

#1: Kugeln, hier: Großkreisdreieck!

#2: -----

#3: Gegeben sind drei Kugelpunkte:

#4: Berlin: $L = 13^\circ E$, $B = 53^\circ N$

#5: Bagdad: $L = 44^\circ E$, $B = 33^\circ N$

#6: Tunis: $L = 10^\circ E$, $B = 36^\circ N$

#7: Gesucht ist die Zeichnung des Großkreisdreiecks

Berlin–Bagdad–Tunis–Berlin.

#8: -----

#9: ----- Lösung -----

#10: Kugelpunkt(KMP, r, λ, ϕ) := $KMP + r \cdot [\cos(\phi) \cdot \cos(\lambda), \cos(\phi) \cdot \sin(\lambda), \sin(\phi)]$

#11: λ ist die geographische Länge.

#12: ϕ ist die Breite.

#13: -----

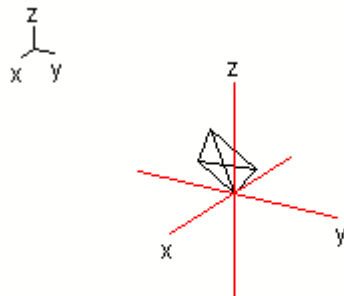
#14: $KuMiPu := [0, 0, 0]$

#15: $PBerlin := \text{Kugelpunkt}(KuMiPu, 5, 13^\circ, 53^\circ)$

#16: $PBagdad := \text{Kugelpunkt}(KuMiPu, 5, 44^\circ, 33^\circ)$

#17: $PTunis := \text{Kugelpunkt}(KuMiPu, 5, 10^\circ, 36^\circ)$

#18: [$KuMiPu, PBagdad, KuMiPu, PTunis, KuMiPu, PBerlin, PBagdad, PTunis, PBerlin$]



#19: -----

#20: Orthogonales KS der Ebene durch zwei KP

#21: P und Q seien zwei Kugelpunkte, nicht kollinear!

#22: M = MiPu Kugel

#23: Normalen-Einheitsvektor der Ebene:

$$\#24: \text{normEV}(P, Q) := \frac{\text{CROSS}(P, Q)}{|\text{CROSS}(P, Q)|}$$

#25: Orthogonale normierte Richtungsvektoren der Ebene:

$$\#26: \text{vri1EV}(P) := \frac{P}{|P|}$$

$$\#27: \text{vri2EV}(P, Q) := \frac{\text{CROSS}(\text{normEV}(P, Q), \text{vri1EV}(P))}{|\text{CROSS}(\text{normEV}(P, Q), \text{vri1EV}(P))|}$$

#28: Ein Grosskreis-Punkt in der Ebene ist dann:

$$\#29: \text{gkpunkt}(P, Q, M, r, t) := M + r \cdot (\cos(t) \cdot \text{vri1EV}(P) + \sin(t) \cdot \text{vri2EV}(P, Q))$$

$$\#30: \text{gkreis}(P, Q, M, r) := \text{VECTOR}(\text{gkpunkt}(P, Q, M, r, t), t, 0^\circ, 360^\circ, 10^\circ)$$

#31: Grosskreis fett nur von P bis Q:

$$\#32: \text{Winkel}(P, Q) := \text{ACOS}\left(\frac{P \cdot Q}{|P| \cdot |Q|}\right)$$

$$\#33: \text{gkreis_fett}(P, Q, M, r) := \text{VECTOR}([\text{gkpunkt}(P, Q, M, r, t)], t, 0^\circ, \text{Winkel}(P, Q), 2^\circ)$$

#34: -----

#35: -----

#36: --- Vorbereitung der Zeichnung ---

$$\#37: \text{LKreis}(\text{KuMiPu}, r, \lambda) := \text{VECTOR}(\text{Kugelpunkt}(\text{KuMiPu}, r, \lambda, \phi), \phi, 0^\circ, 360^\circ, 5^\circ)$$

