

Berechnung: Beat Booz

Auswertungen zur geometrischen Lage der mittleren Gesamt-Trajektorie in Bezug auf die Möglichkeit von Infraschall-Registrierungen

Feuerkugel: Kalenderdatum: Tag: **D = 27** **H_UT = 22** [UTC]
 Monat: **M = 10** **M_UT = 26**
 Jahr: **Y = 2021** **S_UT = 41**

Für die Zeit-Berechnungen der Schall-Ankunft bei den Stationen wird obige Zeit als **Startzeit des Schalles** gesetzt. Die Zeit für das Durchlaufen der Trajektorie findet somit in dieser approximativen Auswertung keine Berücksichtigung! -> Der Schall startet in diesem Modell gleichzeitig von allen Trajektorien-Punkten.

Infraschall-Stationen: Geografische Koordinaten:

Φ nördlich positiv, λ östlich von Greenwich
 südlich negativ, positiv, westlich von
 Greenwich negativ

| Nr. | Stat.-Id. | Stationsname | Geogr. Breite Φ [° dez.] | Geogr. Länge λ [° dez.] | Höhe über Meer [km] |
|-----|-----------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------|
| 1 | "ENT" | "Beobachtungsstation Entfelden" | 47.3626 | 8.0375 | 0.425 |
| 2 | "VTE" | "Observatoire géophysique, Val Terbi" | 47.359345 | 7.498493 | 0.572 |
| 3 | "BOS" | "Privatsternwarte Bos-cha" | 46.777367 | 10.169708 | 1.666 |
| 4 | "LOC" | "Beobachtungsstation Locarno" | 46.1723 | 8.7878 | 0.367 |
| 5 | "GNO" | "Osservatorio Astronomico di Gnosca" | 46.231461 | 9.024039 | 0.254 |

Mittlere Trajektorie:

Gesamt-Länge [km]: **TrajL = 191.422**

Anfangspunkt: **$\Phi_B_S = 49.41514897$** **$\Phi_B_E = 47.96430315$**
 Endpunkt:

