

Meridian & Meridian Flip in N.I.N.A.



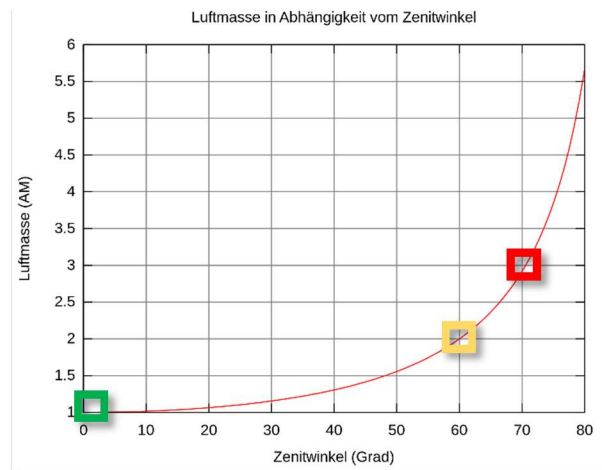
Eine kleine Bewegung für die Montierung, aber ein großer Gewinn an Zeit: (m)eine Montierung beim Meridian Flip.

Inhalt

1	Warum sind der Meridian und der Meridian Flip für die Astrofotografie so wichtig?	3
2	Wie lässt sich ein Meridian Flip sicher einrichten – und wann?	6
2.1	“Carpe diem”: Nutze den Tag!.....	6
2.2	Nicht (nur) für den Meridian Flip: Kenne deine Grenzen!.....	6
2.3	Auch Grenzen haben ihre Grenzen	7
2.4	Beispiel gefällig: Setze deine Grenzen!.....	8
2.5	Einstellungen in N.I.N.A.	17
2.5.1	Einstellung von „Maximale Minuten nach Meridian“	18
2.5.2	Einstellung von „Minuten nach Meridian“	19
3	Und wie lässt sich ein Meridian Flip sicher testen?.....	21
3.1	Schritt 1: die Suche nach einem geeigneten Objekt.....	21
3.2	Schritt 2: die Testsequenz im „Simple Sequencer“	23
4	Wichtige Hinweise zum Schluss.....	28

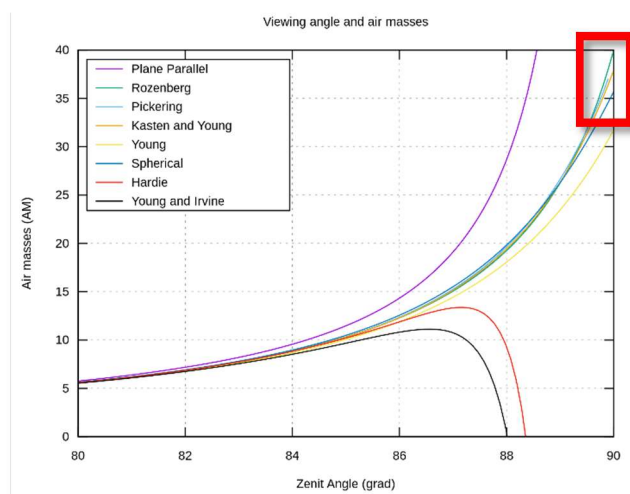
1 Warum sind der Meridian und der Meridian Flip für die Astrofotografie so wichtig?

Wir haben bereits im Artikel der Ausgabe 34 gesehen: die Atmosphäre der Erde ist für die Astrofotografie ein erhebliches Hindernis. Die Atmosphäre absorbiert und streut das Licht der Sterne. Dadurch verschlechtern sich die Transparenz und das Seeing: die Objekte des Nachthimmels erscheinen dunkler und weniger klar definiert, als sie in Wirklichkeit sind. Je tiefer ein Objekt steht, desto mehr störende Atmosphäre muss das Licht durchwandern, bevor es auf den Sensor der Kamera trifft. Befindet sich ein Objekt direkt über unserem Kopf am Zenit (also bei einem Zenitwinkel von Null Grad), durchläuft das Licht genau eine Luftmasse (**grüner** Kasten im nachfolgenden Bild). Bei einem Zenitwinkel von 60 Grad (also einem Objekt, welches 30 Grad über dem Horizont steht), beträgt die „Luftstrecke“ schon die doppelte Länge: das Licht durchläuft zwei Luftmassen (**oranger** Kasten). Danach steigt die Kurve exponentiell an: fällt ein Objekt auf 20 Grad über dem Horizont (Zenitwinkel 70 Grad), filtern bereits fast drei Luftmassen das Licht (**roter** Kasten).



Quelle: de.wikipedia.org

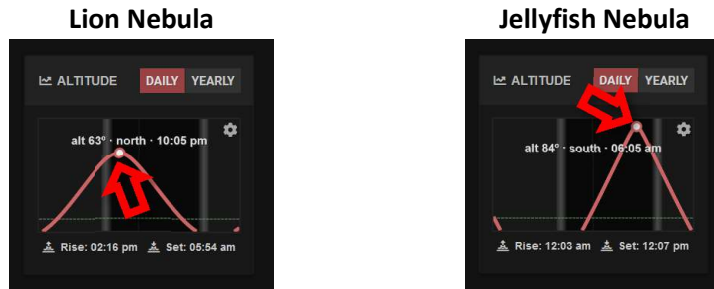
Bei einem Objekt, welches direkt am Horizont steht (Zenitwinkel 90 Grad), kann je nach Standort das Licht bis zu 40 Luftmassen durchlaufen (**roter** Kasten im nachfolgenden Bild). Hierdurch wird das Licht extrem gefiltert. Nur dieser starken Abschwächung des Lichts ist es zu verdanken, dass man den „Untergang“ der Sonne im Meer beobachten kann.



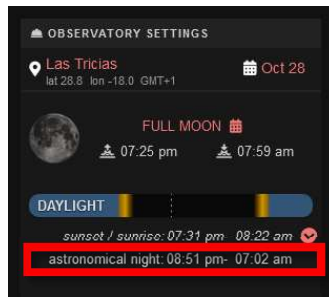
Quelle: en.wikipedia.org

Um Störungen durch die Atmosphäre so gering wie möglich zu halten, organisiert man idealerweise die Zielobjekte einer Sequenz so, dass sie nur jeweils ein bis zwei Stunden vor und nach dem Meridiandurchlauf belichtet werden.

Schauen wir uns ein Beispiel an: wir planen in einer Nacht zwei Objekte zu belichten, namentlich Sh2 132 (Lion Nebula) und IC 443 (Jellyfish Nebula). Für die geplante Nacht und den Standort haben wir uns in telescopius.com die Höhe der Objekte im Lauf der Nacht anzeigen lassen. Der Lion Nebula durchläuft um 22:05 Uhr den Meridian, der Jellyfish Nebula steht um 06:05 Uhr am höchsten:

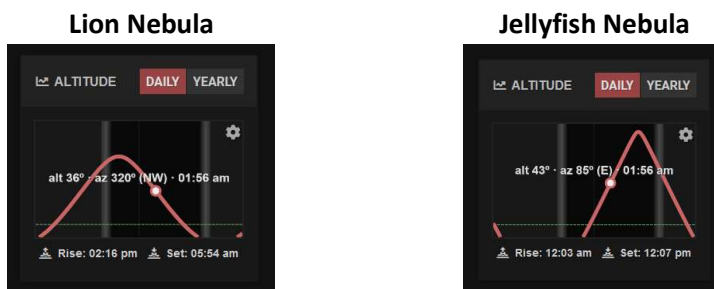


Die astronomische Nacht startet aber am Aufnahmeort schon um 20:51 Uhr und endet erst um 07:02 Uhr:

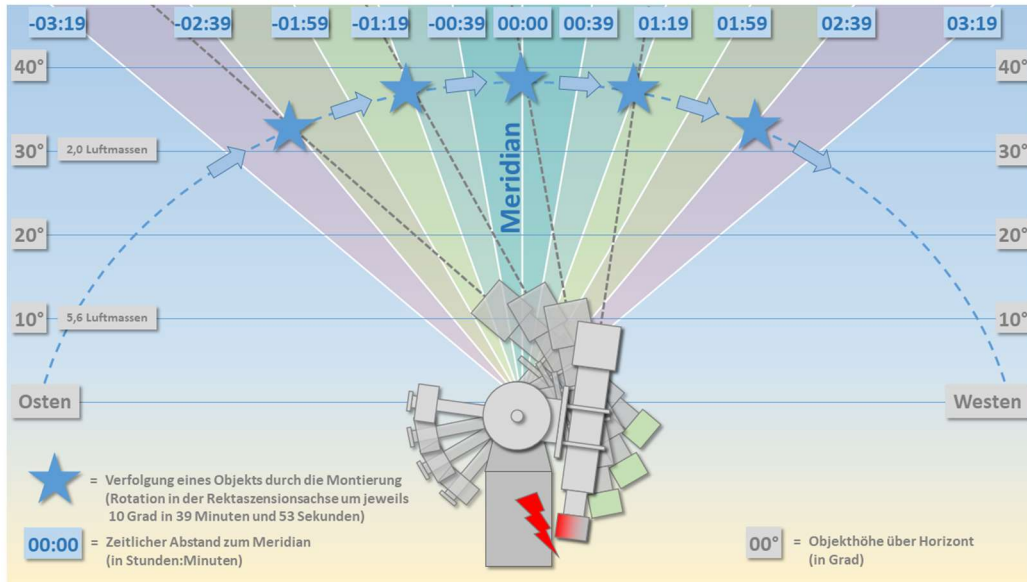


Ohne einen Meridian Flip verlieren wir beim ersten Ziel das Aufnahmezeitfenster vor dem Meridian, also von 20:51 bis 22:05 Uhr. Wir würden demnach auf eine Stunde und 14 Minuten Belichtungszeit verzichten. Beim zweiten Ziel wäre ohne Flip schon um 06:05 Uhr das Ende der Aufnahmen erreicht, aber erst 57 Minuten später um 07:02 Uhr kommt das Ende der astronomischen Nacht. In Summe gewinnen wir durch den Flip in dieser Nacht über zwei Stunden Aufnahmezeit. Tatsächlich wäre der Zeitgewinn sogar noch etwas größer, da die astronomische Nacht mit einem Sonnenstand von mehr als 18 Grad unter dem Horizont definiert ist. Wir wissen aber, dass es an unserem Standort bereits bei einem Sonnenstand unter 14 Grad „dunkel genug“ ist. Demzufolge planen wir die Sequenz im Advanced Sequencer so, dass die Aufnahme vom Lion Nebula bei einem Sonnenstand von 14 Grad unter dem Horizont startet, und der Jellyfish Nebula noch über den Start der astronomischen Morgendämmerung hinaus belichtet wird.

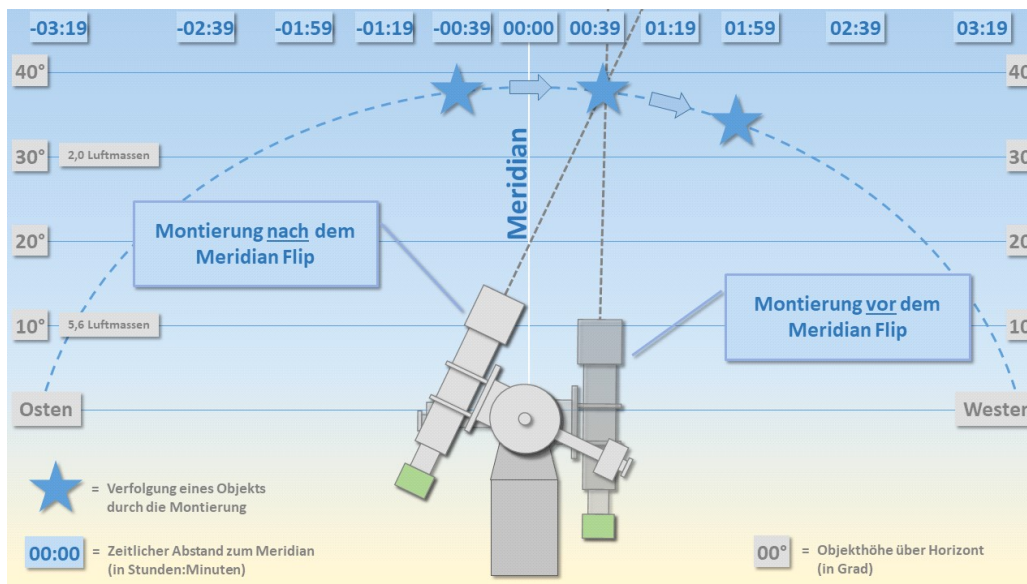
Die Übergänge zwischen den zwei Zielen können wir in diesem Fall (wo die Ziele deutlich über 30 Grad stehen) in die Mitte der Nacht legen, so dass beide Ziele gleich lang belichtet werden:



Allerdings erfolgt bei beiden Zielen ein Durchlauf durch den Meridian. Hier stoßen wir bei äquatorialen Montierungen gegebenenfalls auf ein Problem, wenn unser Teleskop ein Objekt bei seiner Wanderung am Himmel verfolgt. Bedingt durch Bauart und Funktion dieser Montierungen, können in der Nähe des Meridians das Teleskop oder die Kamera dem Unterbau der Montierung gefährlich nahe kommen.



