



Handbuch

Satellitenbahn-Vorhersage

von

GAFAG
an e-GEOS (ASI / Telespazio) Company

Software: **GAFmap** - Satellitenbahn-Vorhersage
Autor: GAF AG
Überarbeitet: November 2025

Inhalt

1	Über die Erweiterung Satellitenbahn-Vorhersage	1
2	Über dieses Handbuch	2
3	Über die Satellitenbahn-Vorhersage	3
3.1	Satellitenbahn-Vorhersage starten	3
3.2	Datenquelle (TLEs)	3
3.3	Genauigkeit und Aktualität der Satellitenbahn-Vorhersage	5
4	Werkzeugeleiste Satellitenbahn-Vorhersage	6
4.1	SOP-Ziellayer hinzufügen	6
4.2	Tag/Nacht-Layer hinzufügen	8
5	SOP-Layer im TOC	9
5.1	SOP-Ziellayer	9
5.1.1	Zu Layer zoomen	14
5.1.2	Entfernen	14
5.1.3	Nach oben/unten schieben	15
5.1.4	Exportieren	15
5.1.5	Punkt-Tabelle anzeigen	16
5.1.5.1	Ausgewählte als GPKG speichern	21
5.1.5.2	Sky Plot für Ausgewählte anzeigen	22
5.1.5.3	Alle Punkte von diesem Pfad auswählen	22
5.1.5.4	Zeitraum auf diesen Pfad einschränken	23
5.1.5.5	Sichtbarkeitsanalyse für Satellitenposition aktivieren	23
5.1.5.6	Beleuchtung setzen	26
5.1.5.7	Ansichtspunkt erzeugen	27
5.1.5.8	Flugbahn für Ausgewählte erzeugen	28
5.1.5.9	3D Ansicht ausrichten	30
5.1.5.10	Überflug für Ausgewählte animieren	30
5.1.5.11	Ausgewählte als Feature einfügen	31
5.1.5.12	Spaltenbreite anpassen	32
5.1.6	Schwade-Tabelle anzeigen	32
5.1.7	Sky Plot anzeigen	32
5.1.8	DOP anzeigen	37
5.1.9	Cache leeren	39
5.1.10	Als GPKG speichern	40
5.1.11	Eigenschaften	40
5.1.11.1	Allgemein	41
5.1.11.1.1	Satelliten	43
5.1.11.2	Geometrie	47
5.1.11.3	Filter	47
5.2	Tag/Nacht-Layer	50
5.2.1	Eigenschaften	51
6	Weiterführende Darstellungsmöglichkeiten	53
6.1	Zeitschienenanimation	53
6.2	Darstellung in der 3D Ansicht	54
7	Verhalten beim Packen mit Pack&Go	55

1 Über die Erweiterung Satellitenbahn-Vorhersage

Mit der GAFmap® Erweiterung **Satellitenbahn-Vorhersage** sind in GAFmap® zusätzliche Funktionen zur Vorhersage von Satellitenpositionen/-bahnen sowie deren Visualisierung verfügbar. Sie ermöglichen z.B. eine Vorhersage, ob für einen bestimmten Zielpunkt auf der Erdoberfläche in den folgenden Stunden oder Tagen Überflüge von bestimmten Satelliten zu erwarten sind und wie gut und mit welcher Qualität (z.B. hinsichtlich Blickwinkel, Auflösung etc.) diese den Zielpunkt abdecken. So können Sie z.B. abzuschätzen, ob im Vorhersagezeitraum Aufnahmen von einer bestimmten Qualität grundsätzlich möglich sind.

Die Funktionen zur Satellitenbahn-Vorhersage sind vollständig in GAFmap® integriert. Damit sie in der Programmoberfläche sichtbar/verfügbar sind, muss die Erweiterung **Satellitenbahn-Vorhersage** unter Menü Extras > Erweiterungen aktiviert sein. Es erscheint dann eine zusätzliche **Werkzeugleiste Satellitenbahn-Vorhersage**, über die die Vorhersage gestartet werden kann (siehe Kapitel 3.1).

Falls Ihre GAFmap®-Lizenz die Erweiterung 3D Viewer enthält und diese aktiviert ist, können Satellitenblickwinkel und/oder -überflug auch in 3D visualisiert werden. Ohne 3D Viewer-Erweiterung ist nur eine Visualisierung in 2D möglich.

2 Über dieses Handbuch

Dieses Handbuch behandelt ausschließlich die spezifischen Funktionen der Erweiterung Satellitenbahn-Vorhersage. Informationen zu GAFmap® allgemein und den in der Kernkomponente enthaltenen (Standard-)Funktionen finden Sie im GAFmap® Handbuch bzw. zur 3D Komponente im GAFmap® 3D Viewer Handbuch.

Der Aufbau des Handbuchs orientiert sich an der Anordnung der Funktionen in der Programmoberfläche. Wo die beschriebenen Funktionen in GAFmap® zu finden sind, ist im entsprechenden Kapitel direkt unter der Überschrift vermerkt, z.B.

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer

Muss eine bestimmte Erweiterung aktiviert sein, damit eine Funktion in der Programmoberfläche verfügbar/sichtbar ist, ist dies ebenfalls ganz oben im entsprechenden Handbuchkapitel vermerkt, z.B.:

[Menü Extras > Erweiterungen > Satellitenbahn-Vorhersage]

oder

[Menü Extras > Erweiterungen > 3D Viewer]

Beachten Sie, dass die Erweiterung 3D Viewer nur vorhanden ist, wenn sie in Ihrer GAFmap®-Lizenz enthalten ist. Ohne 3D Viewer-Lizenz sind so gekennzeichnete Funktionen nicht verfügbar.

3 Über die Satellitenbahn-Vorhersage

3.1 Satellitenbahn-Vorhersage starten

[Menü Extras > Erweiterungen > Satellitenbahn-Vorhersage]

Sie können die Satellitenbahn-Vorhersage starten, indem Sie den Button **SOP-Ziellayer hinzufügen** in der Werkzeugleiste Satellitenbahn-Vorhersage aktivieren, in der Karte einen Zielpunkt setzen und die zu analysierenden Satelliten auswählen (siehe Kapitel 4.1). Es wird dann ein neuer sog. **SOP-Ziellayer** erzeugt, der neben dem Zielpunkt selbst die für diesen Zielpunkt berechneten, voraussichtlichen Überflugbahnen der ausgewählten Satelliten anzeigt und den sich jeweils daraus ergebenden, potentiellen Aufnahmestreifen mit Abdeckung des Zielpunkts (siehe Kapitel 5.1).

Die Voraussage erfolgt standardmäßig auf Grundlage aktueller TLEs von NORAD (siehe Kapitel 3.2) für drei Tage voraus, unter Berücksichtigung der potentiellen Sichtfläche der Satelliten, sonst aber ungefiltert. Satellitenauswahl, Datenquelle, Vorhersagezeitraum, Filtereinstellungen, Darstellungseigenschaften (Symbologie) etc. können über die Eigenschaften des SOP-Ziellayers nachträglich noch angepasst werden (siehe Kapitel 5.1.11 ff.). Informationen zu den Satelliten und der geometrischen Beziehungen zwischen Satellit und Zielpunkt sind in einer Attributtabelle hinterlegt (siehe Kapitel 5.1.5 bzw. 5.1.6).

Für den SOP-Ziellayer stehen Ihnen dann diverse Funktionen zur Visualisierung und Analyse in 2D sowie (mit entsprechender GAFmap® Lizenz) auch in 3D zur Verfügung, z.B. eine Visualisierung als SkyPlot inkl. Geländeabschattung oder eine 3D Simulation des Satellitenblickwinkels und/oder -überflugs. Informationen zu den verfügbaren Funktionen und Visualisierungsmöglichkeiten finden Sie in Kapitel 5 und 6.

Tipps und Hinweise

- Siehe Kapitel 3.2, falls Sie beim Setzen des Zielpunkts eine Fehlermeldung erhalten.

3.2 Datenquelle (TLEs)

Die Vorhersage beruht auf TLE Sets (Two-Line Orbital Element Sets), wie sie z.B. von NORAD (North American Aerospace Defense Command) zur Verfügung gestellt werden. Es handelt sich hierbei um einfache Textdateien, die in standardisierter Form (jeweils in zwei Zeilen) relevante Satellitenbahnelemente (Form der Bahn, Lage im Raum, Zeitbezug) sowie diverse Korrekturparameter zur Bestimmung des Satellitenorbits beinhalten:

```

2 40113 97.0291 50.9007 0001743 01.0421 275.0991 14.03391031303021
GEOEYE 1
1 33331U 08042A 23346.14284174 .00000409 00000+0 85997-4 0 9990
2 33331 98.0695 57.0428 0007683 36.7965 323.3764 14.64503763815795
LANDSAT 8
1 39084U 13008A 23346.11982062 .00000327 00000+0 82745-4 0 9994
2 39084 98.2083 53.6808 0001382 89.1498 270.9859 14.57099449576021
SENTINEL-2A
1 40697U 15028A 23346.13053522 .00000119 00000+0 62192-4 0 9995
2 40697 98.5704 58.0725 0001107 87.4825 272.6484 14.30813961442459
PLEIADES 1A
1 38013U 11076F 23346.16787617 .00000371 00000+0 68072-4 0 0001

```

Abbildung 1: Ausschnitt aus einer TLE-Datei (mit Beispielen für GeoEye-1, Landsat 8 und Sentinel-2A)

Auf Grundlage solcher TLEs können Satellitenpositionen/-bahnen für einen bestimmten Zeitraum vorausberechnet werden.

Standardmäßig verwendet GAFmap® für die Satellitenbahn-Vorhersage TLEs von NORAD. Sie werden für verschiedene Satelliten (zur Erdbeobachtung, Navigation, Kommunikation etc.) zur Verfügung gestellt und laufend aktualisiert. Um die nötige Aktualität der Daten zu gewährleisten, werden sie direkt von Celestrak (<http://www.celestrak.com/NORAD/elements/>) bezogen, was bedeutet, dass standardmäßig Netzzugriff inkl. Zugangsberechtigung zur genannten URL nötig ist (siehe auch Tipps und Hinweise unten). Für die Vorhersage können aber auch andere TLEs verwendet werden, z.B. TLEs aus anderen Quellen und/oder lokal abgelegte TLE-Dateien.

Kann beim Erzeugen des SOP-Ziellayers nicht auf die Standard-Quell-URL zugegriffen werden, erhalten Sie eine Fehlermeldung, z.B.:

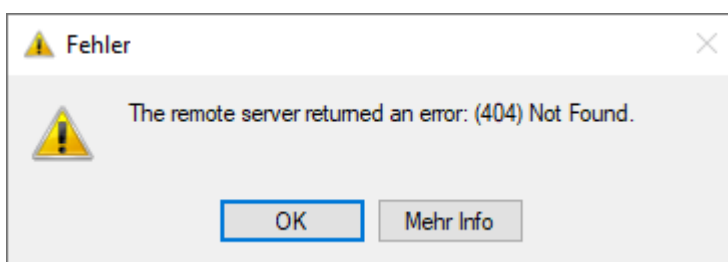


Abbildung 2: Fehlermeldung, wenn beim Setzen des Zielpunkt keine Verbindung zur Celestrak.URL besteht

Es wird dann ein leerer SOP-Ziellayer angelegt. Dem Layer können im Nachgang noch Satelliten hinzugefügt werden.

Für weitere Informationen zum nachträglichen Hinzufügen von Satelliten, u.a. auch solchen, die nicht in der Standard-Auswahlliste auftauchen und/oder Satelliten aus anderen Datenquellen, siehe Kapitel 5.1.11.1.1.

Tipps und Hinweise:

- Um die Satellitenbahn-Vorhersage so, wie sie standardmäßig in GAFmap® implementiert ist, nutzen zu können, muss Zugriff auf <https://celestrak.org/> gewährleistet sein. Testen Sie vorab in Ihrem Internet-Browser, ob Sie die genannte URL aufrufen können. Falls nicht, wird die Seite evtl. von Ihrer Firewall geblockt!
Überprüfen Sie Ihre Proxy-Einstellungen (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 3.5.1.13), falls der Zugriff nur in GAFmap® fehlschlägt, ansonsten aber möglich ist.

3.3 Genauigkeit und Aktualität der Satellitenbahn-Vorhersage

Satelliten erfahren auf ihrer Umlaufbahn um die Erde diverse Störungen, z.B. hervorgerufen durch das unregelmäßige Gravitationsfeld der Erde, die Anziehungskraft des Mondes, Sonnenwinde, die Bremswirkung der Erdatmosphäre etc. Diese Bahnstörungen bewirken, dass sich Satellitenorbits kontinuierlich und unvorhersehbar ändern. Eine berechnete Vorhersage muss deshalb laufend mit tatsächlichen Beobachtungen z.B. durch Tracking-Stationen auf der Erde abgeglichen und aktualisiert werden (siehe z.B. [Wikipedia - Bahnstörung](#)).

Bei den TLEs, auf welchen die Satellitenbahn-Vorhersage in GAFmap® beruht (siehe Kapitel 3.2), handelt es sich um Momentaufnahmen von Satellitenorbits zu einem bestimmten Zeitpunkt ("Epoche"). Sie beinhalten für die enthaltenen Satelliten jeweils alle relevanten Bahnelemente und berücksichtigen auch die Auswirkungen von Bahnstörungen. Die Vorhersage der Bahnstörungen erfolgt nach dem SGP4 Modell (Simplified General Perturbations Model No. 4). Der Fehler des Modells liegt bei ca. 1 km zur Epoche und wächst pro Tag um ca. 1-3 km an. Aus Gründen der Genauigkeit sollte die Vorhersage deshalb v.a. für Satelliten mit niedrigem Orbit (also z.B. für Erdbeobachtungssatelliten) nicht mehr als wenige Tage von der Epoche, d.h. vom Zeitpunkt der "Aufnahme", abweichen (siehe z.B. [Wikipedia - Satellitenbahnelement](#)).

Die NORAD-TLEs, die GAFmap® standardmäßig verwendet, werden laufend geupdatet (i.d.R. mehrmals täglich) und die Vorhersage entsprechend aktualisiert; hierfür muss ggfs. der Cache gelöscht werden. Für nähere Informationen siehe Kapitel 5.1.

4 Werkzeugleiste Satellitenbahn-Vorhersage

4.1 SOP-Ziellayer hinzufügen

[Menü Extras > Erweiterungen > Satellitenbahn-Vorhersage]

In GAFmap: Werkzeugleiste Satellitenbahn-Vorhersage



• Mit **SOP-Ziellayer hinzufügen** können Sie die Satellitenbahn-Vorhersage für einen bestimmten Zielpunkt auf der Erdoberfläche starten. Aktivieren Sie hierfür den Button und klicken Sie dann in der Kartenansicht auf das gewünscht Ziel. Es öffnet sich ein Auswahldialog, über den Sie die Satelliten, die abgefragt/vorhergesagt werden sollen, auswählen können:

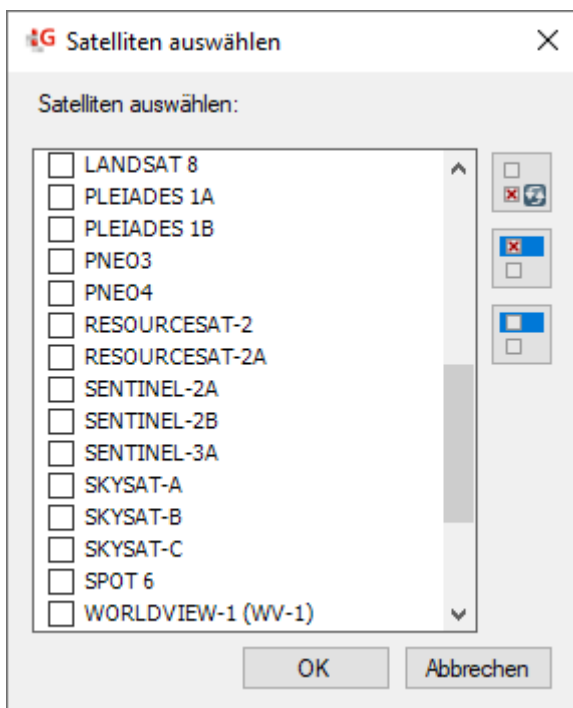



Abbildung 3: Dialog **Satelliten auswählen**

Wählen Sie die gewünschten Satelliten aus, indem Sie sie einzeln anhaken und/oder verwenden Sie die hierfür vorgesehenen Buttons bzw. Tastaturbefehle:

-  kehrt die Satellitenauswahl um / hakt die in der Liste markierten (blau hinterlegten) Satelliten an/aus.

Alternativ können Sie mit Einfg/Entf/Leertaste markierte Satelliten auswählen/abwählen/umschalten.

Satelliten können per Klick auf den Namen markiert werden; Mehrfach-Markierung ist mit Strg bzw. Shift möglich, Strg+A markiert alle Satelliten in der Liste.

Mit **OK** bestätigen Sie die Auswahl. Unter Grafiken wird ein neuer **SOP-Ziellayer** angelegt, der neben dem Zielpunkt selbst die für diesen Zielpunkt berechneten, voraussichtlichen Überflugbahnen/Pfade der ausgewählten Satelliten anzeigt und den sich jeweils daraus ergebenden, potentiellen Aufnahmestreifen mit Abdeckung des Zielpunkts.

Standardmäßig erfolgt die Vorhersage für die ausgewählten Satelliten beginnend mit dem Zeitpunkt der Abfrage für drei Tage voraus. Angezeigt werden von den vorhergesagten Orbits nur die Abschnitte, von denen aus der Satellit den Zielpunkt unter Berücksichtigung des maximal möglichen Schwenkwinkels ("Max Off-Nadir") tatsächlich "sehen"/ aufnehmen kann. Abgesehen davon sind die Ergebnisse ungefiltert.

Für weitere Informationen zum SOP-Ziellayer siehe Kapitel 5.1 ff., für Informationen zu den Vorhersage- und Filtereinstellungen siehe Kapitel 5.1.11 ff.

Solange der Button in der Werkzeugleiste aktiviert (blau umrandet) ist, erzeugt jeder weitere Klick in die Kartenansicht einen neuen SOP-Ziellayer.

Siehe Kapitel 3.2, falls Sie beim Erzeugen des SOP-Ziellayer eine **Fehlermeldung** erhalten.

Auswählbare Satelliten

Bei den im **Satelliten auswählen**-Dialog aufgelisteten (Standard-)Satelliten handelt es sich um eine Vorauswahl. Wollen Sie andere Satelliten verwenden, können Sie diese nachträglich hinzufügen. Wählen Sie in diesem Fall keinen oder einen beliebigen anderen Satelliten aus und passen Sie die Satellitenauswahl und/oder die Datenquelle dann über die Eigenschaften des SOP-Ziellayers an (siehe Kapitel 5.1.11.1.1).

Bestätigen Sie eine leere Satellitenauswahl oder können die der Vorhersage zugrundeliegenden TLEs nicht abgerufen werden (siehe Kapitel 3.2), wird ein leerer SOP-Ziellayer erzeugt (d.h. der Layer enthält dann nur den Zielpunkt, aber keine Satelliten). Dem Layer können nachträglich jederzeit noch Satelliten hinzugefügt werden (siehe Kapitel 5.1.11.1.1).

Die Liste der standardmäßig angebotenen Satelliten im **Satelliten auswählen**-Dialog kann um eigene erweitert werden. Für nähere Informationen siehe Kapitel 5.1.11.1.1.

SOP-Zielpunkt in der 3D Ansicht setzen

[Menü Extras > Erweiterungen > 3D Viewer]

Alternativ können Sie den Zielpunkt in der 3D Ansicht setzen. Beachten Sie aber, dass ein Punkt in 3D nur auf eine Oberfläche gesetzt werden kann, d.h. z.B. auf DEMs, 3D Modelle, dreidimensional dargestellte Grafikelemente oder (extrudierte) Features etc., und nicht in den

"leeren Raum". Befindet sich auf dem Bildschirm an der angeklickten Stelle kein 3D Datensatz, wird kein Punkt erzeugt.