$$\#38: \text{LKreisBerlin} := \text{LKreis}(\text{KuMiPu}, 5, 13^\circ)$$

$$\#39: \text{LKreisBagdad} := \text{LKreis}(\text{KuMiPu}, 5, 44^\circ)$$

$$\#40: \text{LKreisTunis} := \text{LKreis}(\text{KuMiPu}, 5, 10^\circ)$$

```

#41: BKreis(KuMiPu, r, φ) := VECTOR(Kugelpunkt(KuMiPu, r, λ, φ), λ, 0°,
    360°, 5°)
#42: BKreisBerlin := BKreis(KuMiPu, 5, 53°)
#43: BKreisBagdad := BKreis(KuMiPu, 5, 33°)
#44: BKreisTunis := BKreis(KuMiPu, 5, 36°)
#45: Kugelvoll(KuMiPu, r, Abstand) := VECTOR(LKreis(KuMiPu, r, λ), λ, 0,
    π, Abstand)
#46: -----
#47: ----- Jetzt nacheinander plotten lassen: -----
#48: [KuMiPu, PBerlin]
#49: PBerlin
#50: LKreisBerlin
#51: BKreisBerlin
#52: -----
#53: [KuMiPu, PBagdad]
#54: PBagdad
#55: LKreisBagdad
#56: BKreisBagdad
#57: -----
#58: gkreis(PBerlin, PBagdad, KuMiPu, 5)
#59: gkreis_fett(PBerlin, PBagdad, KuMiPu, 5)
#60: -----
#61: [KuMiPu, PTunis]
#62: PTunis
#63: LKreisTunis
#64: BKreisTunis
#65: -----
#66: gkreis(PTunis, PBagdad, KuMiPu, 5)
#67: gkreis_fett(PTunis, PBagdad, KuMiPu, 5)

```

#68: -----

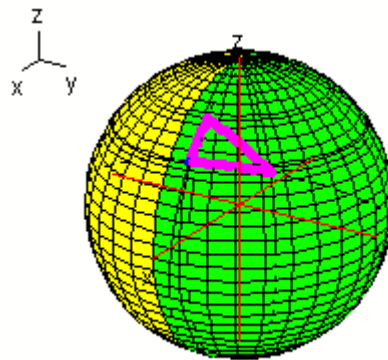
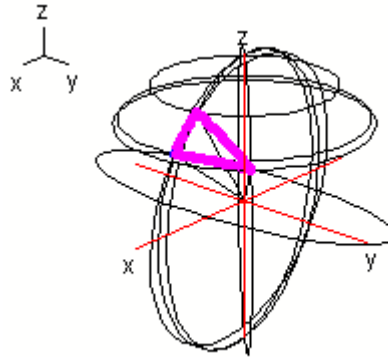
#69: gkreis(PTunis, PBerlin, KuMiPu, 5)

#70: gkreis_fett(PTunis, PBerlin, KuMiPu, 5)

#71: -----

#72: Kugelvoll([0, 0, 0], 5, 10°)

#73: -----



#74: -----

#75: Problem: Füllung des Kugeldreiecks.

#76: Idee: Schnitt von Breitenkreisen mit den Grosskreisen ausrechnen.

#77: Dann Teil-Breitenkreise zeichnen.

#78: Aber es gibt immer zwei Schnipus und Derive berechnet die mühsam
oder gar nicht.

#79: Berlin: $L = 13^\circ E$, $B = 53^\circ N$

#80: Bagdad: $L = 44^\circ E$, $B = 33^\circ N$

#81: Tunis: $L = 10^\circ E$, $B = 36^\circ N$

#82: PTunis

#83: [3.983631041, 0.7024216338, 2.938926261]

#84: gkpunkt(PTunis, PBerlin, KuMiPu, 5, 0°)

#85: [3.983631041, 0.7024216338, 2.938926261]

#86: gkpunkt(PTunis, PBerlin, KuMiPu, 5, 5°)

#87: [3.709573745, 0.7014158516, 3.278273696]

#88: Breite des Punktes:

$$\#89: \text{ASIN}\left(\frac{3.278273696}{5}\right)$$

$$\#90: \frac{\text{ASIN}\left(\frac{3.278273696}{5}\right)}{1^\circ}$$

#91: 40.9693144

#92: Grosskreis=Breitenkreis

#93: gkpunkt(PBerlin, PBagdad, KuMiPu, 5, t) = Kugel punkt $\left(\text{KuMiPu}, 5, \lambda, \right.$

$$\left. \text{ASIN}\left(\frac{3.278273696}{5}\right) \right)$$

#94: keine Lösung

#95: gkpunkt(PBerlin, PBagdad, KuMiPu, 5, t) = [x, y, 3.278273696]

#96: keine Lösung