Zur Vermeidung von Problemen muss rechtzeitig die Seite des Teleskops gewechselt werden. Hierzu wird die Montierung sowohl in der Rektaszensionsachse als auch der Deklinationsachse um jeweils 180 Grad gedreht. Danach zeigt das Teleskop auf dieselbe Stelle im Himmel wie vor dem Schwenk.



Die Gefahr eines Zusammenstoßes ist gebannt. Die Montierung hat nun 12 Stunden „Zeit“ bis zum nächsten Meridian für das aktuelle Objekt.

Diesen Seitenwechsel der Ausrüstung nennt man Meridian Flip. Nachfolgend sehen wir, wie man ihn sicher einrichtet.

2 Wie lässt sich ein Meridian Flip sicher einrichten – und wann?

2.1 “Carpe diem”: Nutze den Tag!

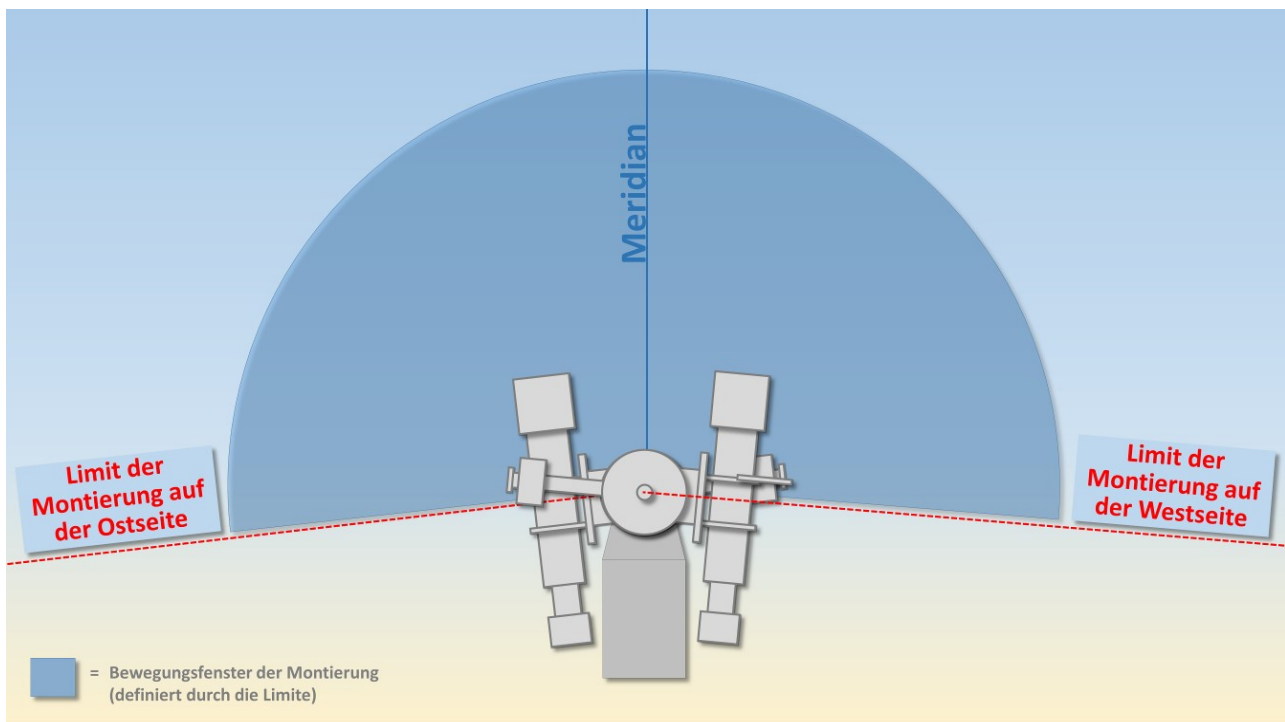
Die Zeit unter dunklem und unbewölktem Himmel ist kostbar. Darum sollte die Einrichtung des Meridian Flip durchaus bei Tag erfolgen. Zudem kann man bei Tag leichter prüfen, ob sich während des Seitenwechsels alle Kabel frei bewegen können.

Wer in einem mobilen Setup mit Stativ unterwegs ist, kann diese Mobilität nutzen, um die Einrichtung im Komfort der trockenen Stube vorzunehmen: fast alle Teilaufgaben eines Flips funktionieren problemlos in Innenräumen. Dies ist ein klarer Vorteil angesichts unseres notorisch astrounfreundlichen Wetters. Nur die Sternerkennung und damit das Platesolving werden im Wohnzimmer nicht so recht gelingen. Wir werden aber später sehen, wie wir damit umgehen können.

2.2 Nicht (nur) für den Meridian Flip: Kenne deine Grenzen!

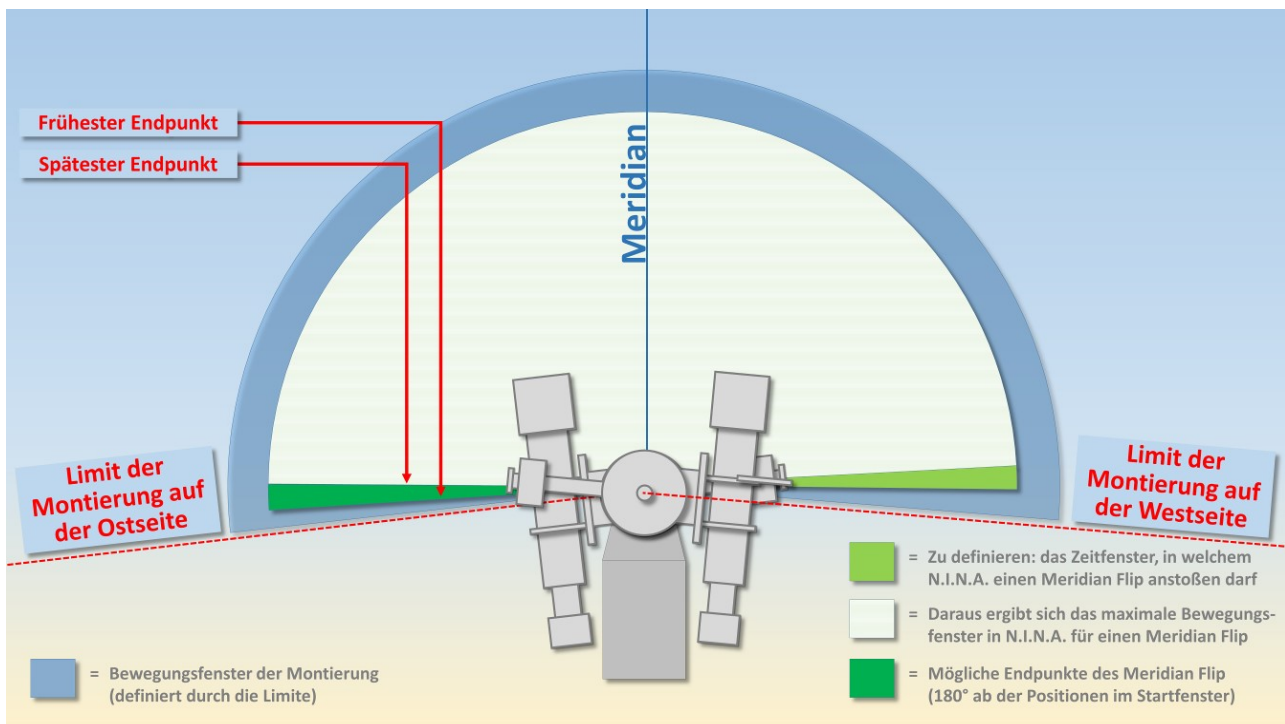
Mein erster Versuch mit dem Meridian Flip ist so verlaufen, wie bei vielen anderen Astrofotografen: er wollte nicht funktionieren. Bei meiner Montierung waren standardmäßig „Bewegungsgrenzen“ (Limite) gesetzt, die sich mit meinen Vorstellungen, wann ein Meridian Flip erfolgen sollte, nicht „vertragen“ haben. In meiner Unwissenheit und Ungeduld habe ich dann das gemacht, was man eigentlich nie machen sollte: ich habe kurzerhand die Limite der Montierung deaktiviert. Von da an haben die Flips funktioniert wie ein Schweizer Uhrwerk.

Allerdings ist diese behelfsmäßige Vorgehensweise nicht gerade „Best Practice“: nicht ohne Grund sehen unsere Montierungen die Möglichkeit vor, die Grenzen einzustellen, in welchen sie sich bewegen dürfen. Korrekt gesetzte Limite stellen sicher, dass die teure Ausrüstung keinen Schaden nimmt, wenn ein Anwender unachtsam sein sollte, oder eine Software sich nicht so verhält wie geplant.



Um sehr deutlich zu sein: es ist *keine* Voraussetzung für den Meridian Flip, die Grenzen einer Montierung zu bestimmen. Richtig definierte Bewegungsgrenzen sind „nur“ eine wirksame und gleichzeitig kostenlose „Lebensversicherung“ für die eigene Ausrüstung. Limite sollten demzufolge immer dann gesetzt werden, wenn bauart- oder funktionsbedingt das Risiko besteht, dass das Teleskop, die Kamera oder sonstige Ausrüstungsgegenstände der Säule oder dem Stativ zu nahe kommen.

Und warum ist dann so oft von Limiten die Rede, wenn über den Meridian Flip gesprochen wird? Ganz einfach: sind erst einmal die Bewegungsgrenzen für die Montierung definiert und aktiviert, *muss* sichergestellt sein, dass der Meridian Flip komplett innerhalb dieser Grenzen erfolgt. Konkret bedeutet das, dass die Montierung am Anfang *und* Ende des von N.I.N.A. ausgelösten Seitenwechsels innerhalb der Limite verbleibt. Dazu mehr später.



2.3 Auch Grenzen haben ihre Grenzen

Die Umsetzung der Bewegungsgrenzen kann bei unterschiedlichen Montierungen entweder sehr nahe an der Hardware (in der Steuerung der Montierung) oder in der ASCOM-Treibersoftware erfolgen.

Sehr hochwertige (und leider auch hochpreisige) Montierungen sind hardwareseitig mit zwei Encodern ausgestattet. Encoder sind Systeme, welche die Position der Achsen zu jedem Zeitpunkt hochgenau feststellen. Die Positionsbestimmung funktioniert dabei „absolut“, d.h. ohne dass der Anwender beim Einschalten der Montierung dem System mitteilen muss, in welcher Position sich welche Achse befindet. Eine Kalibrierung durch den Anwender ist nicht erforderlich. Damit ist die Bestimmung der Position in beiden Achsen jederzeit möglich, auch nach einem Stromausfall. Bei solchen Systemen werden die Grenzen sehr nahe an der Hardware, d.h. innerhalb der Montierung gesetzt. Diese Systeme sind weder vom korrekten Verhalten des Anwenders oder vom Funktionieren einer Software abhängig. Die Bewegungsgrenzen solcher Montierungen sind ausgesprochen „robust“, was diese Systeme ideal für einen unbeaufsichtigten Betrieb macht (z.B. in Remote-Sternwarten).

Bei einer Vielzahl von Montierungen werden die Limite allerdings nicht in der Steuerung der Hardware, sondern in ASCOM gesetzt. Bei der beliebten und weit verbreiteten Sky-Watcher-Montierung EQ6 erfolgt

beispielsweise die Bestimmung der Bewegungsgrenzen innerhalb des ASCOM-Systems EQMOD (auch EQASCOM genannt). Konkret werden die Limite mit der „Toolbox“ von EQMOD bestimmt. Der EQMOD-Treiber ist in seiner aktuellen Version (EQASCOM_V200w_Setup.exe) bereits seit Mai 2021 verfügbar. Es handelt sich also um eine erprobte und robuste Software. Ich verwende EQMOD seit vielen Jahren vollkommen problemlos (in der aktuellen Version und in den Vorversionen). Allerdings kann jede Software auch versagen. Zudem ist die Software davon abhängig, dass sich die Montierung beim Einschalten in einer definierten Position befindet („Home“). Nach einem Stromausfall wäre diese Montierung ohne Encoder „blind“ hinsichtlich der tatsächlichen Position der beiden Achsen. Somit ist ein solches System für einen unbeaufsichtigten Betrieb nicht ohne weitere Maßnahmen zu empfehlen.