4.2 Tag/Nacht-Layer hinzufügen

[Menü Extras > Erweiterungen > Satellitenbahn-Vorhersage]


In **GAFmap**: Werkzeugleiste Satellitenbahn-Vorhersage

Mit **Tag/Nacht-Layer hinzufügen** können Sie einen neuen Tag/Nacht-Layer erzeugen. Klicken Sie hierfür einfach den Button. Der Befehl wird dann direkt ausgeführt und der erzeugte Tag/Nacht-Layer unter Grafiken abgelegt.

Für nähere Informationen zum Tag/Nacht-Layer siehe Kapitel 5.2.

5 SOP-Layer im TOC

5.1 SOP-Ziellayer

 **SOP Ziellayer 1** Beim **SOP-Ziellayer** handelt es sich um ein spezielles Grafikelement in GAFmap®, welches bei der Satellitenbahn-Vorhersage ausgespielt wird und deren Ergebnis anzeigt.

Jeder SOP-Ziellayer enthält (auf oberster Ebene) den **Zielpunkt**, auf den sich die Vorhersage bezieht, und darunter alle abgefragten **Satelliten**:

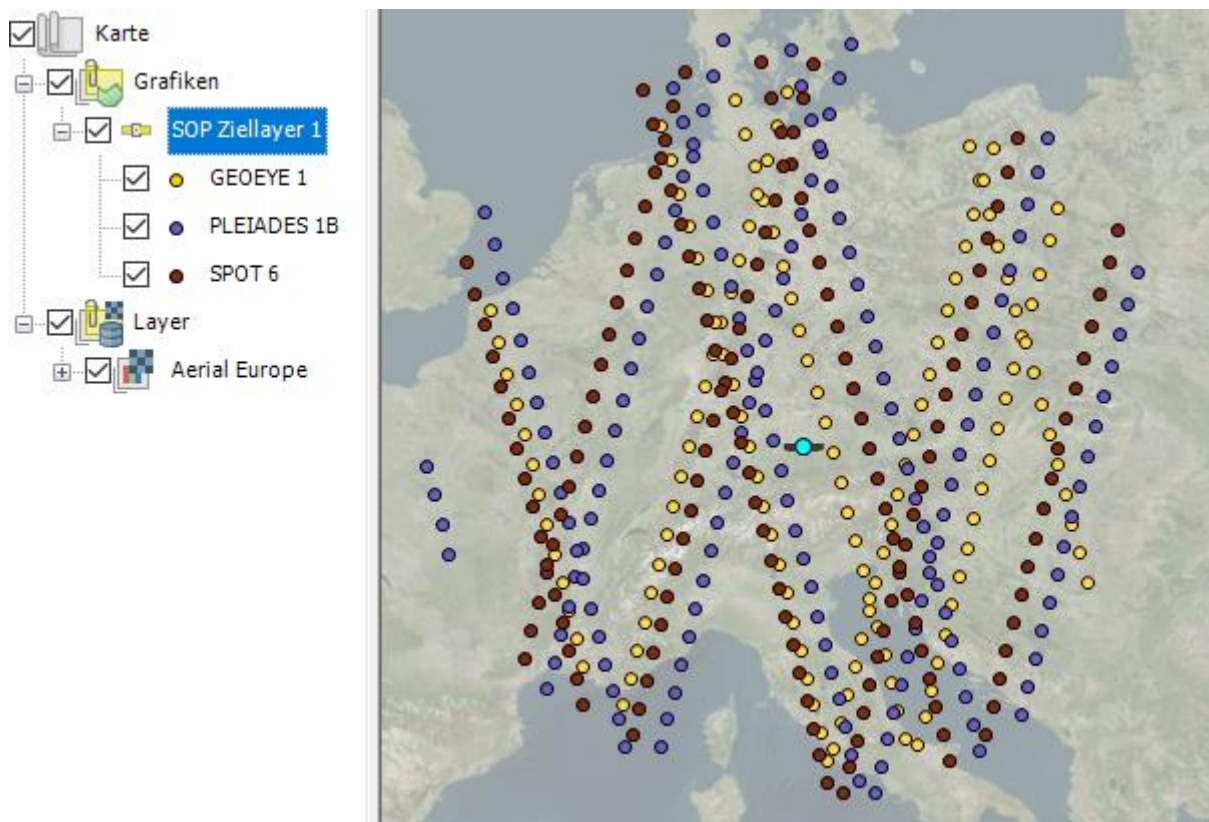


Abbildung 4: SOP-Ziellayer im TOC (links) und Darstellung in der Kartenansicht (rechts)

Durch An-/Aushaken im TOC können Sie die abgefragten Satelliten individuell aktivieren/deaktivieren; in der Kartenansicht werden die zugehörigen Bahnen dann entsprechend ein-/ausgeblendet und auch in der Punkt- und Schwade-Tabelle werden nur aktivierte Satelliten angezeigt (siehe Kapitel 5.1.5 bzw. 5.1.6).

Standardmäßig werden nur Pfade bzw. Bereiche von Pfaden ausgegeben, von denen aus der Satellit den Zielpunkt unter Berücksichtigung des maximal möglichen Schwenkwinkels ("Max Off-Nadir") tatsächlich "sehen"/aufnehmen kann. Diese Option kann in den Eigenschaften des SOP-Ziellayers deaktiviert werden (siehe Kapitel 5.1.11.3).

Beachten Sie auch das Update-Verhalten des SOP-Ziellayers (siehe unten).

Satellitenbahnpunkte, Schwadfläche und (potentielle) Abdeckung

Die vorhergesagten Überflüge/Pfade eines Satelliten werden als eine Aneinanderreihung von **Satellitenbahnpunkten** (Sub-Satellite Points) mit einem bestimmten (zeitlichen) Abstand dargestellt. Die Punkte beschreiben die Bodenspur des Satelliten; über ihnen steht der Satellit im Zenit. Relevante Informationen zum Satelliten (Name, Position, Auflösung etc.), zur geometrischen Beziehung zwischen Satelliten und Zielpunkt (Entfernung, Blickrichtung etc.) sowie der Zeitpunkt, zu dem der Satellit an dieser Position zu erwarten ist, können der Punkt-Tabelle entnommen werden (siehe Kapitel 5.1.5). Die Dichte der Bahnpunkte hängt vom gewählten **Zeitintervall** ab (siehe Kapitel 5.1.11.1).

Standardmäßig wird für jeden Pfad eine **Schwadfläche** (Swath Area) eingeblendet. Sie zeigt eine Aufnahme an, welche der Satellit auf diesem Pfad theoretisch (!) machen könnte, wenn der Sensor am Punkt der nächsten Annäherung bestmöglich auf den Zielpunkt schwenkt.

Das (angenäherte) Rechteck, mit dem die mögliche Aufnahme angezeigt wird, wird so erzeugt, dass sich das Ziel möglichst mittig befindet. Die Breite ist fix und resultiert aus dem maximalen Blickfeld des Satelliten (**FOV**; siehe Kapitel 5.1.11.1.1), die **Schwadlänge** und die **Schwadrichtung** können Sie in den Eigenschaften des Zielpunkts selbst festlegen (siehe Kapitel 5.1.11.1). Bei nicht-schwenkenden Sensoren (d.h. Max. Off-Nadir-Winkel = 0) ist die Aufnahme immer entlang des Pfads ausgerichtet.

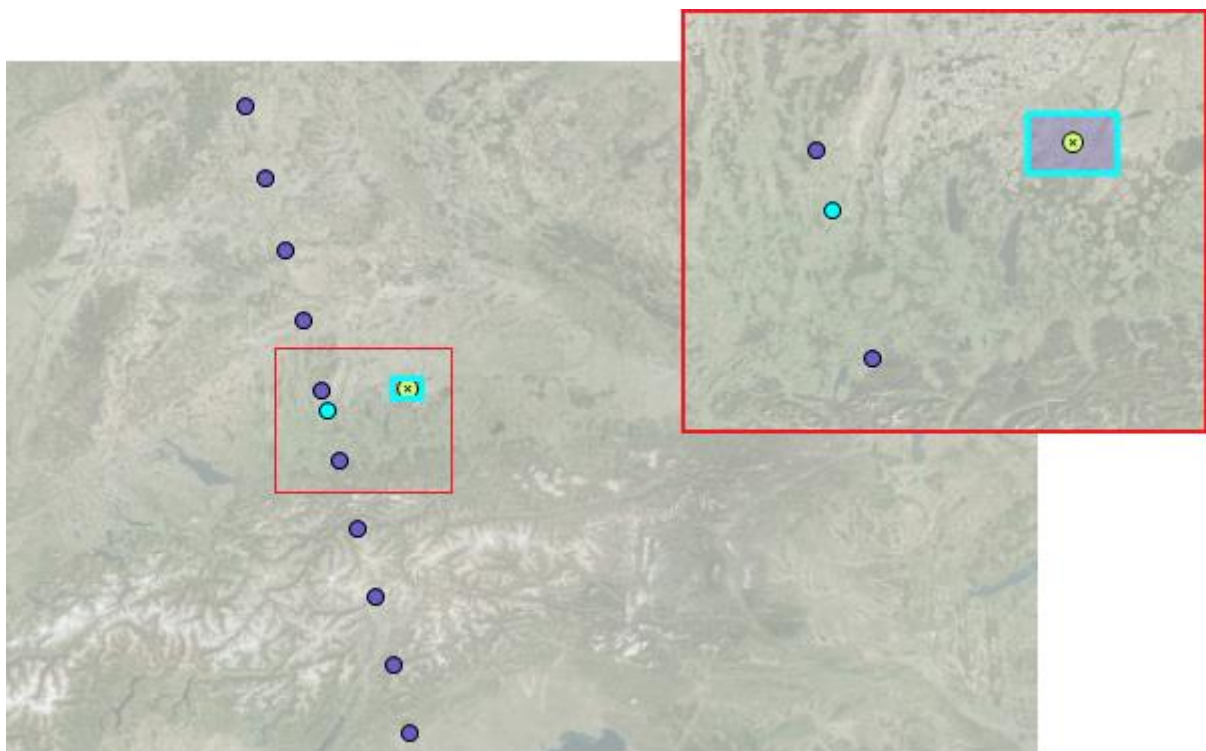


Abbildung 5: SOP-Ziellayer, Beispiel für eine Schwadfläche eines Pfades. Der auf dem Pfad angezeigte (Fuß-)Punkt (cyan) markiert den Punkt der nächsten Annäherung des Satelliten an den Zielpunkt (grün).

Ist ein Pfad unterbrochen, z.B. weil einzelne Bahnpunkte weggefiltert sind (siehe Kapitel 5.1.11.3), wird für die Teilstücke jeweils eine eigene Schwadfläche erzeugt.

Wählen Sie eine Schwadfläche aus (siehe unten), wird auf dem zugehörigen Pfad der **Punkt der nächsten Annäherung** des Satelliten an den Zielpunkt angezeigt, auf dem die Berechnung der Schwadgeometrie basiert. Relevante Informationen zum Satelliten, zur geometrischen Beziehung zwischen dem Satelliten am Punkt der nächsten Annäherung und dem Zielpunkt sowie der Zeitpunkt, zu dem der Satellit dort zu erwarten ist, können der Schwade-Tabelle entnommen werden (siehe Kapitel 5.1.6).

Über die Eigenschaften des SOP-Ziellayers (siehe Kapitel 5.1.11.1) können Sie die Schwadflächen ein-/ausblenden; alternativ oder zusätzlich können Sie sich die Abdeckung und/oder die Potentielle Abdeckung anzeigen lassen:

Die **Abdeckung** zeigt die gesamte mögliche Sichtfläche des Satelliten an einer bestimmten Position an (Instantaneous Access Area). Sie hängt vom maximal möglichen Sensorschwenkwinkel (Off-Nadir-Winkel; siehe Kapitel 5.1.11.1.1) und der Höhe des Satelliten ab. Falls aktiviert, wird die Abdeckung um Bahnpunkte herum eingeblendet, sobald Sie diese auswählen. Sie markiert den Bereich, den der Satellit von der Position des Bahnpunkts aus theoretisch aufnehmen könnte, unter Ausnutzung des maximalen Schwenkwinkels in alle Richtungen:

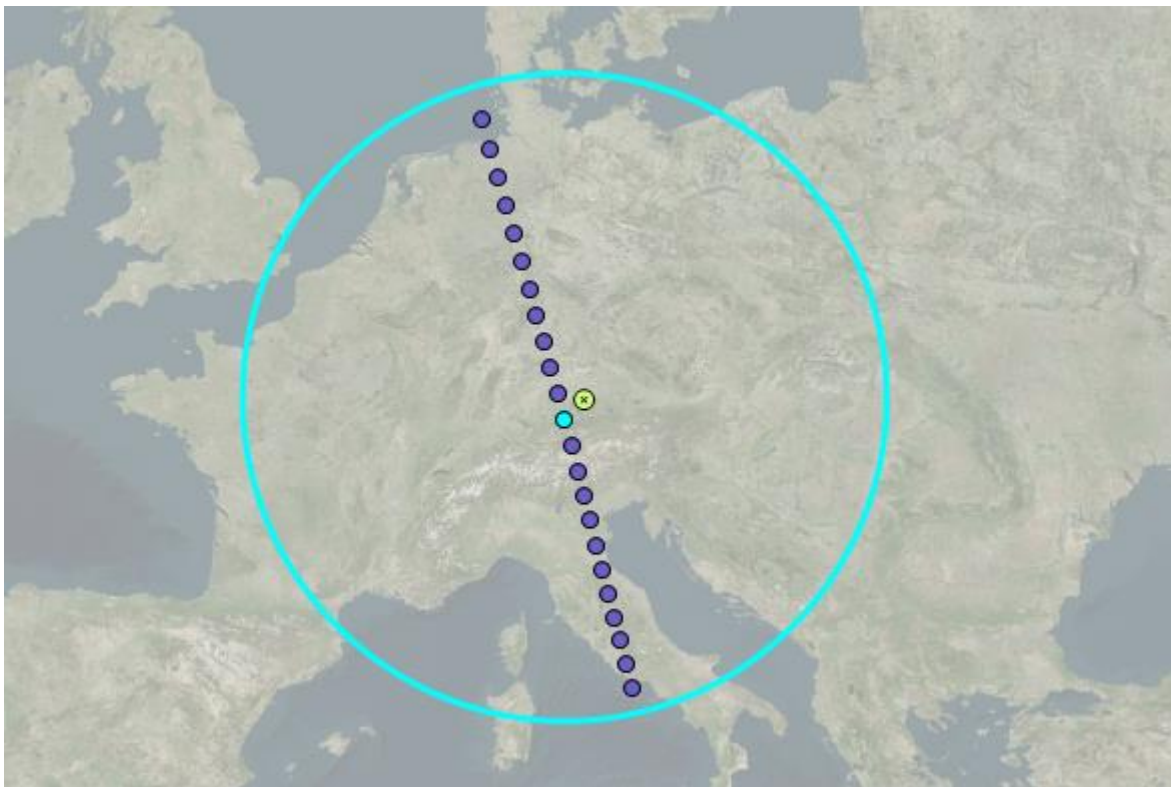


Abbildung 6: SOP-Ziellayer, Darstellung der Abdeckung/Sichtfläche für einem ausgewählten Bahnpunkt

Die **potentielle Abdeckung** zeigt ebenfalls die gesamte mögliche Sichtfläche des Satelliten an, allerdings nicht pro Bahnpunkt, sondern pro Pfad. Falls aktiviert, wird entlang eines jeden Pfades ein Polygon eingeblendet, das die seitliche Begrenzung des potentiell sichtbaren Bereichs markiert, d.h. den sichtbaren Bereich, wenn der Satellit auf seinem Flug maximal rollt (= senkrecht zur Flugbahn maximal schwenkt):

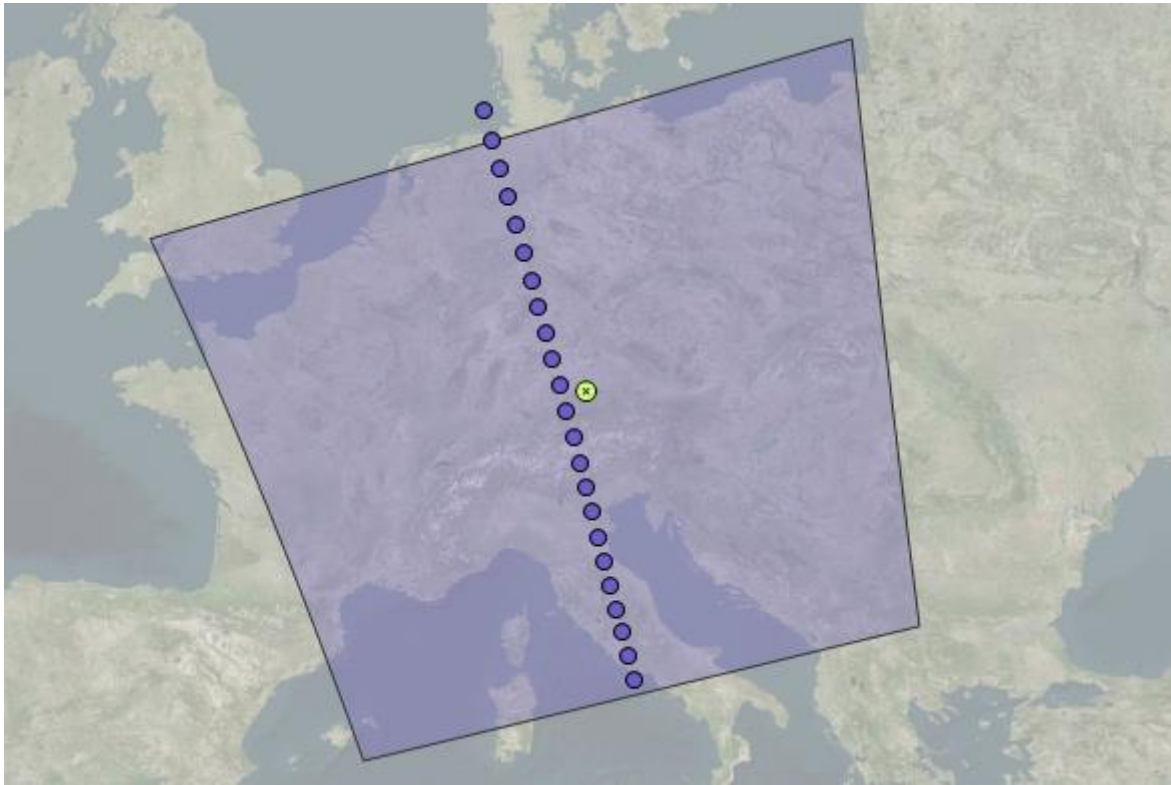


Abbildung 7: SOP-Ziellayer, Darstellung der potentiellen Abdeckung/Sichtfläche eines Pfades

Beachten Sie, dass Schwadfläche, Abdeckung und potentielle Abdeckung nur für Erdbeobachtungssatelliten anwendbar sind und deshalb bei Satelliten des Typs **Navigation** (siehe Kapitel 5.1.11.1.1) nicht angezeigt werden.

Vorhersage anpassen

Über die Eigenschaften des SOP-Ziellayers können Sie die Auswahl der abgefragten Satelliten jederzeit erweitern oder reduzieren, die Vorhersageparameter anpassen und/oder die Ergebnisse filtern (siehe Kapitel 5.1.11 ff.). Auch die Lage des Zielpunkts kann nachträglich noch geändert werden, z.B. mit dem Grafik-Editierwerkzeug (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.9.1). Die Vorhersage wird dann entsprechend angepasst.

Beachten Sie auch das Update-Verhalten beim SOP-Ziellayer (siehe unten).

