. Die weiter oben genannten Faktoren haben eine deutlich größere Bedeutung.

Wechseln Sie das Auffangwasser regelmäßig, da sich die Viskosität durch die Tropfenflüssigkeit erhöht und sich Guarkernflocken bilden.



Blasenbildung bei Verwendung von Klarspüler



Tropfen mit Hut

Tropfen

4.1 Einfache Tropfen

4.2 XXL-Tropfen

4.3 Tropfen auf Tropfen TaT

4.4 Mehrfach-TaTs

4.5 Chaos-Tropfen

4.6 Bubbles

4.1 Einfache Tropfen

Jetzt genug Theorie!

Lassen Sie nun mit Droplet Ihren ersten Tropfen fallen. Dabei richtet sich die Größe des erzeugten Tropfens nach der Öffnungszeit des Ventils: je länger geöffnet desto größer der Tropfen. Wählen Sie bspw. eine Öffnungsdauer von 30 ms.



Kronenbildung beim Eintauchen des Tropfens

Wenn der Tropfen auf die Wasseroberfläche aufschlägt, bildet sich eine Krone. Der Tropfen taucht ins Wasser ein und wird von dem verdrängten Wasser in der Wasserschüssel wieder nach oben geschleudert.

Es entsteht eine kegelförmige Figur, die unter Idealbedingungen einen kugelförmigen Tropfen auf der Spitze balanciert. Dieser kann sich vom

Kegel lösen und weiter nach oben fliegen.

Ob sich diese Idealfigur bildet, hängt wie schon weiter vorne erwähnt, von den grundsätzlichen Parametern ab:

- Größe des Tropfens
- Fallhöhe
- Viskosität der Flüssigkeit

Da auch gleiche Ventile nie wirklich gleich reagieren, ist hier probieren angesagt. Variieren Sie die Ventil-Öffnungszeiten in kleinen Schritten.

Vorteilhaft ist es auch, bei den ersten Versuchen das Ventil genau senkrecht auszurichten.



Der Tropfen wird nach oben geschleudert

4.2 XXL-Tropfen



XXL-Tropfen aus nur einem Tropfen

XXL-Tropfen nennt man Tropfen, die wesentlich höher als normale Tropfen steigen.

Man erzielt diese hoch aufsteigenden Tropfen, indem man einen Tropfen fallen lässt und in kurzem Abstand einen zweiten Tropfen aus dem zweiten Ventil folgen lässt.

Damit wird die Eintauchtiefe vergrößert und der Doppeltropfen steigt dann entsprechend höher.

Die Schwierigkeit besteht darin, den Tropfen aus dem zweiten Ventil genau auf die Flugbahn des ersten Tropfens zu bringen.

Da dies selten hundertprozentig möglich ist, sind die entstehenden Wassersäulen selten schön gerade und oft in sich verdreht.

Ich habe herausgefunden, dass man auch mit einem einzelnen Tropfen beachtliche Wassersäulen erzeugen kann. Die Säule auf der vorigen Seite ist so entstanden.

Ausschlaggebend ist die exakte Öffnungszeit des Ventils. Tasten Sie sich mit zahlreichen Versuchen an die optimale Zeit heran. Einen allgemein gültigen Wert kann man nicht nennen, die Fertigungstoleranzen der Ventile nehmen dabei einen zu großen Einfluss.

Nach meiner Erfahrung kann schon eine Veränderung der Öffnungszeit von 1 oder 2 ms entscheidend sein.

Wozu überhaupt XXL-Tropfen erzeugen?

XXL-Tropfen sind die Grundlage für die Erzeugung von Mehrfach-TaTs (in Kapitel 4.4 mehr dazu), da sie beim Aufsteigen aus dem Wasserbecken eine wesentlich höhere Geschwindigkeit entwickeln als normale Tropfen.

Die aufstrebende Wassersäule ist so in der Lage, fallende Tropfen zu durchschlagen und noch weiter zu steigen.

4.3 Tropfen auf Tropfen TaT



Der klassische Tropfen auf Tropfen TaT

Spannend wird es, wenn man einen zweiten Tropfen auf die aufsteigende Wassersäule fallen lässt.

Es bilden sich schirm- oder pilzförmige Figuren.

Die Höhe der Skulptur ergibt sich dabei aus der Zeitdifferenz der beiden Tropfen.

