

Flugroute

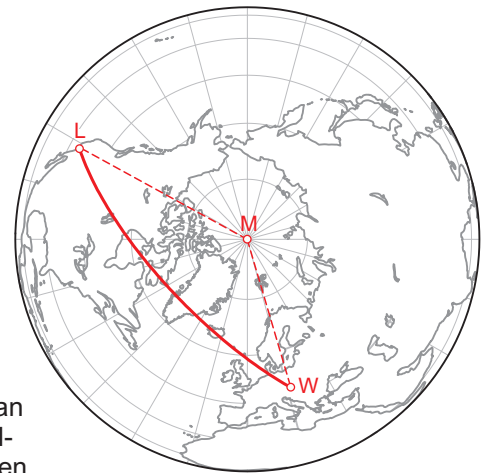
Hier geht es um die kürzeste Flugroute von Wien (16,4° öL, 48,2° nB) nach Los Angeles (118,7° wL, 34,2° nB). Löse die folgenden Aufgaben!

Wie lang ist die Flugroute? (Erdradius 6370 km)

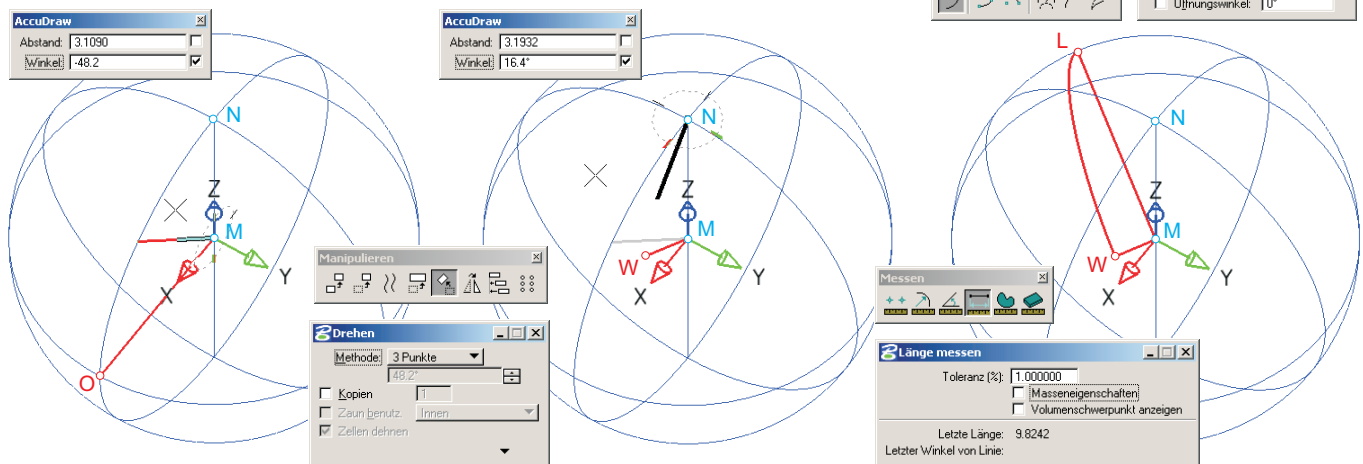
Ermittle die Abflugrichtung aus Wien!

Der nördlichste Punkt H der Flugroute liegt über Grönland. Zeichne ihn auf der Karte (nächste Seite) möglichst genau ein!

Der Meridian von New York (73,8° wL, 40,7° nB) wird in einem Punkt A überflogen, der weit nördlich von New York liegt. Ermittle dessen Entfernung zu New York und den Winkel der Flugroute zum Meridian!



1) Kugel mit Radius 6,370 aufziehen, Äquator in xy-Ebene und Nullmeridian in xz-Ebene annehmen. Zum Einmessen von Wien die Strecke vom Kugelmittelpunkt M zum Punkt O(0° L, 0° B) zeichnen, MO um 48,2° nach Norden drehen (mit Werkzeug „Drehen“ aus dem Werkzeugkasten „Manipulieren“, AccuDraw in xz-Ebene legen, mit Leertaste auf Bogenmaß umschalten), dann um 16,4° nach Osten drehen (AccuDraw parallel zu xy-Ebene legen). Los Angeles analog einmessen.