Elemente des SOP-Ziellayers auswählen

Der **Zielpunkt** kann durch Anklicken des SOP-Ziellayer im TOC (auf oberster Ebene, nicht auf Ebene der Satelliten) oder in der Kartenansicht mit dem Grafik-Editierwerkzeug ausgewählt werden (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.9.1). Die **Satellitenbahnpunkte** sind nur über die Punkt-Tabelle auswählbar, die **Schwadflächen** und die Polygone, mit denen die potentielle Abdeckung angezeigt wird, über die Schwade-Tabelle (siehe Kapitel 5.1.5 bzw. 5.1.6). Die Attribute einzelner Satellitenbahnpunkte können aber mit den **Identifizieren**-Werkzeug direkt in der Kartenansicht abgefragt werden (siehe Kapitel 5.1.5).

Symbologie anpassen

Die Symbologie (= Darstellungseigenschaften) des **Zielpunkts** kann direkt in den Eigenschaften der SOP-Ziellayers angepasst werden (siehe Kapitel 5.1.11), die Symbologie der **Bahnpunkte** und **Schwadflächen** für die einzelnen Satelliten im Satelliten-Dialog (siehe Kapitel 5.1.11.1.1). Die potentielle Abdeckung wird immer mit dem gleichen Symbol dargestellt wie die Schwadflächen.

Kontextmenü

Mit einem Rechtsklick auf einen ausgewählten SOP-Ziellayer im TOC (auf oberster Ebene, d.h. auf den Zielpunkt, nicht auf Ebene der Satelliten) oder in der Kartenansicht mit dem Grafik-Editierwerkzeug (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.9.1) gelangen Sie zu dessen Kontextmenü. Über dieses können Sie z.B.

- zur vollen Layerausdehnung zoomen,
- den Layer exportieren / als GPKG abspeichern,
- die Punkt- oder Schwade-Tabelle öffnen,
- einen Sky Plot anzeigen,
- die Eigenschaften aufrufen etc.

Alle Funktionen/Befehle, die im Kontextmenü des SOP-Ziellayers verfügbar sind, werden in den folgenden Kapiteln beschrieben (siehe Kapitel 5.1.1 ff.). Für Informationen zu den (layer-unabhängigen) Befehlen/Funktionen, die verfügbar sind, wenn Sie das Kontextmenü für mehrere ausgewählte Grafiken oder Layer öffnen, siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1 ff.

SOP-Ziellayer exportieren / in Vektordatensatz umwandeln

Beim SOP-Ziellayer handelt es sich um ein GAFmap®-spezifisches Grafikelement. Wie alle Grafikelemente wird er direkt in der Projektdatei (*.xmp) gespeichert und nicht z.B. als eigenständiger Datensatz (siehe hierzu auch GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2). Wollen Sie einen SOP-

Ziellayer unabhängig vom Projekt abspeichern und/oder in einen (nicht GAFmap®-spezifischen) Vektordatensatz überführen, können Sie ihn als Vektordatei im OGC-konformen Format GeoPackage (*.gpkg) abspeichern (siehe Kapitel 5.1.10). Im Vektordatensatz sind dann alle mitexportierten Elemente des SOP-Ziellayers als Features verfügbar (auch z.B. die Abdeckung).

Aktualität der Vorhersage / Update-Verhalten

Die Satellitenbahn-Vorherhersage wird anhand von TLEs berechnet (siehe Kapitel 3.2), die direkt von einer TLE URL (siehe Kapitel 5.1.11.1.1) abgefragt werden. Jede TLE-Quelle wird pro GAFmap® Session (= Start einer GAFmap®-Instanz) einmal abgefragt; dann werden für die Berechnung der Satellitenbahnen gecachten TLEs verwendet. Da die von CelesTrak bereitgestellten NORAD-TLEs i.d.R. mehrmals täglich aktualisiert werden, kann es sinnvoll sein, den Cache bei langen GAFmap® Sessions (d.h. wenn GAFmap® lange geöffnet bleibt) über das Kontextmenü zu löschen und die Datengrundlage so zu aktualisieren (siehe Kapitel 5.1.9). Nach sechs Stunden oder wenn Sie GAFmap® neu starten, wird der Cache automatisch geleert.

Wollen Sie eine Vorhersage für einen bestimmten Zeitraum "einfrieren", können Sie z.B. die verwendeten TLEs als TXT-Datei lokal abspeichern und diese als Datenquelle angeben (siehe Kapitel 5.1.11.1.1) oder den SOP-Ziellayer als GPKG speichern (siehe Kapitel 5.1.10).

5.1.1 Zu Layer zoomen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)



Mit **Zu Layer zoomen** wird der in der Kartenansicht sichtbare Kartenausschnitt auf den Extent des im TOC ausgewählten Layers gezoomt. Für nähere Informationen siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1.1.

Beachten Sie, dass die Polygone, mit denen die potentielle Abdeckung angezeigt wird (siehe Kapitel 5.1.11.1), unberücksichtigt bleiben.

5.1.2 Entfernen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)



Mit **Entfernen** wird der aktuell ausgewählte Layer aus dem TOC/Projekt entfernt. Es folgt eine Sicherheitsabfrage, ob die Aktion tatsächlich durchgeführt werden soll. Für nähere Informationen siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1.2.

Beim SOP-Ziellayer bezieht sich der Befehl immer auf den Ziellayer als Ganzes. Einzelne Satelliten können Sie über die Eigenschaften des SOP-Ziellayer entfernen (siehe Kapitel 5.1.11.1.1).

5.1.3 Nach oben/unten schieben

In **GAFmap**: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)



Mit **Nach oben/unten schieben** können Sie den SOP-Ziellayer innerhalb der Hauptgruppe Grafiken im TOC ganz nach oben/unten schieben.

Für weitere Informationen siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1.3.

5.1.4 Exportieren

[Menü Extras > Erweiterungen > Spezielle Workflows > Grafiken aus Geometry String] (für Export als Geometry String)

In **GAFmap**: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)



Mit **Exportieren > Nach XGL** wird der SOP-Ziellayer im GAFmap®-spezifischen, XML-basierten Format *.xgl gespeichert, d.h. als "originale GAFmap®-Grafik" mit allen ihren Eigenschaften (siehe auch GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1.9.1). Das XGL kann in GAFmap® jederzeit und projektunabhängig wieder geladen werden, z.B. mit **Importieren aus XGL** im Kontextmenü einer Grafikgruppe (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1.10.1) oder per Drag and Drop aus dem Datei-Browser. Mit anderer Software ist es nicht lesbar.

Beim Importieren/Laden des XGLs wird der SOP-Ziellayer 1:1 wiederhergestellt. Beachten Sie hierbei das Update-Verhalten des SOP-Ziellayers (siehe Kapitel 3.3).

Exportieren Sie den SOP-Ziellayer als **Geometry String**, wird der Zielpunkt (und nur der Zielpunkt!) als einfache Punktkoordinatenliste im gewählten Format (WKT, JSON oder GML) ausgegeben. Für weitere Informationen, siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1.9.3.

Tipps und Hinweise:

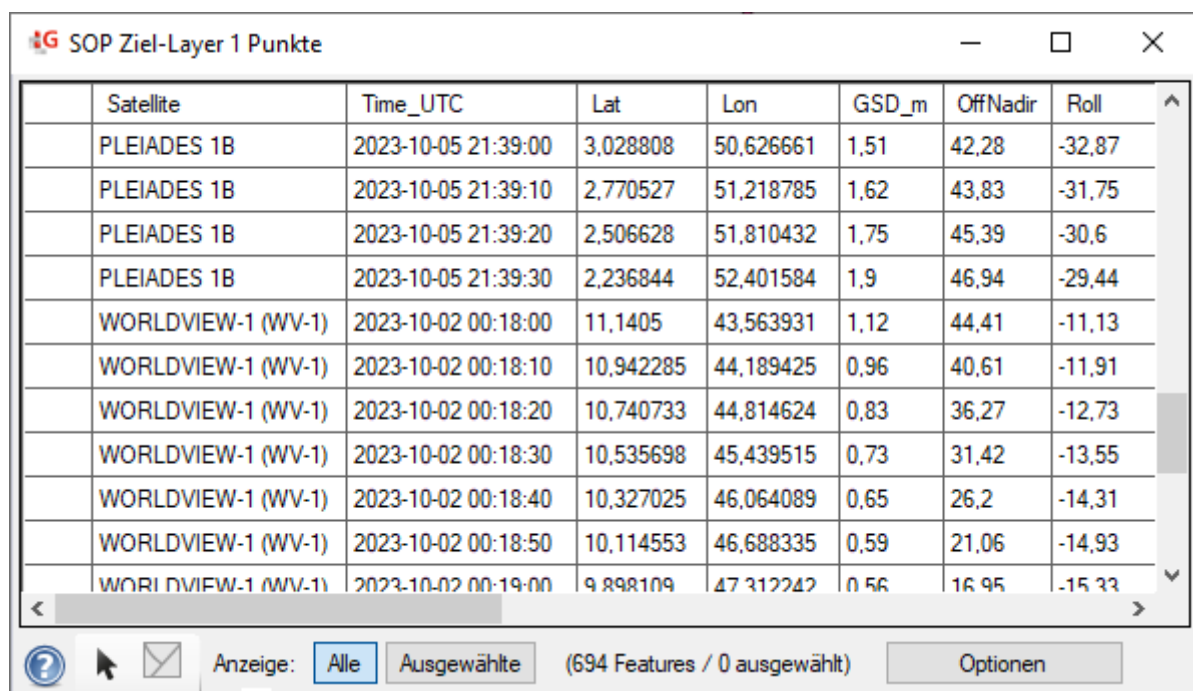
- Speichern Sie den SOP-Ziellayer als **GPKG** ab, wenn Sie ihn in eine GAFmap®-unabhängige Vektordatei umwandeln wollen und/oder Sie eine Vorhersage "einfrieren" wollen (siehe Kapitel 5.1.10).

5.1.5 Punkt-Tabelle anzeigen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)

Für nähere Informationen zu **Satellitenbahnpunkten** siehe Kapitel 5.1.

Punkt-Tabelle anzeigen öffnet die Attributtabelle der Satellitenbahnpunkte. In dieser sind für jeden Punkt diverse Zusatzinformationen hinterlegt, z.B. der betroffene Satellit, die vorhergesagte Position und die Uhrzeit, zu der sich der Satellit dort befinden soll, sowie weitere Informationen zum Satellit und der geometrischen Beziehung zwischen Satellit und Zielpunkt (Entfernung, (Blick-)Winkel, Auflösung etc.):



	Satellite	Time.UTC	Lat	Lon	GSD_m	OffNadir	Roll
	PLEIADES 1B	2023-10-05 21:39:00	3,028808	50,626661	1,51	42,28	-32,87
	PLEIADES 1B	2023-10-05 21:39:10	2,770527	51,218785	1,62	43,83	-31,75
	PLEIADES 1B	2023-10-05 21:39:20	2,506628	51,810432	1,75	45,39	-30,6
	PLEIADES 1B	2023-10-05 21:39:30	2,236844	52,401584	1,9	46,94	-29,44
	WORLDVIEW-1 (WV-1)	2023-10-02 00:18:00	11,1405	43,563931	1,12	44,41	-11,13
	WORLDVIEW-1 (WV-1)	2023-10-02 00:18:10	10,942285	44,189425	0,96	40,61	-11,91
	WORLDVIEW-1 (WV-1)	2023-10-02 00:18:20	10,740733	44,814624	0,83	36,27	-12,73
	WORLDVIEW-1 (WV-1)	2023-10-02 00:18:30	10,535698	45,439515	0,73	31,42	-13,55
	WORLDVIEW-1 (WV-1)	2023-10-02 00:18:40	10,327025	46,064089	0,65	26,2	-14,31
	WORLDVIEW-1 (WV-1)	2023-10-02 00:18:50	10,114553	46,688335	0,59	21,06	-14,93
	WORLDVIEW-1 (WV-1)	2023-10-02 00:19:00	9,898109	47,312242	0,56	16,95	-15,33

Abbildung 8: SOP Ziellayer - Punkte-Tabelle

Eine Auflistung aller Attribute finden Sie unten.

Aufbau und Funktionsweise der Tabelle entsprechen in weiten Teilen der einer (Vektorlayer-) Attributtabelle. Für Informationen hierzu, z.B. zu den beiden Anzeigemodi **Alle/Ausgewählte**, zum Sortieren, Auswählen und Hervorheben von Zeilen etc., siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.4.1. Beachten Sie dabei die folgenden Besonderheiten:

Enthaltene Bahnpunkte / Tabelle nach Satelliten filtern

In der Tabelle werden nur die Bahnpunkte von Satelliten angezeigt, die im TOC aktiviert (angehakt) sind. Durch An-/Aushaken von Satelliten im TOC wird also nicht nur deren Sichtbarkeit in der Kartenansicht gesteuert, sondern auch die Tabelle gefiltert.

Auswählen/Hervorheben von Bahnpunkten

Die Satellitenbahnpunkte können nur über die Punkt-Tabelle ausgewählt werden, z.B. indem Sie im Anzeigemodus **Alle** den entsprechenden Zeilenanfang (Row Header) anklicken. Die ausgewählte Zeile wird dann in der Tabelle blau hinterlegt und die zugehörige Punktgeometrie in der Kartenansicht mit der eingestellten Auswahlfarbe markiert (standardmäßig cyan).

Im Anzeigemodus **Ausgewählte** können Sie von den ausgewählten Punkten auf die gleiche Weise eine Unterauswahl erzeugen. Unterausgewählte Punkte werden hervorgehoben, d.h. in der Tabelle grün hinterlegt und in der Kartenansicht mit der eingestellten Hervorhebungsfarbe markiert (standardmäßig gelbgrün).

☞ Wollen Sie bestimmte Punkte in der Kartenansicht auswählen, dann verwenden Sie hierfür das **Auswählen**-Werkzeug unten links in der Tabelle:

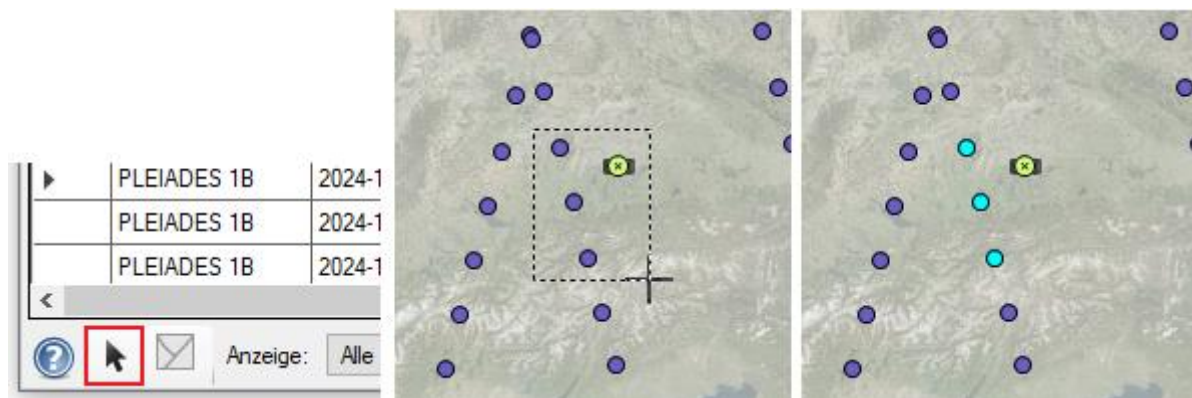


Abbildung 9: Satellitenbahnpunkte mit dem **Auswählen**-Werkzeug in der Kartenansicht auswählen

Halten Sie die Strg-Taste, während Sie Punkte auswählen, können Sie eine bereits vorhandene Auswahl erweitern oder, durch erneutes Auswählen bereits ausgewählter Punkte, reduzieren. Halten Sie zusätzlich die Shift-Taste, wird die Auswahl nur erweitert, halten Sie nur die Shift-Taste, wird die Auswahl nur reduziert.

Mit z.B. dem **Feature auswählen**- oder **Grafik editieren**-Werkzeug sind die Bahnpunkte nicht auswählbar.

☐ Ausgewählte Bahnpunkte können Sie wieder deselektieren, indem Sie links unten in der Tabelle den **Auswahl aufheben**-Button klicken oder Sie mit dem **Auswählen**-Werkzeug neben die Bahnpunkte in die Kartenansicht klicken. Im Modus **Ausgewählte** entfernt ein Klick auf den **Auswahl aufheben**-Button eine Unterauswahl/Hervorhebung in der Tabelle, nicht die Auswahl selbst.

Attribute der Bahnpunkte in der Kartenansicht abfragen

In der Kartenansicht können Sie die Attribute der Bahnpunkte mit dem **Identifizieren**-Werkzeug in der Werkzeugleiste Standard abfragen:

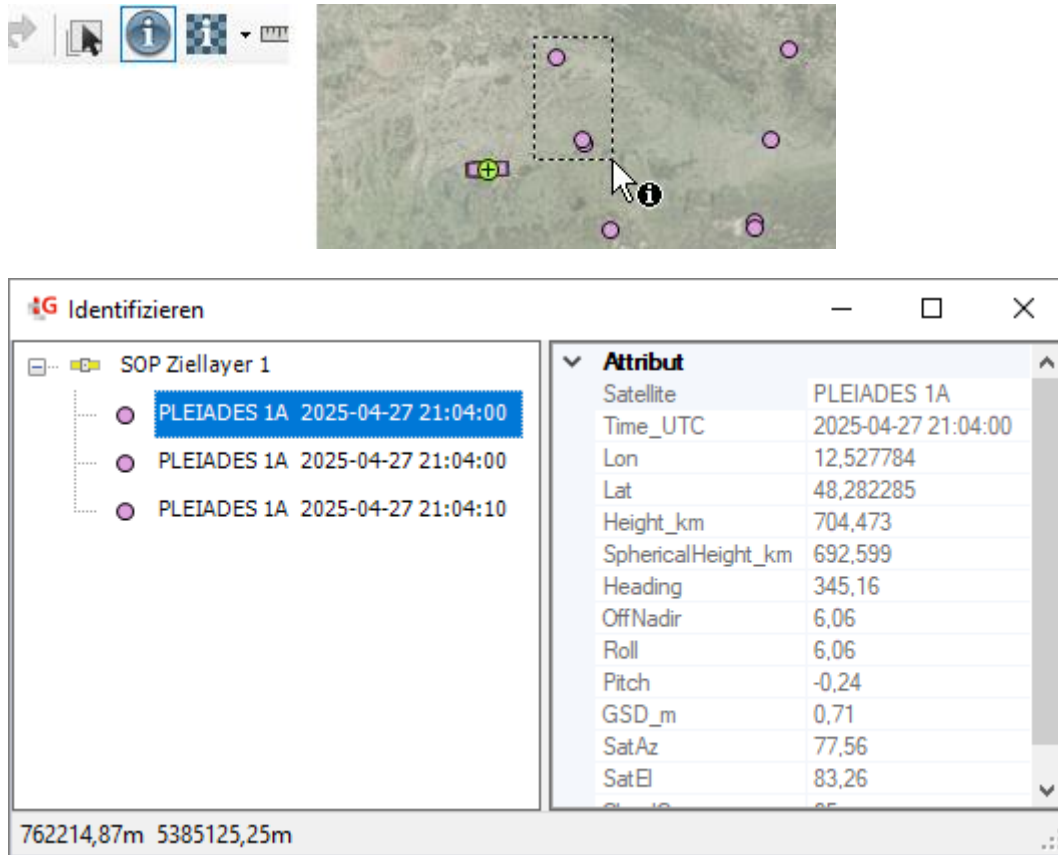


Abbildung 10: Abfragen von Bahnpunkten in der Kartenansicht mit dem **Identifizieren**-Werkzeug

Für nähere Informationen zum **Identifizieren**-Werkzeug siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.1.14.

Weiterführende Funktionen unter Optionen bzw. im Zeilen-Kontextmenü

Unter **Optionen** in der Fußleiste der Tabelle finden Sie diverse weiterführende Funktionen, z.B. zum Exportieren und Auswählen von Bahnpunkten oder zum Visualisieren von Satellitenpositionen bzw. -bahnen. Sie werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

Alternativ sind diese Funktionen über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie per Rechtsklick auf den Zeilenanfang (Row Header) einer oder mehrere zuvor ausgewählter oder hervorgehobener Zeilen aufrufen können.