„Erwischt“ der zweite Tropfen die Wassersäule früher, entstehen niedrige, gedrungene Formen. Bei einem späteren

Auftreffen werden die Figuren entsprechend größer.

Experimentieren Sie auch hier mit verschiedenen Zeitabständen und Öffnungszeiten der Ventile (unterschiedliche Tropfengröße).

Bei einfachen TaTs benutzen Sie

am besten nur ein Ventil, dem Sie über Droplet zwei Öffnungsphasen zuweisen. Die Treffgenauigkeit ist entsprechend größer.



Eine andere TaT-Form

4.4 Mehrfach-TaTs



Mehrfach-TaT

Die Erzeugung von Mehrfach-TaTs ist die Königsdisziplin in der Tropfen-Fotografie.

Voraussetzung ist eine schnell aufsteigende Wassersäule (siehe auch Kap. 4.2).

Diese durchschlägt auf Grund ihrer Dynamik den ersten

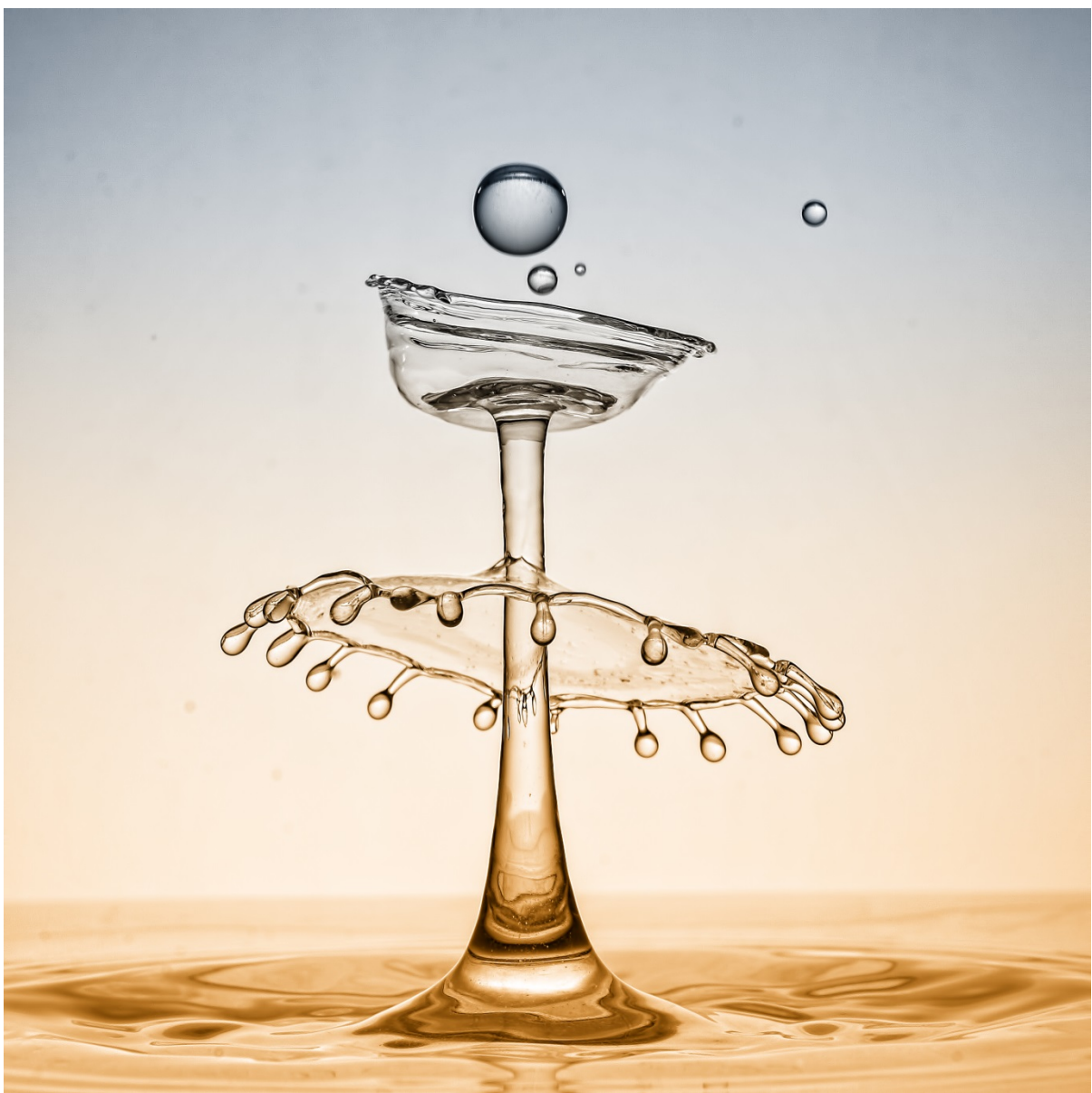
fallenden Tropfen, steigt weiter und trifft dann auf den nächsten Tropfen. Da die Säule inzwischen an Geschwindigkeit verloren hat, kann sie den zweiten Tropfen nicht mehr durchschlagen. Es bildet sich stattdessen ein Hut oder eine Haube, auf die man dann einen weiteren Tropfen platzieren kann.