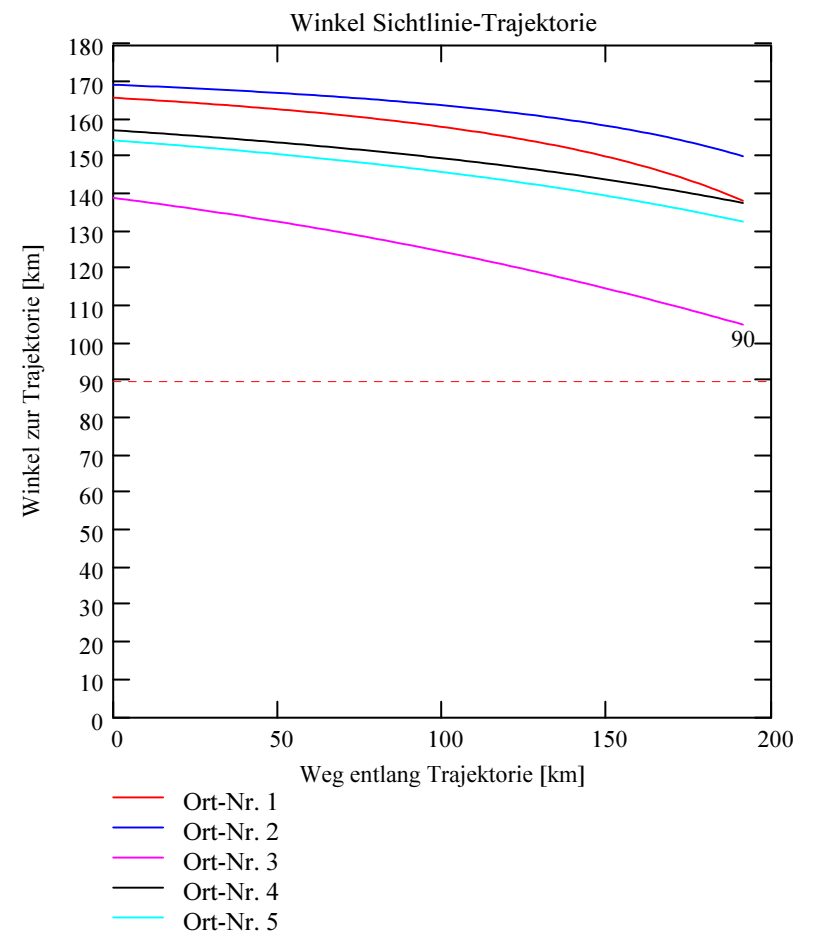
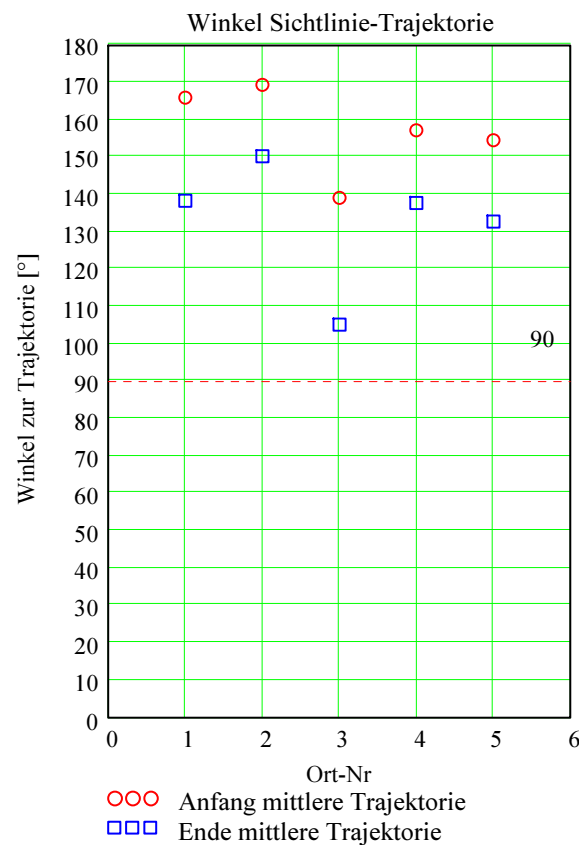
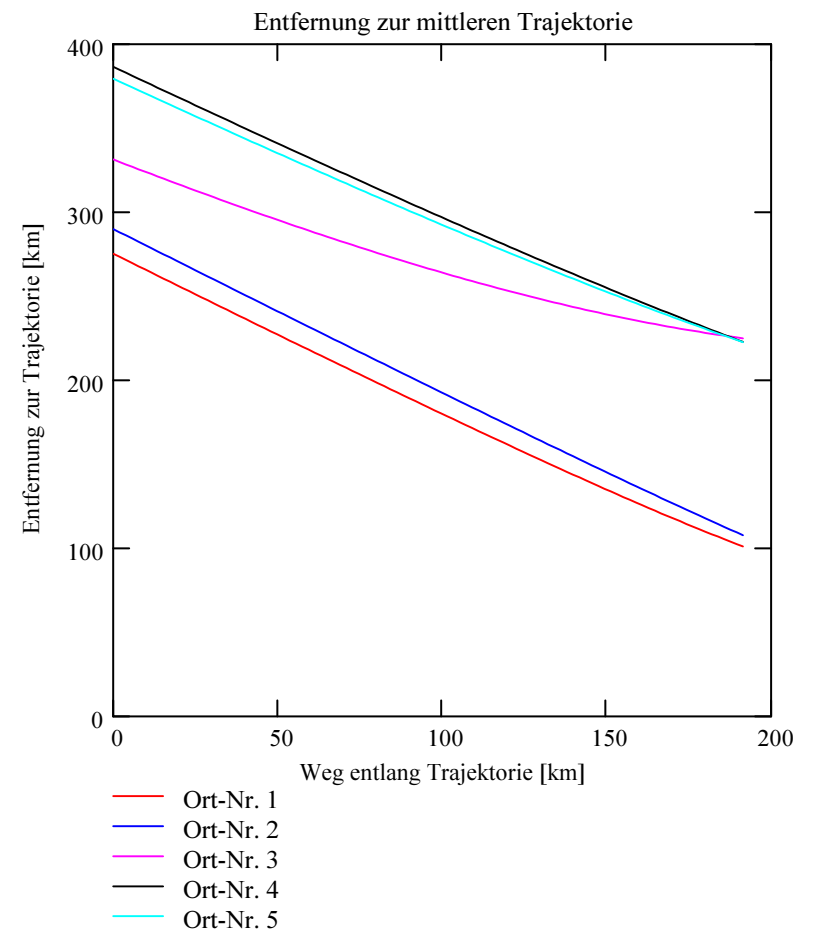
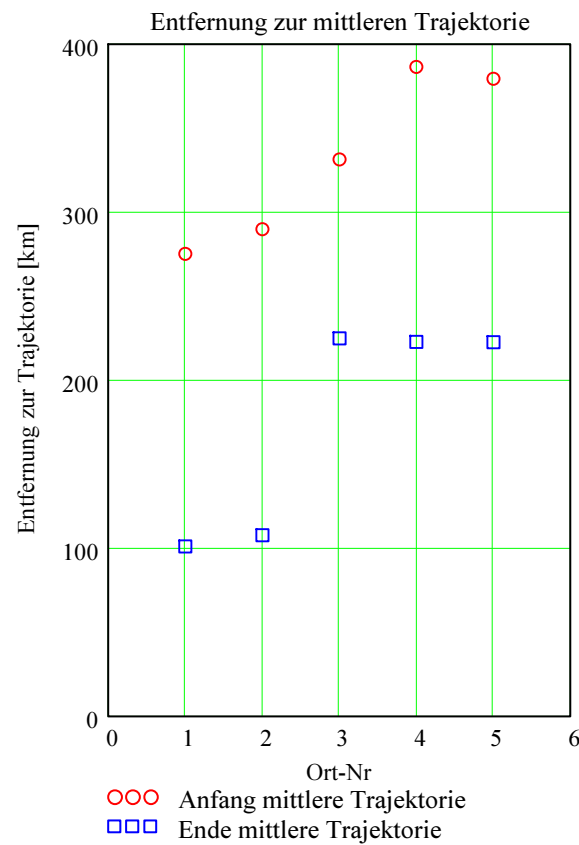
Geografische Breite [°]: **$\lambda_B_S = 9.1203137$** **$\lambda_B_E = 7.98943555$**