SOP Ziellayer 1 Punkte

	Satellite	Time_UTC	Lon
	PLEIADES 1B	2023-10-25 09:36:30	47,368067
▶	PLEIADES 1B	2023-10-25 09:36:40	46,773276
			8127
			7805
			4725
			1347
			7654
			3641

Ausgewählte als GPKG speichern
 Sky Plot für Ausgewählte anzeigen
Alle Punkte von diesem Pfad auswählen
 Zeitraum auf diesen Pfad einschränken
 Ansichtspunkt erzeugen
 Flugbahn für Ausgewählte erzeugen

Abbildung 11: (Zeilen-)Kontextmenü in der Punkt-Tabelle

Aktiv sind jeweils nur solche Befehle, die für die aktuelle (Unter-)Auswahl anwendbar sind.

Attribute der Satellitenbahnpunkte

In der Tabelle sind für jeden Bahnpunkt folgende Attribute/Informationen hinterlegt:

- **Satellite:** der Name des Satelliten gemäß TLE (d.h. der "Satellitenname"; siehe Kapitel 5.1.11.1.1). Beachten Sie, dass in der Tabelle nur Bahnpunkte von Satelliten angezeigt werden, die im TOC aktiviert sind (siehe oben).
- **Time_UTC:** der Zeitpunkt, zu dem der Satellit an der Position [Lon]/[Lat] vorhergesagt wird (als Datum/Zeit in UTC).
- **Lon/Lat/Height_km:** die vorhergesagte X-/Y-/Z-Position des Satelliten zum Zeitpunkt [Time_UTC] (als Länge/Breite in Grad bzw. ellipsoidale Höhe in Kilometern).
- **SphericalHeight_km:** die vorhergesagte sphärische Höhe des Satelliten zum Zeitpunkt [Time_UTC] (Höhe relativ zum Äquatorradius von 6378 km in Kilometern).
- **Heading:** die vorhergesagte Bewegungsrichtung des Satelliten, vom Zielpunkt aus gesehen (als geografischer Winkel in Grad, d.h. bei 0 bewegt sich der Satellit nach Norden, bei 90 nach Osten etc.).
- **OffNadir:** der Winkel, um den der Sensor an der vorhergesagten Position schwenken muss, damit er den Zielpunkt "sehen"/aufnehmen kann (als Off-Nadir in Grad).
- **Roll:** der Winkel, um den der Sensor an der vorhergesagten Position rollen (= senkrecht zur Flugbahn schwenken) muss, damit er den Zielpunkt "sehen"/aufnehmen kann (in Grad; 0 = senkrecht nach unten; 45/-45 = in Flugrichtung um 45° nach links/rechts gerollt etc.).
- **Pitch:** der Winkel, um den der Sensor an der vorhergesagten Position nicken (= entlang der Flugbahn schwenken) muss, damit er den Zielpunkt "sehen"/aufnehmen kann (in

Grad; 0 = senkrecht nach unten; 45/-45 = in Flugrichtung um 45° nach hinten/vorne genickt etc.).

- **GSD_m** (Ground Sampling Distance): die berechnete, theoretische Bodenpixelgröße am Zielpunkt (in Metern).
- **SatAz**: der Azimutwinkel (d.h. die Himmelsrichtung) des Satelliten an der vorhergesagten Position, vom Zielpunkt aus gesehen (als geografischer Winkel in Grad, d.h. bei 0 befindet sich der Satellit im Norden, bei 90 im Osten etc.).
- **SatEl**: der Höhenwinkel des Satelliten an der vorhergesagten Position, vom Zielpunkt aus gesehen (als Horizontalwinkel in Grad, d.h. bei 0 befindet sich der Satellit am Horizont, bei 90 im Zenit).
- **SatRange_km**: die Entfernung zwischen Zielpunkt und Satellit an der vorhergesagten Position (in Kilometer)
- **Obstructed**: zeigt an, ob der Zielpunkt von der vorhergesagten Position des Satelliten aus sichtbar ist (False) oder ob die Sicht auf den Zielpunkt vom Gelände / der Oberflächenstruktur der Erde versperrt wird (True). Für nähere Informationen zur sog. "DEM-Abschattung" siehe Kapitel 5.1.7.

Das Wetter (d.h. Wolkenbedeckung) geht nicht in die Berechnung mit ein.

Aus Performance-Gründen erfolgt die Berechnung nur, wenn die Information tatsächlich benötigt wird, d.h. die Werte True/False werden nur angezeigt, wenn in den Filtereigenschaften **Nach Verdeckung filtern**, **Nach Schatten filtern** und/oder **Verdeckung und Schatten berechnen** auf **An** gestellt ist; andernfalls ist die Spalte leer.

- **SunAz**: der Azimutwinkel (d.h. die Himmelsrichtung) der Sonne zum Zeitpunkt [Time_UTC], vom Zielpunkt aus gesehen (als geografischer Winkel in Grad, d.h. bei 0 befindet sich die Sonne im Norden, bei 90 im Osten etc.).
- **SunEl**: der Höhenwinkel der Sonne zum Zeitpunkt [Time_UTC], vom Zielpunkt aus gesehen (als Horizontalwinkel in Grad, d.h. bei 0 befindet sich die Sonne am Horizont, bei 90 im Zenit).
- **InShadow**: zeigt an, ob der Zielpunkt zum Zeitpunkt [Time_UTC] im (Sonnen-)Schatten liegt (True) oder nicht (False). Ist am Zielpunkt zum Zeitpunkt [Time_UTC] Nacht, d.h. die Sonne steht unter dem Horizont, gilt grundsätzlich "im Schatten".

Die Oberflächenstruktur der Erde kann bei der Schattenberechnung nur berücksichtigt werden, wenn ein geeignetes DEM geladen und als solches gekennzeichnet ist (siehe hierzu GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.8.5). Andernfalls kann der Spalte nur die Information dunkel/Nacht (True) und hell/Tag (False) entnommen werden.

Das Wetter (d.h. Wolkenschatten) geht nicht in die Berechnung mit ein.

Aus Performance-Gründen erfolgt die Berechnung nur, wenn die Information tatsächlich benötigt wird, d.h. die Werte True/False werden nur angezeigt, wenn in den Filtereigenschaften **Nach Verdeckung filtern**, **Nach Schatten filtern** und/ oder **Verdeckung und Schatten berechnen** auf **An** gestellt ist; andernfalls ist die Spalte leer.

- **CloudCover:** zeigt die zu erwartende Wolkenbedeckung [%] am Zielpunkt an. Pro Pfad wird nur ein Wert ermittelt, jeweils zum Zeitpunkt [Time_UTC] am Punkt der nächsten Annäherung (siehe auch Kapitel 5.1.6).

Die Vorhersage beruht auf der **5-Tage-Wettervorhersage OpenWeatherMap** (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.7 und/oder <https://openweathermap.org/>). Von den Drei-Stunden-Samples wird der nächste Nachbar (nearest neighbor) zurückgegeben. Gibt es keine Samples innerhalb von sechs Stunden, z.B. weil der Service nicht erreichbar ist oder der Abfragezeitpunkt in der Vergangenheit oder mehr als fünf Tage in der Zukunft liegt, wird -9999 zurückgegeben.

Die Wettervorhersage wird drei Stunden lang gecacht, also erst nach drei Stunden neu abgefragt. (Ausnahme: Tritt bei der Abfrage ein Fehler auf, z.B. beim Web Request, wird die dann möglicherweise unvollständige Wettervorhersage nur für sechs Minuten gecacht.) Falls nötig, können Sie den Cache über das Kontextmenü des SOP-Ziellayers jederzeit manuell löschen (siehe Kapitel 5.1.9).

Tastaturbefehle, Schnellzugriff etc.:

- Strg beim Auswählen mit dem Auswählen-Werkzeug: Auswahl zur vorhandenen hinzufügen. Bereits ausgewählte Punkte werden bei erneuter Auswahl deselektiert.
- Shift beim Auswählen mit dem Auswählen-Werkzeug: ausgewählte Punkte werden bei erneuter Auswahl deselektiert. Es werden keine neuen Punkte ausgewählt.
- Strg + Shift beim Auswählen mit dem Auswählen-Werkzeug: Auswahl zur vorhandenen hinzufügen. Ausgewählte Punkte werden bei erneuter Auswahl nicht deselektiert.

5.1.5.1 Ausgewählte als GPKG speichern

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn mindestens ein Punkt in der Tabelle ausgewählt bzw. hervorgehoben ist

Mit **Ausgewählte als GPKG speichern** werden in der Tabelle ausgewählte bzw. hervorgehobene Punkte als Vektordatensatz im Format GeoPackage (*.gpkg) abgespeichert. Das erzeugte GeoPackage enthält dann (neben dem Zielpunkt/Target) einen Punkt-Feature-Table "Points" mit den ausgewählten Satellitenbahnpunkten inklusive aller Attribute. Auf diese Weise können Sie sich z.B. eine Auswahl von Punkten permanent abspeichern.

Es öffnet sich zunächst ein Datei-Browser. Geben Sie hier das Ausgabeverzeichnis und den Dateinamen für die *.gpkg-Datei an und bestätigen Sie mit **Speichern**. Mit **Abbrechen** kehren Sie ohne weitere Aktion zur Tabelle zurück.

Für weitere Informationen zum Speichern als GPKG siehe Kapitel 5.1.10.

Tipps und Hinweise:

- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.5.2 Sky Plot für Ausgewählte anzeigen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn mindestens ein Punkt in der Tabelle ausgewählt bzw. hervorgehoben ist

Mit **Sky Plot für Ausgewählte anzeigen** öffnen Sie einen Sky Plot für die in der Tabelle ausgewählten bzw. hervorgehobenen Punkte.

Für weitere Informationen zum **Sky Plot** siehe Kapitel 5.1.7.

Tipps und Hinweise:

- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.5.3 Alle Punkte von diesem Pfad auswählen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn ein einzelner Punkt ausgewählt bzw. hervorgehoben ist

Mit **Alle Punkte von diesem Pfad auswählen** werden in der Tabelle alle Punkte ausgewählt bzw. hervorgehoben, die demselben Pfad angehören wie der aktuell ausgewählte bzw. hervorgehobene Punkt.

Tipps und Hinweise:

- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.5.4 Zeitraum auf diesen Pfad einschränken

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn ein einzelner Punkt ausgewählt bzw. hervorgehoben ist

Mit **Zeitraum auf diesen Pfad einschränken** können Sie den Analysezeitraum so einschränken, dass er genau dem Zeitraum des Pfads entspricht, dem der ausgewählte bzw. hervorgehobene Punkt angehört. In den Eigenschaften des SOP-Ziellayers (siehe Kapitel 5.1.11.3) werden **Zeitraum** und **Start-/End-Datum** dann entsprechend (um-)gesetzt und der geänderte Filter direkt angewendet.

Tipps und Hinweise:

- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.5.5 Sichtbarkeitsanalyse für Satellitenposition aktivieren


[Menü Extras > Erweiterungen > Daten-Analyse > Einsehbarkeit darstellen] und [Menü Extras > Erweiterungen > Grafik-Editierung > Basis-Grafik-Editierwerkzeuge]

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn ein einzelner Punkt ausgewählt bzw. hervorgehoben ist und nur sinnvoll, wenn ein geeignetes DEM geladen ist

Mit **Sichtbarkeitsanalyse für Satellitenposition aktivieren** wird in der Kartenansicht die Einsehbarkeit des Geländes ausgehend von der ausgewählten Satellitenposition visualisiert. Dies hilft Ihnen einzuschätzen, welche Bereiche innerhalb des Zielgebiets vom Satelliten aus tatsächlich sichtbar sind und welche durch ein Sichthindernis, das sich aus der Höhenstruktur der Erdoberfläche ergibt, abgeschattet werden (z.B. durch das Gelände, Vegetation, Gebäude etc.).

Die Analyse ist v.a. dann sinnvoll, wenn die Sichtbarkeit des genauen Zielpunkts relevant ist, die Erdoberfläche (v.a. im Zielgebiet) signifikante Höhenunterschiede aufweist und/oder der Blickwinkel des Satelliten flach ist.

 Führen Sie den Befehl aus, wird an der Position des Satelliten am ausgewählten bzw. hervorgehobenen Bahnpunkt ein neuer Sichtbarkeitsanalysepunkt (SAP) erzeugt und der Button **Sichtbarkeitsanalyse aktivieren/deaktivieren** in der Werkzeugleiste Kartenfenster aktiviert. In der Kartenansicht werden dann alle Bereiche, die vom Satelliten aus sichtbar sind, grün eingefärbt und Bereiche, die nicht sichtbar sind, rot:

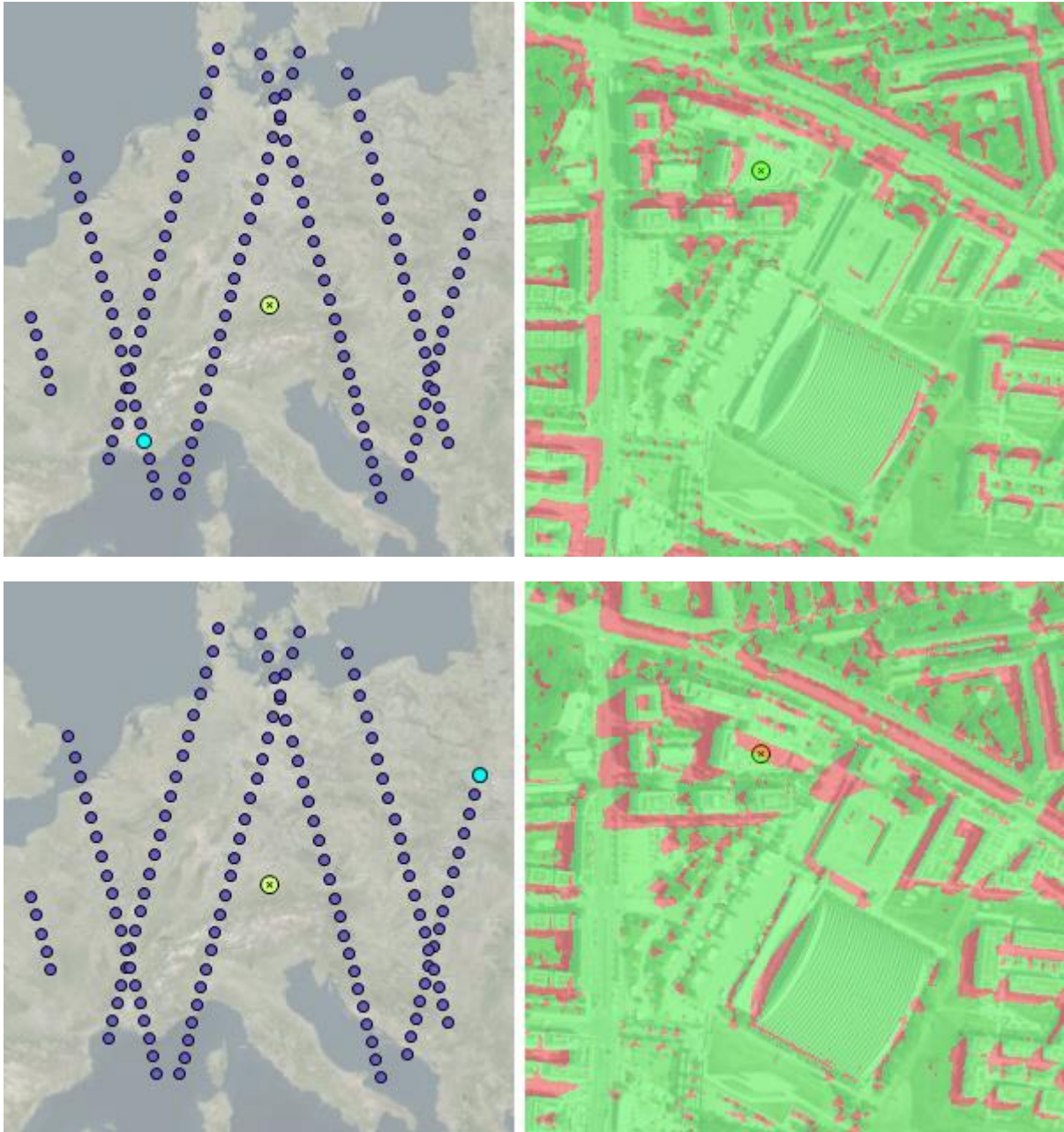

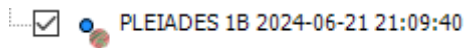


Abbildung 12: **Sichtbarkeitsanalyse für Satellitenposition aktivieren**, Beispiel für zwei verschiedenen Satellitenpositionen

 Sie können die Sichtbarkeitsanalyse jederzeit wieder ausblenden bzw. erneut einblenden, indem Sie den entsprechenden Button in der Werkzeugleiste Kartenfenster deaktivieren bzw. aktivieren.

Der erzeugte Sichtbarkeitsanalysepunkt (SAP) wird im TOC unter Grafiken abgelegt, benannt nach Satellit und Datum/Uhrzeit, z.B.:



Damit die Sichtbarkeitsanalyse durchgeführt werden kann, muss der SAP im TOC aktiviert, d.h. angehakt sein. Sind andere SAPs im TOC angehakt, wenn Sie den Befehl **Sichtbarkeitsanalyse für Satellitenposition aktivieren** ausführen, werden diese automatisch deaktiviert.

Voraussetzung / Methode

Die Sichtbarkeitsanalyse basiert auf dem **Hintergrund-DEM**, d.h. sie kann nur berechnet werden, wenn mindestens ein digitales Höhenmodell geladen und als solches gekennzeichnet ist (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 3.5.1.1). Bereiche, die nicht vom Hintergrund-DEM abgedeckt sind, gehen nicht in die Analyse ein und werden grundsätzlich als "nicht sichtbar" dargestellt.

Für ein brauchbares Ergebnis sollte mindestens die direkte Umgebung des Zielpunkts bzw. das Zielgebiet von einem Oberflächenmodell mit geeigneter Genauigkeit abgedeckt sein. Das - ggf. sehr große - Gebiet zwischen SAP und Zielpunkt/-gebiet muss nicht vom Hintergrund-DEM abgedeckt sein. Beachten Sie aber, dass nicht abgedecktes Gelände nicht in die Berechnung eingeht. Je nach Situation kann dies das Ergebnis der Sichtbarkeitsanalyse unbrauchbar machen, z.B. wenn sich dort sehr hohe Berge befinden und der Satellit nah am Horizont steht. Bei flachem Blickwinkel sollte also zumindest für stark erhöhte Bereiche nah am Zielgebiet ein grobes DEM geladen sein.

Die **Erdkrümmung** wird bei der Berechnung der Sichtbarkeit exakt berücksichtigt; sie beruht auf dem WGS84 Ellipsoid.

Für weitere Information zur Sichtbarkeitsanalyse, z.B. zu SAPs, Methode, Genauigkeit und Performanz, siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.8.6.

Sichtbarkeitsanalyse in 3D

[Menü Extras > Erweiterungen > 3D Viewer]

Die Sichtbarkeitsanalyse kann zwar auch in 3D aktiviert werden, auf Grund der großen Entfernung zwischen SAP und Zielpunkt liefert sie speziell im Fall "Sichtbarkeitsanalyse für Satellitenposition" in 3D aber kein verlässliches Ergebnis, v.a. weil dort die Erdkrümmung nicht berücksichtigt wird. Wollen Sie die Sichtbarkeit des Zielpunkts in 3D nachvollziehen, können Sie stattdessen direkt die Blickposition des Satelliten einzunehmen, d.h. Sie können die 3D Ansicht so auszurichten, dass sie dem "Blick des Satelliten" auf den Zielpunkt entspricht (siehe Kapitel 5.1.5.9 oder 5.1.5.7).

Wollen Sie in der 3D Ansicht tatsächlich das Ergebnis der Sichtbarkeitsanalyse sehen, dann können Sie diese in 2D aktivieren (siehe oben), die Kartenansicht als **Karte exportieren** (siehe GAFmap® Handbuch Kapitel 4.8.12) und das exportierte Raster in 3D dann als Textur auf das DEM legen (siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.3.3).

