

Orbitwerkstatt Benutzerhandbuch

Version 0.18.1 · Stand 16. Oktober 2026

Dieses Handbuch beschreibt die lokale Orbitwerkstatt für eigene astrometrische Beobachtungen von Kometen und Kleinplaneten. Es führt von der Installation und dem Import über die Bahnberechnung bis zur Qualitätsprüfung, zum MPC-Vergleich und zur Darstellung am Himmel.

Die Anwendung eignet sich für nachvollziehbare Versuche und Lehrveranstaltungen: Wie verändert sich eine Bahn, wenn weitere Beobachtungstage hinzukommen? Welche Messungen verwendet der Rechenkern tatsächlich? Wie gut sagt eine Bahn bisher unbenutzte Beobachtungen voraus?

Wichtig: Eine berechnete Bahn ist zunächst eine Modelllösung. Ein kleines Residuum, eine glatte Animation oder eine plausible Sternkarte beweisen ihre Richtigkeit nicht. Prüfe immer den tatsächlich verwendeten Beobachtungsbogen und möglichst unabhängige Kontrolltage.

Grundlage dieses Handbuchs sind der Anwendungscode und die mitgelieferte Hilfe der Version 0.18.1. Beschrieben werden vorhandene Funktionen; geplante Erweiterungen werden nicht als verfügbar dargestellt. Die Windows-Anleitungen sind vorgesehen, aber nicht durch eine native Windows-Abnahme in der Entwicklungsumgebung bestätigt.

So benutzt du dieses Handbuch

Für den ersten Versuch beginne mit Kapitel 2. Für eigene Daten sind Kapitel 3 und 4 wichtig. Bei stark abweichenden Bahnelementen arbeite Kapitel 6 bis 9 durch. Für die neue direkte Bahnspur vor Sternen gehe zu Kapitel 12.

Enthalten sind ein CSV-Muster, Schrittfolgen für die wichtigsten Schaltflächen, Hinweise zu Grenzen der Modelle und eine Fehlerübersicht. Ein Anhang erläutert das separat bereitgestellte FITS-Auswahlskript.

Inhaltsübersicht

- 1 Installation und Programmstart
- 2 Schnellstart mit einem ersten Projekt
- 3 Beobachtungsdaten als CSV
- 4 Tycho und MPC Beobachtungen importieren
- 5 Messungen auswählen und Bahn berechnen
- 6 Plausibilitätsprüfung und Ausschlüsse
- 7 Datennutzung und Mehrstart Suche
- 8 Ergebnisse und Bahnparameter verstehen
- 9 Unabhängige Kontrolle und Empfindlichkeit
- 10 MPC Referenzen laden und vergleichen
- 11 Animation im Sonnensystem
- 12 Himmelsbahn und Sternkarte
- 13 Projekte und Berechnungsserien
- 14 Exporte und Berichte
- 15 Lehrversuch mit mehreren Beobachtungstagen
- 16 Fehler erkennen und beheben
- 17 Technische Grenzen und Modellübersicht
- 18 Anhang zur FITS Tagesauswahl

Die Kapitelüberschriften sind als Word-Überschriften angelegt und über den Navigationsbereich erreichbar. Die PDF-Ausgabe enthält dieselben Inhalte. Die Seitenzahlen stehen jeweils im Fußbereich.

Die drei häufigsten Wege

Erste Berechnung: Daten laden → Standort prüfen → Tage auswählen → „Bahn berechnen“ → Datennutzung und Residuen prüfen.

Vergleich mit MPC: „Referenzvergleich“ → Katalogdatei laden → Objekt übernehmen → Referenzepoche und Bezugssystem prüfen → „Parameter vergleichen“.

Bahn vor Sternen: gespeicherten Lauf auswählen → „Berechnete Bahn auf der Sternkarte“ → Zeitraum prüfen → „Berechnete Bahn auf Sternkarte anzeigen“.

1 Installation und Programmstart

1.1 Normale Windows Installation

Entpacke das gesamte Programmpaket in einen beschreibbaren Ordner, zum Beispiel D:\Astronomie\orbit_prototyp. Starte die Anwendung nicht innerhalb des ZIP-Archivs. Benötigt wird Python ab 3.11; die mitgelieferte Anleitung empfiehlt 3.12 oder 3.13.

1. Führe `install_findorb_windows.bat` aus, um den Rechenkern einzurichten.
2. Führe `start_windows.bat` aus. Das Skript legt `orbit_env` an, falls nötig, und installiert die Python-Pakete.
3. Öffne die angezeigte lokale Browseradresse, gewöhnlich `http://127.0.0.1:8501`.
4. Kontrolliere links den Pfad zum Find_Orb-Programm und seinen Datenordner.

Der Ordner `engine` enthält den Rechenkern und seine Begleitdateien. Benötigt wird die Kommandozeilenversion `fo64.exe`, nicht die interaktive `find_o64.exe`. Zum Datenordner gehören unter anderem `environ.def`, `ObsCodes.htm` und `efindorb.txt`. Der Ordner `data` enthält den lokalen Sternkatalog und muss neben `app.py` erhalten bleiben.

1.2 Offline starten und beenden

Die erste Einrichtung benötigt Internet. Nach vollständiger Installation kannst du den erneuten `pip`-Aufruf des normalen Startskripts vermeiden:

```
orbit_env\Scripts\python.exe -m streamlit run app.py --server.address 127.0.0.1
```

Führe den Befehl im Programmordner aus. Beende den Server mit `Strg+C` im Konsolenfenster. Das Schließen des Browsers allein beendet ihn nicht. Sichere vorher dein Projekt.

1.3 USB und Aktualisierung

`Portable_erstellen.bat` erstellt unter Windows mit Internetzugang eine eigene portable Ausgabe einschließlich Laufzeit. Erst der erzeugte Ordner unter `portable_output` ist das USB-Paket. Eine bestehende virtuelle Umgebung sollte nicht einfach auf einen anderen Rechner kopiert werden.

`Installation_pruefen.bat` prüft Fit, Kontrollvorhersage, Projektwiederherstellung und FFmpeg. Teste das erzeugte Paket auch nach einem Laufwerkswechsel und bei getrennter Netzwerkverbindung. Sichere vor einem Update Projekte, `runs`, `settings.json` und eigene Engine-Dateien. Linux/macOS: Build über `tools/build_findorb_unix.sh`, Start über `start_unix.sh`; nur Linux wurde hier ausgeführt.

