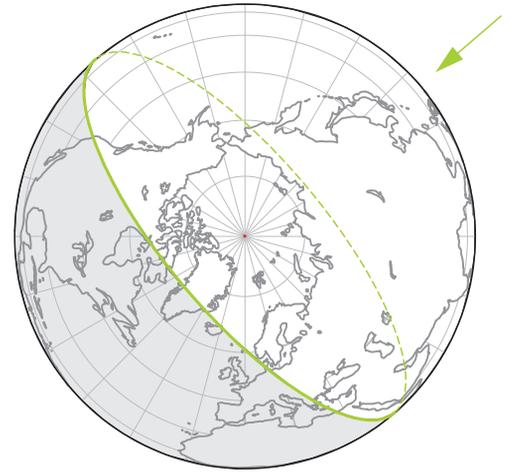


Sonnenaufgang

Herr Gerhard P. aus Wien ist am 20. Mai in Ägypten auf Urlaub und erlebt einen unvergesslichen Sonnenaufgang im weltberühmten Tempel von Luxor. Er fragt sich, ob die Sonne an diesem Tag in Wien früher oder später aufgeht als in Luxor.

Beantworte diese Frage und gib auch die Zeitdifferenz an!

Außerdem: Wo genau geht in Wien die Sonne an diesem Tag auf?

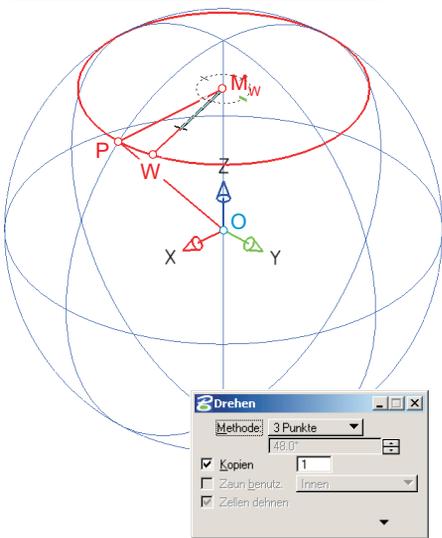


Hinweis 1: Während eines Tages schließen die Sonnenstrahlen mit der Äquatorebene einen (nahezu) konstanten Winkel ein, den man Deklination nennt. Im Lauf des Jahres ändert sich diese Deklination aber beträchtlich; sie schwankt zwischen $23,4^\circ$ (21. Juni), 0° (23. September), $-23,4^\circ$ (22. Dezember) und wieder 0° (21. März). Diese Schwankung ist für die Jahreszeiten verantwortlich. Am 20. Mai beträgt die Deklination fast genau 20° , wie man aus Tabellen ablesen kann (zB „Sonnendeklination Tabelle“ in „Google“ eingeben).

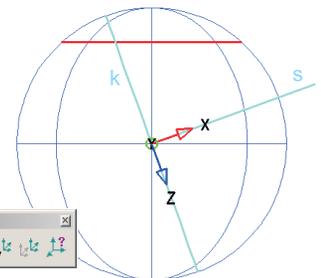
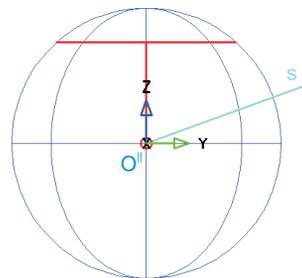
Hinweis 2: Von der Erde aus betrachtet dreht sich die Sonne in 24 Stunden einmal um die Erdachse. Die jeweils beleuchtete Halbkugel wird von der unbeleuchteten durch die Tag-Nacht-Grenze (Großkreis normal zur Lichtrichtung) getrennt, die sich natürlich mit der Sonne mitdreht. Ein Beobachter auf der jeweiligen Tag-Nacht-Grenze erblickt am Horizont entweder die aufgehende oder die untergehende Sonne.

Hinweis 3: Die Refraktion, also die Brechung der Sonnenstrahlen in der Erdatmosphäre, wird hier nicht berücksichtigt.