Trotz dieser Einschränkungen gilt: es ist allemal besser mit softwareseitig definierten Limiten zu arbeiten, als gänzlich auf die Einrichtung und Aktivierung von Bewegungsgrenzen zu verzichten.

2.4 Beispiel gefällig: Setze deine Grenzen!

Bevor wir uns also mit dem Setup des Flips in N.I.N.A. beschäftigen, bestimmen wir erst die Bewegungsgrenzen unserer Montierung.

Die konkrete Vorgehensweise hängt natürlich von der jeweiligen Montierung ab. Nachfolgend wird am Beispiel der bereits erwähnten Sky-Watcher-Montierung EQ6 beschrieben, wie genau die Limite eingestellt werden können.

Zunächst muss das komplette Setup so aufgebaut werden, wie man das für einen „echten“ Einsatz machen würde. Insbesondere Teleskop und Guidescope, sowie Aufnahmekamera und Guiding-Kamera werden montiert und vollständig verkabelt. Alle sonstigen Anbauteile, wie Filterrad, Motorfokus, Switches, Mini-PC, USB-Hubs oder Taukappen müssen ebenfalls installiert werden.

Beim „echten“ Aufbau würde die Montierung exakt auf die Erdrotationsachse ausgerichtet (d.h. auf einem Azimut von Null Grad und einer Höhe, welche dem aktuellen Breitengrad entspricht). Im heimischen Wohnzimmer ist natürlich unerheblich, in welche Himmelsrichtung (Azimut) die Montierung tatsächlich zeigt, da der Azimut für die Festlegung der Limite (fast) keine Rolle spielt. „Fast“, weil die Montierung auf dem Stativ selbst schon „korrekt“ aufgesetzt sein muss, d.h. die Nordausrichtung des Stativs muss mit der Nordausrichtung der Montierung übereinstimmen. Bei meiner Sky-Watcher EQ6 stimmt das immer, da ein „Dorn“ auf dem Stativ die Montierung immer in identischer Ausrichtung aufnimmt:



Meine Losmandy G11 Montierung kann zwar in drei um jeweils 120 Grad abweichenden Ausrichtungen in die Stative (sowohl Original- als auch Berlebach-Stativ) eingesetzt werden, die *relative* Position der Montierung zu den Stativbeinen bleibt aber immer gleich:

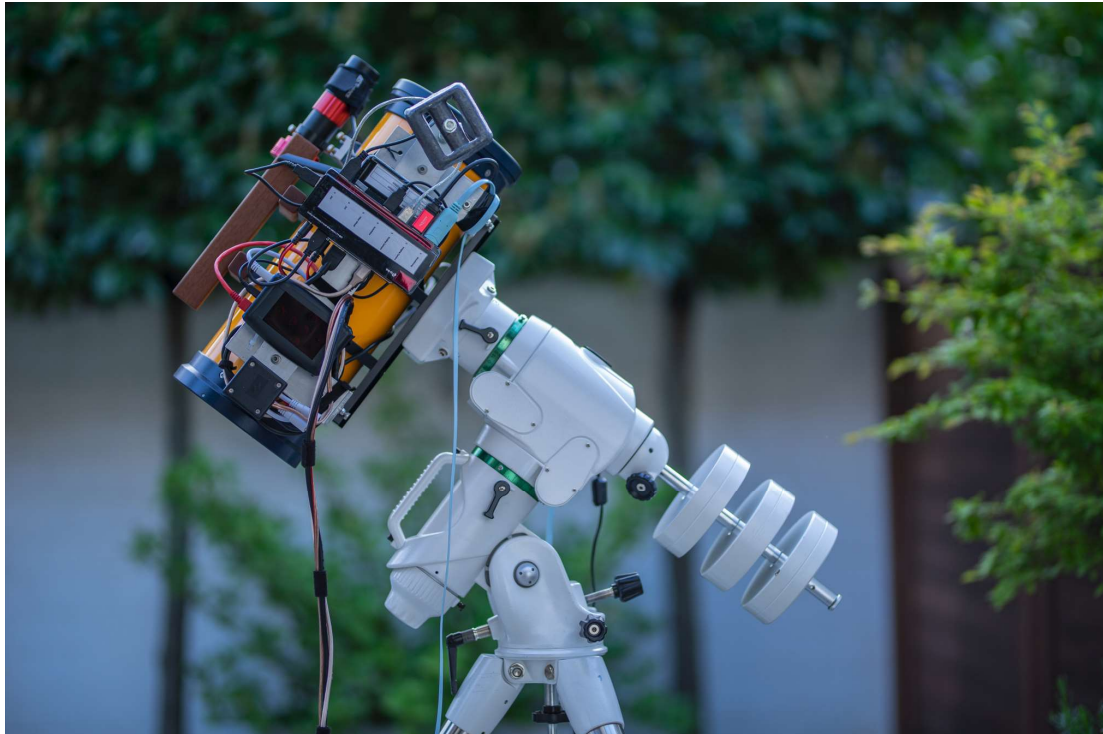


Diese immer gleiche relative Orientierung ist zwingend notwendig, denn würde die Position der Stativbeine je nach Ausrichtung der Montierung im Stativ abweichen, würden sich auch die Limite verändern.

Wichtig ist allerdings, dass die Höhe der Montierung korrekt eingestellt ist. Die Höhe entspricht dem aktuellen Breitengrad. Also stellen wir im Beispiel die Montierung mit den Schrauben zur Höhenverstellung auf den Breitengrad unseres „Wohnzimmer-Standorts“ ein (im Beispiel 51 Grad):



Vor dem Einschalten der Montierung wird in der Regel die Rektaszensionsachse so ausgerichtet sein, dass die Gegengewichtsstange gerade nach „unten“ zeigt. In der Deklinationsachse muss das Teleskop nach „oben“ (in Richtung Polaris) geschwenkt werden. Dies ist üblicherweise die sogenannte „Home-Position“.



Schaltet man jetzt die Sky-Watcher EQ6 ein, geht das System davon aus:

1. in der Home-Position zu stehen,
2. auf einer Aufnahme (Stativ oder Säule) zu stehen, welche perfekt nach Norden ausgerichtet ist,
3. und eine Höhe zu haben, welche dem Breitengrad entspricht.

Bei der Sky-Watcher EQ6 werden die Limite mit der ASCOM-Software EQMOD definiert. Dazu nutzt man die sogenannte „Toolbox“, welche bei der Installation von EQMOD auf dem Rechner aufgespielt wurde.

Es ist wichtig zu verstehen, dass die Bewegungsgrenzen bei dieser Montierung nur in der Rektaszensionsachse bestimmt werden. Daher ist beim Anfahren der Limite immer zu prüfen, dass sich die Deklinationsachse mit der kompletten Ausrüstung (Teleskop, Kamera und Co.) an beiden Limiten der Rektaszensionsachse (West und Ost) frei drehen kann. Das hört sich kompliziert an? Es ist aber ganz einfach, wie wir gleich sehen werden.

Zunächst öffnen wir die EQMOD Toolbox und erhöhen die Geschwindigkeit der Bewegung in der Rektaszensionsachse von „eins“ auf „vier“ (**roter** Kasten):



Danach klappen wir die Toolbox auf, indem wir oben auf den Schalter mit dem Werkzeugsymbol klicken (im **roten** Kasten). Jetzt können wir gleich das Fenster zur Einstellung der Limite öffnen (**blauer** Kasten). Vorab setzen wir nur noch ein Häkchen bei „Enable Limits“, sollten die Limite noch nicht aktiviert sein. Dann klicken wir auf das Werkzeugsymbol im **blauen** Kasten:



Sind bereits Limite gesetzt (erkennbar an den zwei gelben Markierungen im RA-Kreis, hier bei „null“ und „zwölf“), werden diese mit einem Klick auf den Reset-Schalter gelöscht (**roter** Kasten):



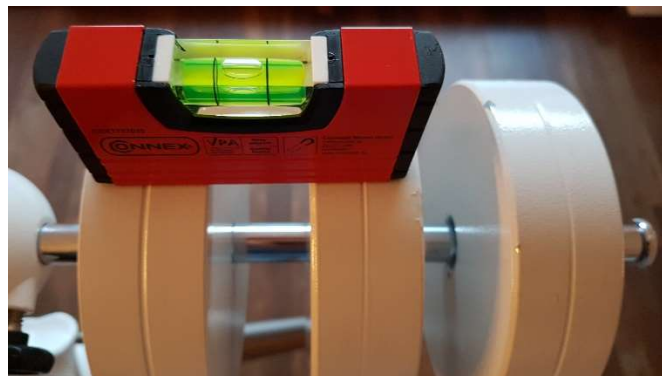
Die gelben Markierungen sind verschwunden, die alten Limite sind gelöscht:



Jetzt fahren wir mit der EQMOD-Steuerung die Rektaszensionsachse soweit nach Westen, bis die Gegengewichtsstange waagrecht ist. Dazu klicken wir auf das „W“ in den „Slew Controls“ (**roter** Kasten):



Die Position der Gegengewichtsstange kann leicht mit einer magnetischen Wasserwaage kontrolliert werden. Diese Waagen erhält man für kleines Geld in einem sortierten Baumarkt.

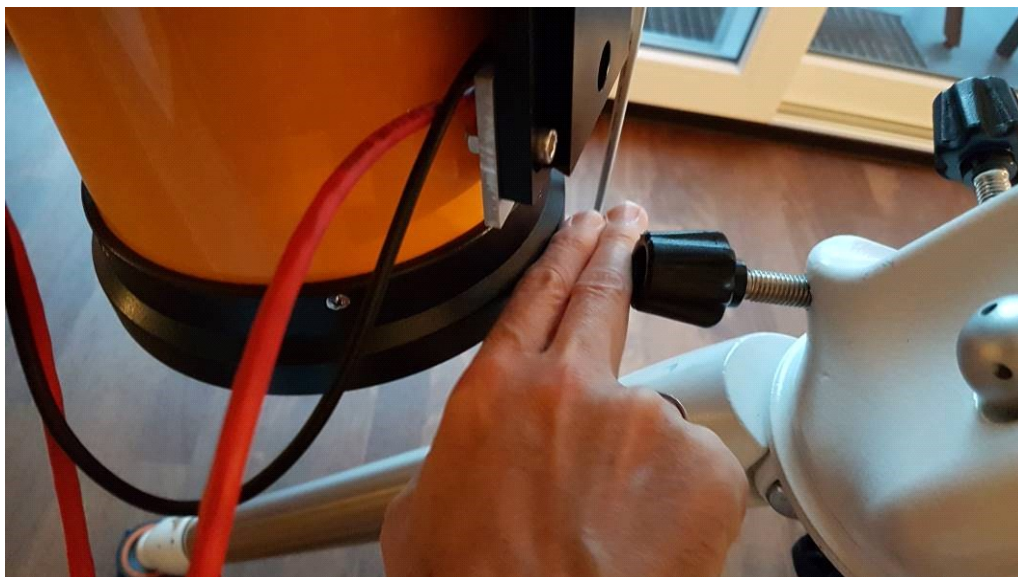


Bei dem hier gezeigten Modell stellt der Magnet sicher, dass die Wasserwaage nicht ungeplant der Schwerkraft folgend auf den Wohnzimmerboden stürzt, sollte man vergessen, das Werkzeug vor dem nächsten Schritt zu entfernen. Diese Funktion ist dem Hausfrieden sehr zuträglich, welcher seinerseits eine Voraussetzung dafür ist, solche „Experimente“ überhaupt im Wohnzimmer durchführen zu dürfen.

Die jetzt angesteuerte Position der Rektaszensionsachse ist die Stelle, an welcher sich die Montierung beim Durchlauf eines Objekts durch den Meridian befindet. Wir merken uns die RA-Position (**roter** Kasten):



Nun fahren wir die Montierung weiter nach Westen, bis das Teleskop oder die Kamera einen noch akzeptablen Abstand zum Pier oder zum Stativ hat. Für mich haben sich zwei Finger gut bewährt. Dabei ist es wichtig, die Deklinationsachse zu lösen und die Positionen in Deklination zu finden, in welcher die Ausrüstung (Teleskop oder Kamera) so nahe wie möglich an das Pier oder das Stativ kommen.