2 Schnellstart mit einem ersten Projekt

2.1 Beispielrechnung

1. Starte die App und richte links Find_Orb und den Datenordner ein.
2. Wähle als Datenquelle „Eros – Referenzdaten“. Verwende den Modus „MPC-Codes“ und Standort 568.
3. Öffne „Messungen ansehen und bearbeiten“. Die Beispielwerte sind berechnete Referenzpositionen, keine eigenen Aufnahmen.
4. Prüfe die markierten UTC-Tage. Für einen ersten Fit kannst du die ersten zwölf Tage verwenden und die letzten drei zurückhalten.
5. Vergib einen verständlichen Laufnamen. Lass die Bahnepoche zunächst automatisch bestimmen.
6. Drücke „Bahn berechnen“ und warte auf den Abschluss.
7. Prüfe die tatsächlich verwendeten Positionen und Tage. Öffne dann „Messabweichungen“ und „Bahnelemente & Bahn“.

Die normale Ergebnisansicht enthält auch ältere Kontrollfunktionen mit Anforderungen an Zeitraster und Standort. Für einen ausdrücklich unabhängigen Versuch verwende den eigenen Bereich „Unabhängiger Versuch: Trainingstage und Kontrolltage“ aus Kapitel 9.

2.2 Eigenes Objekt

Lade Beobachtungen eines Objekts, gegebenenfalls aus mehreren Tagesdateien. Gib im Feld „Objektname für diese Beobachtungsserie“ einen konsistenten Namen ein, zum Beispiel „220P“. Der Name erleichtert die Zuordnung und die MPC-Suche; er ersetzt keine Prüfung, ob alle Messungen tatsächlich dasselbe Objekt zeigen.

Wähle zunächst wenige Tage und rechne einen überschaubaren Versuch. Kontrolliere Datum, Standort, Koordinaten, Einheit und verwendete Messungen, bevor du eine große Serie oder eine Empfindlichkeitsanalyse startest.

2.3 Projekt sichern

Öffne „Projekt speichern und öffnen“, vergib einen Projektnamen und drücke „Projektdatei vorbereiten“. Lade danach das Projekt herunter. Das Archiv endet auf .orbit.zip. Nach neuen Rechnungen oder Änderungen musst du es erneut vorbereiten und herunterladen.

Ein Projekt sichert mehrere Läufe und Einstellungen. Das Ergebnis-ZIP eines einzelnen Laufs ist kein Ersatz dafür. Lokale Laufordner allein sind ebenfalls kein automatisch aktuelles Projektarchiv.

3 Beobachtungsdaten als CSV

3.1 Empfohlenes Format

Eine Datei enthält genau ein Objekt und eine Zeile je Beobachtung. Verwende UTF-8, eine Kopfzeile, Komma als Feldtrenner und Punkt als Dezimalzeichen. Semikolon als Trenner wird ebenfalls erkannt; ein Dezimalkomma wird dadurch nicht gültig.

Spalte	Inhalt	Pflicht
utc	UTC mit Datum und Sekunden	Ja
ra_deg	Rektaszension in Grad, 0 bis kleiner 360	Ja
dec_deg	Deklination in Grad, -90 bis +90	Ja
site	Dreistelliger MPC-Code, etwa A34 oder 568	Sonst Standard links
sigma_arcsec	Positive Messunsicherheit in Bogensekunden	Sonst Standard links

utc,ra_deg,dec_deg,site,sigma_arcsec

2026-01-01T08:00:00Z,20.500975772,31.468878558,568,0.3

2026-01-02T08:00:00Z,21.154287516,31.230390091,568,0.3

2026-01-03T08:00:00Z,21.820199139,30.994273697,568,0.3

Die Zeilen sind ein Eros-Syntaxbeispiel aus den mitgelieferten Referenzdaten. Mindestens drei unterschiedliche Zeitpunkte sind erforderlich, aber nicht automatisch ausreichend für eine eindeutige Bahn.

3.2 Zeit und Koordinaten

UTC sollte normalerweise zur Belichtungsmitte gehören. Bei Beginn 20:15:00 UTC und 30 Sekunden Belichtung ist das 20:15:15 UTC. Die App wandelt deutsche Ortszeit nicht automatisch um. Ohne abschließendes Z gilt die Eingabe ebenfalls als UTC; Zeitzoneneffsets wie +02:00 sind für diese CSV nicht vorgesehen.

Die Messrichtungen müssen astrometrische J2000/ICRS-Koordinaten sein. RA in Stunden darf nicht unter ra_deg stehen. Alternativ verwende beide Spalten ra_hms und dec_dms, etwa 01:22:00.234185 und +31:28:07.962809. Eine Stunde RA entspricht 15 Grad. Verwende nur eine Koordinatenvariante.

3.3 Excel und Zusatzspalten

Formatiere utc und site in Excel als Text, damit etwa 000 erhalten bleibt. Exportiere CSV UTF-8 und prüfe die Datei im Texteditor. XLSX wird nicht unmittelbar eingelesen. Eine Objektspalte ist optional; verschiedene Kennungen innerhalb derselben Datei werden abgewiesen. Helligkeit und andere Zusatzspalten gehen nicht in den Bahnfit ein.

4 Tycho und MPC Beobachtungen importieren

4.1 Tycho CSV

Wähle „Tycho-CSV“. Unterstützt ist der achtspaltige, kommagetrennte Export ohne Kopfzeile:

```
PK26R020,2026 10 03.82805,2461317.328053,16 24 26.38,+15 12 09.5,17.944,G,A34
```

Die Reihenfolge ist Objektkennung, MPC-Datum, JD UTC, RA, Dec, Helligkeit, Band und Standort. Das JD wird in UTC umgerechnet; MPC-Datum und JD werden gegengeprüft. Bei mehr als einer Sekunde Unterschied wird der Eintrag abgewiesen. Fehlende individuelle Unsicherheiten werden durch den Standardwert ersetzt.

Bei gleichem Objekt, numerisch gleichem Zeitpunkt und gleichem Standort bleibt der erste Eintrag in ursprünglicher Reihenfolge erhalten. Das ist etwa bei separat gemessenen RGB-Kanälen relevant: Es wird nicht gemittelt und kein vermeintlich besserer Kanal ausgewählt. Verschiedene Standorte bleiben getrennt. Die konvertierte CSV lässt sich herunterladen und später als „Eigene CSV“ laden.

4.2 MPC Beobachtungsformat

„MPC-Format / Tycho“ liest MPC1992 bzw. OBS80 mit festen Zeichenpositionen. Datenzeilen haben 80 Zeichen; Leerzeichen müssen unverändert bleiben. Dateien dürfen .obs, .mpc, .txt oder keine Endung haben.

Unterstützt werden CCD, CMOS, fotografische Beobachtungen und V/v-Paare für beweglich angegebene Beobachtungsorte. Die beiden Zeilen eines V/v-Paars gehören zusammen. Radar- und Satellitenformate werden nicht allgemein unterstützt. Die Messwerttabelle dient hier der Kontrolle und ist nicht direkt editierbar. Die ausgewählten Originaldatensätze werden an Find_Orb übergeben.

