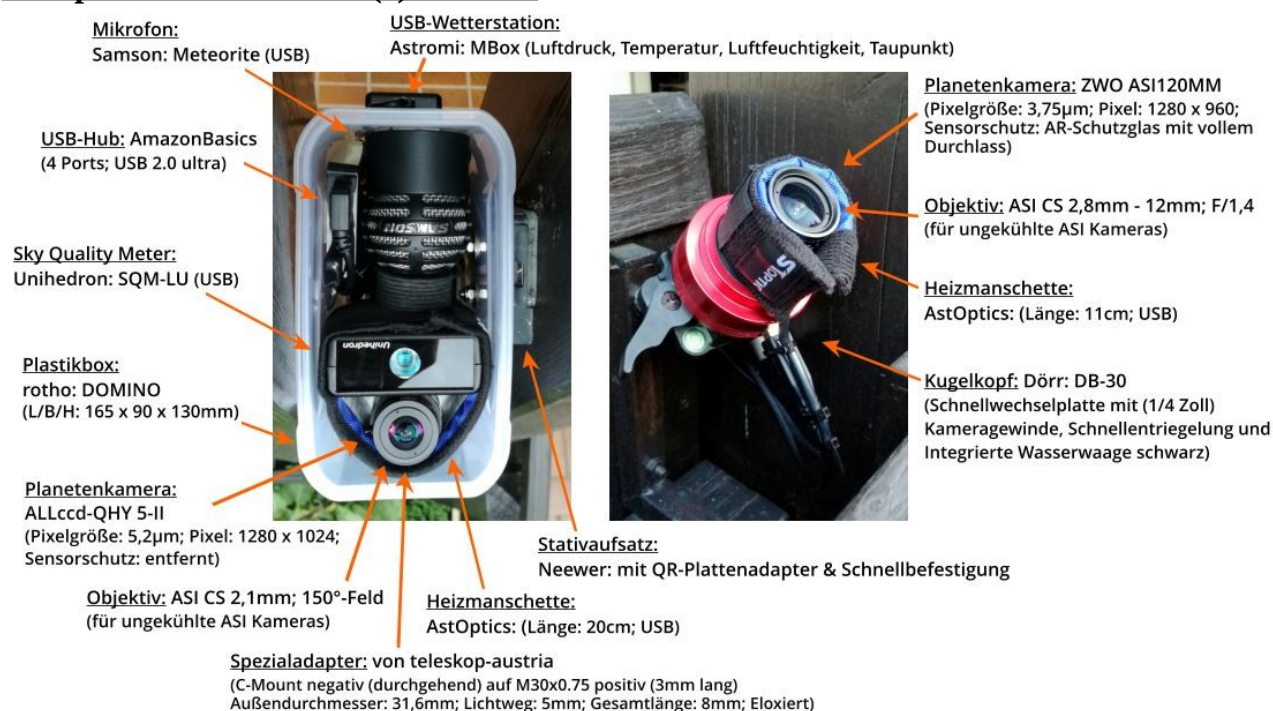


## **Vorwort:**

Der nächtliche Sternenhimmel hält für aufmerksame Beobachter viele spannende Überraschungen bereit. Wer schon einmal unter dunklem Himmel den Blick über einen längeren Zeitraum gen Sternenzelt gerichtet hat, wird dabei wahrscheinlich schon die eine oder andere Sternschnuppe entdeckt haben. Meteore gehören zu den schönsten Himmelsereignissen und egal ob Jung oder Alt, jeder erfreut sich an ihrem spontanen Glanz. Als besonders spannend gestaltet sich die Suche nach besonders hellen Meteoren, welche als Feuerkugel (bzw. Boliden) bezeichnet werden. Diese seltenen Himmelserscheinungen können heller leuchten wie die Planeten unseres Sonnensystems und deren Leuchtspuren ziehen mehrere Sekunden unübersehbar über den Nachthimmel. Ganz seltene Superboliden erstrahlen sogar 100-fach heller als der Vollmond. Angespornt von der Faszination der Meteorerscheinungen und dem Entdeckungsdrang habe ich mit geringen finanziellen Ausgaben und einfacher Bastelarbeit eine professionelle automatisierte Meteor(r)-Station gebaut.