An dieser Stelle merken wir uns wieder die Position der Rektaszensionsachse (**roter** Kasten). Jetzt setzen wir das West-Limit, indem wir auf den „Plus-Schalter“ klicken (**blauer** Kasten):



Wir fahren nun mit EQMOD-Steuerung die Rektaszensionsachse soweit nach Osten, bis die Gegen-
gewichtsstange wieder waagrecht ist. Dazu klicken wir auf das „E“ in den „Slew Controls“ (**blauer** Kasten).
Wir kontrollieren die Position mit der Wasserwaage und merken und die RA-Position (**roter** Kasten):



Wir schwenken weiter nach Osten, bis der gewünschte Sicherheitsabstand zwischen Ausrüstung und Stativ bzw. Pier erreicht ist. Letztmalig merken wir uns die Position der Rektaszensionsachse (**roter** Kasten) und setzen das Ost-Limit, indem wir auf den „Plus-Schalter“ klicken (**blauer** Kasten). Beide Limite erscheinen im „Mount Limits Editor“ mit jeweils einer gelben Markierung:



Im „Mount Limits Editor“ wird jede Stunde mit einem Segment im RA-Kreis angezeigt (d.h. in Summe 24 Segmente). Wir können bereits in dieser Ansicht erkennen, dass wir sowohl im Westen als auch im Osten mehr als eine Stunde „Bewegungsfreiheit“ in der Rektaszensionsachse über deren waagrechte Position hinaus haben:



Für den Meridian Flip bedeutet das, dass wir eine Stunde über den Meridian hinaus belichten können. Wollen wir unseren Spielraum genauer kennen, müssen wir nur die RA-Positionen vergleichen, welche wir uns im Westen und im Osten für die Rektaszensionsachse gemerkt haben:

	Westen	Osten
Rektaszensionsachse "waagrecht"	09:56	22:07
Rektaszensionsachse "am Limit"	08:44	23:26
Zeit zwischen "waagrecht" und "am Limit"	01:12	01:19

Wir sehen, dass wir mit dem Beispiel-Setup eine Stunde und zwölf Minuten über den Meridian hinaus belichten können.

Der „Mount Limits Editor“ wird geschlossen. Zu guter Letzt kontrollieren wir, dass die Limite in der „Toolbox“ immer noch aktiviert sind (roter Kasten):



2.5 Einstellungen in N.I.N.A.

Nachdem nun die Limite der Montierung gesetzt und aktiviert sind, können wir in N.I.N.A. die notwendigen Einstellungen für den Meridian Flip in Angriff nehmen.

Wir haben in Kapitel 2.2 mitgenommen, dass der Flip komplett innerhalb der Limite der Montierung durchgeführt werden muss. Dementsprechend muss das Zeitfenster, in welchem die Montierung aufgrund von Limiten einen Seitenwechsel erlaubt, größer sein, als das Zeitfenster, in welchem N.I.N.A. einen Flip anfordert. Dies kann ein wenig „Umrechnungsarbeit“ erfordern, wenn die Montierung die Fenster anders beschreibt als N.I.N.A.. Als Beispiel sei die Gemini-Steuerung der Losmandy-Montierungen erwähnt. Diese beschreibt die Limite in Grad, während N.I.N.A. Angaben für den Meridian-Flip in Minuten erwartet.

Die konkreten Einstellungen in N.I.N.A. hängen von den drei möglichen Szenarien ab, welche sich aus den Limiten ergeben können:

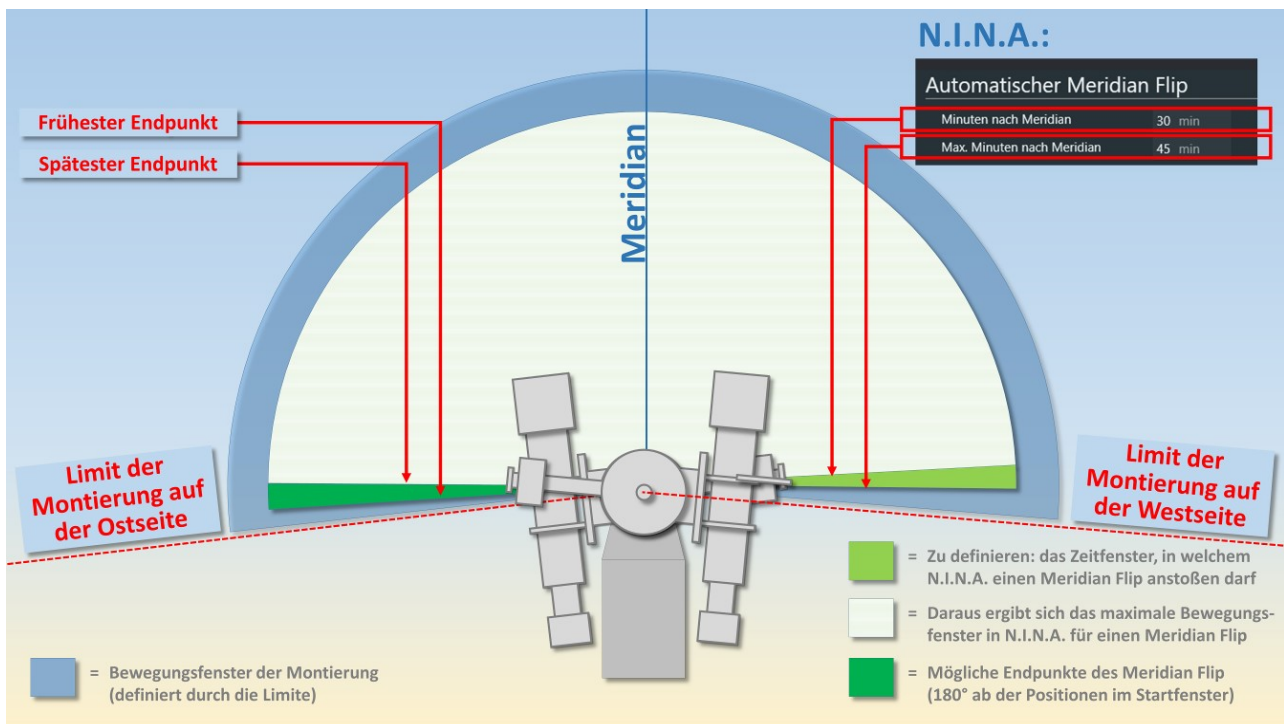
- Szenario 1: die Montierung kann die Rektaszensionsachse sowohl im Westen als auch im Osten über eine waagrechte Position hinaus bewegen. Demzufolge kann die Montierung über den Meridian hinaus nachführen und anschließend einen Seitenwechsel durchführen.
- Szenario 2: die Montierung kann die Rektaszensionsachse weder im Westen noch im Osten über eine waagrechte Position hinaus bewegen. Demzufolge muss die Nachführung vor dem Meridian gestoppt werden. Der Seitenwechsel kann erst erfolgen, wenn das Zielobjekt den Meridian passiert hat.

- Szenario 3: die Montierung kann die Rektaszensionsachse nur im Westen oder nur im Osten über eine waagrechte Position hinaus bewegen. Wie lange über den Meridian hinaus nachgeführt werden kann, bzw. ob und wie lange um den Meridian die Nachführung gestoppt werden muss, hängt vom Einzelfall ab.

Alle drei Szenarien können mit N.I.N.A. vollständig automatisiert unterstützt werden. Sie unterscheiden sich einzig darin, ob und wie viel Zeit aufgrund der Limite um den Meridian herum durch abwarten „verloren“ geht. Gewonnen wird in jedem Fall dreifach: maximale Nutzung der „Astro Prime Time“ (soweit innerhalb der Limite möglich), Sicherheit für die Ausrüstung und Nachtschlaf durch die volle Automatisierung.

Es würde den Rahmen dieser Zusatzinformationen sprengen, alle drei Szenarien im Detail zu beschreiben. Nachfolgend wird der in Kapitel 2.4 beobachtende Fall von Szenario 1 beleuchtet: eine Montierung, welche die Rektaszensionsachse sowohl im Westen als auch im Osten über eine waagrechte Position hinaus bewegen kann. In diesem Szenario kann die Montierung über den Meridian hinaus nachführen. Ein Seitenwechsel nahe des Meridians wird anstandslos ausgeführt.

Um das Szenario 1 abzubilden, müssen wir in N.I.N.A. nur zwei Einstellungen vornehmen: „Minuten nach Meridian“ und „Maximale Minuten nach Meridian“.



Der erste Parameter gibt vor, wann frühestens nach dem Durchlauf des Objektes durch den Meridian ein Seitenwechsel erfolgen darf. Der zweite Parameter teilt N.I.N.A. mit, wann spätestens der Flip erfolgen muss. Aus beiden Werten ergibt sich ein „mögliches Flip-Fenster“ (hellgrüne Fläche). Innerhalb dieses Zeitfensters wird N.I.N.A. einen Seitenwechsel anstoßen. Mit dem Seitenwechsel dreht die Montierung die Rektaszensions- und Deklinationsachse um jeweils 180 Grad. Danach zeigt die Rektaszensionsachse in den dunkelgrünen Bereich.

2.5.1 Einstellung von „Maximale Minuten nach Meridian“

Betrachten wir uns beide Einstellungen genauer. Wir starten mit dem zweiten Parameter: „Maximale Minuten nach Meridian“.

Der geneigte Leser ahnt es schon: mit den in Kapitel 2.4 gesetzten Limiten haben wir bereits eine Vorentscheidung für den zweiten Parameter getroffen. Im Beispiel hatten wir eine Stunde und zwölf Minuten über den Meridian hinaus belichten können. Allerdings sollten wir hier zur Sicherheit einen Puffer vorsehen. Wir setzen den Wert für „Maximale Minuten nach Meridian“ auf 60 Minuten.

2.5.2 Einstellung von „Minuten nach Meridian“

Damit ist eine Hälfte der Arbeit – die leichtere – schon vollbracht. Es bleibt „Minuten nach Meridian“. Um sich diesen Wert anzunähern, kann man zwei einfache Fragen stellen:

- Was sollte ich mindestens angeben?
- Was sollte ich längstens angeben?

Zur Beantwortung der ersten Frage ist es wichtig zu verstehen, wie ein Meridian Flip unter ASCOM technisch implementiert ist. Ursprünglich sah der ASCOM-Standard nur vor, ein „Go-To-Kommando“ einige Zeit nach dem Durchgang des Ziels durch den Meridian abzusetzen. Die Software erkennt, dass das Ziel bereits den Meridian durchlaufen hat, und führt beim Befehl zum erneuten Ansteuern des Objekts geradezu „beiläufig“ den Flip durch. Später wurde ASCOM um ein „echtes“ Flip-Kommando erweitert, also um eine explizite Möglichkeit, einen Flip anzustoßen. N.I.N.A. beherrscht beide Methoden, allerdings sind diese Methoden von den Herstellern nicht einheitlich in den ASCOM-Treibern der Montierungen implementiert.

Damit beide Methoden sicher funktionieren, ist es erforderlich, dass ein Objekt bereits den Meridian durchlaufen hat. Gäbe man also für „Minuten nach Meridian“ einen sehr kurzen Wert an (z.B. eine Minute), könnte es sein, dass das Objekt für N.I.N.A. schon „hinter“ dem Meridian steht, für ASCOM aber noch „davor“. In diesem Fall bliebe ein „Go-To-Kommando“ ohne Wirkung. Daher sollte man N.I.N.A.s Voreinstellung von fünf Minuten nicht ohne guten Grund und nicht ohne Test unterschreiten.