4.3 Standorte richtig behandeln

Im Modus „MPC-Codes“ gelten die Codes der Datei. Bei „Eigene Koordinaten“ ersetzt ein gemeinsamer WGS84-Ort alle CSV-Standorte. Native MPC-Daten erfordern den Modus „MPC-Codes“.

Unbekannte Codes kannst du über „Beobachtungen mit unbekannten Standortcodes ausschließen“ aus der Rechnung entfernen. Die Punkte werden dann wirklich nicht benutzt. Ein unbekannter Ephemeridenstandort muss trotzdem korrigiert werden. Code 500 bezeichnet den Erdmittelpunkt, nicht einen beliebigen Ersatzstandort. Für V/v-Beobachtungen ist Code 247 allein kein eindeutiger fester Ort für eine Ephemeride.

Beobachtungsdateien und MPC-Bahnelementkataloge sind verschiedene Eingaben: CometEls.txt, NEA.txt und MPCORB.DAT gehören in den Referenzimport, nicht in die Messwerttabelle.

5 Messungen auswählen und Bahn berechnen

5.1 Daten prüfen und Tage kombinieren

Die Tabelle „Messungen ansehen und bearbeiten“ zeigt neben UTC das abgeleitete „JD (UTC)“. Dieses Feld ist schreibgeschützt. Ändere bei Bedarf den UTC-Wert; das JD wird daraus neu berechnet. Bei nativen MPC-Daten bleibt die Tabelle insgesamt schreibgeschützt.

Unter „UTC-Tage für diesen Berechnungslauf“ legst du per Checkbox fest, welche Tage gemeinsam gerechnet werden. Ein UTC-Tag ist nicht unbedingt eine vollständige örtliche Beobachtungsnacht. Manuelle Ausschlüsse und Ausschlüsse unbekannter Standorte verringern die verfügbare Auswahl zusätzlich.

Die Strategie „Nur drei: Anfang, Mitte, Ende“ dient besonders didaktischen Versuchen. Drei Richtungen können mehrere geometrisch mögliche Bahnen zulassen. Verwende diese Einstellung nicht als automatische Qualitätssteigerung gegenüber einem längeren Messbestand.

5.2 Bahnepoche und Laufname

Die Bahnepoche bezeichnet den Zeitpunkt, für den die Elemente gelten. Standardmäßig wird sie aus der Mitte des geladenen Datensatzes abgeleitet. Alternativ kannst du JD TT eingeben oder eine übernommene MPC-Referenz als Epochengrundlage wählen.

UTC ist die Zeitskala deiner Beobachtungen; TT ist eine andere Zeitskala für die Bahnepoche. „J2000“ bezeichnet hier die Ausrichtung des Koordinatensystems, nicht automatisch die Epoche des Elementsatzes.

Verwende Namen wie „220P Tag 1“ oder „220P Tage 1 bis 4“. Gespeicherte Läufe lassen sich später unter „Gespeicherten Lauf umbenennen“ ändern. Unterschiedliche Rechnungen bleiben getrennt auswählbar.

5.3 Rechnung und Ergebnis

„Bahn berechnen“ startet Find_Orb. Kontrolliere anschließend zuerst die Datennutzung: Wie viele Positionen und welche Tage gingen tatsächlich in den Fit ein? Erst danach sollten Elemente, Referenzvergleich und Animation beurteilt werden.

Die Ephemeridenkonfiguration legt Beginn, Schrittweite, Anzahl und Beobachtungsort der Vorhersagetabelle fest. Sie ist nicht gleichbedeutend mit dem Beobachtungsbestand des Fits. Änderungen an Daten oder Einstellungen verändern einen gespeicherten Lauf nicht nachträglich. Für ein neues Ergebnis erneut rechnen und einen unterscheidbaren Namen verwenden.

6 Plausibilitätsprüfung und Ausschlüsse

6.1 Was geprüft wird

Unter der Messwerttabelle steht „Plausibilitätsprüfung – auffällige Beobachtungen“. Sie benötigt keine MPC-Bahn. Für jede Position wird eine lokale Bewegung aus bis zu zehn benachbarten anderen Messungen geschätzt. Der Prüfpunkt selbst wird dabei weggelassen. Mediane begrenzen den Einfluss einzelner Ausreißer.

Die Prüfung trennt nach UTC-Tag und Standort; bei Zeitlücken über standardmäßig 60 Minuten beginnt eine neue Gruppe. Mindestens sechs geeignete Messungen sind erforderlich. Räumliche Einheitsvektoren vermeiden Probleme am RA-Übergang und an den Himmelspolen.

Als Prüfgrenze gilt der größere Wert aus 5 Bogensekunden und dem Sechsfachen einer robusten lokalen Streuung. Mindestabweichung, Streuungsfaktor und Zeitlücke sind einstellbar. Der Faktor ist keine statistisch kalibrierte Sigma-Garantie.

Status	Bedeutung
Unauffällig	Mit der geschätzten lokalen Bewegung vereinbar
Auffällig	Abweichung überschreitet die Prüfgrenze
Nicht prüfbar	Es fehlen genügend geeignete Nachbarpunkte

6.2 Punkte ausschließen und zurücknehmen

1. Lies Abweichung, Grenze und Prüfhinweis der auffälligen Zeilen.
2. Prüfe in den Originalaufnahmen die Objektzuordnung, Zeit und Koordinaten.
3. Hake die betreffenden Zeilen in „Auswahl“ an.
4. Drücke „Ausgewählte Beobachtungen ausschließen“.
5. Berechne die Bahn neu. Bestehende Ergebnisse bleiben unverändert.

„Ausgewählte Beobachtungen wieder zulassen“ nimmt den Ausschluss gezielt zurück. Originaldaten bleiben erhalten, Ausschlussgründe werden im Projekt gespeichert. Die Prüftabelle ist als CSV exportierbar. Im zusätzlichen Messpunktdiagramm kannst du Punkte per Klick, Rechteck oder Lasso markieren und mit eigenem Ausschlussgrund entfernen.

6.3 Grenzen

Ein gemeinsam verschobener Block oder ein ganz falscher Tag kann intern glatt aussehen und unauffällig bleiben. Starke Krümmung und schnelle NEO-Bewegungen können Fehlalarme verursachen. Nicht prüfbar bedeutet nicht fehlerfrei. Prüfe die Übereinstimmung zwischen Tagen zusätzlich über die Bahnvorhersage und unabhängige Kontrollen.

7 Datennutzung und Mehrstart Suche

7.1 Die Warnung richtig lesen

Find_Orb sucht eine Anfangsbahn, versucht weitere Beobachtungen einzubeziehen und kann Messungen ausschließen. Ausgeschlossene Punkte sind nicht automatisch falsche Messungen: Auch eine ungünstige Ausgangsbahn kann dazu führen, dass richtige Tagesgruppen nicht übernommen werden.