## **Komponenten der Meteo(r)-Station:**



Die Meteo(r)-Station besteht aus 2 Hauptkomponenten, welche zusammen, als auch separat verwendet werden können. Die Meteor-Videokamera mit lichtstarkem Weitwinkelobjektiv übernimmt die Videoüberwachung des Nachthimmels auf der Suche nach Meteoren.

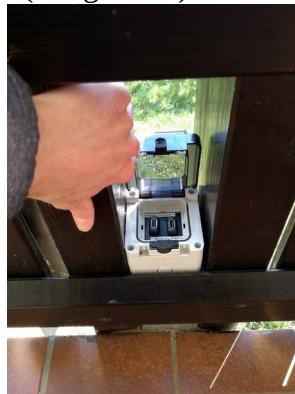
Die Meteo-Station ergänzt die Videodatenerfassung um die Aufzeichnung eines Audiotons im Frequenzbereich von 20 Hz - 18 kHz. Ziel ist die Dokumentation von Tonereignissen im Zusammenhang mit Meteoren. Das Hauptaugenmerk liegt auf dem Nachweis von Synchronschall-Ereignissen. Die weitere Messdatenerfassung dient der Ermittlung der Himmelshelligkeit und der Aufzeichnung von Bildergebnis beeinflussenden Parametern für die Astrofotografie.

### **Die Meteo(r)-Station erfasst folgende Daten:**

- Video des Meteorereignisses (inkl. Tonaufzeichnung)
- Summenbild der Meteorspur
- Himmelshelligkeit (NELM und MPSAS), Mondverlauf und Mondphase
- Fotodokumentation der Qualität des Nachthimmels
- Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Taupunkt

### **Zum Aufbau:**

Die Messeinheiten der Meteo-Station sind in einer Kunststoffbox untergebracht. Damit die visuellen Erfassungseinheiten immer exakt auf denselben Himmelsausschnitt ausgerichtet sind, werden diese mittels Schnellwechsellplattformen auf ausgerichteten Stativaufsätzen eingeklipst. Um ein Betauen und Vereisen der Kameraobjektivlinsen und des Schutzglases des SkyQualityMeters selbst bei extremen Witterungsbedingungen zu verhindern, sind diese mittels Heizmanschetten umwickelt. Diese besitzen ein USB-Anschlusskabel und werden über ein USB-Ladegerät gespeist. Die Komponenten der Meteo(r)-Station werden über 2# USB-Anschlussstecker an einer Verbindungsdose am Balkon angesteckt (die Dose ist wassergeschützt; IP66). Von dieser Dose führen 2# USB 2.0-Datenleitungen (Länge 10m) in das Kellerabteil.



In diesem befindet sich ein leistungsstarker Computer, welcher die Echtzeit-Videoanalyse und Messdatenerfassung übernimmt. Der PC besitzt keinen eigenen Bildschirm, sondern wird über das Heimnetzwerk per Remotebetrieb über einen Laptop gesteuert. Jene Zeit in welcher die Meteo(r)-Station nicht im Einsatz ist, verbringt der Computer mit Datenauswertungen für die Wissenschaftsprojekte: Verteiltes Rechnen (BOINC) - [Seti@home](#) und [Einstein@home](#).