Kommen wir zur zweiten Frage: was sollte ich längstens für „Minuten nach Meridian“ angeben? Im Beispiel hatten wir für „Maximale Minuten nach Meridian“ einen Wert von 60 Minuten eingetragen. Würden wir jetzt für „Minuten nach Meridian“ mit der Standardvorgabe von fünf Minuten arbeiten, ergäbe sich für N.I.N.A. dem Anschein nach ein recht komfortables „mögliches Flip-Fenster“ von 55 Minuten, in welchem der Flip durchgeführt werden dürfte. Gehen wir weiter davon aus, dass wir Aufnahmen von jeweils vier Minuten planen. Was macht also N.I.N.A. mit diesem Fenster, in welchem theoretisch 13 Aufnahmen von vier Minuten untergebracht werden könnten? Erinnern wir uns: der Meridian Flip ist für die Software ein Prüfpunkt, der nach jeder Instruktion, also auch nach jeder Aufnahme kontrolliert wird. Wir haben in unserer Sequenz Aufnahmen einer Länge von jeweils vier Minuten definiert. Dementsprechend würde N.I.N.A. nach jeder Aufnahme (d.h. alle vier Minuten) prüfen, ob die Voraussetzungen für einen Flip gegeben sind. Hätten wir für „Minuten nach Meridian“ einen Wert von fünf Minuten belassen, würde frühestens fünf Minuten und spätestens neun Minuten nach dem Meridiandurchlauf ein Seitenwechsel erfolgen. Letzteres wäre genau dann der Fall, wenn kurz vor dem Ablauf der Frist „fünf Minuten nach Meridian“ eine neue Aufnahme von vier Minuten gestartet worden wäre.

Daraus lernen wir, dass das tatsächliche „Flip-Fenster“ (also der Zeitraum, in welchem der Seitenwechsel wirklich erfolgen wird) definiert wird aus:

- „Minuten nach Meridian“ als früheste Möglichkeit (im Beispiel fünf Minuten) und
- „Minuten nach Meridian“ zuzüglich der Aufnahmedauer als letzter Zeitpunkt (im Beispiel fünf plus vier gleich neun Minuten)

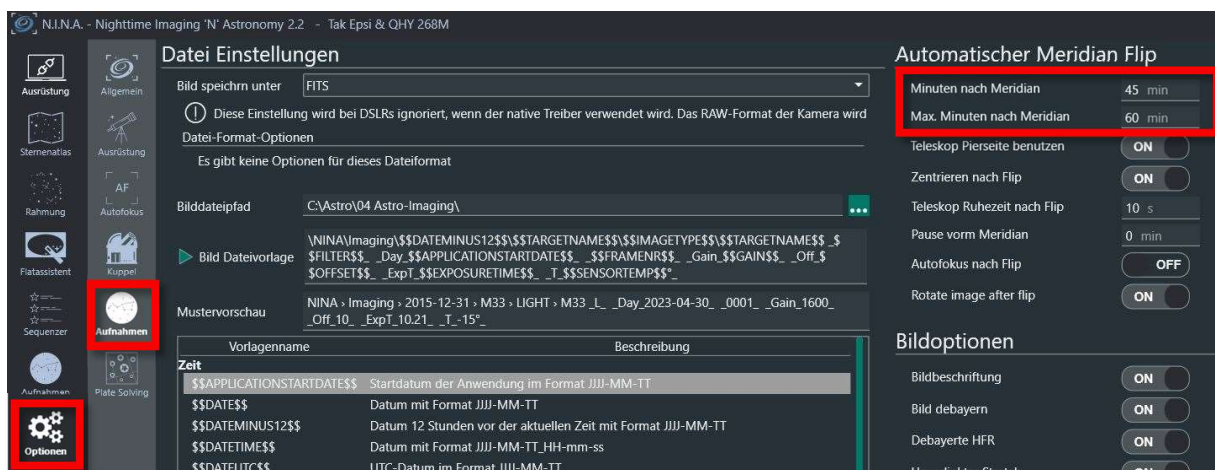
Im Beispiel wird irgendwann zwischen fünf und neun Minuten nach dem Meridian der Flip erfolgen. Das zunächst so komfortabel wirkende „mögliche Flip-Fenster“ von 55 Minuten wird auf neun Minuten

geschrumpft. Oder allgemeiner gefasst: ein großer Abstand zwischen frühester Möglichkeit zum Flip („Minuten nach Meridian“) und spätester Möglichkeit („Maximale Minuten nach Meridian“) bleibt bei kurzen Aufnahmedauern faktisch ohne Wirkung. Der Seitenwechsel wird mit den solchen Einstellungen immer recht nah um den Meridian herum erfolgen.

Aus funktionaler Sicht ist gegen ein solches Setup nichts einzuwenden: der Flip wird zuverlässig funktionieren. Nur ist die Zeit um den Meridian die „Astro Prime Time“, die Zeit des höchsten Stand unseres Objekts am Himmel. Die Idee des Meridian Flips ist es, diese Zeit zu maximieren. Dazu gehört aber nicht nur, die Zeit vor und nach dem Meridian für Aufnahmen zu nutzen, sondern den Meridian Flip selbst möglichst spät zu legen. Dies kann nämlich unter Umständen dazu führen, dass für das gewählte Objekt während der geplanten Aufnahmedauer gar kein Meridian Flip notwendig wird (weil vor dem rechnerischen Flip-Zeitpunkt die Sequenz bereits das nächste Objekt ansteuert).

Gerade bei Mosaiken bringt diese „Verzögerungstaktik“ einen Vorteil. Ich baue meine Mosaiken in der Regel so auf, dass die einzelnen Panels nur jeweils eine Stunde im Wechsel belichtet werden, und nur in der Nähe des Meridians. Würde ich also regelmäßig kurz nach dem Meridian einen Seitenwechsel durchführen lassen, wäre das Aufnahmezeitfenster von einer Stunde aufgrund des Flips verkürzt. Lege ich aber für „Minuten nach Meridian“ einen Wert größer als 60 Minuten fest, wird bei einem Panel von 60 Minuten niemals ein Flip innerhalb eines Panels erfolgen. Ein Seitenwechsel geschieht so fast „beiläufig“ mit dem Ansteuern des nächsten Panels (bei dem wiederum niemals ein Flip notwendig werden würde).

Was bedeutet das alles nun für die Praxis? Ganz einfach: den Wert „Minuten nach Meridian“ bestimmt man nicht „von vorne“, sondern „von hinten“. Damit ist gemeint, dass man von der oben getroffenen Einstellung für „Maximale Minuten nach Meridian“ ausgeht. Hiervon zieht man einen Wert ab, der etwas über der maximal zu erwartenden Dauer einer einzelnen Aufnahme liegt. Für mich hat sich dabei ein Aufschlag von fünf Minuten als Puffer bewährt. Im Beispiel haben wir „Maximale Minuten nach Meridian“ einen Wert von 60 Minuten eingetragen. Läge unsere maximal vorstellbare Aufnahmedauer unter besten Bedingungen bei 10 Minuten, wären wir mit 15 Minuten als Fenster für den tatsächlichen Flip auf der sicheren Seite. Wir wählen also 60 Minuten minus 15 Minuten gleich 45 Minuten für „Minuten nach Meridian“.



Dies bedeutet, dass das System mit dem Seitenwechsel so lange wie möglich wartet, ohne die Sicherheit der Ausrüstung zu gefährden. Je nach der Reihenfolge der Objekte in einer Nacht wird ein Flip erst gar nicht notwendig. So verlieren wir möglichst wenig von unserer kostbaren Zeit.

Wir haben jetzt ein gutes Verständnis für Szenario 1 entwickelt. Die Szenarien 2 und 3 sind ebenfalls problemlos mit N.I.N.A. abbildbar. Wer hierbei Unterstützung benötigt, kann sich gerne an mich wenden.

3 Und wie lässt sich ein Meridian Flip sicher testen?

Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser. Dies gilt auch für die ersten Praxisversuche mit dem Meridian Flip. Dabei geht es zum Ersten darum, die Einstellungen in N.I.N.A. und ihre Verträglichkeit mit den Limiten der Montierung zu erproben. Ein weiteres Augenmerk sollte den Kabeln der Kamera und der sonstigen mit dem Teleskop verbundenen Ausrüstung gelten: immerhin dreht die Montierung beim Seitenwechsel beide Achsen (Rektaszension und Deklination) mit hoher Geschwindigkeit um jeweils 180 Grad. Da sollte sich kein Kabel „verheddern“, denn bei einem ungewollten „Belastungstest“ würden Strom- und Daten-Buchsen von Kamera & Co schnell den Kürzeren ziehen.

Kurzum: diese Tests führt man besser bei Tag durch.

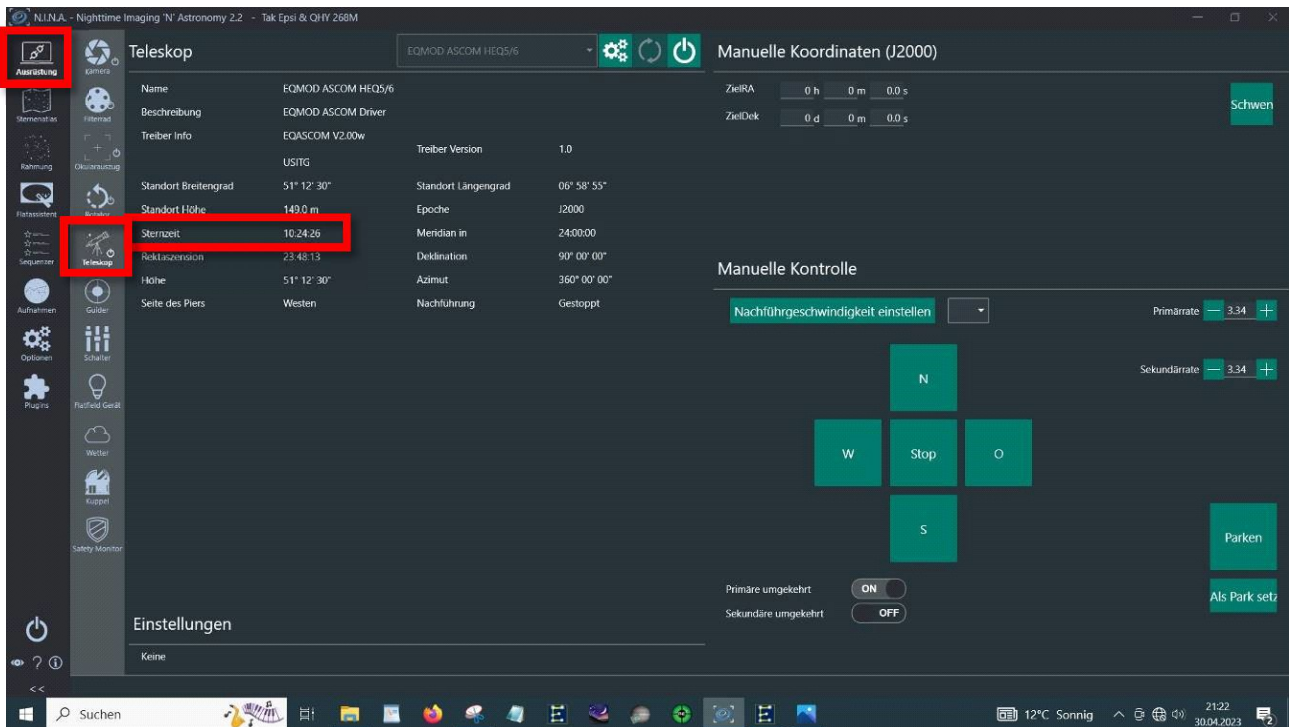
In Kapitel 2.4 hatten wir beschreiben, wie man die Montierung zum Setzen der Limite aufbauen kann. Dieses Setup nutzen wir unverändert zum Test des Meridian Flips.

3.1 Schritt 1: die Suche nach einem geeigneten Objekt

Der erste Schritt im Test besteht in der Suche nach einem geeigneten Deep Sky Objekt. Geeignet ist ein Objekt dann, wenn es in absehbarer Zeit den Meridian passiert.