Die App warnt deutlich, sobald ein eingelesener Tag vollständig fehlt oder weniger als 80 Prozent der eingegebenen Positionen verwendet werden. Die 80-Prozent-Grenze ist eine Bedienwarnschwelle, kein astronomischer Qualitätsnachweis. „Datennutzung nach Beobachtungstag“ und der tatsächliche Zeitraum stehen vor den Ergebnisreiterei.

7.2 Mehrstart Suche ausführen

1. Wähle mindestens zwei Tage und prüfe manuelle Ausschlüsse.
2. Öffne „Robuste Bahnsuche über mehrere Tage – alternative Startauswahlen“.
3. Drücke „Mehrstart-Suche durchführen“.
4. Vergleiche die gespeicherten Kandidaten und ihre Tagesfehler.

Die Suche verwendet bis zu fünf verschiedene Eingaben: alle Messungen sowie bis zu drei, fünf und sieben zeitlich verteilte Punkte pro Tag, zusätzlich eine versetzte Dreierauswahl. Identische Auswahlen werden übersprungen. Unterstützt werden bis zu 3000 Messungen und ortsfeste Standorte.

Jede gefundene Bahn wird anschließend zu sämtlichen ausgewählten Zeiten und Standorten vorhergesagt. Keine Messung wird aus dieser Bewertung entfernt. Aus den Abständen entsteht ein RMS je Tag; die Tageswerte werden quadratisch mit gleichem Gewicht zusammengefasst. Rang 1 hat die kleinste Gesamtabweichung und wird zunächst angezeigt.

7.3 Beispiel C 2022 E3

Bei der untersuchten Datei lagen 89 Positionen an fünf Tagen vor. Die erste Rechnung verwendete nur 15 Punkte vom 29. Januar über etwa 70 Minuten und ergab eine Bahnneigung von 66,09 Grad. Die Mehrstart-Suche fand einen Kandidaten mit 109,13 Grad und 5,12 Bogensekunden Gesamt-RMS bei gleicher Tagesgewichtung.

Das belegt eine bessere Übereinstimmung in diesem Fall, nicht die endgültig richtige Bahn. Kandidaten bleiben Teilmengenfits; es wird keine anschließende Vollanpassung aller Punkte behauptet. Die für die Auswahl genutzten Messungen sind keine unabhängigen Testdaten. Kontrolltage müssen vorher separat zurückgehalten werden.

8 Ergebnisse und Bahnparameter verstehen

8.1 Ergebnisreiter

Reiter	Zweck
Bahnelemente & Bahn	Elemente, Bahnkurve und Sonnenanimation
Messabweichungen	Beobachtet minus berechnet und verwendete Punkte
Vorhersage & Kontrolle	Ephemeride und ältere Rasterkontrolle
Läufe vergleichen	Tabellen und Kurven mehrerer Rechnungen
Referenzvergleich	Eigene Elemente und MPC-Referenz
Bahn am Himmel	RA/Dec-Vorhersagen über der Zeit
Qualitätsübersicht	Datenbasis und Entwicklung verschiedener Läufe
Empfindlichkeit	Fits mit variierten Messpositionen
Unabhängige Kontrolle	Vorhersagen für vollständig zurückgehaltene Tage

8.2 Die wichtigsten Elemente

Zeichen	Bedeutung
q	Kleinsten Sonnenabstand der Kegelschnittbahn, in AE
e	Exzentrizität: elliptisch unter 1, parabolisch bei 1, hyperbolisch über 1
a	Große Halbachse; bei der verwendeten Hyperbelkonvention negativ
i	Neigung gegen die Ekliptik; über 90 Grad bedeutet rückläufig
Ω oder N	Richtung des aufsteigenden Knotens
ω	Lage des Perihels innerhalb der Bahnebene
M	Mittlere Anomalie zur angegebenen Epoche, besonders für Ellipsen
Tp	Zeitpunkt des Periheldurchgangs

AE bedeutet Astronomische Einheit. Eine negative große Halbachse ist bei einer hyperbolischen Lösung kein Importfehler. Nahe $e = 1$ reagiert a sehr empfindlich auf kleine Änderungen der Exzentrizität; dann ist q oft anschaulicher. Stark gerundete Werte können e als 1 anzeigen, obwohl der gespeicherte Wert leicht darüber oder darunter liegt.

8.3 Residuen und Unsicherheiten

Die RA-Residuen enthalten den Faktor $\cos(\text{Dec})$. RMS beschreibt die mittlere Abweichung der verwendeten Daten, nicht automatisch aller geladenen Messungen. Formale Sigmas gelten lokal für Modell und Lösung. Ein kleines RMS oder kleine Sigmas schließen alternative Bahnen bei kurzen Bögen nicht aus.

9 Unabhängige Kontrolle und Empfindlichkeit

9.1 Ganze Tage zurückhalten

Nutze „Unabhängiger Versuch: Trainingstage und Kontrolltage“. Wähle beispielsweise drei Tage zum Fit und einen weiteren Tag ausschließlich zur Kontrolle. Training und Kontrolle dürfen sich nicht überschneiden; mindestens drei unterschiedliche Trainingszeiten sind erforderlich.

Drücke „Nur Training fitten und Kontrolltage vorhersagen“. Die App berechnet die Bahn nur aus den Trainingstagen. Anschließend erzeugt Find_Orb Vorhersagen aus dem unveränderten Zustand für die tatsächlichen Zeiten und Standorte der Kontrollmessungen. Deren gemessene RA/Dec werden nicht an die Vorhersagerechnung übergeben.

Der Ergebnisreiter „Unabhängige Kontrolle“ zeigt Abstände, Tagesstatistik, Diagramm und CSV-Export. Maximal 1000 Kontrollmessungen sind pro Versuch vorgesehen. Mehrere feste MPC-Standorte und gespeicherte eigene WGS84-Koordinaten werden berücksichtigt; bewegte MPC-Standorte werden dort nicht unterstützt.

9.2 Was unabhängig bedeutet

Wenn du nach Sichtung der Kontrollfehler Messungen entfernst, Einstellungen anpasst oder den besten Kandidaten auswählst, ist diese Kontrolle für die neue Auswahl nicht mehr unabhängig. Verwende für eine abschließende Beurteilung neue, bisher unbenutzte Tage.

Der ältere Bereich „Vorhersage & Kontrolle“ arbeitet mit vorhandenen Ephemeriden und passendem Raster. Verwechsle ihn nicht mit der exakten Kontrolle an frei vorgegebenen Messzeiten. Für neue Lehrversuche ist der eigene Trainings-/Kontrollbereich der klarere Weg.