### **Meteor-Detektionsoftware:**

Verwendet wird die äußerst zuverlässig funktionierende Meteor-Detektionsoftware: UFOCaptureHD2. Der Kaufpreis der Software beträgt etwas über 200€. Die Belichtungszeit wurde auf 50ms eingestellt, welche ruckelfreie Videodateien mit einer Bildrate von ca. 20 Bildern pro Sekunde ermöglicht. Der Gain-Wert wurde so gewählt, dass der Himmelshintergrund und die Helligkeit der hellsten Sterne, nahe dem visuellen Eindruck kommen. Auch die Meteore werden in etwa jener Helligkeit aufgezeichnet, die dem Empfinden mit den eigenen Augen entspricht. Dadurch erhält man eine gute Vorstellung von der Helligkeit der Leuchterscheinung, auch wenn man diese nicht live beobachten konnte. Der Detektionsbereich wurde an die örtlichen Beobachtungsgegebenheiten abgestimmt. Um Fehlerkennungen vorzubeugen, wurden im Erkennungsbereich befindliche Häuser mit beleuchteten Fenstern und Wänden, sowie durch vorbeifahrende Autos beleuchtete Sträucher und Bäume und Straßenbeleuchtungen mittels einer virtuellen Maske von der automatischen Detektion ausgenommen. Die Detektionsparameter wurden durch Trial and Error Prinzip so angepasst, dass auch leuchtschwache und besonders kurze Meteorereignisse aufgezeichnet werden, nicht jedoch langsam bewegende Satelliten oder blinkende Flugzeuge. Die Aufzeichnung startet 1 Sekunde vor und stoppt 10 Sekunden nach dem Meteorereignis. UFOCapture speichert nicht nur ein Video inklusive Ton von der Leuchterscheinung ab, sondern erstellt zusätzlich aus den einzelnen Videoframes ein Summenbild, welches die gesamte Ereignisdauer als einzelne Bilddatei wiedergibt.

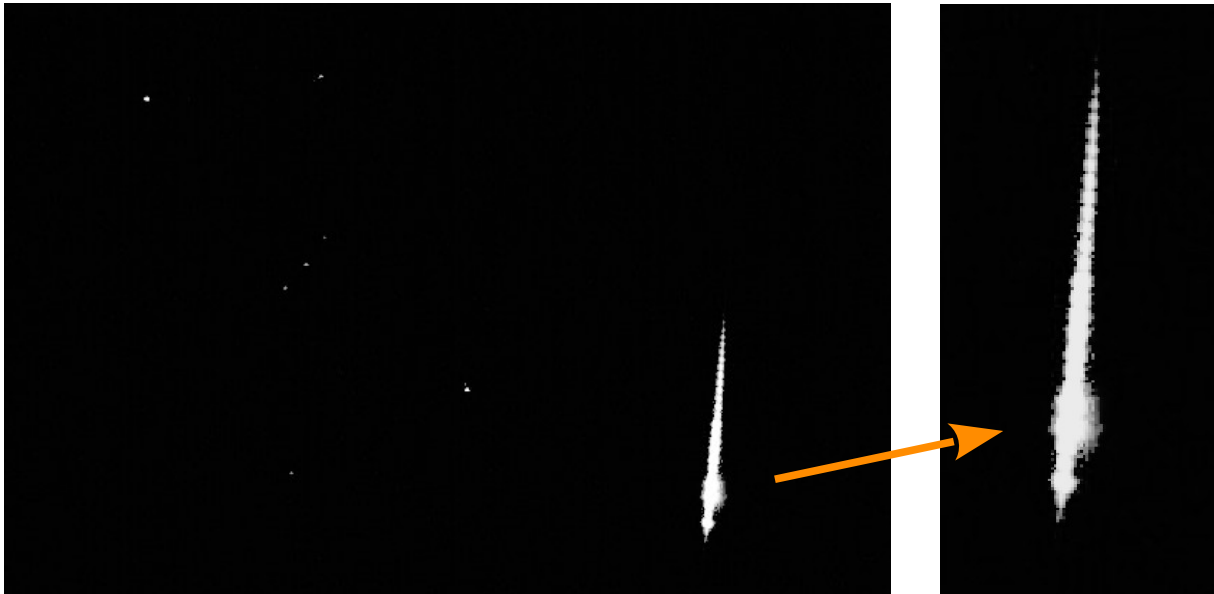
Mit den kostenlosen Programmen UFOAnalyzer und UFOOrbit erhält man die Möglichkeit die Position des Meteors, dessen Geschwindigkeit, Helligkeit, Radianzen, Ursprungsrichtung und sogar dessen Zugehörigkeit zu einem Meteorschauer und dessen Orbit im Sonnensystem zu bestimmen.