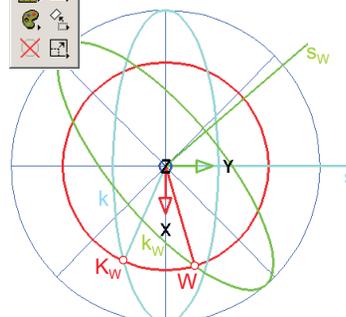
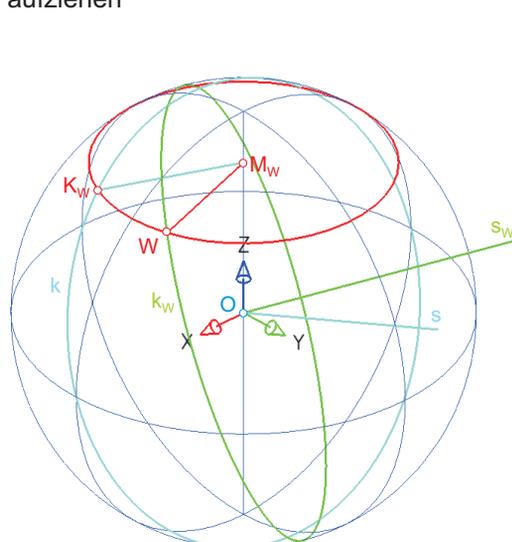
Hinweis 4: Wien ($16,4^\circ$ öL, $48,2^\circ$ nB), Luxor ($32,7^\circ$ öL, $25,5^\circ$ nB)



1) Wien (W) und seinen Breitenkreis zeichnen: Kugel mit beliebigem Radius r aufziehen, Strecke OP in xz -Ebene zeichnen (AccuDraw mit Taste S in xz -Ebene drehen, Winkel zur x -Achse ist nB von Wien, Länge ist r), aus P Normale PM_W auf Erdachse zeichnen (Snap-Funktion „senkrecht fangen“ verwenden), Breitenkreis aufziehen (Mitte M_W , durch P), Strecke $M_W P$ in Lage $M_W W$ drehen (mit Werkzeug „Drehen“ aus der Hauptpalette, AccuDraw mit Taste T parallel zur Äquatorebene drehen, Drehwinkel ist $öL$ von Wien)

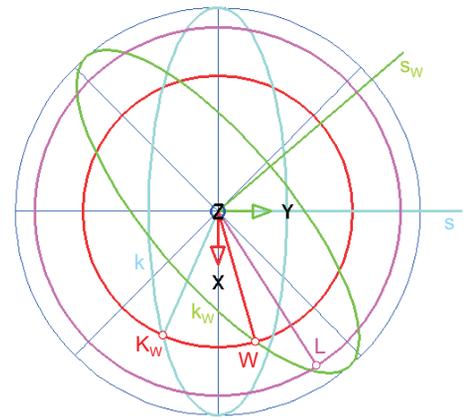
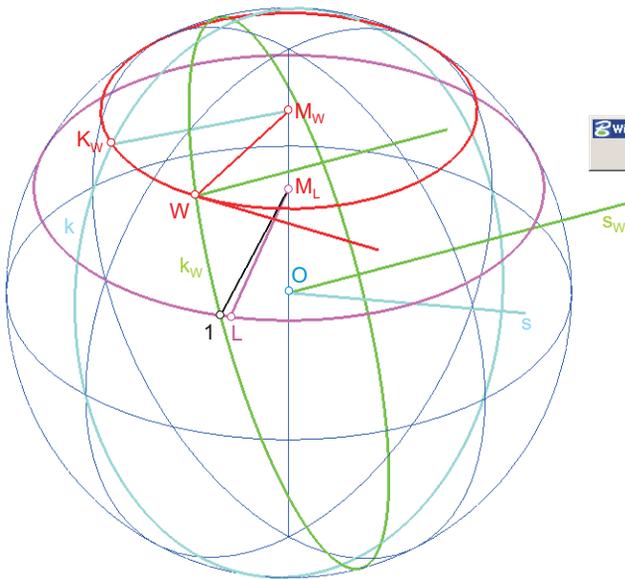


2) Tag-Nacht-Grenze k für zur yz -Ebene parallele Sonnenstrahlen konstruieren: Lichtstrahl s durch O zeichnen (in yz -Ebene, Winkel zur y -Achse ist 20°), ACS platzieren (Ursprung O , x -Achse auf s), Kreis k (Radius r) in neuer yz -Ebene aufziehen



3) Tag-Nacht-Grenze k_W durch Wien konstruieren: Strecke $M_W K_W$ zeichnen, wobei K_W der Schnittpunkt des Breitenkreises von Wien mit k ist; k und s so um Erdachse drehen, dass K_W mit W zur Deckung kommt (k und s mit Werkzeug „Elementauswahl“ bei gedrückter Steuerungstaste markieren, Werkzeug „Drehen“ aktivieren, AccuDraw mit Taste T parallel zur Äquatorebene platzieren, Drehwinkel ist $\angle K_W M_W W$)