9.3 Messfehler veranschaulichen

Im Reiter „Empfindlichkeit“ kannst du 3 bis 30 Messvarianten, einen Sigma-Faktor und einen Zufallsstartwert wählen. „Empfindlichkeitsanalyse berechnen“ verändert die Richtungen mit normalverteiltem Rauschen in zwei Tangentialrichtungen und passt jede Variante erneut an.

Die Übersicht und der Bahnfächer zeigen, wie die Lösungen reagieren. Gleicher Seed macht die Variationen reproduzierbar; identische Fits setzen außerdem dieselbe Engine und Konfiguration voraus. Die Darstellung ist kein abgesicherter Konfidenzbereich. Systematische Fehler und alle zulässigen Alternativbahnen sind nicht vollständig enthalten.

Bei nativen MPC-Daten kann sich durch die Umwandlung für Varianten das GewichtungsmodeLL ändern. V/v-Daten werden für diesen Versuch nicht unterstützt. Hintergrundserien lassen sich pausieren und fortsetzen; sichere Projekte erst nach dem Pausieren.

10 MPC Referenzen laden und vergleichen

10.1 Katalog und Objekt übernehmen

Öffne beim gespeicherten Lauf den Reiter „Referenzvergleich“. Der Katalogimport befindet sich oberhalb der Parametertabelle. CometEls.txt im Programmverzeichnis dient als lokale Standardquelle. Alternativ nutze „Andere MPC-Datei verwenden (optional)“. Bei Bedarf stelle „Dateiformat“ auf „MPCORB / NEA“.

Unterstützt sind CometEls.txt, AllCometEls.txt sowie Kleinplanetendateien im MPCORB-Format, zum Beispiel NEA.txt und MPCORB.DAT. NEOCP ist nicht Bestandteil dieses Imports. Lade möglichst unveränderte Textdateien; die Formate nutzen feste Feldpositionen.

Suche nach dem Objektnamen oder einer Kennung. Die App unterstützt Teilstrings und Ähnlichkeitssuche. Ein eindeutiger Treffer kann automatisch übernommen werden; bei mehreren Treffern wähle unter „Bahnlösung auswählen“ den richtigen Datensatz und drücke „Als Referenz übernehmen“. Die Übernahme muss die Parameterfelder tatsächlich füllen. Eine ausgewählte Datei allein ist noch kein fertiger Vergleich.

10.2 Vergleich freigeben

1. Prüfe Referenzobjekt und Herkunft des Datensatzes.
2. Prüfe die Referenzepoche einschließlich Format und Zeitskala.
3. Wähle „Sonne / Ekliptik J2000“ nur bei tatsächlich passendem Rahmen.
4. Bestätige, dass Referenz und eigener Lauf dasselbe Objekt und Bezugssystem betreffen.
5. Drücke „Parameter vergleichen“.

Die Referenzepoche ist der Gültigkeitszeitpunkt des Elementsatzes. Sie ist weder der heutige Tag noch automatisch der Aufnahmezeitpunkt oder der Periheldurchgang. Übernimm sie aus der Referenz; setze nicht willkürlich die eigene Epoche ein. Historische Kometeneinträge können unvollständig sein und benötigen dann eine fachlich begründete Ergänzung.

10.3 Unterschiede interpretieren

Bei unterschiedlichen Epochen ist die einfache Differenztafel nur orientierend. „Vergleich auf gemeinsamer Epoche“ schreibt beide Zustände mit demselben solaren Zweikörpermodell fort. Das vereinheitlicht den Zeitpunkt, ersetzt aber keine vollständige Störungsrechnung.

Für offene Referenzbahnen werden q , e , Orientierung und T_p verwendet. Ein fehlendes elliptisches M ist bei Hyperbeln oder Parabeln kein Grund, einen beliebigen Wert einzutragen. Die Referenzanimation wird nur freigegeben, wenn die notwendigen Angaben vorhanden und verarbeitbar sind. Eine blockierte Rahmenprüfung sollte durch Prüfung der Herkunft gelöst werden, nicht durch unbegründetes Bestätigen.

11 Animation im Sonnensystem

11.1 Animation erstellen

Im Bereich „Bahnelemente & Bahn“ kannst du mehrere benannte Lösungen desselben Objekts auswählen und gemeinsam darstellen. Eine ausgewählte gemeinsame MPC-Referenz wird einmal für alle Läufe ergänzt.

1. Wähle die gewünschten Berechnungsläufe und den Anzeigenamen.
2. Aktiviere bei Bedarf „MPC-Referenzbahn anzeigen“.
3. Wähle die Planeten, die du als Orientierung sehen möchtest.
4. Lege Start und Ende fest, etwa 2026-01-01 bis 2023-01-01.
5. Wähle Ansicht, Bildzahl, Abspielgeschwindigkeit und Bildausschnitt.
6. Drücke „Animation erstellen“.

Bis zu zehn Jahre sind vorwärts oder rückwärts möglich. Auch Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun sind auswählbar. Mit äußeren Planeten wird der gemeinsame Ausschnitt sehr groß; innere Bahnen können dann klein erscheinen. Der feste Ausschnitt „Inneres Sonnensystem (± 3 AE)“ kann dagegen weiter entfernte Objekte abschneiden.

11.2 Darstellung lesen

Die Objektbahnen werden aus den jeweiligen Zuständen im solaren Zweikörpermodell fortgeschrieben. Es handelt sich nicht um eine neue Find_Orb-Anpassung und nicht um eine vollständige Langzeit-Störungsrechnung. Markergrößen sind zur Sichtbarkeit gewählt und nicht maßstäblich.

Dicke Bahnabschnitte kennzeichnen den berechneten Weg während der verwendeten Beobachtungen. Sie sind keine direkt gemessenen räumlichen Positionen. Sehr kurze Beobachtungsbögen können in der Gesamtansicht kaum sichtbar sein.

Die Legende blendet Bahnen und zugehörige Objektpunkte ein oder aus. Änderungen an den Einstellungen werden erst nach erneutem „Animation erstellen“ wirksam.

11.3 HTML und MP4

„Animation als eigenständige HTML-Datei“ erzeugt eine interaktive Offline-Datei. Für ein Video zuerst die Animation erstellen, dann „Animation als MP4 erzeugen“ und „MP4 herunterladen“ wählen.

Das MP4 verwendet eine feste 3D-Kamera und übernimmt nicht den zuletzt im Plotly-Diagramm gewählten Blickwinkel. Die Videoberechnung benötigt Matplotlib und imageio-ffmpeg aus den Paketabhängigkeiten. Ältere portable Installationen müssen diese Pakete durch einen Neubau erhalten. Ein Video zeigt die gewählten Modellbahnen; es bestätigt ihre Genauigkeit nicht.

12 Himmelsbahn und Sternkarte

12.1 Direkter Weg nach der Berechnung

Oberhalb der Ergebnisreiter steht „Berechnete Bahn auf der Sternkarte“. Beginn und Ende sind mit dem ersten und letzten eingelesenen Messzeitpunkt des gespeicherten Laufs vorbelegt. Beide Werte kannst du ändern. Standardmäßig werden 200 Stützpunkte berechnet; möglich sind 2 bis 720.