### **Beobachtungsaltag:**

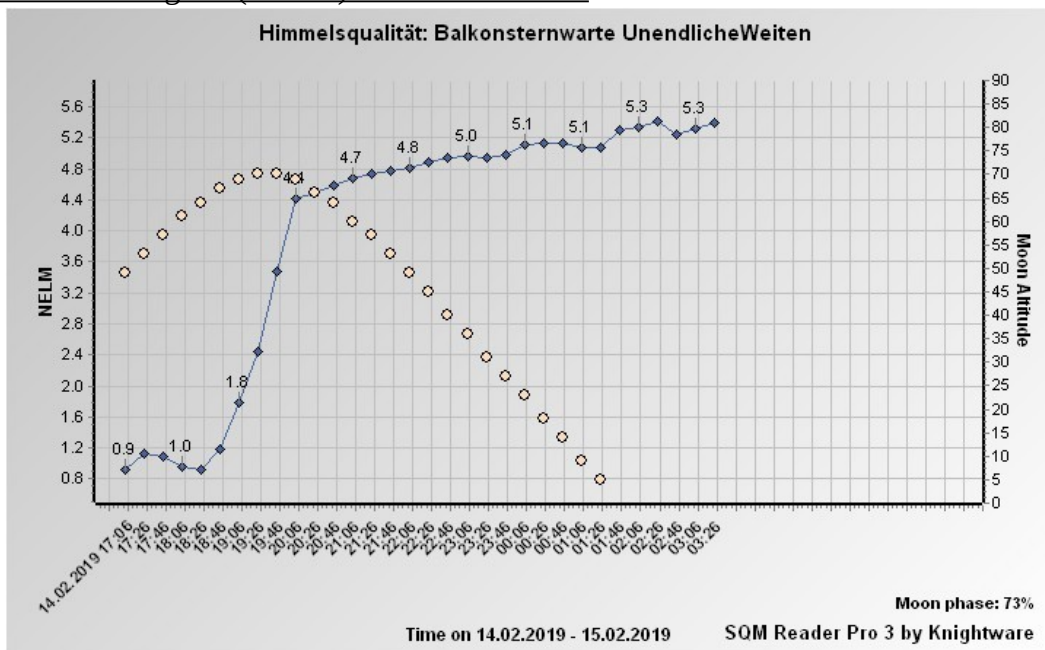
Am späten Nachmittag checke ich via Meteoblue -APP/Internetseite den Wetterbericht für die kommende Nacht. Meteoblue gibt zuverlässige Angaben zum Wettergeschehen, wie Regenwahrscheinlichkeit, Bewölkung und Astroseeing. Wenn kein Regen und wenig Bewölkung zu erwarten ist, wird die Station kurz nach dem Einbruch der Dämmerung vom Wohnzimmer auf den Balkon getragen, in die Schnellwechsellplattformen eingeklippt und die USB-Datenkabel an die Verbindungsdose angeschlossen. Von der 230V-Balkonsteckdose wird ein Verlängerungskabel mit angeschlossenem 2Port USB-Ladegerät verlegt und daran die Heizmanschetten angesteckt. Im nächsten Schritt wird via Remotesteuerung auf den Computer im Keller zugegriffen. Es werden die Programme für die Meteor-Videokamera, der Allsky-Kamera, des SkyQualityMeters und der Wetterstation gestartet. Um Hotpixel und Belichtungszeit abhängigem Rauschen vorzubeugen, arbeiten die Kameras mit automatischem Dark-Abzug. Die Meteo(r)-Station ist nun initialisiert und arbeitet von nun an eigenständig. In der Früh während der Dämmerung starte ich erneut die Remoteverbindung und schließe die zuvor aktivierten Programme. Die Programmeinstellungen sind so vorkonfiguriert, dass die aufgezeichneten Messdaten direkt in der voreingestellten Ordnerstruktur abgespeichert werden. Ich öffne diese Ordner, begutachte kurz die in der Beobachtungsnacht gewonnenen Daten, scrolle mit dem kostenlosen Programm: VirtualDub durch die Meteor-Videofiles und speichere die relevanten Aufzeichnungen in einer ereignisorientierten chronologisch nach Datum sortierten Ordnerstruktur auf einer am Remote-PC angesteckten externen Festplatte ab. Es gibt auch die Möglichkeit die Daten remote über das Heimnetzwerk auf einen anderen Computer zu überspielen. Abschließend werden die Komponenten der Meteo(r)-Station wieder abgebaut und im Wohnzimmerschrank verstaut. Der Aufbau inkl. Initialisierung, Datenanalyse und Abbau der Station dauert ca. 8-10min pro Beobachtungsnacht.