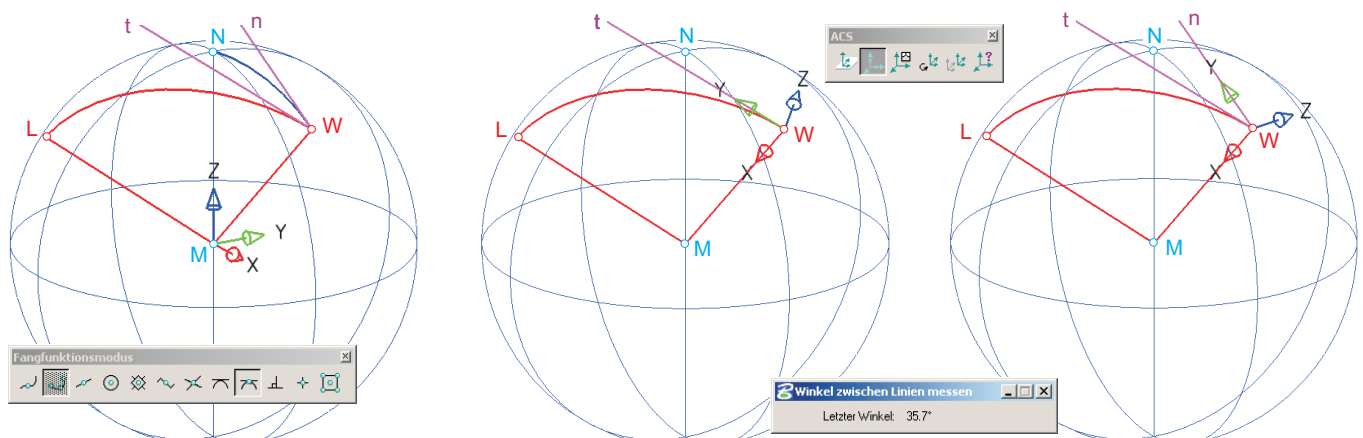
2) Flugroute (Großkreisbogen) von Wien nach Los Angeles zeichnen (mit Werkzeug „Bogen platzieren“ aus Werkzeugkasten „Bogen“, Methode „Mitte“), Bogen von W nach L messen (mit Werkzeug „Länge messen“ aus Werkzeugkasten „Messen“), ergibt 9824 km.

3) Die Abflugrichtung aus Wien ist durch die Tangente t an die Flugroute festgelegt. Ihre Abweichung zur Nordrichtung ist zu messen. Die Nordrichtung in Wien ist durch die Tangente n an den Meridian festgelegt.

Methode 1: Meridiankreisbogen von Wien zum Nordpol zeichnen, Tangenten t und n mit Hilfe der Snapfunktion „Punkt auf Tangente“ aufziehen.

Methode 2: ACS so platzieren, dass die Flugroute in der xy-Ebene liegt (Ursprung W, x-Achse auf WM, xy-Ebene durch Anklicken von L festlegen) und Tangente t in y-Richtung aufziehen; nächstes ACS so platzieren, dass der Meridian von Wien in der xy-Ebene liegt (Ursprung W, x-Achse auf WM, xy-Ebene durch Anklicken von Nordpol N festlegen) und Tangente n in y-Richtung aufziehen.

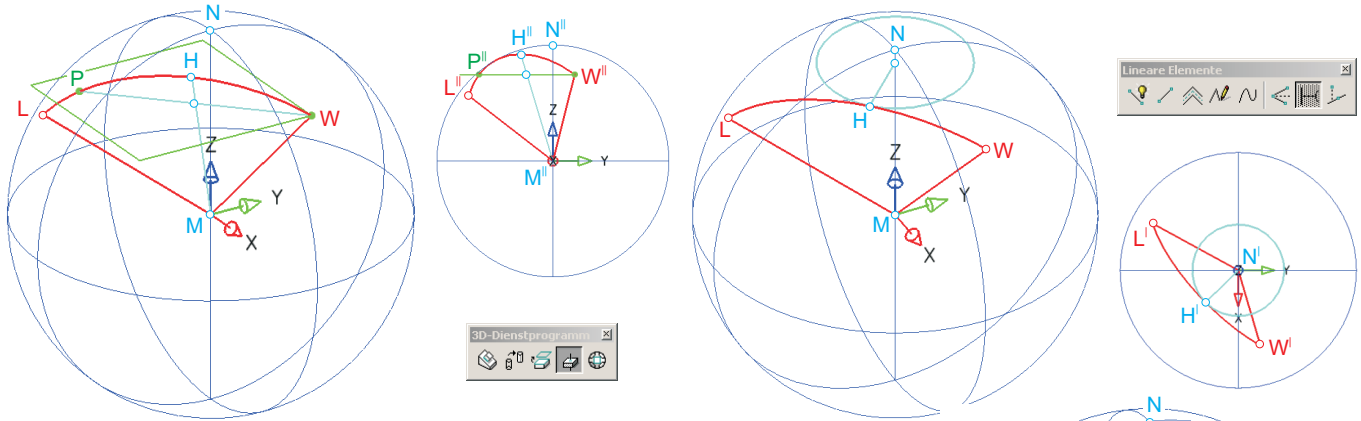
Wegen $\angle tn = 35,7^\circ$ fliegt das Flugzeug aus Wien in Richtung N35,7°W ab.