Prüfe den MPC-Standort. Ein im Lauf gespeicherter eigener WGS84-Ort wird stattdessen verwendet. Drücke „Berechnete Bahn auf Sternkarte anzeigen“. Find_Orb berechnet Positionen aus dem unveränderten Zustand; die Sternkarte öffnet sich mit Bahnspur und Messpunkten. Ein zweiter Aktualisierungsklick ist nicht nötig.

Die direkte Ansicht zeigt auch im Fit verworfene Eingabepunkte. Bei verschiedenen Messstandorten können Parallaxenunterschiede auftreten. Die Linie verbindet berechnete Stützpunkte; für schnelle Bewegung mehr Punkte wählen. Der neue Aufruf ersetzt die gespeicherte Find_Orb-Himmelsansicht dieses Laufs.

12.2 Sternkarte ohne neuen Fit

„Himmelskarte mit Sternen – offline und zoombar“ unterhalb der Berechnungsbereiche funktioniert auch allein mit geladenen Messungen. Wähle Tage, Gesichtsfeld, Grenzhelligkeit und optional gespeicherte Find_Orb-Himmelsbahnen. Danach „Sternkarte anzeigen / aktualisieren“ drücken.

Mausrad zoomt, Ziehen verschiebt, Doppelklick setzt den Ausschnitt zurück. Über die Legende schaltest du Reihen um. Beim Überfahren erscheinen Sternname, Helligkeit und Koordinaten beziehungsweise Messzeit und Standort. Exportiere bei Bedarf die vollständige Offline-HTML-Datei.

41.487 lokale HYG-Sterne bis mag 8 dienen zur Orientierung. J2000-Sternpositionen werden nicht um Eigenbewegung korrigiert. Der Mittelpunkt ist automatisch oder manuell wählbar. Das Gesichtsfeld reicht von 1 bis 150 Grad; Positionen über 80 Grad Abstand vom Mittelpunkt sind ausgeblendet. Große Bögen deshalb gegebenenfalls tageweise ansehen.

12.3 Zeitabhängige Himmelsbahn

Der Reiter „Bahn am Himmel“ bietet zusätzlich eine animierte Himmelsbahn. Standard ist Find_Orb mit Planetenstörungen; mehrere Läufe und eine gemeinsame MPC-Referenz sind möglich. „Find_Orb-Himmelsbahn erstellen“ übernimmt Zeitraum, Schrittweite und Standort. Die Sternkarte selbst ist in dieser Version statisch und zoombar, ohne eigenen Zeitregler. Das weiterhin verfügbare Zweikörper-/Astropy-Modell ist ausdrücklich vereinfacht.

13 Projekte und Berechnungsserien

13.1 Ein Projekt weitergeben

„Projektdatei vorbereiten“ erzeugt einen Schnappschuss der aktuellen Messungen, Läufe, Referenzen, Varianten und unterstützten Einstellungen. „Projekt herunterladen“ speichert ihn als .orbit.zip. Nach Änderungen erneut vorbereiten, sonst enthält der Download den älteren Stand.

Zum Wiederherstellen wähle das Archiv unter „Orbitprojekt öffnen (.orbit.zip)“ und drücke „Projekt öffnen“. Die aktuelle Sitzung wird ersetzt; sichere sie zuvor bei Bedarf. Als Datenquelle steht anschließend „Projektmessungen“ zur Verfügung.

Laufdateien werden in neue lokale Unterordner unter runs geschrieben. Die Engine-Pfade bleiben die des aktuellen Rechners. Python, Find_Orb und große Referenzkataloge sind nicht Teil des Projekts. Gerenderte Ansichten müssen nach dem Öffnen gegebenenfalls neu erstellt werden. Eine Projektdatei ist kein vollständiges Installationspaket.

13.2 Tagesvergleiche automatisch rechnen

Unter „Automatische Tagesvergleiche“ gibt es zwei Wege: kumulativ erster Tag, erste zwei Tage und so weiter; oder jeder Tag einzeln und anschließend alle gemeinsam. Wähle bis zu 30 Tage und prüfe die Vorschau. Pro Fit sind mindestens drei unterschiedliche Zeiten nötig.

Alle Läufe einer Serie verwenden die gewählte Epoche und Ephemeridenkonfiguration. Auch eine gewählte Drei-Punkte-Strategie wird berücksichtigt. Die automatische Epoche wird aus dem gesamten geladenen Bestand bestimmt, nicht für jede Teilmenge neu.

„Tagesvergleiche berechnen“ startet die Folge. Erfolgreiche Läufe bleiben erhalten, Fehler werden angezeigt. Verwende die Namen anschließend zur gemeinsamen Animation oder zur Qualitätsübersicht.

13.3 Pausieren und fortsetzen

„Serie abbrechen / pausieren“ beendet den aktuellen Arbeitsschritt kontrolliert. Bereits erfolgreiche Ergebnisse bleiben gespeichert; der unterbrochene Fit wird beim Fortsetzen neu gestartet. „Ergebnisansicht aktualisieren“ übernimmt den neuen Stand in die Anzeige.

Pausiere laufende Serien vor dem Speichern eines Projekts. Ausstehende Aufgaben können über das Projekt wiederhergestellt werden. Für Tages-Serien gibt es außerdem „Lokal gesicherte Tages-Serien wieder aufnehmen“. Für einen Rechnerwechsel ist das Projektarchiv der vorgesehene Weg. Empfindlichkeitsserien bleiben ihrem Ausgangslauf zugeordnet.

14 Exporte und Berichte

Ausgabe	Inhalt und Verwendung
Konvertierte CSV	Vereinheitlichte Tycho-Messungen zur Weiterverwendung
Bereinigte MPC-Datei	Originalbeobachtungen nach Dublettenbereinigung
Residuen CSV	Zeit, Abweichungen und verwendete Messungen eines Fits
Ephemeriden CSV	Berechnete Positionen zu den konfigurierten Zeiten
Prüftabelle CSV	Plausibilitätsstatus und Prüfgrenzen
Kontroll CSV	Exakte Vorhersagefehler zurückgehaltener Tage
Ergebnis ZIP	Dateien und Protokolle eines einzelnen Rechenlaufs
Projekt orbit.zip	Sitzung mit mehreren Läufen und unterstützten Einstellungen
Animation HTML	Interaktive Sonnenanimation einschließlich JavaScript
Animation MP4	Video mit fester 3D-Kamera
Himmelsbahn HTML und CSV	Himmelspositionen und interaktive Darstellung
Sternkarte HTML	Sterne, gewählte Messpunkte und Spuren ohne laufende App
Vergleichsbericht HTML	Druckbare Zusammenstellung des ausgewählten Ergebnisses

14.1 Bericht drucken

Unter den Ergebnissen lässt sich ein druckbarer Bericht erzeugen. Er bündelt unter anderem Qualität, Elemente, vorhandene Kontrollwerte, Vergleichsdaten und Ausschlussgründe. Öffne die HTML-Datei im Browser und nutze Drucken → Als PDF speichern. Das ist ein Browser-PDF-Export, kein eigener DOCX-Berichtsgenerator der App.