Bei Sichtung einer spektakulären Feuerkugel wird diese über die Website: [www.meteoros.de](http://www.meteoros.de) der VDS-Fachgruppe: Meteore gemeldet. Man hat die Möglichkeit Bild- und Videodaten hochzuladen und per innovativer Plugins weitere Beobachtungsparameter zu übermitteln. **Eine Einsendung von relevanten Beobachtungsdaten ist unbedingt zu empfehlen, da diese von großem öffentlichen Interesse und wissenschaftlichem Nutzen sind.**

Feuerkugel am 11.11.2018; 00:57:06 UTC in unmittelbarer Nähe des Sternbilds Orion:



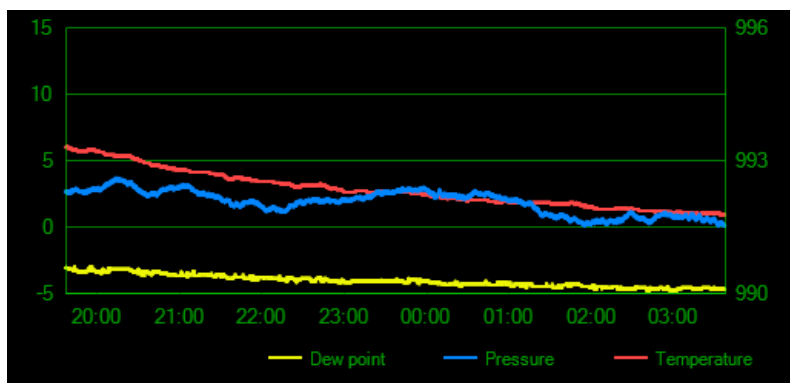
Himmelshelligkeit (NELM) und Mondverlauf:



Allskykamera – Mond und Bewölkung sind vorherrschend, die Detektion von hellen Feuerkugeln wird dadurch aber nur kaum beeinflusst:



Luftdruck, Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Taupunkt (Grafik und Excel-Tabelle):