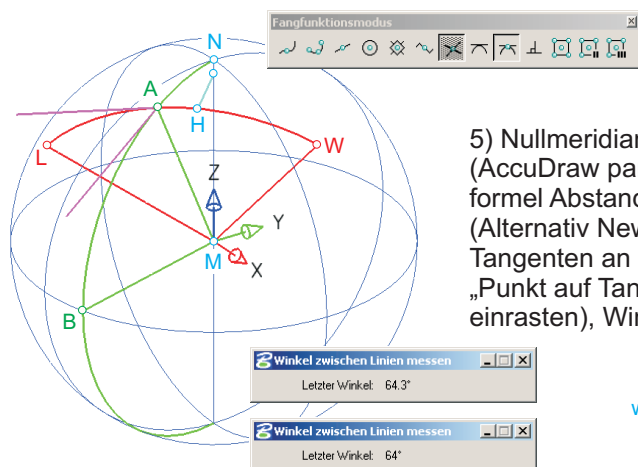
3) Zum Konstruieren des nördlichsten Punktes H der Flugroute bieten sich zwei Methoden an:

Methode 1: In H ist die Tangente der Flugroute parallel zur Äquatorebene, also eine erste Hauptgerade. MH ist normal zur Tangente in H, also auch normal zu jeder ersten Hauptgeraden der Trägerebene der Flugroute. Daher Rechteck in erster Hauptlage mit Eckpunkt W aufziehen, Schnittpunkt P mit Flugroute ermitteln (mit Werkzeug „Volumenelement/Fläche mit linearem Element schneiden“ aus Werkzeugkasten „3D-Dienstprogramm“), M mit Halbierungspunkt von WP verbinden und diese Strecke bis zur Flugroute verlängern.

Methode 2: Von allen Breitenkreisen, die durch Punkte der Flugroute verlaufen, ist der Breitenkreis durch H der kleinste. Sein Radius ist der kürzeste Abstand zwischen der Erdachse und der Flugroute. Für die Ermittlung der kürzesten Verbindung zweier Linien gibt es das Werkzeug „Kürzeste Verbindungslinie konstruieren“ (aus dem Werkzeugkasten „Lineare Elemente“). Der Grundriss H^I von H ist übrigens der Nebenseitel des Grundrisses der Flugroute.



4) Winkel $\angle HMN$ messen; der Komplementärwinkel ist die geografische Breite von H. Meridiankreisbogen von H nach N zeichnen, Tangenten an diesen Bogen und an den Nullmeridian in N aufziehen (wieder mit Snapfunktion „Punkt auf Tangente“); der Winkel zwischen diesen Tangenten ist die geografische Länge von H. Punkt H(45,4° wL, 67,1° nB) auf Karte von Grönland einzeichnen (gut schätzen).



5) Nullmeridian (in xz-Ebene) zeichnen und um 73,8° nach Westen drehen (AccuDraw parallel zu xy-Ebene), $\angle AMB$ messen und mit Kreisbogenformel Abstand von A zu New York berechnen, ergibt rund 2620 km. (Alternativ New York eintragen und Bogen nach A messen.) Tangenten an Flugroute und Meridian in A aufziehen (mit Snapfunktion „Punkt auf Tangente“, vorher Snapfunktion „Schnitt“ durch Doppelklick einrasten), Winkel der Tangenten legt Überflugrichtung fest: S64°W.

map provided by:
www.worldatlas.com



Zusatzaufgabe: Die Flughöhe beträgt 10 000 m. Zeichne auf der nebenstehenden Karte jenen Bereich der Erdoberfläche ein, den die Fluggäste theoretisch sehen können, wenn sie sich gerade im nördlichsten Punkt der Flugroute befinden! Du kannst die Aufgabe rechnerisch (einfache Trigonometrieaufgabe) oder zeichnerisch (mit MicroStation, 2D-Konstruktion) lösen.

Hinweis: Die Erdoberfläche kann bekanntlich nicht längentreu auf eine Landkarte abgebildet werden. Dies wollen wir hier vernachlässigen und den Rand des Sichtbereichs trotzdem als Kreis darstellen.

Lösung: Der sphärische Radius r des Sichtbereichs beträgt 357 km; Hauptstadt Godthab knapp außerhalb.