Tipps und Hinweise:

- Alternativ können Sie im Sky Plot anhand der **Sichtbarkeit mit DEM-Abschattung** erkennen, von welchen Satellitenpositionen aus der Zielpunkt tatsächlich sichtbar ist und von welchen nicht (siehe Kapitel 5.1.7).
- Ist relevant, dass der genaue Zielpunkt vom Satelliten aus sichtbar ist, können Sie die Satellitenbahnpunkte nach Sichtbarkeit filtern (siehe Kapitel 5.1.11.3).
- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.5.6 Beleuchtung setzen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn ein einzelner Punkt ausgewählt bzw. hervorgehoben ist

Mit **Beleuchtung setzen** werden die Einstellungen unter **Beleuchtungsrichtung** in den Karte-Eigenschaften so umgesetzt, dass sie dem Sonnenstand zum Zeitpunkt [Time.UTC] des ausgewählten bzw. hervorgehobenen Bahnpunkts entsprechen. Mit geeignetem DEM können Sie dann z.B. in der Kartenansicht den Schattenwurf zum potentiellen Aufnahmezeitpunkt simulieren und so prüfen, ob der Zielpunkt eventuell verschattet ist (siehe Kapitel 5.1.11.3 und/oder GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.8.5), oder (mit 3D Viewer-Erweiterung) in der 3D Ansicht die zu erwartende Beleuchtungssituation "vor Ort" nachstellen (siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.5.1).

Für nähere Informationen zu den **Beleuchtungsrichtung**-Eigenschaften siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.1.9.2).

Tipps und Hinweise:

- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.5.7 Ansichtspunkt erzeugen

[Menü Extras > Erweiterungen > 3D Viewer]

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn ein einzelner Punkt ausgewählt bzw. hervorgehoben ist und das 3D Fenster geöffnet ist

Mit **Ansichtspunkt erzeugen** wird ein neuer Ansichtspunkt angelegt, der den "Blick des Satelliten" auf den Zielpunkt von dem in der Tabelle ausgewählten bzw. hervorgehobenen Bahnpunkt aus festhält / wiedergibt. In der 3D Ansicht können Sie dann den Blick des Satelliten simulieren, indem Sie diese entsprechend des Ansichtspunkts ausrichten (z.B. mit dem Befehl **Von Punkt aus schauen** im Kontextmenü des Ansichtspunkts; siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.4.1.2).



Abbildung 13: Blick von GeoEye-1 am 21.10.2023, 10:40:30 auf die GAF

Die 3D Koordinate des Ansichtspunkts wird nicht direkt von der Kartenkoordinate des Bahnpunkts übernommen, sondern anhand von Winkel und Entfernung vom Zielpunkt zum Sensor im lokalen Koordinatensystem des 3D Viewers neu berechnet. Dadurch werden Kartenprojektionsverzerrungen vermieden und die Erdkrümmung berücksichtigt. (Dies führt zu einer leichten Lageabweichung zwischen Ansichtspunkt und Bahnpunkt, bewirkt aber, dass der "Blick des Satelliten" in 3D realistisch wiedergegeben wird.)

Die Eigenschaften des Ansichtspunkts (u.a. Nickwinkel, Gierung und IFOV) werden so gesetzt, dass sie dem "Blick des Satelliten" am ausgewählten Bahnpunkt entsprechen.

Für weitere Informationen zum **Ansichtspunkt** und dessen Eigenschaften siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.4.1.

Tipps und Hinweise:

- Beachten Sie, dass der "Blick des Satelliten" nicht mehr korrekt wiedergegeben wird, wenn Sie die Kartenprojektion nachträglich ändern!
- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).
- Alternativ können Sie den Blick des Satelliten mit **3D Ansicht ausrichten** simulieren (siehe Kapitel 5.1.5.9). Die 3D Ansicht wird dann direkt entsprechend der Blickrichtung des Satelliten ausgerichtet, die Ansicht aber nicht als Ansichtspunkt "gespeichert".

5.1.5.8 Flugbahn für Ausgewählte erzeugen

[Menü Extras > Erweiterungen > 3D Viewer]

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn mindestens zwei Punkte ausgewählt bzw. hervorgehoben sind und das 3D Fenster geöffnet ist

Mit **Flugbahn für Ausgewählte erzeugen** wird eine neue Flugbahn angelegt, die dem Überflug des Satelliten für die in der Tabelle ausgewählten bzw. hervorgehobenen Bahnpunkte folgt und dabei dessen Blick auf den Zielpunkt festhält / wiedergibt. In der 3D Ansicht können Sie dann den Flug ausführen und den Blick des Satelliten auf den Zielpunkt beim Überflug simulieren (z.B. mit dem Befehl **Flug starten** im Kontextmenü der Flugbahn; siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.4.2.3).

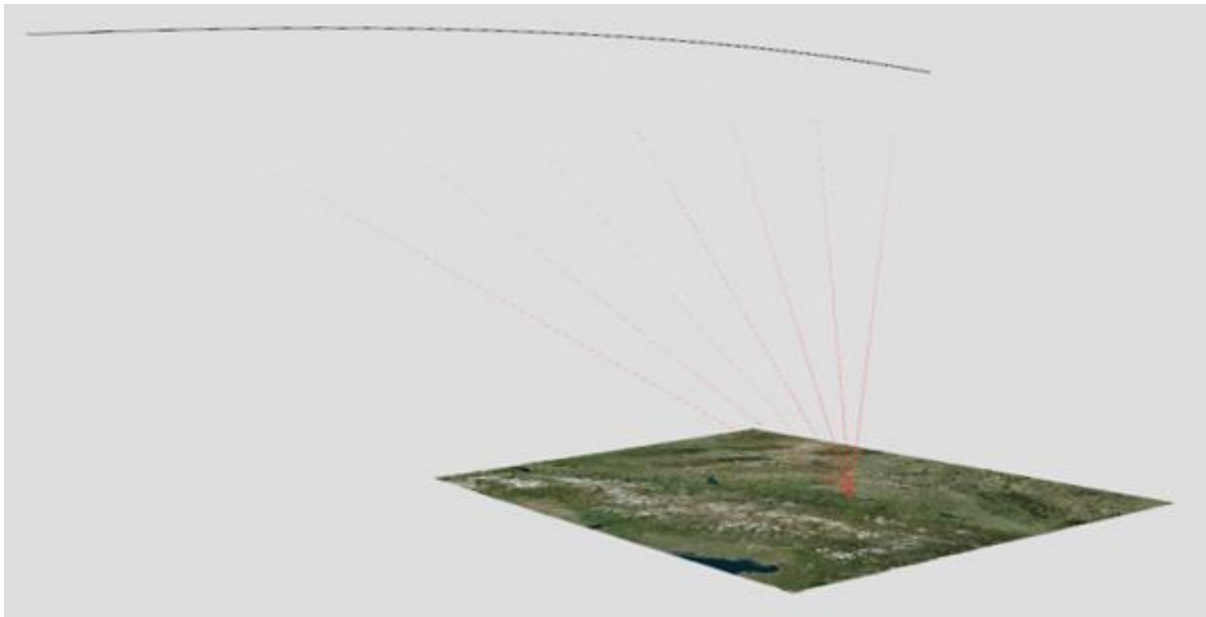


Abbildung 14: Überflug von GeoEye-1 am 23.10.2023, 21:18:40 - 21:21:50 über München (Zielpunkt GAF)

Grundsätzlich kann eine Flugbahn für beliebige ausgewählte Bahnpunkte erstellt werden, ein sinnvolles/realistisches Ergebnis wird aber nur für aufeinanderfolgende Bahnpunkte vom gleichen Pfad erreicht.

Es wird eine Flugbahn mit einem Flugpunkt für jeden ausgewählten Bahnpunkt erstellt. Die 3D Koordinaten der Flugpunkte werden nicht direkt von den Kartenkoordinaten der Bahnpunkte übernommen, sondern anhand von Winkel und Entfernung vom Zielpunkt zum Sensor im lokalen Koordinatensystem des 3D Viewers neu berechnet. Dadurch werden Kartenprojektionsverzerrungen vermieden und die Erdkrümmung berücksichtigt. (Dies führt zu einer leichten Lageabweichung zwischen der Flugbahn und den Bahnpunkten, bewirkt aber, dass der "Blick des Satelliten" in 3D realistisch wiedergegeben wird.)

Die Eigenschaften der Flugpunkte (u.a. Nickwinkel, Gierung und IFOV) werden so gesetzt, dass sie dem "Blick des Satelliten" am zugehörigen Bahnpunkt entsprechen; dazwischen wird interpoliert.

Für weitere Informationen zu **Flugbahnen**, Flugpunkten und deren Eigenschaften siehe GAFmap 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.4.2.

Tipps und Hinweise:

- Beachten Sie, dass der "Blick des Satelliten" nicht mehr korrekt wiedergegeben wird, wenn Sie die Kartenprojektion nachträglich ändern!
- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

- Alternativ können Sie den Überflug des Satelliten mit **Überflug für Ausgewählte** simulieren (siehe Kapitel 5.1.5.10). In der 3D Ansicht wird der Flug dann direkt gestartet, der Flug aber nicht als Flugbahn "gespeichert".

5.1.5.9 3D Ansicht ausrichten

[Menü Extras > Erweiterungen > 3D Viewer]

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn ein einzelner Punkt ausgewählt bzw. hervorgehoben ist und das 3D Fenster geöffnet ist

Mit **3D Ansicht ausrichten** wird die 3D Ansicht so ausgerichtet, dass sie dem "Blick des Satelliten" auf den Zielpunkt von dem in der Tabelle ausgewählten bzw. hervorgehobenen Bahnpunkt aus entspricht, d.h. Sie nehmen in der 3D Ansicht genau die Perspektive des Satelliten ein. Dabei wird auch der IFOV des Satelliten berücksichtigt (siehe Kapitel 5.1.11.1.1), d.h. auch die Auflösung des am Bildschirm dargestellten Bildes entspricht der des Sensors an der jeweiligen Position.

Die Funktion entspricht vom Prinzip her der Funktion **Ansichtspunkt erzeugen** (siehe Kapitel 5.1.5.7), mit dem Unterschied, dass die 3D Ansicht direkt ausgerichtet und die Ansicht nicht als Ansichtspunkt "gespeichert" wird.

Tipps und Hinweise:

- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.5.10 Überflug für Ausgewählte animieren

[Menü Extras > Erweiterungen > 3D Viewer]

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn mindestens zwei Punkte ausgewählt bzw. hervorgehoben sind und das 3D Fenster geöffnet ist

Mit **Überflug für Ausgewählte animieren** startet in der 3D Ansicht eine Fluganimation, welche dem Überflug des Satelliten für die in der Tabelle ausgewählten bzw. hervorgehobenen Bahnpunkte folgt und dabei dessen Blick auf den Zielpunkt wiedergibt. Dabei wird auch der IFOV

des Satelliten berücksichtigt (siehe Kapitel 5.1.11.1.1), d.h. auch die Auflösung des am Bildschirm dargestellten Bildes entspricht der des Sensors an der jeweiligen Position.

Die Funktion entspricht vom Prinzip her der Funktion **Flugbahn für Ausgewählte erzeugen** (siehe Kapitel 5.1.5.8), mit dem Unterschied, dass die Fluganimation direkt ausgeführt und der Überflug nicht als Flugbahn "gespeichert" wird.

Tipps und Hinweise:

- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).

5.1.5.11 Ausgewählte als Feature einfügen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Nur verfügbar, wenn ein passender Punktlayer geladen, im Editiermodus und als Ziellayer ausgewählt ist und mindestens ein Punkt in der Tabelle ausgewählt bzw. hervorgehoben ist

Mit **Ausgewählte als Feature einfügen** können Sie ausgewählte bzw. hervorgehobene Bahnpunkte in einen Punkt-Vektorlayer kopieren. Voraussetzung ist

- dass die Attributtabelle des Punktlayers mindestens alle Felder der Punkt-Tabelle hat (zusätzliche Felder, z.B. Geometriefelder, sind möglich) und
- der Punktlayer im Editiermodus ist und als Ziellayer ausgewählt ist (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.2.9 ff.)

Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, ist der Befehl ausgegraut.

Haben Sie einen SOP-Ziellayer oder ausgewählte Bahnpunkte als GPKG gespeichert (siehe Kapitel 5.1.10 oder 5.1.5.1) können Sie dem Feature-Table **Points** mit dieser Funktion jederzeit weitere Bahnpunkte hinzufügen, z.B. von anderen Satelliten oder aus einem anderen/neueren SOP-Ziellayer.

Tipps und Hinweise:

- Diese Funktion ist auch über ein Kontextmenü aufrufbar, welches Sie in der Tabelle per Rechtsklick auf einen Zeilenanfang erreichen (siehe Kapitel 5.1.5).
- Verwenden Sie die gleiche Funktion für **Schwaden** (siehe Kapitel 5.1.6), gilt das oben genannte analog. Die Flächen können dann nur in einen entsprechenden Polygonlayer (mit mindestens allen Feldern der Schwade-Tabelle) eingefügt werden.

5.1.5.12 Spaltenbreite anpassen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Punkt-Tabelle anzeigen > Optionen

Mit **Spaltenbreite anpassen** können Sie die Breite aller Spalten in der Tabelle auf einmal auf **Inhalt**, **Spaltenüberschrift** oder **Inhalt & Spaltenüberschrift** anpassen. Alternativ können Sie die Breite einzelner Spalten manuell direkt in der Tabelle anpassen.

Für nähere Informationen siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.4.1.22.

5.1.6 Schwade-Tabelle anzeigen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)

Für nähere Informationen zur **Schwadfläche** siehe Kapitel 5.1.

Schwade-Tabelle anzeigen öffnet die Attributtabelle der Schwadflächen. In dieser sind für jede Fläche, genauer für den Punkt der nächsten Annäherung des Satelliten auf der zugehörigen Bahn, diverse Zusatzinformationen hinterlegt, z.B. der betroffene Satellit, die vorhergesagte Position und die Uhrzeit, zu der sich der Satelliten dort befinden soll, sowie weitere Informationen zum Satellit und der geometrischen Beziehung zwischen Satellit und Zielpunkt (Entfernung, (Blick-)Winkel, Auflösung etc.).

Aufbau und Handhabung der Tabelle, die angezeigten Attribute und die Funktionen unter **Optionen** entsprechen (analog) denen der Punkt-Tabelle (siehe Kapitel 5.1.5 ff.). Beziehen sich Funktionen auf einen bestimmten Punkt (z.B. **Ansichtspunkt erzeugen**; siehe Kapitel 5.1.5.7), dann beziehen sie sich hier auf den Punkt der nächsten Annäherung.

Beachten Sie, dass Schwadfläche, Abdeckung und potentielle Abdeckung nur für Erdbeobachtungssatelliten anwendbar sind und Satelliten des Typs **Navigation** (siehe Kapitel 5.1.11.1.1) deshalb in der Schwade-Tabelle nicht angezeigt werden.

5.1.7 Sky Plot anzeigen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)

Ein **Sky Plot** stellt die Position von Satelliten (oder anderen Objekten, z.B. Sternen) zu einem bestimmten Zeitpunkt bzw. über einen bestimmten Zeitraum aus Sicht eines Zielpunkts in einem lokalen, topozentrischen Koordinatensystem dar. Der Zielpunkt befindet sich im Zentrum; die Satellitenpositionen werden relativ zum diesem in Polarkoordinaten angegeben,

nach Azimut und Höhenwinkel (Elevation). Der **Azimut** beschreibt die Himmelsrichtung in geografischen Grad gegen Nord, der **Höhenwinkel** den (Sicht-)Winkel zwischen Horizont (0°) und Zenit (90°):

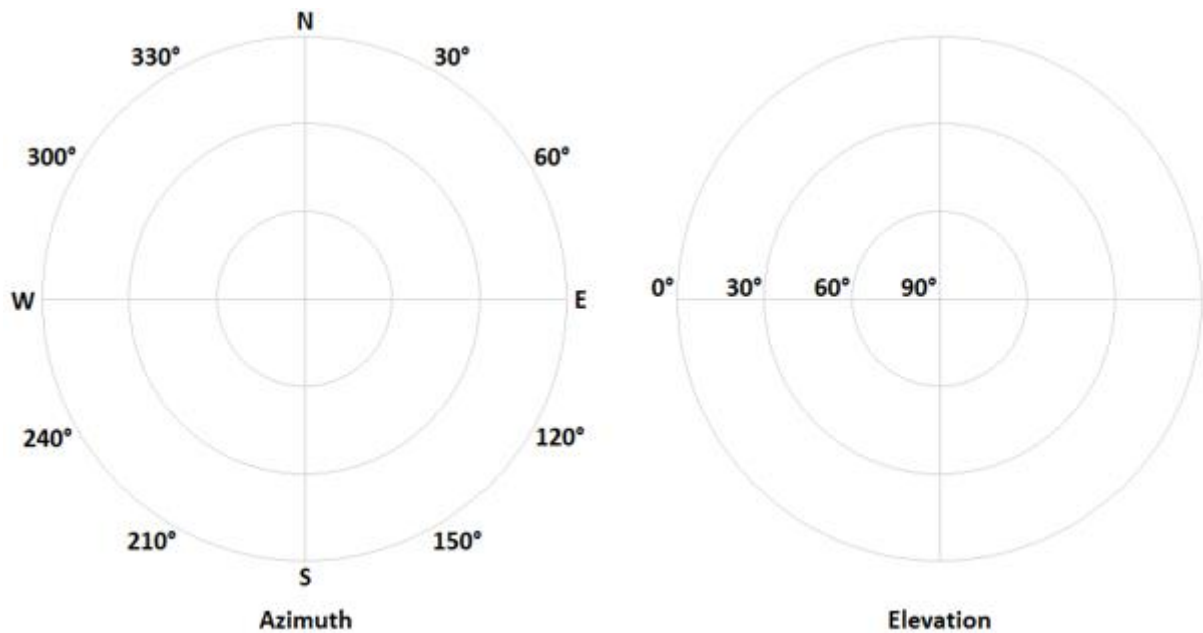


Abbildung 15: **Sky Plot** - Azimut und Höhenwinkel (Elevation)

Sky Plot anzeigen öffnet ein Diagrammfenster, in dem der Sky Plot für den SOP-Ziellayer, d.h. für die abgefragten Satelliten und den abgefragten Zeitraum, dargestellt wird:

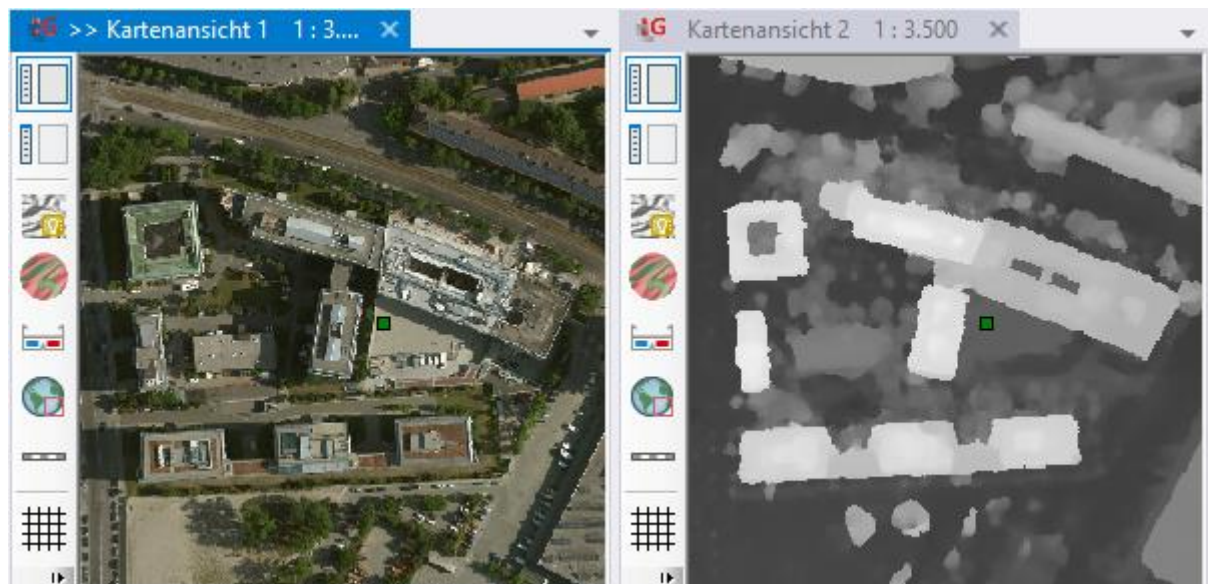
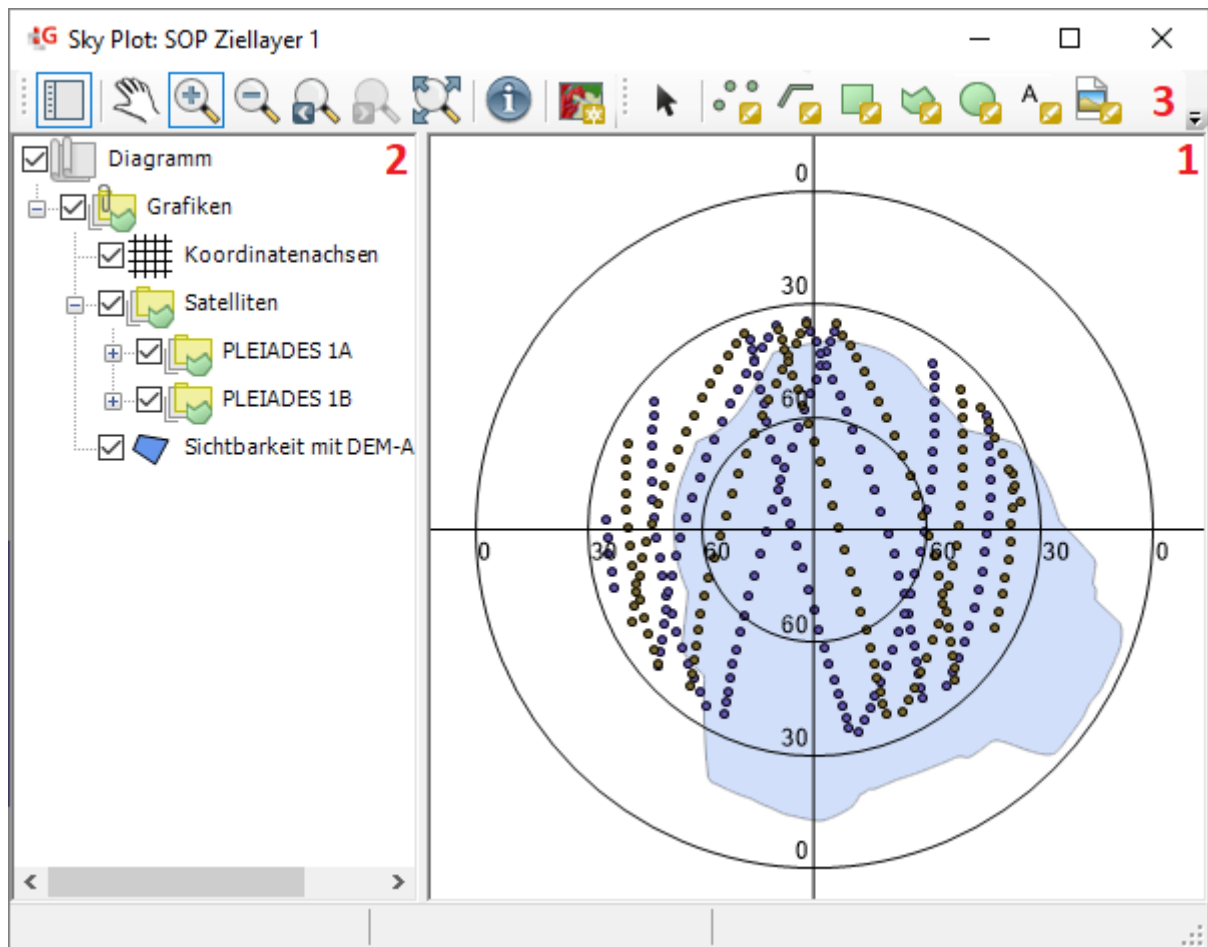


Abbildung 16: Darstellung der Satellitenbahn-Vorhersage im Sky Plot (oben) für einen bestimmten Zielpunkt in der Karte (unten)

In der **Diagrammansicht (1)** rechts wird Ihnen der Sky Plot angezeigt, d.h. die Konstellation der abgefragten Satelliten über den abgefragten Zeitraum aus Sicht des Zielpunkts. Dargestellt werden nur Satellitenbahnpunkte, die beim Erstellen des Sky Plots in der Kartenansicht (bei

voller Layerausdehnung) angezeigt wurden, d.h. solche von Satelliten, die im TOC unterhalb des SOP-Ziellayers aktiviert (angehakt) waren, und die nicht ausgefiltert waren.

Zusätzlich zu den Satellitenpositionen/-bahnen wird im Sky Plot mit einer blauen Fläche die **Sichtbarkeit mit DEM-Abschattung** dargestellt (siehe unten).

Über den **Table of Content (TOC; 2)** links können Sie durch An-/Aushaken der entsprechenden Checkboxes steuern, welche Elemente im Sky Plot angezeigt werden. Über die **Eigenschaften** im Kontextmenü der einzelnen Elemente können Sie deren Darstellungseigenschaften einsehen und anpassen (z.B. das Symbol oder die Beschriftung). Für nähere Informationen hierzu sowie zu allen in den Kontextmenüs verfügbaren Funktionen siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1 ff.

Folgende Elemente sind im Sky Plot-TOC aufgelistet:

- Die **Koordinatenachsen**

Hier ist u.a. folgende Sky Plot-spezifische Eigenschaft verfügbar:






- **Automatische Schrittweite:** falls **An**, wird die Schrittweite der Höhenwinkelringe im Sky Plot in Abhängigkeit von der Zoomstufe automatisch bestimmt. Falls **Aus**, können Sie selbst eine fixe **Schrittweite** (in Grad) festlegen.

- Die **Satellitenbahn-Punkte**

Das Punktsymbol, mit dem die Satellitenbahnpunkte standardmäßig dargestellt werden, entspricht dem im Kartenfenster.

- Die **Sichtbarkeit mit DEM-Abschattung**
- Sämtliche Grafikelemente, die über die Werkzeugleiste des Sky Plot-Fensters eingefügt wurden.

Über die **Werkzeugleiste (3)** oben im Sky Plot-Fenster können Sie:

-  den **TOC einblenden/ausblenden**
-  den in der Diagrammansicht sichtbaren Ausschnitt anpassen (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.1.6 ff.)
-  die einzelnen Elemente in der Diagrammansicht **Identifizieren** (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.1.14)
-  das **Diagramm exportieren** (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.8.12)
-  verschiedene Grafiken einfügen und editieren (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.9.1 ff.)

-  durchgeführte Aktionen schrittweise **Rückgängig machen** / **Wiederherstellen**

Sichtbarkeit mit DEM-Abschattung

Mit DEM-Abschattung ist die Abschattung/Sichtbehinderung gemeint, die sich (hier für einen Satelliten) aus der Höhenstruktur der Erdoberfläche ergibt, z.B. durch Geländeerhebungen, hohe Gebäude etc.. Die **Sichtbarkeit mit DEM-Abschattung** im Sky Plot zeigt also an, ob Satelliten den Zielpunkt von einer bestimmten Position aus "sehen"/aufnehmen können oder nicht: sichtbar ist das Ziel nur von Bahnpunkten aus, die innerhalb der blauen Fläche liegen.

Die DEM-Abschattung wird anhand des **Hintergrund-DEMs** berechnet (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 3.5.1.1). Damit die Berechnung ein sinnvolles Ergebnis liefert, muss also mindestens ein digitales Höhenmodell geladen und als solches gekennzeichnet sein, und das DEM muss mindestens die nähere Umgebung des Zielpunkts abdecken.

Die Qualität der berechneten Sichtbarkeit hängt maßgeblich von folgenden Faktoren ab:

- Der Qualität des DEMs, d.h. der Art des DEMs (Oberflächenmodell vs. Geländemodell), der horizontalen und vertikalen Auflösung, der Aktualität etc.

Allgemein gilt: Je näher am Zielpunkt, desto genauer sollte das DEM die Erdoberfläche abbilden. Für weiter entfernte Bereiche sind i.d.R. auch gröbere (Gelände-)Modelle ausreichend.

- Der Größe des DEMs, da in die Berechnung nur Sichthindernisse eingehen können, die das DEM tatsächlich abdeckt!

Allgemein gilt: Je geringer der Höhenwinkel des Satelliten, d.h. je näher am Horizont, desto stärker fallen (hohe) Sichthindernisse in größerer Entfernung ins Gewicht. Bei steilem Blickwinkel spielen weiter entfernte Bereiche kaum eine Rolle.

- Der allgemeinen Einstellung **Sichtbarkeitsanalysequalität** unter Menü Extras > Einstellungen > Darstellung > Sichtbarkeitsanalyse. Je höher die gewählte Qualität, desto höher aufgelöst wird das DEM abgegriffen und desto besser werden Sichthindernisse "getroffen", desto langsamer ist aber auch die Berechnung (siehe auch GAFmap® Handbuch, Kapitel 3.5.1.7).

Liegt kein DEM vor, wird der gesamte Sky Plot als "sichtbar" dargestellt.

Zeitschienen-Animation

Verwenden Sie das Zeitschienen-Werkzeug in Verbindung mit dem SOP-Ziellayer / Sky Plot, wird in der Diagrammansicht eine Zeitschienenanimation abgespielt. Im Sky Plot werden die

Satellitenbahnpunkte dann entsprechend ihres Zeitstempels nacheinander eingeblendet (siehe auch Kapitel 6.1).

Tipps und Hinweise:

- Für allgemeine Informationen zu digitalen Höhenmodellen/DEMs, siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 3.5.1.1 oder GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.3.1.

5.1.8 DOP anzeigen

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)

Nur verfügbar, wenn der SOP-Ziellayer nur Satelliten vom Typ = Navigation enthält

Der **DOP-Wert** (Dilution of Precision; dt. Verringerung der Genauigkeit) erlaubt eine Abschätzung, wie gut eine empfangene Konstellation von Navigationssatelliten an einem bestimmten Ort zum Zeitpunkt der Messung zur Positionsbestimmung geeignet ist.

Folgende DOP-Werte können bestimmt werden:

- **TDOP** (Time DOP): Einfluss auf die Zeitgenauigkeit (Zeit)
- **VDOP** (Vertical DOP): Einfluss auf die Vertikalrichtung (1D)
- **HDOP** (Horizontal DOP): Einfluss auf die Horizontalrichtung (2D)
- **PDOP** (Positional DOP): Einfluss auf die Positionsgenauigkeit (3D)
- **GDOP** (Geometric DOP): Gesamtgenauigkeit (3D und Zeit)

Zur Berechnung des DOP-Wertes müssen mindestens vier Satelliten empfangen werden. Ideal ist ein Wert von 1 oder kleiner; je weiter er nach oben abweicht, desto mehr streuen die Messwerte / desto weniger geeignet ist die Satellitenkonstellation zur Positionsbestimmung. Bei einem Wert über 10 gelten die Messwerte als wenig vertrauenswert (siehe z.B. [Wikipedia - Dilution of Precision](#)).

DOP anzeigen öffnet ein Diagrammfenster mit den DOP-Werten der vorhergesagten Satellitenkonstellation:

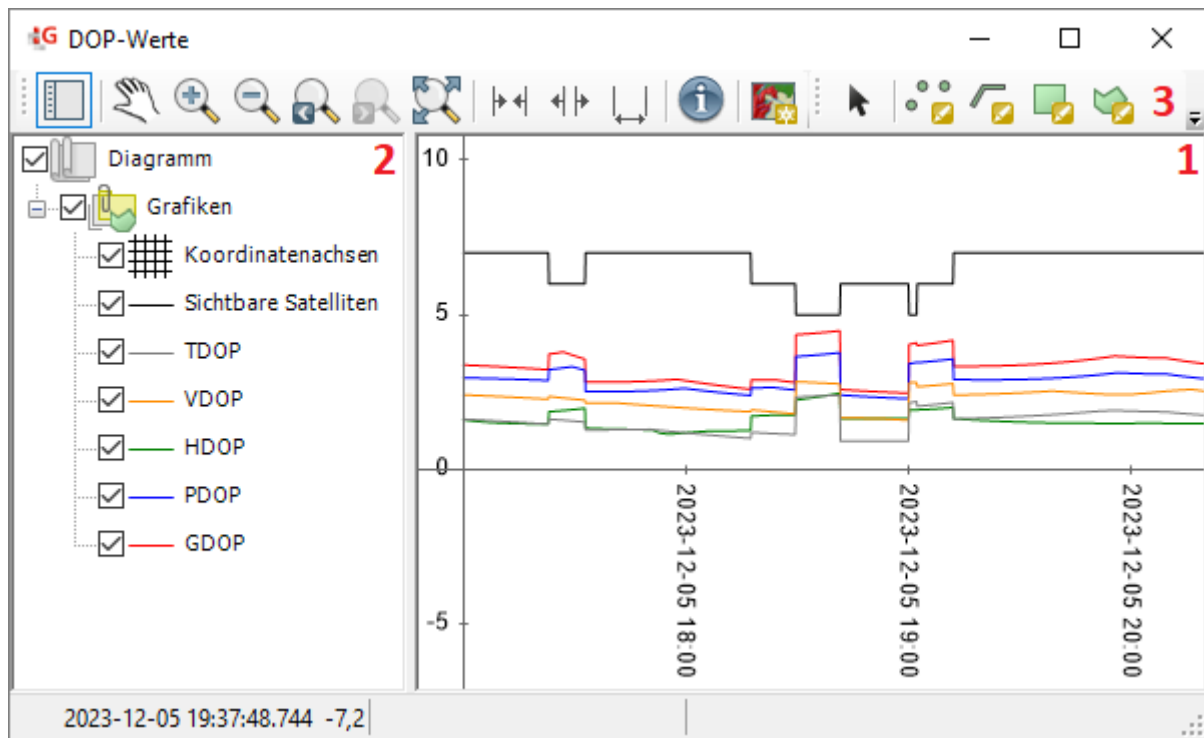


Abbildung 17: Grafische Darstellung der DOP-Werte im Diagrammfenster

In der **Diagrammansicht (1)** rechts werden die Anzahl der empfangenen Navigationssatelliten über den abgefragten Zeitraum und die DOP-Werte, die sich aus der vorhergesagten Konstellation ergeben, grafisch dargestellt. Die Berechnung erfolgt für alle möglichen Konstellationen, angezeigt wird der jeweils beste errechnete Wert.

Beachten Sie, dass die DOP-Werte im Diagramm aus Gründen der besseren Visualisierung/ Skalierung auf 10 gedeckelt werden (d.h. Werte > 10 werden auf 10 gesetzt). Kann aufgrund einer zu geringen Satellitenanzahl keine Berechnung durchgeführt werden, wird der Wert ebenfalls auf 10 gesetzt.

Über den **Table of Content (TOC; 2)** links können Sie durch An-/Aushaken der entsprechenden Checkboxes steuern, welche Elemente in der Diagrammansicht angezeigt werden. Über die **Eigenschaften** im Kontextmenü der einzelnen Elemente können Sie deren Darstellungseigenschaften einsehen und anpassen (z.B. das Liniensymbol oder die Beschriftung). Für nähere Informationen hierzu sowie zu allen in den Kontextmenüs verfügbaren Funktionen siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1 ff.

Folgende Elemente sind im Diagramm-TOC aufgelistet:








- Die **Koordinatenachsen**

Für nähere Informationen zu den Koordinatenachsen-Eigenschaften siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.1.15.3.

- Die Anzahl der **Sichtbaren Satelliten**

- Die DOP-Werte, die sich aus der besten Satellitenkonstellation ergeben (**TDOP**, **VDOP**, **HDOP**, **PDOP** und **GDOP**)
- Sämtliche Grafikelemente, die über die Werkzeugleiste des Diagrammfensters eingefügt wurden.

Über die **Werkzeugleiste (3)** oben im Diagrammfenster können Sie:

-  den **TOC einblenden/ausblenden**
-  den in der Diagrammansicht sichtbaren Ausschnitt anpassen (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.1.6 ff.)
-  das Achsenverhältnis schrittweise anpassen oder in das Fenster einpassen
-  die einzelnen Elemente in der Diagrammansicht **Identifizieren** (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.1.14)
-  das **Diagramm exportieren** (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.8.12)
-  verschiedene Grafiken einfügen und editieren (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.9.1 ff.)
-  durchgeführte Aktionen schrittweise **Rückgängig machen / Wiederherstellen**

5.1.9 Cache leeren

In **GAFmap**: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)

Mit **Cache leeren** können Sie gecachte TLE-Informationen und Wetterdaten löschen und damit die Aktualisierung des SOP-Ziellayers jederzeit manuell anstoßen.

Für weitere Informationen zum Update-Verhalten des SOP-Ziellayers siehe Kapitel 5.1.

Tipps und Hinweise:

- Nach sechs Stunden wird der Cache automatisch geleert; die Vorhersage wird dann entsprechend aktualisiert, sobald sie neu berechnet wird (z.B. wenn Filtereinstellungen geändert werden).

5.1.10 Als GPKG speichern

In **GAFmap**: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)

Mit **Als GPKG speichern** wird der SOP-Ziellayer im OGC-konformen Vektorformat GeoPackage (*.gpkg) abgespeichert, d.h. das GAFmap®-spezifische Grafikelement wird in einen Software-unabhängig lesbaren Vektordatensatz konvertiert.

Das erzeugte GeoPackage kann folgende Feature-Tables beinhalten:

- **Target:** der **Zielpunkt**.
- **Points:** alle aktuell angezeigten **Satellitenbahnpunkte** mit allen ihren Attributen.
- **Swaths:** alle aktuell angezeigten **Schwadflächen** mit allen ihren Attributen.
- **CoverageAreas:** die Polygone, mit denen die **Abdeckung** angezeigt wird (jeweils mit den Attributen des zugehörigen Satellitenbahnpunkts)
- **PotentialSwaths:** die Polygone, mit denen die **potentielle Abdeckung** angezeigt wird (jeweils mit Satellit und Start-/Endzeit).

Beachten Sie, dass nur Elemente mitgenommen werden, die beim Abspeichern aktiviert waren. War also z.B. **Abdeckung anzeigen** ausgestellt (siehe Kapitel 5.1.11.1), fehlt der Feature-Table CoverageAreas etc.. Das gleiche gilt für Bahnpunkte von Satelliten, die im TOC nicht angehakt waren.

Beachten Sie außerdem, dass die Vorhersage beim GPKG "eingefroren" wird, d.h. anders als beim originalen SOP-Ziellayer (siehe Kapitel 5.1) wird die Berechnung der Orbits nicht mehr aktualisiert, z.B. wenn es neuere TLEs gibt. Sie können den Tables **Points** bzw. **Swaths** aber z.B. nachträglich noch ausgewählte Bahnpunkte bzw. Schwadflächen aus einem (neueren /anderen) SOP-Ziellayer hinzuzufügen (mit **Ausgewählte als Feature einfügen**; siehe Kapitel 5.1.5.11 bzw. 5.1.6).

5.1.11 Eigenschaften

In **GAFmap**: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer (bei Rechtsklick auf Zielpunkt, nicht auf Satelliten!)



Unter **Eigenschaften** werden alle grundlegenden Eigenschaften des (ausgewählten) SOP-Ziellayers angezeigt. Im Folgenden werden nur SOP-Ziellayer-spezifische Eigenschaften erläutert oder solche, bei denen es Besonderheiten zu beachten gibt. Für Informationen zu den allgemeinen Grafik-Eigenschaften unter

- **Symbologie** (Symbologie und Beschriftungsstil),
- **Text** (Beschriftungstext),
- **Bildschirmausgabe** (Layer-abhängiger Text, der am Bildschirm angezeigt wird) sowie

- **3D Symbologie** (Symbologie und Beschriftungsstil in der 3D Ansicht; *nur bei geöffnetem 3D Fenster verfügbar*)

siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1.13 bzw. zur 3D Symbologie GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 5.7.2.1.