4) Luxor (L) und seinen Breitenkreis sowie Strecke $M_L L$ zeichnen (analog zu den entsprechenden Konstruktionen für Wien)



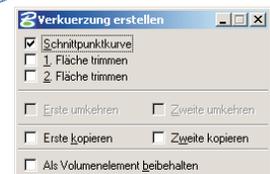
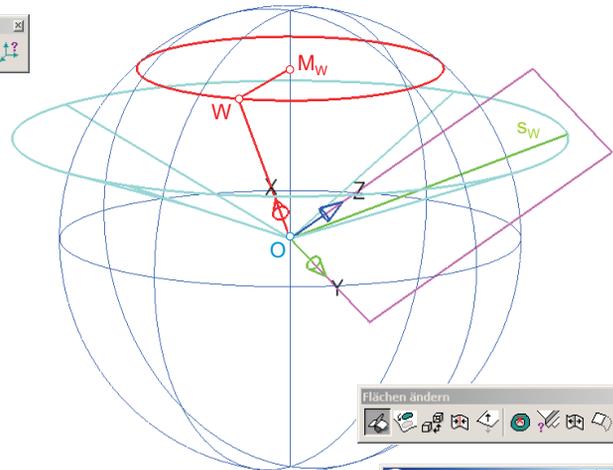
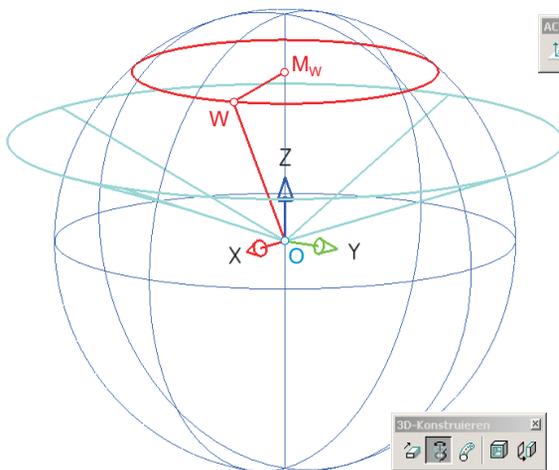
5) Die Ansichten lassen erkennen, dass die Sonne in Luxor ein wenig früher aufgeht als in Wien. Winkel $\angle M_L L = 2,3^\circ$ messen (mit Werkzeug „Winkel zwischen Linien messen“ aus Werkzeugkasten „Messen“). Da ein Tag (24 Stunden) dem Winkel 360° entspricht, dreht sich die Tag-Nacht-Grenze in 4 Minuten um 1° weiter. Die Sonne geht daher in Luxor um rund 9 Minuten früher auf als in Wien.

6) Richtung zur aufgehenden Sonne in Wien ermitteln: Lichtstrahl s_W durch W verschieben (legt Blickrichtung zur aufgehenden Sonne fest), Strecke $M_W W$ in Breitenkreisebene um 90° drehen (legt Ostrichtung fest), Winkel dieser beiden Kugeltangenten messen, ergibt $30,9^\circ$. In Wien wird daher die aufgehende Sonne in Richtung $N59,1^\circ O$ erblickt.

Zusatzaufgabe 1: Wir haben die durch Wien verlaufende Tag-Nacht-Grenze und den dazugehörigen Lichtstrahl s_W durch Drehen des Großkreises k und der Geraden s ermittelt.

Hier ist ein anderer Weg zum Ermitteln von s_W : Da s_W mit der Äquatorebene 20° einschließt, liegt s_W auf einer Drehkegelfläche mit der Erdachse als Achse. Da s_W auf OW normal steht, liegt s_W in der Normalebene auf OW durch O . Daher erhalten wir s_W als eine der beiden Schnittgeraden der Drehkegelfläche mit der Normalebene.

Konstruiere den Lichtstrahl s_W mit Hilfe dieser Überlegung! Die verwendeten Werkzeuge und Werkzeugkästen erkennst du in den Screenshots.



Zusatzaufgabe 2: Einige Tage später geht die Sonne in Wien und in Luxor gleichzeitig auf. Wann ist das der Fall?

Hinweis: Die Tag-Nacht-Grenze ist dann der Großkreis durch W und L , den du mit einem ACS leicht konstruieren kannst.
Lösung: Deklination $22,6^\circ$; 6. Juni