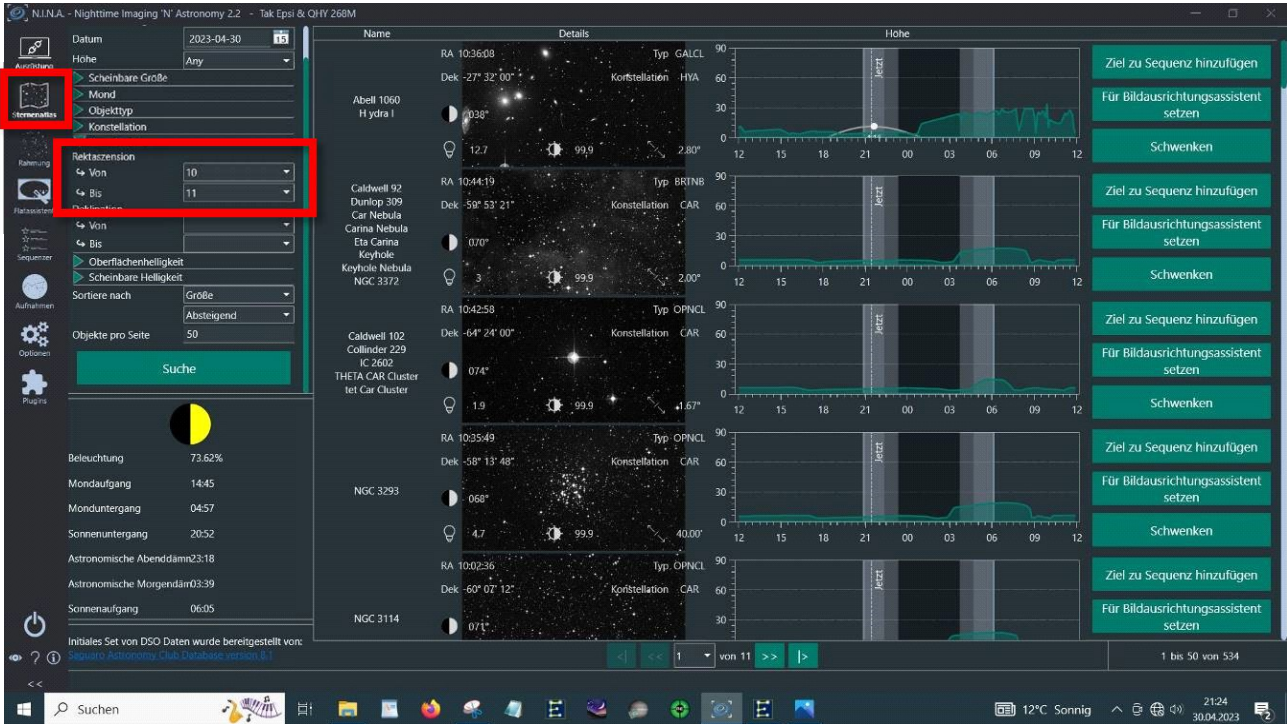
Die gute Nachricht ist, dass N.I.N.A.'s Katalog von Deep Sky Objekten eine so reichhaltige Auswahl bereitstellt, dass für jede Tages- oder Nachtzeit schnell ein geeignetes Objekt gefunden ist.

Wir befragen N.I.N.A. unter „Ausrüstung – Teleskop“ zur aktuellen Sternzeit am Standort. Die Sternzeit wird gleichermaßen in der „EQMOD Toolbox“ als „Local Siderial Time“ („LST“) angezeigt.

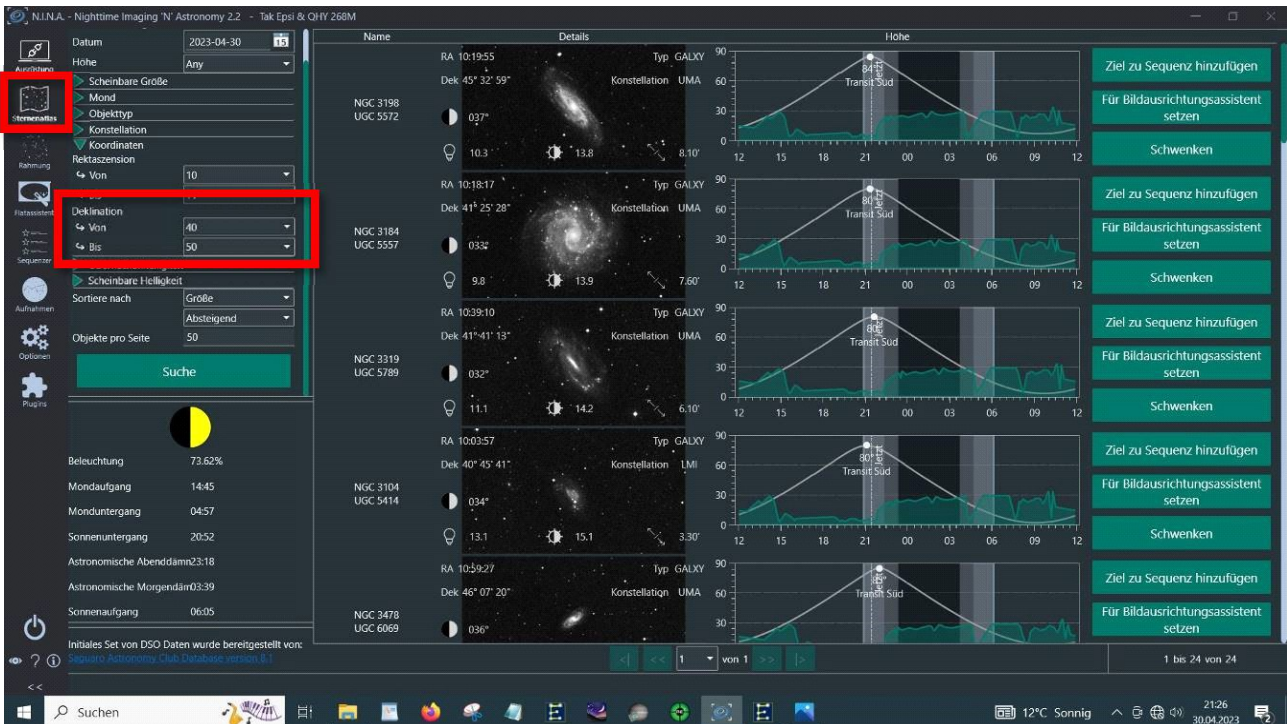


Mit diesem Wissen wechseln wir in N.I.N.A.'s Sky Atlas und suchen nach Objekten, die in der aktuellen Sternzeit den Meridian passieren. Das Objekt unserer Wahl sollte ca. 15 Minuten vor dem Durchlauf des Meridian stehen, damit wir noch ausreichend Zeit haben, die notwendige Testsequenz aufzubauen. Hier

erweisen sich die Filter im Sky Atlas als ausgesprochen hilfreich. Unsere Sternzeit liegt bei 10:24, d.h. wir wählen Objekte aus, deren Rektaszension zwischen 10 und 11 liegt:

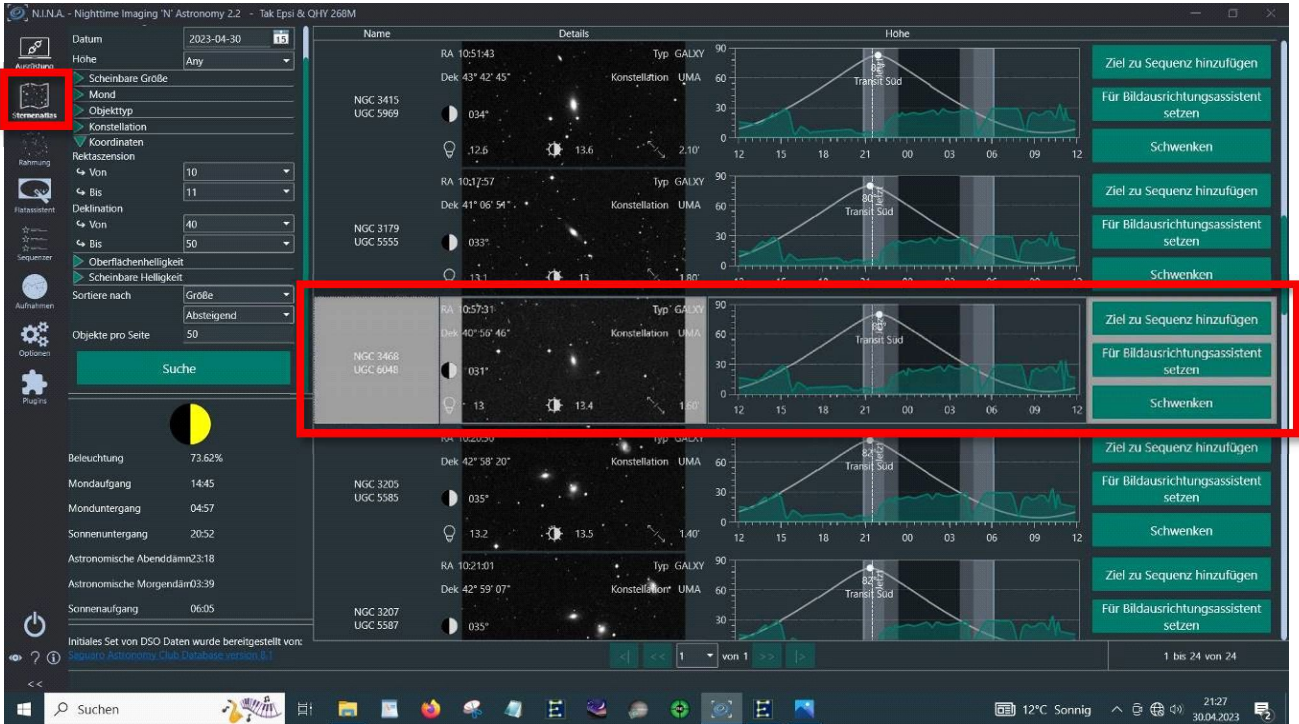


Leider werden hier auch Ziele angezeigt, welche sehr tief oder gar unter dem Horizont stehen. Um die Limite optimal zu testen, muss unser Ziel möglichst nahe am Zenit stehen. Daher grenzen wir zusätzlich die Deklination ein:



Jetzt sehen wir nur noch hochstehende Ziele.

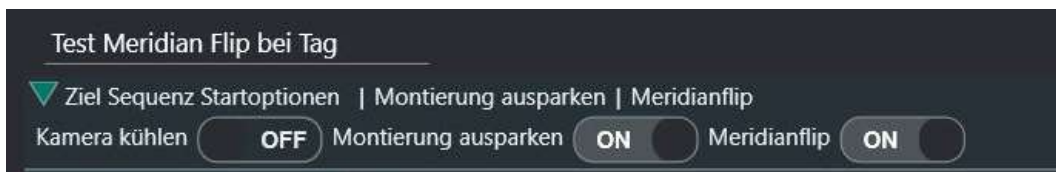
Wir blättern ein wenig, bis wir ein Ziel gefunden haben, welches mindestens 15 Minuten vor dem Meridian steht. Wir markieren das Zielobjekt im Sky Atlas:



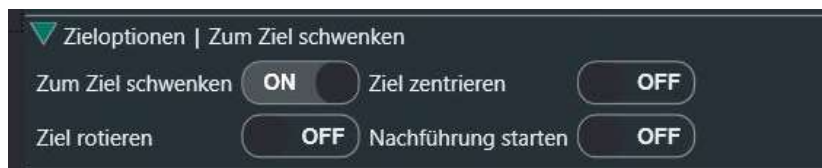
Mit zwei Klicks (erst auf „Ziel zu Sequenz hinzufügen“, dann auf „Legacy Sequencer“) rufen wir den „Simple Sequencer“ auf.