Beachten Sie, dass sich die oben genannten Eigenschaften, z.B. die Darstellungseigenschaften unter Symbologie, nur auf den **Zielpunkt** auswirken. Die Symbologie der **Satellitenbahnpunkte** und **Schwadflächen** kann im Satelliten-Dialog angepasst werden (siehe Kapitel 5.1.11.1.1).

Schnellzugriff:

- Doppelklick auf Layernamen im TOC (auf oberster Ebene, nicht auf Ebene der Satelliten): Eigenschaften öffnen

5.1.11.1 Allgemein

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Eigenschaften

Mit den Eigenschaften unter **Allgemein** können Sie Grundeinstellungen für die Satellitenbahn-Vorhersage vornehmen:

- **Satelliten:** legt fest, für welche Satelliten die Vorhersage durchgeführt wird.

Die Abfrage erfolgt zunächst für die beim Erzeugen des SOP-Ziellayers ausgewählt Satelliten anhand der aktuellen NORAD-TLEs (bzw. für keinen Satelliten, wenn nichts ausgewählt wurde; siehe Kapitel 4.1). Die Satellitenauswahl und/oder die Quell-TLEs können hier nachträglich jederzeit noch angepasst werden.

 öffnet den **Satelliten**-Dialog

Für weitere Informationen siehe Kapitel 5.1.11.1.1.

- **Zeitintervall [s]:** legt fest, mit welchem zeitlichen Abstand die Satellitenpositionen berechnet werden. Es gilt: Je kleiner der Wert, d.h. je geringer das Intervall, desto dichter die Satellitenbahnpunkte (siehe Kapitel 5.1), aber desto länger die Berechnungszeit.

Für nähere Informationen zu **Satellitenbahnpunkten** siehe Kapitel 5.1.

- **Mind. Pfadlänge [s]:** legt fest, wie lange der Überflug des Satelliten mindestens dauern muss, damit ein Pfad angezeigt wird. Ist 0 eingetragen, wird keine Mindestlänge angewendet.

Ausgefilterte Bahnpunkte (siehe Kapitel 5.1.11.3) werden nicht berücksichtigt. Wird ein Pfad aufgrund ausgefilterter Bahnpunkte unterbrochen, werden die Teilstücke separat betrachtet.

- **Schwade anzeigen:** legt fest, ob die Schwadflächen in der Kartenansicht angezeigt werden (**An**) oder nicht (**Aus**).

Für nähere Informationen zu **Schwadflächen** siehe Kapitel 5.1.

Beachten Sie, dass die Schwadflächen beim Speichern als GPKG (siehe Kapitel 5.1.10) nur mitgenommen werden, wenn sie hier angestellt sind.

- **Schwadlänge [m]:** legt die Länge der Schwadflächen in Metern fest.
- **Manuelle Schwadrichtung:** falls **An**, können Sie die (Aus-)Richtung der Schwadflächen, d.h. die Richtung, mit der der Sensor aufnimmt, manuell angeben. Tragen Sie dann bei **Schwadrichtung** die gewünschte Richtung gegen Nord in geografischen Grad ein (0° = Norden, 90° = Osten etc.).

Falls **Aus**, entspricht die (Aus-)Richtung der Schwadflächen der Flugrichtung des Satelliten, d.h. sie verlaufen dann entlang des zugehörigen Pfads.

Bei "nicht-schwenkenden" Satelliten, d.h. solchen mit einem **Max. Off-Nadir-Winkel** von 0, wird die Schwadfläche unabhängig von dieser Einstellung immer entlang des Pfads ausgerichtet.

Für nähere Informationen zur **Schwadfläche** siehe Kapitel 5.1.

- **Potentielle Abdeckung anzeigen:** legt fest, ob die potentielle Abdeckung pro Pfad in der Kartenansicht angezeigt wird (**An**) oder nicht (**Aus**).


Für nähere Informationen zur **potentiellen Abdeckung** siehe Kapitel 5.1.

Beachten Sie, dass die potentielle Abdeckung beim Speichern als GPKG (siehe Kapitel 5.1.10) nur mitgenommen werden, wenn sie hier angestellt ist.

- **Abdeckung anzeigen:** legt fest, ob für ausgewählte Satellitenbahnpunkte in der Kartenansicht die Abdeckung angezeigt wird (**An**) oder nicht (**Aus**).

Für nähere Informationen zur **Abdeckung** siehe Kapitel 5.1.

Beachten Sie, dass die Abdeckung beim Speichern als GPKG (siehe Kapitel 5.1.10) nur mitgenommen werden, wenn sie hier angestellt ist.

- **Auswählbar:** legt fest, ob der SOP-Ziellayer in der Kartenansicht mit dem **Grafik-Editierwerkzeug** (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.9.1) ausgewählt werden kann (**An**) oder nicht (**Aus**). Ist der Layer nicht auswählbar, wird er im TOC mit einem  roten X über dem SOP-Icon gekennzeichnet. Im TOC kann der SOP-Ziellayer immer ausgewählt werden, d.h. unabhängig von dieser Eigenschaft.

Beachten Sie, dass sich diese Eigenschaft beim SOP-Ziellayer nur auf den Zielpunkt auswirkt. Die Satellitenbahnpunkte bzw. Schwadflächen können immer und nur über die Punkt- bzw. Schwade-Tabelle ausgewählt werden (siehe Kapitel 5.1.5 bzw. 5.1.6).

- **Beschreibung:** Hier können Zusatzinformationen zum SOP-Ziellayer eingesehen, angepasst oder neu eingegeben werden (einfacher Text oder HTML-Syntax).

... öffnet das Zusatzinformationen-Fenster

5.1.11.1.1 Satelliten

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Eigenschaften > Satelliten

Über den ...-Button in den Eigenschaften bei **Satelliten** oder per Doppelklick auf einen Satelliten unterhalb des SOP-Ziellayers im TOC gelangen Sie zum **Satelliten**-Dialog. Hier können Sie die Satellitenauswahl für die Vorhersage und/oder die Quell-TLEs für ausgewählte Satelliten jederzeit nachträglich anpassen.

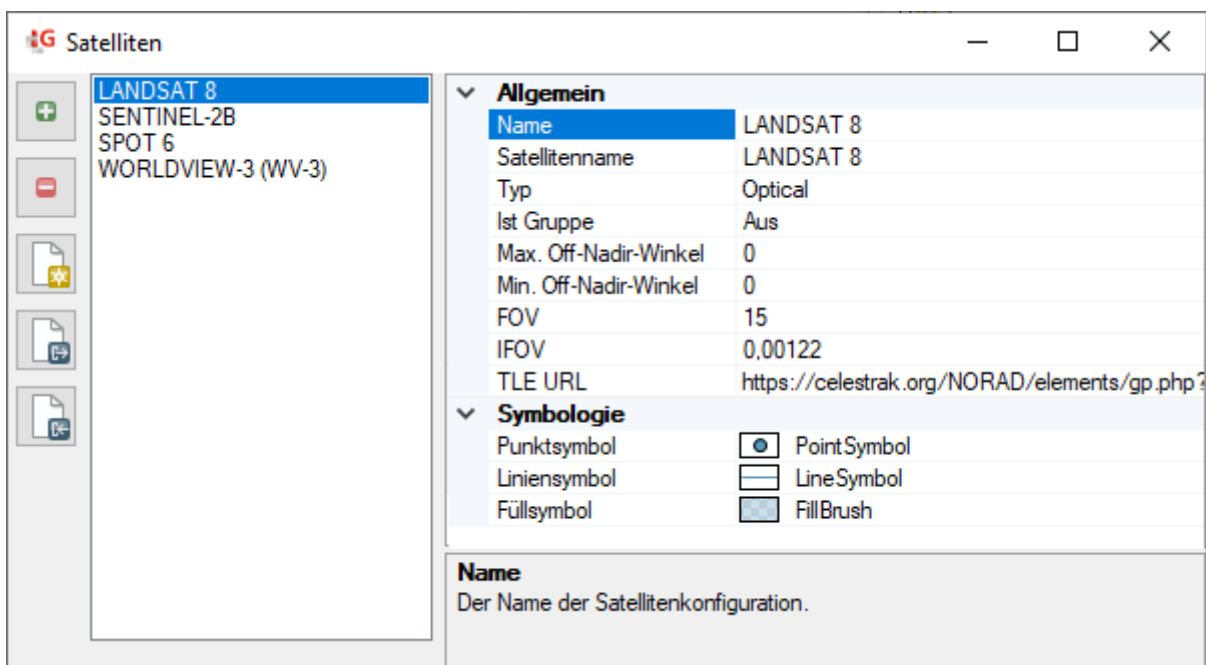


Abbildung 18: **Satelliten**-Dialog

Links wird Ihnen die aktuelle Satellitenauswahl angezeigt, für die die Vorhersage durchgeführt wird. Über die Buttons am linken Rand können Sie jederzeit

- weitere (Standard-)Satelliten aus der Auswahlliste hinzufügen.

Es öffnet sich dann erneut der **Satelliten auswählen**-Dialog (siehe Kapitel 4.1). Haken Sie hier den/die Satelliten an, die Sie hinzufügen wollen und bestätigen Sie mit **OK**. Alle ausgewählten Satelliten werden dann in der Liste ergänzt.

- ausgewählte Satelliten aus der Liste entfernen.

- einen neuen, unbekannten Satelliten anlegen.

Alle Parameter rechts inkl. dem Quell-TLE müssen dann selbst eingegeben werden.



einen oder mehrere ausgewählte Satelliten als XML exportieren.



als XML exportierte Satelliten einlesen.

Rechts werden Ihnen die Eigenschaften des/der links in der Liste ausgewählten Satelliten angezeigt. Bei den im **Satelliten auswählen**-Dialog aufgelisteten (Standard-)Satelliten sind die Eigenschaften voreingetragen (können bei Bedarf aber noch angepasst werden), bei anderen/eigenen Satelliten müssen die Parameter selbst recherchiert und eingegeben werden:

Allgemein

- **Name:** legt die Bezeichnung des Satelliten bzw. der Gruppe im TOC fest. Der Name kann frei gewählt werden.
- **Satellitenname** (*nicht relevant bei Gruppen*): verweist auf den gewünschten Satelliten in der TLE-Datei. Die Schreibweise des Satellitennamens muss genau mit der des TLEs übereinstimmen (inkl. Leerzeichen, Bindestrichen etc.), z.B.

```
LANDSAT 8
1 39084U 13008A 23345.91381028 .00000328 00000+0 82935-4 0 9998
2 39084 98.2084 53.4778 0001386 89.2367 270.8990 14.57099271564177
SENTINEL-1A
1 39634U 14016A 23345.92204393 .00000150 00000+0 41571-4 0 9993
2 39634 98.1820 350.7295 0001259 89.8485 270.2858 14.59199508516101
```

- **Typ:** zeigt den Sensortyp des/der Satelliten an (Optical, Radar, Navigation...).
- **Ist Gruppe:** legt fest, ob es sich um einen einzelnen Satelliten handelt (**Aus**) oder um eine Satellitengruppe/-konstellation (**An**).

Bei Einzelsatelliten wird die bei **TLE URL** angegebene TLE-Datei nach dem oben eingegebenen **Satellitennamen** durchsucht und ausschließlich dieser Satellit abgefragt und ausgegeben. Bei **Gruppen** werden alle Satelliten, die in der TLE-Datei aufgelistet sind, abgefragt und ausgegeben. Die Datei sollte dann nur Satelliten enthalten, die zur Gruppe/Konstellation gehören. Beispiele für Gruppen sind Navigationssatelliten-Konstellationen oder, bei optischen Satelliten, die Konstellation SkySat-C.

- **Max. Off-Nadir-Winkel** (*nur relevant für Erdbeobachtungssatelliten*): gibt den größten möglichen Sensorschwenkwinkel des Satelliten an (als Off-Nadir-Winkel in Grad).

Der eingetragene Max. Off-Nadir-Winkel wirkt sich direkt auf die potentielle Sichtfläche (Instantaneous Access Area) des Satelliten aus, d.h. auf die **Abdeckung** und die **Potentielle Abdeckung** (siehe Kapitel 5.1). Je weiter der Sensor schwenken kann, d.h. je größer der Winkel, desto größer der Abdeckungsbereich.

Standardmäßig werden nur Pfade bzw. Bereiche von Pfaden angezeigt, von denen aus der Satellit den Zielpunkt unter Berücksichtigung des Off-Nadir-Winkels tatsächlich

"sehen"/aufnehmen kann. Diese Option kann in den Eigenschaften des SOP-Ziellayers deaktiviert werden (siehe Kapitel 5.1.11.3).

- **Min. Off-Nadir-Winkel** (*nur relevant für Radarsatelliten*): gibt den kleinsten möglichen Sensorschwenkwinkel des Satelliten an (als Off-Nadir-Winkel in Grad).

Ist ein Min. Off-Nadir-Winkel eingetragen, wird die **Abdeckung** pro Punkt nicht als Kreisfläche, sondern als entsprechender "Doughnut" gezeichnet. In der Fläche der **Potentiellen Abdeckung** zeichnet sich ein eingetragener Min. Off-Nadir-Winkel nicht ab (siehe Kapitel 5.1).

Bei Angabe eines Min. Off-Nadir werden Pfade entsprechend nahe am Zielpunkt unterbrochen. Je nachdem, welche **Min. Pfadlänge** angegeben ist (siehe Kapitel 5.1.11.1), kann dies dazu führen, dass zuvor angezeigte Pfade dann aufgrund einer zu kurzen Länge ganz wegfallen!

- **FOV** (Field of View) (*nur relevant für Erdbeobachtungssatelliten*): gibt das Blickfeld des Sensors in Grad an. Das Blickfeld beeinflusst, wie groß der Ausschnitt der Erdoberfläche ist, den der Satellit "sehen"/aufnehmen kann. Der FOV wirkt sich direkt auf die Schwadbreite aus (siehe Kapitel 5.1). Je größer das Blickfeld, desto breiter die **Schwadfläche**.
- **IFOV** (Instantaneous Field of View) (*nur relevant für Erdbeobachtungssatelliten*): gibt das Blickfeld pro Pixel des Sensors in Grad an. Das IFOV bedingt die räumliche Auflösung des Sensors, wirkt sich also direkt auf die resultierende Bodenpixelgröße (GSD) aus. Je kleiner das IFOV, desto höher die räumliche Auflösung.
- **TLE URL**: verweist auf die TLE-Datei, auf der die Satellitenbahn-Vorhersage basiert. Geben Sie hier den Pfad zur gewünschten Quelldatei ein (URL oder Dateipfad).

Für nähere Informationen zu TLEs siehe Kapitel 3.2 und 3.3.

Bei den (Standard-)Satelliten, die im **Satelliten auswählen**-Dialog angeboten werden, handelt es sich um eine Vorauswahl von Satelliten aus den NORAD-TLEs unter <http://www.celestrak.com/NORAD/elements/>. Sie können jederzeit auch andere Satelliten aus den NORAD-TLEs und/oder Satelliten aus einer anderen Datenquelle abfragen, z.B. aus lokal abgelegten und/oder historischen TLE-Dateien. Beachten Sie aber, dass die TLE-Struktur mit der von NORAD übereinstimmen muss. Beachten Sie außerdem, dass die oben genannten Eigenschaften nur für die Standard-Satelliten hinterlegt sind.

Tipp: Soll die Satellitenbahn-Vorhersage für einen der Standard-Satelliten, aber auf Grundlage einer anderen TLE-Datei durchgeführt werden, wählen Sie diesen zunächst über den **Satelliten auswählen**-Dialog aus und passen Sie dann die Datenquelle an; so müssen die Eigenschaften oben nicht manuell eingegeben werden.

Beachten Sie das Update-Verhalten des SOP-Ziellayers hinsichtlich der TLEs (siehe Kapitel 5.1).

Symbologie

- **Punktsymbol:** legt fest, mit welchem Symbol die Satellitenbahnpunkte dargestellt werden.



öffnet den Punktsymbol-Dialog (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 6.1)

- **Liniensymbol:** legt fest, mit welchem Symbol der Umring der Schwadflächen dargestellt wird.



öffnet den Liniensymbol-Dialog (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 6.2)

- **Füllsymbol:** legt fest, wie die Schwadflächen gefüllt werden.



öffnet den Füllsymbol-Dialog (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 6.3)

Die Polygone, mit denen die potentielle Abdeckung angezeigt wird, werden immer mit dem gleichen Symbol dargestellt wie die Schwadflächen.

Sind links mehrere Satelliten ausgewählt, werden rechts nur die Eigenschaften angezeigt, die bei allen ausgewählten Satelliten übereinstimmen. Beachten Sie, dass die Eigenschaften bei allen ausgewählten Satelliten angepasst werden, wenn Sie Änderungen vornehmen.

Schließen Sie den Satelliten-Dialog über den X-Button in der oberen rechten Ecke, wird die Vorhersage für die Satellitenliste im Dialog neu ausgeführt.

Schnellzugriff:

- Doppelklick auf das Layer-Icon des SOP-Ziellayers oder auf einen Satelliten im TOC: Satelliten-Dialog öffnen

Tipps und Hinweise:

- Exportieren Sie **eigene Satelliten** als XML und legen dieses in Ihrem **Nutzerprofil** (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 2.3.3) in einem Unterordner *SatOrbProp* ab, werden diese Satelliten im Satellitenauswahl-Dialog ergänzt und sind dann als (Standard-)Satelliten direkt beim Setzen des Zielpunkts auswählbar. Es können auch mehrere XMLs abgelegt werden; es werden dann alle Satelliten aus allen XMLs geladen.

5.1.11.2 Geometrie

In **GAFmap**: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Eigenschaften

Die Eigenschaften unter **Geometrie** zeigen bzw. beeinflussen die Lage des Zielpunkts:

- **X-/Y-Koordinate**: legt die X-/Y-Koordinate eines Zielpunkts in Kartenkoordinaten fest.
- **Höhe [m]**: legt die Höhe (Z-Koordinate) eines Zielpunkts fest.
- **Höhe über Grund**: falls **An**, wird die oben eingetragene Höhe über Grund gemessen (d.h. über dem zugrundeliegenden DEM; siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 3.5.1.1), falls **Aus** und/oder falls kein DEM definiert ist, wird als Grund-/DEM-Höhe 0 verwendet (d.h. die Höhe wird absolut gemessen).

Die Höhe des Zielpunkts "über dem Meeresspiegel" wirkt sich minimal auf den Winkel zwischen Zielpunkt und Satellit sowie die Entfernung zwischen den beiden aus (d.h. auf **OffNadir**, **Roll** und **SatRange_km**; siehe Kapitel 5.1.5). V.a. bei sehr hohen Höhen sollte deshalb ein DEM geladen oder manuell eine Höhe eingetragen werden.

Wollen Sie den Zielpunkt in der 3D Ansicht darstellen (siehe Kapitel 6.2), muss dessen Höhe (für die Verortung im Raum) ebenfalls bekannt sein.

Wenn Sie die Lage des Zielpunktes ändern, wird die Vorhersage entsprechend aktualisiert.

Tipps und Hinweise:

- Setzen Sie den Zielpunkt in 2D, wird als **Höhe** standardmäßig 0 über Grund eingetragen. In 3D wird die Höhe von der getroffenen (Gelände-)Oberfläche abgegriffen und als absolute Höhe eingetragen. Der Punkt sitzt damit immer genau auf der getroffenen Oberfläche.

5.1.11.3 Filter

In **GAFmap**: TOC > Grafiken > Kontextmenü SOP-Ziellayer > Eigenschaften

Mit den Eigenschaften unter **Filter** können Sie den Analysezeitraum anpassen und das Ergebnis der Vorhersage nach bestimmten Eigenschaften filtern. Beachten Sie, dass die meisten der Filter nur für Erdbeobachtungssatelliten relevant sind (außer z.B. der Analysezeitraum).