Prüfe vor dem Export, welcher Lauf angezeigt wird und welche Vergleiche oder Kontrollen bereits berechnet sind. Nicht ausgeführte Analysen können im Bericht nicht erscheinen.

14.2 Ergebnisse nachvollziehbar sichern

Bewahre die ursprünglichen Beobachtungen zusätzlich auf. Ein sinnvoller Satz für einen Lehrversuch umfasst Originaldaten, Projektarchiv und einen Bericht. Notiere Objekt, Beobachtungsort, Zeitbasis, Softwarestand und verwendete Referenzdatei.

HTML-Dateien enthalten die zum jeweiligen Zeitpunkt erzeugte Darstellung. Sie ändern sich nicht, wenn du später das Projekt bearbeitest. Eine Projektsicherung sollte deshalb nicht durch eine exportierte Abbildung oder ein Video ersetzt werden.

Der Sternkatalog steht separat unter CC BY-SA 4.0. Quelle und Lizenz liegen im Ordner data und werden im Sternkartenexport genannt. Die App führt zur Darstellung keine Online-Sternabfrage aus.

15 Lehrversuch mit mehreren Beobachtungstagen

15.1 Lernziel und Vorbereitung

Der Versuch zeigt, warum mehr Daten nicht automatisch bessere Modelle bedeuten und warum der zeitliche Abstand wichtig ist. Geeignet sind eigene Tagesreihen von 220P oder einem anderen eindeutig identifizierten Objekt.

Bereite drei bis fünf Tage mit jeweils mehreren Messungen vor. Plane einen weiteren Tag als zunächst unbekannte Kontrolle ein. Sichere die Ausgangsdaten und notiere Standort und Unsicherheitsannahmen. Teste die Installation vor der Veranstaltung.

15.2 Ablauf

1. Lade zunächst einen einzelnen Tag. Prüfe die lokale Bewegung und berechne eine Bahn.
2. Notiere q , e , i , RMS, verwendete Positionen und verwendete Zeitspanne.
3. Ergänze weitere Tage und erstelle eine kumulative Tages-Serie.
4. Prüfe die Qualitätsübersicht. Welche Parameter stabilisieren sich, welche bleiben empfindlich?
5. Wenn ganze Tage entfallen, starte die Mehrstart-Suche. Vergleiche Fit-RMS und Gesamtbewertung.
6. Übernimm eine MPC-Referenz und prüfe Epoche und Bezugssystem.
7. Zeige mehrere Lösungen in der Sonnenanimation und vor Sternen.
8. Sage den vorher zurückgehaltenen Tag voraus. Beurteile die tatsächlichen Kontrollfehler.
9. Erzeuge für einen kurzen und einen längeren Bogen einige Messvarianten.
10. Sichere Projekt und Bericht mit einer kurzen Interpretation.

15.3 Leitfragen für die Studierenden

Warum können zwei Bahnen die Messungen eines kurzen Abends ähnlich gut erklären? Weshalb ist ein zusätzlicher Tag oft wertvoller als viele fast zeitgleiche Aufnahmen? Was verändert sich, wenn der Rechenkern nur die bequem passenden Punkte verwendet?

Welche Aussage erlaubt ein kleiner Fit-RMS, welche erst eine unabhängige Vorhersage? Warum darf ein nachträglich zum Auswählen verwendeter Kontrolltag nicht weiter als unabhängiger Test gelten? Wieso kann die große Halbachse bei fast parabolischen Bahnen stärker schwanken als die Periheldistanz?

15.4 Erwartete Dokumentation

Halte Auswahlregeln und Ausschlüsse fest. Vergleiche nicht nur schön wirkende Kurven, sondern auch die zugrunde liegenden Messungen. Für die Einführung Mathematik lässt sich der Bezug zu Modellanpassung, Fehlerquadraten, robusten Kennzahlen, Sensitivität und Prognoseprüfung herstellen. Ein vollständiger Beweis der Bahnbestimmung ist dafür nicht erforderlich.

16 Fehler erkennen und beheben

16.1 Import und Standort

„Pflichtspalten fehlen“: Prüfe Kopfzeile und Datenquelle. Tycho ohne Kopfzeile gehört in „Tycho-CSV“, nicht in die normale CSV-Eingabe. Literale Zeichenfolgen wie `\r\n` ersetzen keine echten Zeilenumbrüche.

„Unbekannte Standortcodes“: Prüfe, ob der richtige Find_Orb-Datenordner und eine passende Standortdatei verwendet werden. Entweder den Standort fachlich korrekt einrichten oder die betroffenen Beobachtungen ausdrücklich ausschließen. Nicht stillschweigend durch Code 500 ersetzen.

„Mindestens drei verschiedene Beobachtungszeiten“: Nach Tageswahl und Ausschlüssen sind zu wenige Daten übrig. Zeitgleiche RGB-Messungen liefern keine zusätzliche Zeitbasis.

16.2 Referenzvergleich

„Zentrum oder Bezugssystem nicht erkannt“: Herkunft und Rahmen der eigenen Elemente prüfen. Ein Referenzimport kann trotzdem möglich sein, der numerische Vergleich bleibt gesperrt.

„Objekt und gemeinsames Bezugssystem bestätigen“: Tatsächliche Objektidentität und „Sonne / Ekliptik J2000“ prüfen; danach die Bestätigung setzen.

„Referenzepoche“ fehlt: Epoche des Referenz-Elementsatzes eintragen, mit zutreffender Zeitskala. Nicht Aufnahmezeit oder Tp verwechseln.

„Mindestens einen Referenzparameter eingeben“: Prüfe, ob der Katalogtreffer wirklich übernommen wurde und die Parameterfelder gefüllt sind.

16.3 Auffällige Ergebnisse

Stark abweichende Parameter trotz kleinem RMS: Zuerst die Datennutzung nach Tagen ansehen. Danach Residuen aller Punkte, Standort und Zeiten prüfen, gegebenenfalls Mehrstart-Suche nutzen. Eine andere Epoche allein erklärt nicht jede große Abweichung.

MPC-Referenzbahn nicht anwählbar: Referenz übernehmen und Vollständigkeit prüfen. Für offene Bahnen sind q, e, Orientierung und Tp erforderlich; ein fehlendes M allein muss kein Fehler sein.