3.2 Schritt 2: die Testsequenz im „Simple Sequencer“

Zunächst benennen wir die Sequenz „Test Meridian Flip bei Tag“. In den Startoptionen aktivieren wir „Montierung ausparken“ und „Meridianflip“ (Schalter auf „ON“). Die Kühlung der Kamera ist nicht relevant und kostet nur Zeit (Schalter auf „OFF“):



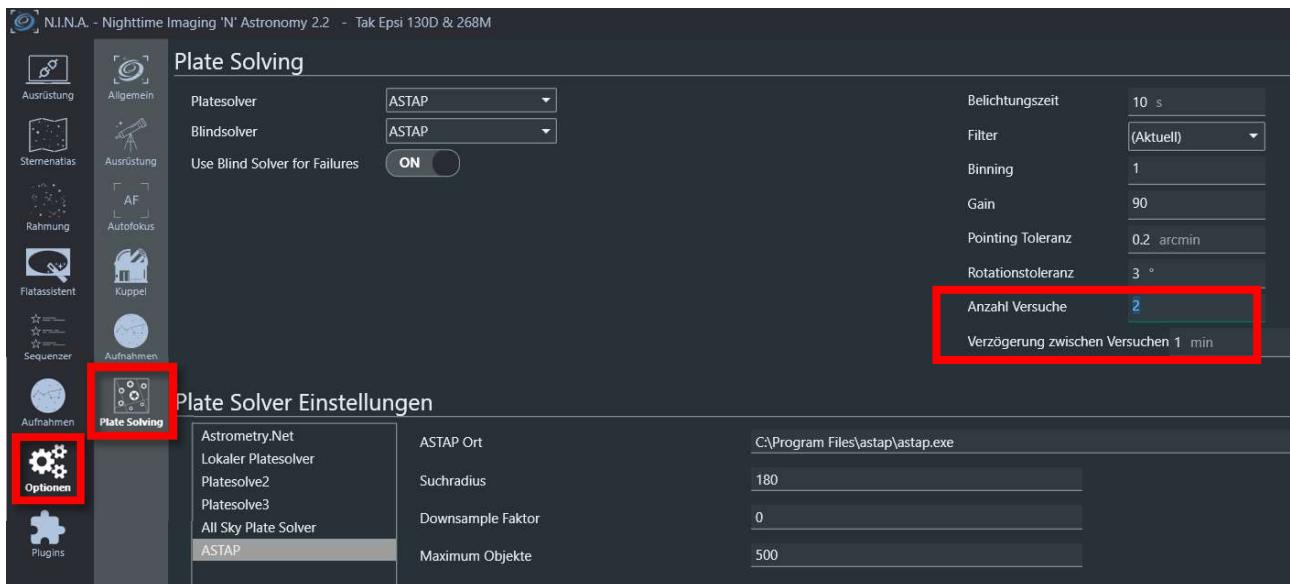
Da wir den Test bei Tag oder in einem Gebäude durchführen, müssen wir unter „Zieloptionen“ alle Einstellungen des Sequencer deaktivieren, die von gelungenen Sternaufnahmen oder gar von einem erfolgreichen Platesolving abhängen. Wir schalten „Ziel zentrieren“, „Ziel rotieren“ und „Nachführung starten“ auf „OFF“. Zum Ziel schwenken muss auf „ON“ gesetzt werden:



Der Autofokus muss bei unserem Tageslicht-Test in Gänze deaktiviert werden:

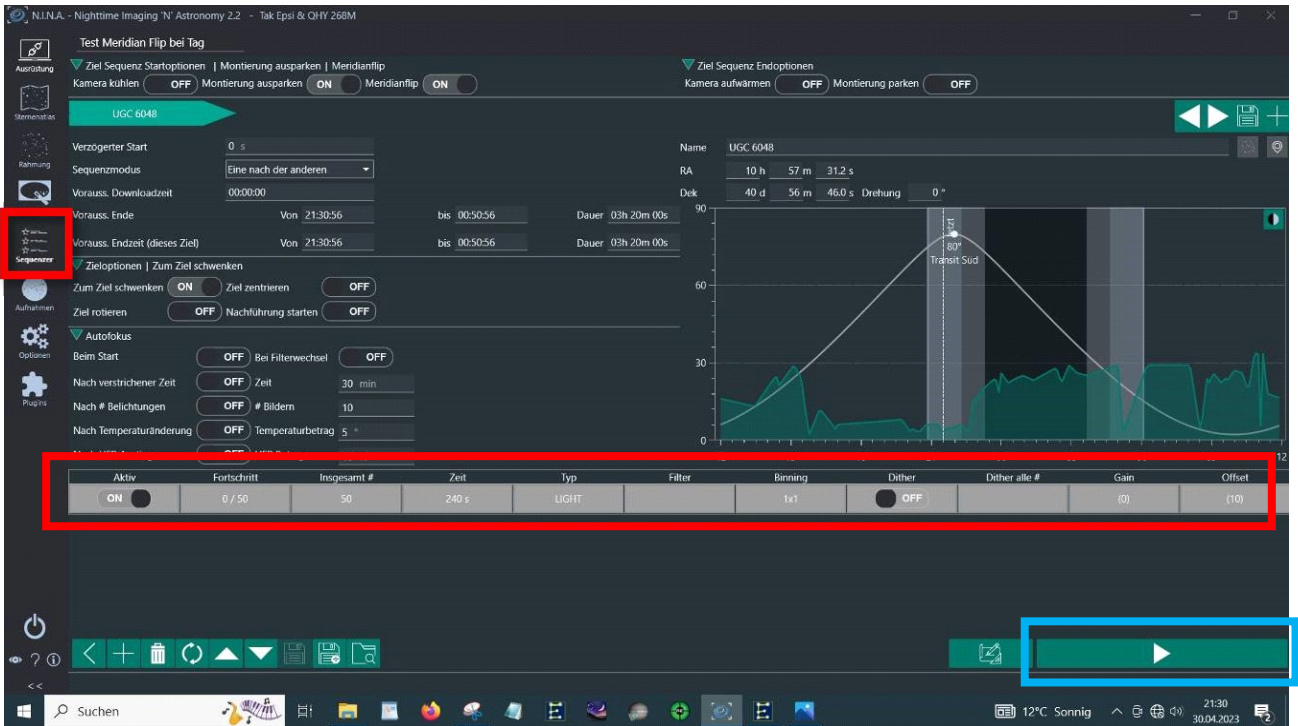


Nach dem Flip wird N.I.N.A. versuchen, den Bildausschnitt mittels Platesolving so einzustellen, wie vor dem Seitenwechsel (entsprechend der unter „Optionen – Platesolving“ definierten Genauigkeit). Das Platesolving wird bei Tag natürlich nicht funktionieren. Daher ist es sinnvoll, in N.I.N.A.’s Platesolving-Optionen die Anzahl der Platesolving-Versuche vom Standardwert (zehn Versuche) auf maximal zwei zu begrenzen. Auch die „Verzögerung zwischen Versuchen“ sollte recht kurz gewählt werden (eine Minute):

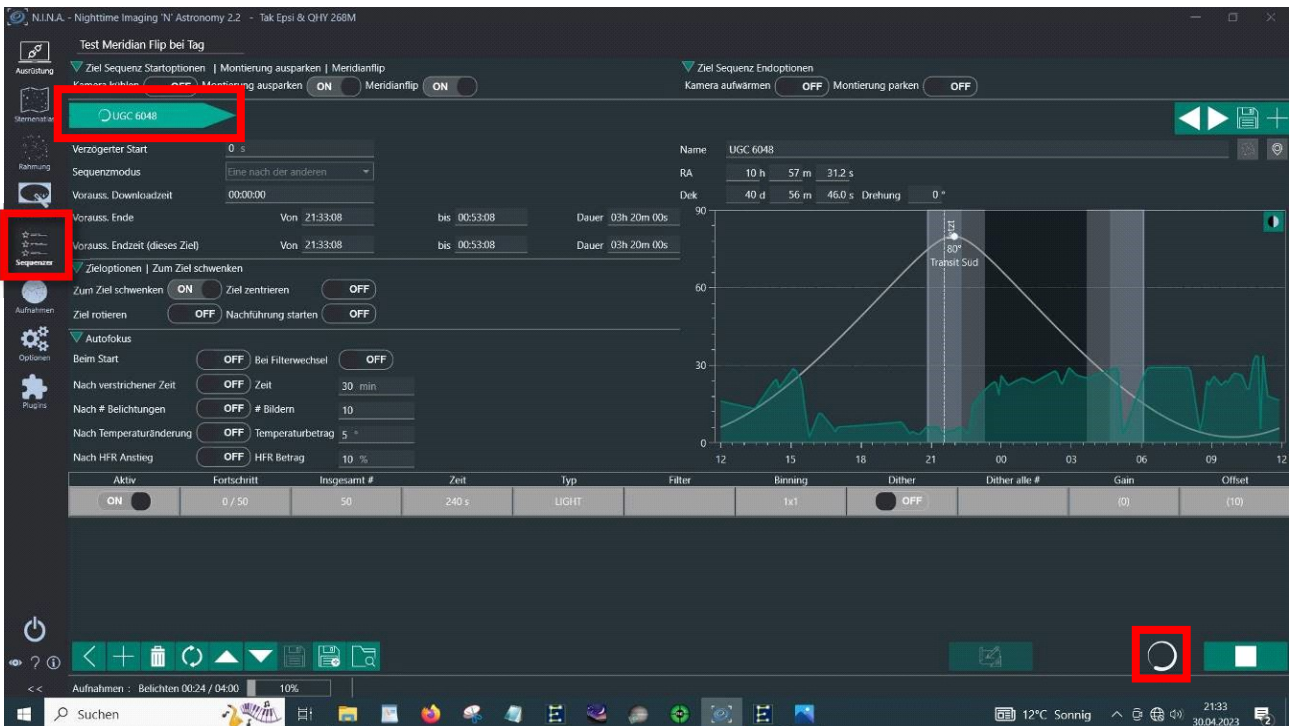


Anschließend wechseln wir zurück in den Sequenzer und definieren die Aufnahmen. Unsere „Mini-Sequenz“ besteht nur aus Aufnahmen der längsten Aufnahmedauer, mit der normalerweise in „richtigen“ Sequenzen gearbeitet wird. Für meine Ausrüstung und meinen üblichen Standort stellen Aufnahmen von vier Minuten Länge den Normalfall dar. Dementsprechend lege ich einen Befehlssatz für Aufnahmen von vier Minuten Länge an. Es ist wichtig sicherzustellen, dass die Anzahl der Aufnahmen der Sequenz groß genug ist, um den Zeitraum vom Start der Sequenz über den Meridian bis zum Ende des „möglichen Flip-Fensters“ (entsprechend unserer Einstellung für „Maximale Minuten nach Meridian“). Wir starten die Sequenz ca. 15 Minuten vor Meridian und haben für „Maximale Minuten nach Meridian“ 60 Minuten eingestellt. Daraus ergibt sich ein Zeitraum von 75 Minuten. Wir werden also knapp 20 Aufnahmen vor dem Flip anfertigen. In der Sequenz sehen wir zudem einen großzügigen Puffer für weitere Aufnahmen nach

dem Seitenwechsel vor. Die Einstellungen für den Filter, das Binning, Gain oder Offset sind im Test nicht relevant (**roter** Kasten). Sind alle Einstellungen vorgenommen, starten wir die Sequenz (**blauer** Kasten):

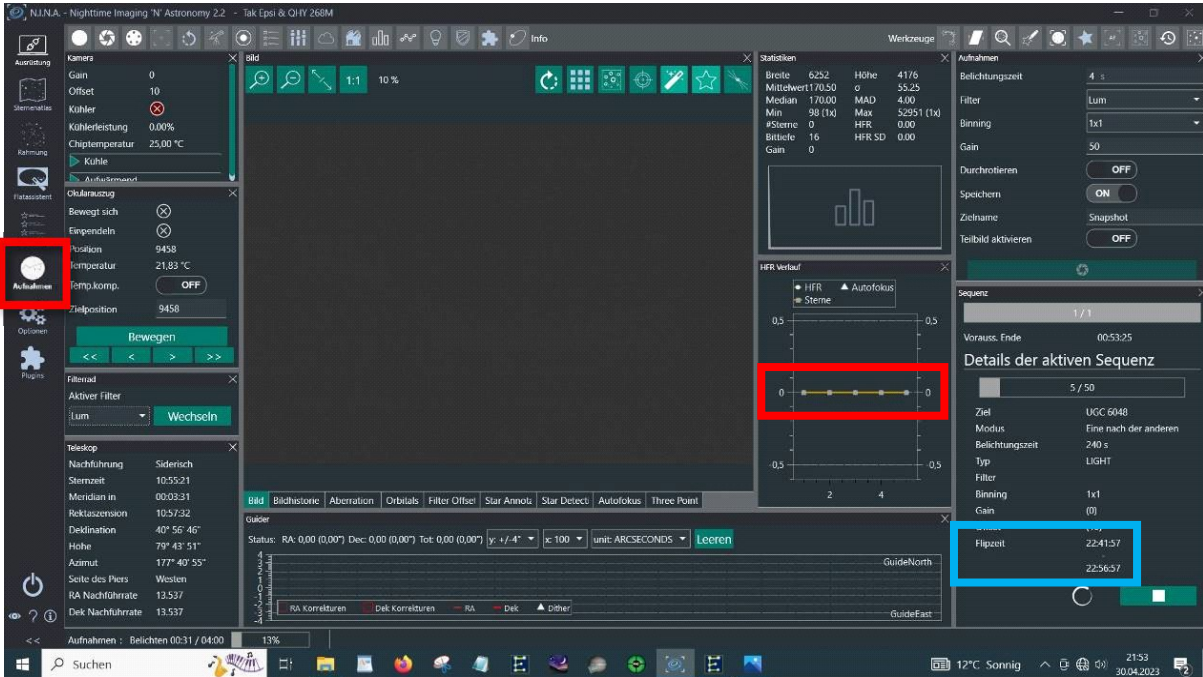


Das Laufen der Sequenz wird im Simple Sequencer am „Reiter“ für das Objekt und am „Start- / Ende-Knopf“ mit einem rotierenden Kreis angezeigt:

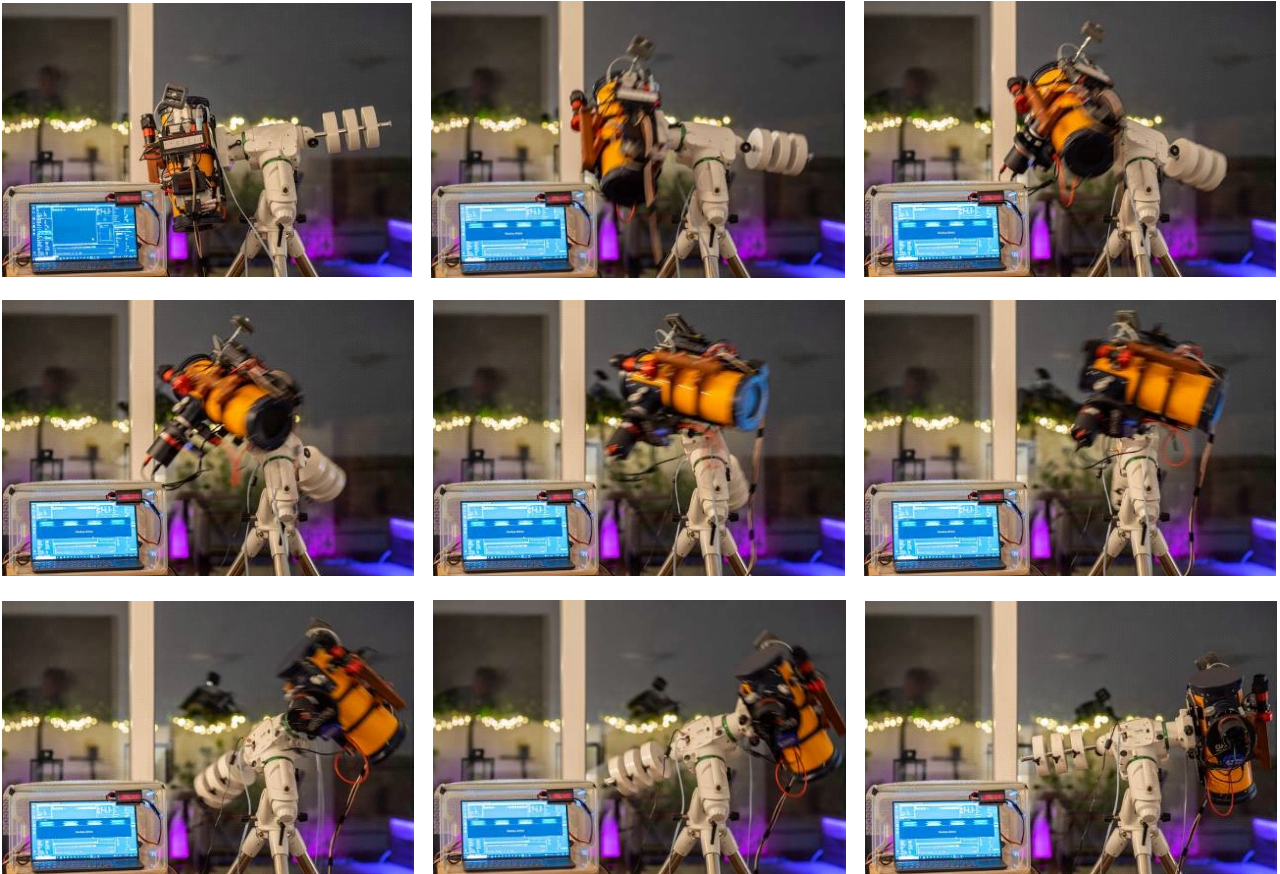


Jetzt ist der Zeitpunkt gekommen, den Sequencer zu verlassen: die laufende Sequenz lässt sich am besten im Aufnahmebildschirm verfolgen. Die Informationen im „HRF-Verlauf“ sind weniger spannend, da für den

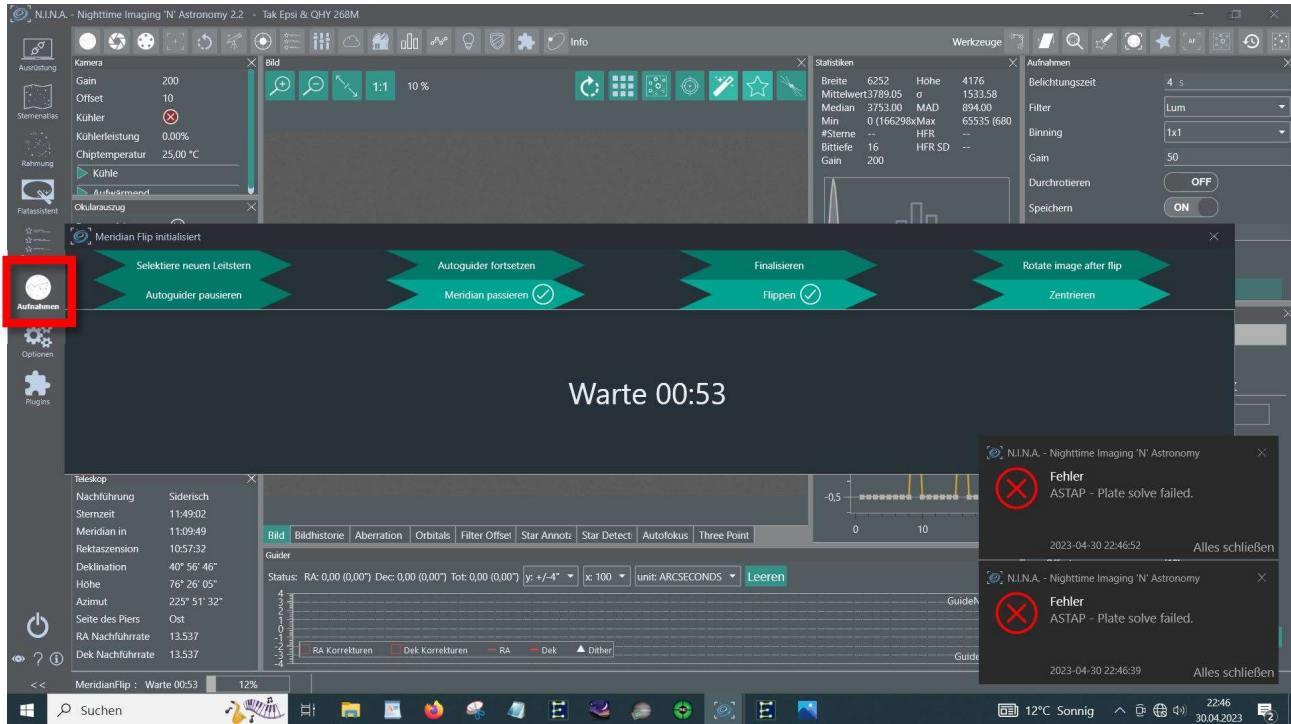
Sterndurchmesser (HFR) und für die Anzahl der Sterne erwartungsgemäß für alle angefertigten Aufnahmen „Null“ angezeigt wird (**roter** Kasten). Uns interessiert das Zeitfenster für den nahenden Flip (**blauer** Kasten):



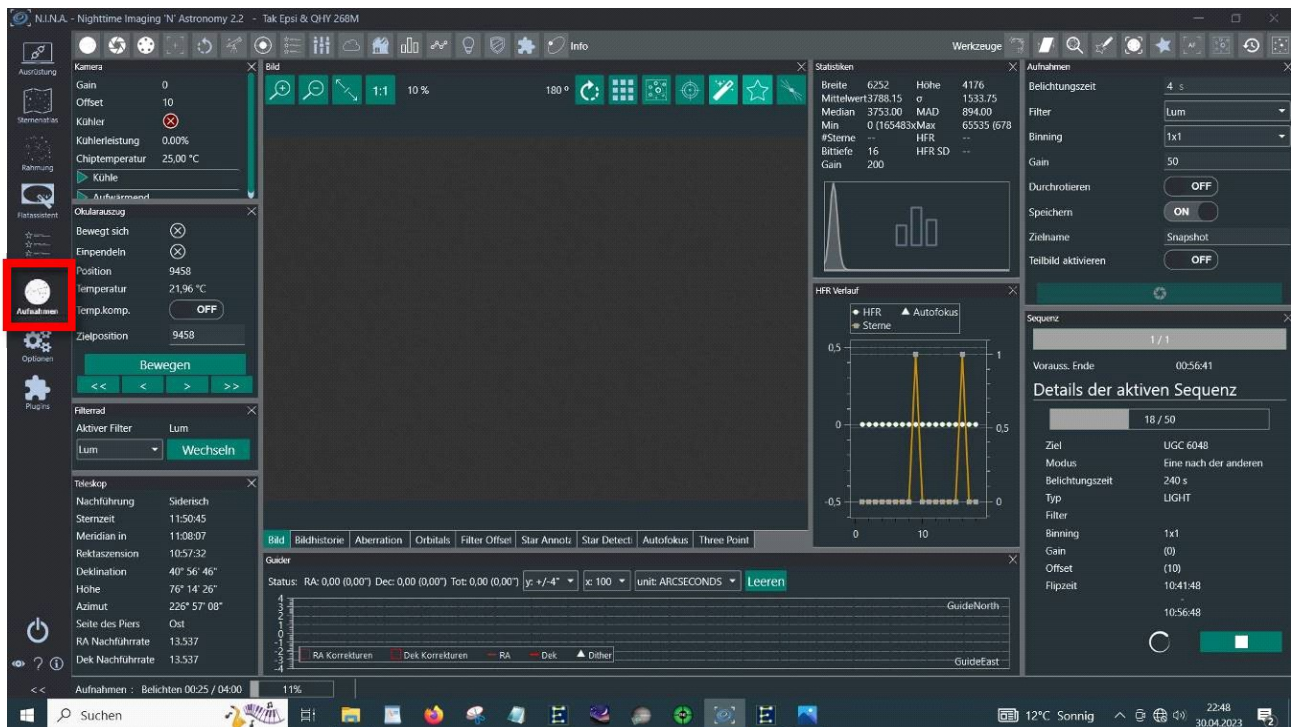
Ab jetzt heißt es warten. Die am Bildschirm angezeigte „Flipzeit“ hilft, den Wechsel nicht zu verpassen. Wenn der Seitenwechsel erfolgt, sollte ein besonderes Augenmerk den Kabeln gelten:



Nach dem Seitenwechsel versucht N.I.N.A. wie oben beschrieben die Bildausschnitte vor und nach dem Wechsel in Übereinstimmung zu bringen. Da ein Platesolving bei Tag bzw. im Inneren von Gebäuden nicht gelingen wird, informiert uns N.I.N.A. mit entsprechenden Fehlermeldungen. Wir quittieren die Meldungen gelassen mit einem Mausklick.



Nach dem zweiten Versuch eines Platesolving (mit entsprechenden Fehlermeldungen) macht sich N.I.N.A. erneut ans Werk, d.h. die Aufnahmen gehen weiter:



Wir haben den automatisierten Meridian Flip erfolgreich getestet und keine Minute „Dunkelzeit“ verloren.

4 Wichtige Hinweise zum Schluss

Über diese Informationen hinaus wird empfohlen, sich mit der „offiziellen“ N.I.N.A.-Dokumentation zum Meridian Flip vertraut machen:

<https://nighttime-imaging.eu/docs/master/site/advanced/meridianflip/>

Wenngleich die in diesen Zusatzinformationen beschriebenen Verfahren beim Autor regelmäßig im Einsatz sind, kann keine Garantie gegeben werden, dass diese in gleicher Weise auf anderen Systemen funktionieren. Schließlich sind bei jedem Astrofotografen die Ausrüstung und die verwendeten Komponenten sehr unterschiedlich. Die Anwendung der hier beschriebenen Verfahren erfolgt auf eigenes Risiko. Insbesondere sollten die automatisierten Meridian Flips ausreichend lange beaufsichtigt werden.

Doch „Bange-machen“ gilt nicht. Der Umfang dieser Informationen mag zunächst überraschen. Der Gewinn an maximaler Nutzung der „Astro Prime Time“, an Sicherheit für die Ausrüstung und an Nachtschlaf durch die volle Automatisierung sind es jedoch wert, sich mit dem Thema zu beschäftigen.

Ich kann also nur anraten, sich auf diese Reise einzulassen.

Dabei wünsche ich viel Erfolg!

Beste Grüße,

Andreas Habermehl

PS: Feedback & „Reiseberichte“ welcome ;)