- **Zeitraum**: legt fest, für welchen Zeitraum die Satellitenbahn-Vorhersage durchgeführt wird.

 öffnet eine Dropdown-Liste

Zur Wahl stehen **Tage voraus** oder **Fester Zeitraum**:

- **Tage voraus:** falls gewählt, wird die Vorhersage beginnend mit dem Datum der Abfrage für eine bestimmte Anzahl von Tagen voraus durchgeführt. Für wie viele Tage, können Sie bei **Anzahl der Tage voraus** festlegen. Es sind auch Bruchteile von Tagen möglich (also z.B. 2,5).

Damit sich die Zeitmarken nicht laufend verschieben, wenn die Zeitschienen-Funktion verwendet wird (siehe Kapitel 6.1), beginnt die Vorhersage immer um 00:00:00 Uhr und läuft einen Tag länger als die eingetragene Anzahl an Tagen voraus. Ist Ihnen eine exakte Start-/Endzeit wichtig, dann wählen Sie **Fester Zeitraum**.

- **Fester Zeitraum:** falls gewählt, wird die Vorhersage für einen festen Zeitraum ausgeführt, beginnend mit dem **Start-Datum** bis zum **End-Datum** (jeweils als Datum/Uhrzeit [UTC] im Format yyyy-MM-dd hh:mm:ss).

 öffnet einen Kalender zum Auswählen des Datums

Tipp: Wenn Sie den aktuellen Tag im Kalender zum ersten Mal auswählen, wird die Uhrzeit auf 00:00 Uhr eingestellt, wenn Sie ihn erneut auswählen, wird auch die aktuelle Uhrzeit [UTC] übernommen.

Beachten Sie an dieser Stelle auch das Update-Verhalten des SOP-Ziellayers (siehe Kapitel 5.1). Beachten Sie außerdem, dass die Genauigkeit der Vorhersage abnimmt, je weiter der abgefragte Zeitraum vom "Aufnahmedatum" des TLEs entfernt ist (siehe Kapitel 3.3).

- **Min/Max Heading:** legt den minimal bzw. maximal zulässigen Azimutwinkel der Bewegungsrichtung des Satelliten relativ zum Zielpunkt fest (als geografischer Winkel in Grad, d.h. bei 0 bewegt sich der Satellit nach Norden, bei 90 nach Osten etc.).
- **Min/Max Satelliten-Azimut:** legt den minimal bzw. maximal zulässigen Azimutwinkel des Satelliten relativ zum Zielpunkt fest (als geografischer Winkel in Grad, d.h. 0 entspricht einer Blickrichtung nach Norden, 90 nach Osten etc.)
- **Min/Max Satelliten-Elevation:** legt den minimal bzw. maximal zulässigen Höhenwinkel des Satelliten relativ zum Zielpunkt fest (als Horizontalwinkel in Grad, d.h. bei 0 befindet sich der Satellit am Horizont, bei 90 im Zenit). Bei einem Winkel von -90 (min) bis 90 (max) wird der gesamte Orbit dargestellt.
- **Min/Max Ground Sampling Distanz:** legt die minimal bzw. maximal zulässige Bodenpixelgröße (GSD) am Zielpunkt fest (in Metern).
- **Min/Max Sonnen-Azimut:** legt den minimal bzw. maximal zulässigen Azimutwinkel der Sonne relativ zum Zielpunkt fest (als geografischer Winkel in Grad, d.h. 0 entspricht einer Blickrichtung nach Norden, 90 nach Osten etc.).

- **Min/Max. Sonnen-Elevation:** legt den minimal bzw. maximal zulässigen Höhenwinkel der Sonne relativ zum Zielpunkt fest (als Horizontalwinkel in Grad, d.h. bei 0 befindet sich die Sonne am Horizont, bei 90 im Zenit).
- **Start-/End-Tageszeit:** legt die zulässige früheste bzw. späteste Tageszeit fest (Uhrzeit im Format 00:00:00 in UTC). Stimmen Start- und End-Tageszeit überein (z.B. 00.00:00 bis 00:00:00), wird nicht nach Tageszeit gefiltert.
- **Sensor Off-Nadir verwenden:** falls **An**, wird der für einen Satellit angegebene **Max./Min. Off-Nadir-Winkel** (siehe Kapitel 5.1.11.1.1) berücksichtigt. Es werden dann nur Pfade bzw. Bereiche von Pfaden angezeigt, von denen aus der Satellit den Zielpunkt unter Berücksichtigung des möglichen Sensorschwenkwinkels tatsächlich "sehen"/aufnehmen kann. Falls **Aus**, wird der mögliche Schwenkwinkel eines Sensors nicht berücksichtigt.
- **Max. Wolkenbedeckung:** legt die maximal zulässige zu erwartende Wolkenbedeckung (CloudCover) am Zielpunkt fest (in Prozent). Die Vorhersage beruht auf der **5-Tage-Wettervorhersage OpenWeatherMap**. Für mehr Informationen siehe Kapitel 5.1.5.
- **Nach Verdeckung filtern:** falls **An**, werden Satellitenbahnpunkte nur angezeigt, wenn der Zielpunkt von der vorhergesagten Position aus unter Berücksichtigung der **DEM-Abschattung** tatsächlich gesehen/aufgenommen werden kann. Falls **Aus**, wird nicht nach Verdeckung gefiltert.

Die Berechnung der DEM-Abschattung erfolgt auf Grundlage des **Hintergrund-DEMs** und auf gleiche Art und Weise wie im **Sky Plot**. Ist kein DEM geladen, gelten alle (nicht anderweitig ausgefilterten) Punkte als sichtbar. Für weitere Informationen siehe Kapitel 5.1.7.

Das Wetter (Wolkenbedeckung) geht nicht in die Berechnung mit ein.

- **Nach Schatten filtern:** falls **An**, werden Satellitenbahnpunkte nur angezeigt, wenn der Zielpunkt zum vorhergesagten Zeitpunkt [Time.UTC] nicht im (Sonnen-)Schatten liegt. Ist am Zielpunkt zum Zeitpunkt [Time.UTC] Nacht, d.h. die Sonne steht unter dem Horizont, gilt grundsätzlich "im Schatten". Falls **Aus** wird nicht nach Schatten gefiltert.

Die Oberflächenstruktur der Erde kann bei der Schattenberechnung nur berücksichtigt werden, wenn ein geeignetes DEM geladen und als solches gekennzeichnet ist (siehe hierzu GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.8.5). Andernfalls wird nur nach dunkel/Nacht und hell/Tag gefiltert.

Das Wetter (Wolkenschatten) geht nicht in die Berechnung mit ein.

- **Verdeckung und Schatten berechnen:** falls **An**, werden Verdeckung und Schatten zwar berechnet und das Ergebnis wird in der Punkt-/Schwade-Tabelle bei [Obstructed] bzw. [InShadow] angezeigt (siehe Kapitel 5.1.5), es wird aber nicht danach gefiltert. Beides

wird automatisch berechnet, wenn **Nach Verdeckung filtern** und/oder **Nach Schatten filtern** auf **An** stehen. Diese Option ist dann ausgeblendet.

Steht keine der drei o.g. (Filter-)Eigenschaften auf **An**, sind die Spalten [Obstructed] und [InShadow] in der Punkt-/Schwade-Tabelle leer. Aus Performance-Gründen erfolgt die Berechnung nur, wenn die Information tatsächlich benötigt wird.

! Beachten Sie, dass ein Pfad kürzer oder ggf. sogar unterbrochen wird, wenn einzelne Satellitenbahnpunkte weggefiltert werden. Je nachdem, welche **Min. Pfadlänge** angegeben ist (siehe Kapitel 5.1.11.1), kann dies dazu führen, dass zuvor angezeigte Pfade dann aufgrund einer zu kurzen Länge ganz wegfallen!

5.2 Tag/Nacht-Layer

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü Tag/Nacht-Layer


 Beim **Tag/Nacht-Layer** handelt es sich um ein spezielles Grafikelement in GAFmap®, welches weltweit die Tag/Nacht-Grenze für einen bestimmten Zeitpunkt anzeigt (genauer: die "Nacht" als Fläche):



Abbildung 19: **Tag/Nacht Layer** (2023-12-13 09:15:00 [UTC])

Welcher Zeitpunkt dargestellt wird, kann in den Eigenschaften des Tag/Nacht-Layers festgelegt werden (als Datum/Uhrzeit in UTC; siehe Kapitel 5.2.1).

Bei einer Zeitschienenanimation wandert die Tag/Nacht-Grenze entsprechend der aktuell dargestellten Zeitmarke mit (siehe Kapitel 6.1).

Kontextmenü

Mit einem Rechtsklick auf einem Tag/Nacht-Layer im TOC öffnet sich dessen Kontextmenü. Es enthält keine Layer-spezifischen Funktionen. Für Informationen zu den verfügbaren allgemeinen Grafik-Funktionen siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.3 ff.

Tipps und Hinweise:

- Beachten Sie, dass der Tag/Nacht-Layer nur dann weltweit angezeigt werden kann, wenn das eingestellte **Kartenkoordinatensystem** (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.1.3) weltweit anwendbar ist (d.h. bei z.B. UTM nicht!).

5.2.1 Eigenschaften

In GAFmap: TOC > Grafiken > Kontextmenü Tag/Nacht-Layer



Unter **Eigenschaften** werden alle grundlegenden Eigenschaften des (ausgewählten) Tag/Nacht-Layers angezeigt. Im Folgenden werden nur Tag/Nacht-Layer-spezifische Eigenschaften erläutert oder solche, bei denen es Besonderheiten zu beachten gibt. Für Informationen zu den anderen (allgemeinen Grafik-)Eigenschaften siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 5.2.1.13.

Allgemein:

- **Datum:** legt fest, für welchen Zeitpunkt die Tag/Nacht-Grenze angezeigt wird (als Datum/Uhrzeit [UTC] im Format yyyy-MM-dd hh:mm:ss).



öffnet einen Kalender zum Auswählen des Datums

Tip: Wenn Sie den aktuellen Tag im Kalender zum ersten Mal auswählen, wird die Uhrzeit auf 00:00 Uhr eingestellt, wenn Sie ihn erneut auswählen, wird auch die aktuelle Uhrzeit [UTC] übernommen.

Symbologie:

- **Linienymbol:** legt fest, mit welchem Symbol die Tag/Nacht-Grenze dargestellt wird (genauer: der Umring der Nacht-Fläche)



öffnet den Linienymbol-Dialog (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 6.2)

- **Füllsymbol:** legt fest, wie die Nacht-Fläche gefüllt wird.



öffnet den Füllsymbol-Dialog (siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 6.3)

Schnellzugriff:

- Doppelklick auf Layernamen im TOC: Eigenschaften öffnen

6 Weiterführende Darstellungsmöglichkeiten

6.1 Zeitschienenanimation

[Menü Extras > Erweiterungen > Daten-Analyse > Zeitschiene]

In GAFmap: Werkzeugleiste Layer-Effekte



Mit der Funktion **Zeitschiene** können Sie Daten im Hinblick auf eine Zeitmarke in der Kartenansicht animiert wiedergeben und/oder die Animation als Video speichern. Möglich ist eine Zeitschienenanimation für Raster- und Vektorlayer, aber auch für **SOP-Ziellayer** (siehe Kapitel 5.1) und **Tag/Nacht-Layer** (siehe Kapitel 5.2).

Für nähere Informationen zur Funktion **Zeitschiene** siehe GAFmap® Handbuch, Kapitel 4.5.5.

Speziell für den SOP-Ziellayer und den Tag/Nacht-Layer gilt dabei:

- Anders als Raster- und Vektorlayer müssen SOP-Ziellayer und Tag/Nacht-Layer nicht explizit für die Zeitschienen-Funktion verfügbar gemacht werden; sie werden automatisch erkannt und (falls ausgewählt) verwendet.
- Beim **SOP-Ziellayer** werden die Satellitenbahnpunkte in der Kartenansicht gemäß ihrer Zeitmarke nacheinander eingeblendet (d.h. gemäß [Time.UTC]; siehe Kapitel 5.1.5). Je nach Einstellung im Zeitschiene-Dialog wandern die Satelliten dann über die Karte:

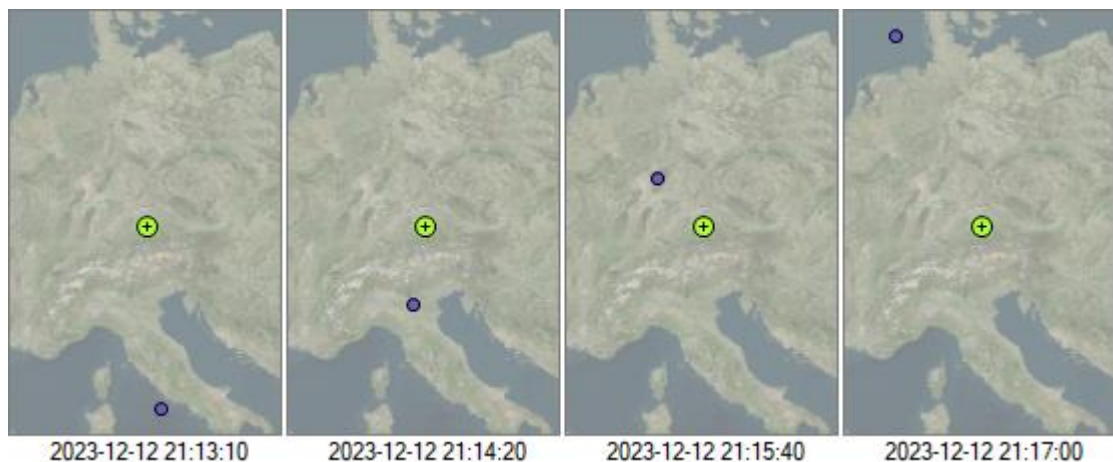


Abbildung 20: **Zeitschienenanimation SOP-Ziellayer** (Überflug von Pleiades 1A)

Schwadflächen und potentielle Abdeckung werden während der Animation nicht angezeigt.

Während der Animation sind in der Punkt-Tabelle nur Bahnpunkte zu sehen, die in der Kartenansicht aktuell sichtbar sind (analog Vektorlayer/Attributtabelle).

Eine Zeitschienenanimation in 3D ist für den SOP-Ziellayer nicht möglich. Wollen Sie den Überflug des Satelliten in 3D animieren, können Sie diesen aber z.B. direkt ausführen oder eine entsprechende Flugbahn erzeugen (siehe Kapitel 5.1.5.10 bzw. 5.1.5.8).

- Die Satellitenbahnpunkte können auch im **Sky Plot** (siehe Kapitel 5.1.7) zeitschienenanimiert werden. Der Satellit wandert dann entsprechend über den Sky Plot.
- Beim **Tag/Nacht-Layer** wird die Tag/Nacht-Grenze während der Zeitschienenanimation in der Kartenansicht entsprechend der aktuellen Zeitmarke gesetzt (d.h. die Tag/Nacht-Grenze "wandert" während der Animation mit).

Eine Zeitschienenanimation in 3D ist für den Tag/Nacht-Layer nicht möglich. Die Beleuchtung kann in der 3D Ansicht aber direkt so gesetzt werden, dass sie die Beleuchtungssituation zu einer bestimmten Tageszeit wiedergibt (über Datum/Uhrzeit, siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 5.1.2.2).

6.2 Darstellung in der 3D Ansicht

[Menü Extras > Erweiterungen > 3D Viewer]

Nur verfügbar, wenn Ihre GAFmap® Lizenz die Erweiterung 3D Viewer enthält

Ist das 3D Fenster geöffnet (siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.1), können Sie den "Blick des Satelliten" auf den Zielpunkt von einer bestimmten Position aus oder beim Überflug in der 3D Ansicht simulieren. Genauer können Sie entweder die Blickposition des Satelliten an einem ausgewählten Satellitenbahnpunkt einnehmen (siehe Kapitel 5.1.5.9) oder eine Fluganimation ausführen, die dem Pfad des Satelliten folgt und dabei dessen Blick auf den Zielpunkt wiedergibt (siehe Kapitel 5.1.5.10). Optional können Sie die Blickposition als Ansichtspunkt speichern (siehe Kapitel 5.1.5.7) bzw. den Überflug als Flugbahn (siehe Kapitel 5.1.5.8).

In jedem Fall wird der IFOV des Satelliten berücksichtigt (siehe Kapitel 5.1.11.1.1), d.h. auch die Auflösung des am Bildschirm dargestellten Bildes entspricht der des Sensors an der jeweiligen Position. Soll auch die Beleuchtungssituation beim Blick/Überflug realitätsnah wiedergegeben werden, können Sie die Beleuchtung auf einfache Weise entsprechend setzen (siehe Kapitel 5.1.5.6; über den entsprechenden Button in der Werkzeugleiste des 3D Fensters können sie dann z.B. auch Schatten aktivieren und so den Schattenwurf zum Zeitpunkt des Überflugs simulieren (siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 4.1.5).

Der **Zielpunkt** kann über seinen Lagekoordinaten und eine absolute bzw. relative Höheninformation (siehe Kapitel 5.1.11.2) im Raum verortet und in der 3D Ansicht als 3D Objekt dargestellt werden. Die Visualisierungsmöglichkeiten entsprechen denen eines 3D Punkts (siehe GAFmap® 3D Viewer Handbuch, Kapitel 2.3.2.3).

7 Verhalten beim Packen mit Pack&Go

[Menü Extras > Erweiterungen > Pack&Go]

In GAFmap: Menü Werkzeuge > Pack&Go

Nur relevant, wenn Ihre GAFmap® Lizenz die Erweiterung Pack&Go enthält

Mit der Funktion Pack&Go können Sie GAFmap®-Projekte schnell und einfach für eine Weitergabe aufbereiten. Die im Projekt enthaltenen, ggf. verteilten Daten werden hierfür automatisch gesammelt, in einen Ordner "gepackt" und dabei optional komprimiert. Das Projekt an sich und alle projektspezifischen Einstellungen werden direkt übernommen.

Optional kann ein Pack&Go-Container (CMP) ausgegeben werden. Hierbei handelt es sich um eine (geschlossene) Container-Datei, welche das Projekt und alle darin enthaltenen Daten beinhaltet. Sie kann (neben GAFmap®) mit dem frei verfügbaren CMP-Reader GAFmap® Express gelesen werden, d.h. auch von Nutzern, die keine GAFmap® Lizenz besitzen (kostenfreier Download unter <https://gafmap-express.gaf.de/>).

Für weitere Informationen zur Funktion Pack&Go siehe GAFmap® Pack&Go Handbuch.

Packen Sie ein SOP-Projekt als Container (CMP), so gilt für den SOP-Ziellayer:

- Standardmäßig wird der SOP-Ziellayer mitsamt der zugrundeliegenden TLEs gepackt, d.h. die Satelliten verweisen dann nicht mehr auf die originale TRL URL (siehe Kapitel 5.1.11.1.1), sondern auf (kopierte) TLEs im Container. Optional können Sie den Layer mit **Nur Verbindungsdetails** packen; in diesem Fall bleibt die Verbindung zur originalen TRL URL erhalten.
- Ein Zeitraum **Tage voraus** wird immer in einem **Festen Zeitraum** umgewandelt (siehe Kapitel 5.1.11.1.1).
- In GAFmap® Express kann der SOP-Ziellayer genauso visualisiert und analysiert werden wie in GAFmap® (falls zutreffend inklusive 3D Visualisierung), Satellitenauswahl, Filtereinstellungen, Analysezeitraum etc. können aber nicht mehr geändert werden. Achten Sie also darauf, die Einstellungen vor dem Packen wie benötigt zu setzen.

Packen Sie das SOP-Projekt nicht als Container, wird der SOP-Ziellayer 1:1 übernommen. Beachten Sie aber, dass die TLE-Quellen auch hier auf "gepackte" TLE-Dateien geändert werden, wenn die Option **Nur Verbindungsdetails** ausgestellt ist (damit das gepackte Projekt "offline" verwendet werden kann).