	A	B	C	D	E	F
1	Date/Time	Temperature	Date/Time	Pressure	Date/Time	Dew point
2	14.02.2019 17:05:51	10.714.02.2019 17:05:51	10.714.02.2019 17:05:51	991.914.02.2019 17:05:51	14.02.2019 17:05:51	-2
3	14.02.2019 17:05:56	10.614.02.2019 17:05:56	10.614.02.2019 17:05:56	991.8714.02.2019 17:05:56	14.02.2019 17:05:56	-2.1
4	14.02.2019 17:06:01	10.614.02.2019 17:06:01	10.614.02.2019 17:06:01	991.9114.02.2019 17:06:01	14.02.2019 17:06:01	-2.1
5	14.02.2019 17:06:06	10.614.02.2019 17:06:06	10.614.02.2019 17:06:06	991.8914.02.2019 17:06:06	14.02.2019 17:06:06	-2.1
6	14.02.2019 17:06:11	10.614.02.2019 17:06:11	10.614.02.2019 17:06:11	991.8914.02.2019 17:06:11	14.02.2019 17:06:11	-2.1
7	14.02.2019 17:06:16	10.614.02.2019 17:06:16	10.614.02.2019 17:06:16	991.914.02.2019 17:06:16	14.02.2019 17:06:16	-2.1
8	14.02.2019 17:06:21	10.814.02.2019 17:06:21	10.814.02.2019 17:06:21	991.8914.02.2019 17:06:21	14.02.2019 17:06:21	-1.9
9	14.02.2019 17:06:26	10.814.02.2019 17:06:26	10.814.02.2019 17:06:26	991.914.02.2019 17:06:26	14.02.2019 17:06:26	-1.9
10	14.02.2019 17:06:32	10.814.02.2019 17:06:32	10.814.02.2019 17:06:32	991.8914.02.2019 17:06:32	14.02.2019 17:06:32	-1.9
11	14.02.2019 17:06:37	10.814.02.2019 17:06:37	10.814.02.2019 17:06:37	991.8914.02.2019 17:06:37	14.02.2019 17:06:37	-1.9
12	14.02.2019 17:06:42	10.814.02.2019 17:06:42	10.814.02.2019 17:06:42	991.8914.02.2019 17:06:42	14.02.2019 17:06:42	-1.9
13	14.02.2019 17:06:47	10.814.02.2019 17:06:47	10.814.02.2019 17:06:47	991.914.02.2019 17:06:47	14.02.2019 17:06:47	-1.9
14	14.02.2019 17:06:52	10.814.02.2019 17:06:52	10.814.02.2019 17:06:52	991.8914.02.2019 17:06:52	14.02.2019 17:06:52	-1.9
15	14.02.2019 17:06:57	10.814.02.2019 17:06:57	10.814.02.2019 17:06:57	991.914.02.2019 17:06:57	14.02.2019 17:06:57	-1.9
16	14.02.2019 17:07:02	10.714.02.2019 17:07:02	10.714.02.2019 17:07:02	991.8914.02.2019 17:07:02	14.02.2019 17:07:02	-2
17	14.02.2019 17:07:07	10.714.02.2019 17:07:07	10.714.02.2019 17:07:07	991.914.02.2019 17:07:07	14.02.2019 17:07:07	-2
18	14.02.2019 17:07:12	10.714.02.2019 17:07:12	10.714.02.2019 17:07:12	991.914.02.2019 17:07:12	14.02.2019 17:07:12	-2
19	14.02.2019 17:07:17	10.714.02.2019 17:07:17	10.714.02.2019 17:07:17	991.8814.02.2019 17:07:17	14.02.2019 17:07:17	-2
20	14.02.2019 17:07:22	10.714.02.2019 17:07:22	10.714.02.2019 17:07:22	991.914.02.2019 17:07:22	14.02.2019 17:07:22	-2
21	14.02.2019 17:07:27	10.614.02.2019 17:07:27	10.614.02.2019 17:07:27	991.914.02.2019 17:07:27	14.02.2019 17:07:27	-2.1
22	14.02.2019 17:07:32	10.614.02.2019 17:07:32	10.614.02.2019 17:07:32	991.8814.02.2019 17:07:32	14.02.2019 17:07:32	-2.1
23	14.02.2019 17:07:37	10.614.02.2019 17:07:37	10.614.02.2019 17:07:37	991.8814.02.2019 17:07:37	14.02.2019 17:07:37	-2.1
24	14.02.2019 17:07:42	10.614.02.2019 17:07:42	10.614.02.2019 17:07:42	991.914.02.2019 17:07:42	14.02.2019 17:07:42	-2.1
25	14.02.2019 17:07:47	10.614.02.2019 17:07:47	10.614.02.2019 17:07:47	991.8914.02.2019 17:07:47	14.02.2019 17:07:47	-2

### Verwendete Programme und Weblinks:

Meteor-Detektionssoftware: UFOCaptureHD2 - <http://sonotaco.com>

Fotodokumentation des Nachthimmels: FireCapture - <http://www.firecapture.de/>

Aufzeichnungsprogramm für das SkyQualityMeter: SQM Reader Pro 3 - <http://knightware.biz>

Aufzeichnungsprogramm für die Astromi-Wetterstation: <https://www.astromi.ch/>

RemoteControll-Software: UltraVNC - <https://www.uvnc.com/>

Wetterdienst: Meteoblue - <https://www.meteoblue.com>

Feuerkugel melden: <https://www.meteoros.de/feuerkugel/>

Videoplayer um Bild für Bild durch die Videodateien zu scrollen: <http://www.virtualdub.org/>