Planeten nicht sichtbar: Auswahl und Zoom prüfen. Äußere Planeten liegen im Ausschnitt ± 3 AE außerhalb des Bildes.

16.4 Sternkarte und Installation

Sternkatalog fehlt: Den Ordner data vollständig aus dem Paket übernehmen. Nach geänderten Kartenoptionen „aktualisieren“ drücken. Bei langen Spuren Zeitraum oder Mittelpunkt anpassen. Ein anderer Standort kann zu einer versetzten Vorhersage führen.

Find_Orb startet nicht: Kommandozeilenprogramm und Datenordner prüfen, insbesondere fo64.exe und Begleitdateien. Konsolenmeldung und run.log helfen bei der Diagnose. Installation_pruefen.bat auf dem Zielrechner ausführen. Keine Dateien allein nach ihrem Namen als austauschbar behandeln.

17 Technische Grenzen und Modellübersicht

Funktion	Rechenweg und Aussagegrenze
Bahnfit	Find_Orb mit konfigurierten Engine-Daten; mögliche Teilmengenauswahl
Exakte Kontrollvorhersage	Eingefrorener Find_Orb-Zustand, tatsächliche Zeiten und Orte
Mehrstart Bewertung	Vorhersage gegen Suchbestand; keine unabhängige Validierung
Sonnenanimation	Solare Zweikörperfortschreibung der Objektbahnen
Gemeinsame Vergleichsepoche	Vereinfachtes gemeinsames Zweikörpermodell
Find_Orb Himmelsbahn	Fortgeschriebener Zustand mit Engine-Ephemeriden
Vereinfachte Himmelsbahn	Zweikörper/Astropy; ausdrücklich nur Näherung
Sternhintergrund	HYG J2000 ohne Eigenbewegungsfortschreibung

17.1 Physikalischer Hintergrund

RA und Dec beschreiben eine Richtung, noch keine Entfernung. Die wechselnde Beobachterposition und mehrere Messzeiten erlauben es, räumliche Bewegung einzuschränken. Find_Orb sucht eine Anfangslösung und verbessert sie anhand der Messabweichungen. Kurze Bögen können mehrere sehr verschiedene Lösungen zulassen.

Die Oberfläche bietet keine vollständige Suche aller zulässigen Bahnen und keine frei konfigurierbare Modellierung der Kometenausgasung. Ohne zusätzliche geeignete JPL-DE-Datei verwendet die Engine näherungsweise Planetenpositionen. Die Genauigkeit hängt von Daten, Gewichtung, Standort, Modell und Lösung ab.

17.2 Software und Dateien

Streamlit stellt die lokale Browseroberfläche bereit. pandas und NumPy verarbeiten Tabellen, Astropy rechnet Zeiten und Winkel um, SciPy unterstützt die vereinfachte Fortschreibung, Plotly die Diagramme. Find_Orb wird als lokaler Prozess gestartet. Die Bahnberechnung benötigt weder OpenAI-API noch ein KI-Modell.

Unter runs liegen isolierte Rechenordner mit Eingaben, Ergebnissen, Konfiguration und Protokollen. settings.json speichert lokale Einstellungen. Änderungen an Engine-Dateien oder Versionen können Ergebnisse beeinflussen; sichere daher bei wichtigen Versuchen die Herkunft der Konfiguration.

17.3 Prüfstand

Für Version 0.18.1 bestehen 78 automatisierte Tests. Der direkte Sternkartenaufruf wurde zusätzlich mit echten Find_Orb-Vorhersagen über Streamlit AppTest geprüft. Das ist keine native Windows-Abnahme und keine Garantie für reale Beobachtungsgenauigkeit.

Weiterführende Quellen: www.projectpluto.com/find_orb.htm und [fo_usage.htm](http://www.projectpluto.com/fo_usage.htm); MPC-Katalogdokumentation unter www.minorplanetcenter.net; JPL Horizons unter ssd.jpl.nasa.gov/horizons. Die HYG-Quelle und Lizenz sind im mitgelieferten data/README_STARS.md dokumentiert. Für den konkreten Programmstand sind README, PRUEFBERICHT.md und die integrierte Hilfe maßgeblich.

18 Anhang zur FITS Tagesauswahl

18.1 Separates Hilfsskript

fits_tagesauswahl_v5.py ist ein separat bereitgestelltes Werkzeug zur Vorbereitung der Bilder. Es kopiert ausgewählte FITS-Dateien; es führt weder Astrometrie noch eine Bahnberechnung aus. Das Skript muss separat vorhanden sein und ist nicht Bestandteil der Sternkartenfunktion.

Beispiel für zehn zeitlich verteilte Bilder pro Tag bei einer Auflösung von 6248×4176 Pixeln:

```
python fits_tagesauswahl_v5.py "Z:\Bilder" "D:\Astronomie\DemoE3" --anzahl 10 --objekt "C-2022 E3" --tagesordner --breite 6248 --hoehe 4176
```

Der Befehl ist als eine Zeile auszuführen, auch wenn er im Dokument umbricht.

Option	Bedeutung
--anzahl 10	Bis zu zehn unterschiedliche Zeitpunkte je Tag
--anzahl -1	Alle passenden Dateien
--objekt	Exakter Objektteil des Dateinamens, ohne Beachtung der Großschreibung
--breite und --hoehe	Erforderliche NAXIS1 und NAXIS2; Standard 1080 und 1920
--tagesordner	Tagesordner; bei -1 zusätzlich Quell-Unterstruktur
--flach	Alle Dateien direkt ins Ziel, Standardverhalten
--probelauf	Auswahl anzeigen, ohne zu kopieren
--von und --bis	Datumsgrenzen einschließlich, JJJJ-MM-TT
--filter	Nur den angegebenen Filter berücksichtigen

18.2 Dateinamen und Pfade

Erwartet wird beispielsweise Light_C-2022 E3_30.0s_IRCUT_20230129-190542.fit. Leerzeichen, Bindestriche und Unterstriche im Objektteil müssen genau passen. Gesucht wird im Dateinamen, nicht im Ordernamen oder FITS-Feld OBJECT. Unterstützt werden fit, fits und fts, auch gzip-komprimiert.

Bei positiver Anzahl bleibt pro gleichem Zeitstempel nur die erste passende Datei nach sortiertem relativem Pfad. Unterschiedliche Auflösungen werden anhand des primären FITS-Headers ausgeschlossen. Bereits identische Zieldateien werden übersprungen; Inhaltskonflikte führen zum Abbruch.

Wenn Z: bereits auf \\synheartsome\Astronomie verweist, ist Z:\Bilder der Pfad zu dessen Unterordner Bilder. Z:\Astronomie\Bilder würde Astronomie doppelt enthalten. Prüfe unsichere Pfade zunächst mit dir und nutze vor dem Kopieren --probelauf.