Mehrfach-TaTs können nicht mehr mit nur einem Magnetventil gesteuert werden.

Ein zweites oder auch drittes Ventil muss so ausgerichtet sein, dass die daraus fallenden

Tropfen die Wassersäule exakt mittig treffen.

Obwohl auch bei leichtem Versatz durchaus interessante Figuren entstehen können.



Mehrfach-TaT

4.5 Chaos-Tropfen



Chaotisches

Chaotische Tropfen-Gebilde entstehen immer dann, wenn Tropfen unkontrolliert aufeinander treffen. Ursache kann sein, dass Ventilöffnungszeiten falsch eingestellt wurden oder dass ein Ventil verzögert öffnet.

Mitunter lösen sich auch statt eines einzelnen Tropfens mehrere kleine, die dann miteinander kollidieren.

Aber auch das kann interessante Gebilde hervorbringen.

4.6 Bubbles



Badenixe als Bubble

Bubbles (Blasen) entstehen bei langen Öffnungszeiten (= große Tropfen) von etwa 80 ms und mehr.

Ihre Ausbildung ist kaum zu planen und vorherzusagen. Deshalb hilft auch hier nur probieren, probieren, probieren.

5 Bildbearbeitung

5. Bildbearbeitung

Ein Fotograf wurde gefragt, warum er denn jedes seiner Fotos nachbearbeitet.

Seine Antwort: "Warum soll ich mich mit so schlechten Fotos, wie sie aus der Kamera kommen, zufrieden geben?"

In der Tat, das menschliche Auge findet Bilder, die schärfer und reicher an Details sind, einfach interessanter.

Man muss es vielleicht nicht so übertreiben wie bei manchen HDR-Aufnahmen, aber etwas mehr Kontrast und Schärfe tut fast jedem Bild gut.

Unten sehen Sie die Aufnahmen des Titelfotos, links so wie es die Kamera ausgibt.

Beim Nacharbeiten gehe ich so vor, dass ich das Bild schärfe und den Kontrast leicht erhöhe.

Ich arbeite ohne Farbfolien vor den Blitzen und benutze auch keine gefärbte Tropfen-Flüssigkeit. Dafür färbe ich nach der Aufnahme nach.

Dazu konvertiere ich die Aufnahme in ein s/w-Bild, da die Wellenlängen des Lichts im Wasser u.U. unterschiedlich gebrochen werden können.

Anschließend kann dann mit Farbfiltern und Verlaufsfiltern probiert werden, etwas Farbe ins Geschehen zu bringen.

Natürlich werden auch unerwünschte Spritzer und unscharfe Tropfen entfernt.



6 Links und Bezugsquellen

6. Links und Bezugsquellen

Die hier genannten Bezugsquellen stellen nur eine kleine Auswahl dar. Sicherlich gibt es noch zahlreiche andere Händler, die die benötigten Bauteile anbieten.

Arduino-Board,
Elektronische Bauteile

[Fa. Reichelt](#)

[Fa. Conrad](#)

Magnetventile

magnetventile-shop.de

Blitzadapter,
Fernbedienungskabel

enjoyyourcamera.de

Kunststoff-Schläuche

Aquariums-, Gartenbedarf

Milchglasplatte

Bastel-, Werbebedarf

Webseite des Autors

thom-becker.de