Geografische Länge [°]: **$HB_S_{km} = 126.723$** **$HB_E_{km} = 75.432$**

Toleranz für Schallgeschwindigkeit [km/s]:

$\Delta c = 0$ Hinweis:
 Die mittlere Schallgeschwindigkeit beim Durchlaufen der Höhe des jeweiligen Punktes bis zum Boden (500 m ü.M.) wird berechnet. Deshalb kann normalerweise mit Toleranz $\Delta c = 0$ gerechnet werden.

Windstärke: **$v_{Wind_max} = 60$** [km/h] **$\frac{v_{Wind_max}}{3600} = 0.017$** [km/s]



Fachgruppe Meteorastronomie

Berechnung: Beat Booz

Die Zeiten sind als Richtwerte, welche auf Basis mittlerer Schallgeschwindigkeiten und der Direkt-Entfernung zwischen den Stationen und den Trajektorienpunkten berechnet wurden, zu verstehen. Für maximale Windeinflüsse und Toleranz in der Schallgeschwindigkeit sind die frühesten und spätesten Eintreffzeiten angegeben. Bei den Zeitberechnungen findet keine Prüfung bezüglich geometrischer Möglichkeit der Schallankunft (Grenzentfernung!) statt -> **Ob Infraschall zu erwarten ist, muss unter "Möglichkeit für das Empfangen von Infraschall" überprüft werden!**

Anfangspunkt der mittleren Trajektorie, für kugelförmige Schallausbreitung bei Fragmentationen und Explosionen:

| Station: | Kugelf. Schall: | Winkel B-T [°]: | Distanz [km]: | Grenzentfernung für Schall-Empfang (von Höhe abhängig!) [km]: | Geografische Koordinaten der Punkte auf der Trajektorie: Breite [°]: Länge [°]: Höhe [km]: | Berechnete mittlere Schallgeschwindigkeit [km/s]: |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|---|--|---|
| DS = | "ENT" | "nein" | 165.881 | 275.014 | GS = (49.415149 9.120314 126.723) | c _{mS} = 0.309 |
| | "VTE" | "nein" | 169.371 | 289.682 | | |
| | "BOS" | "nein" | 139.064 | 331.071 | | |
| | "LOC" | "nein" | 157.184 | 386.212 | | |
| | "GNO" | "nein" | 154.477 | 379.232 | | |

Grenz_S = 272.198

Endpunkt der mittleren Trajektorie, für kugelförmige Schallausbreitung bei Fragmentationen und Explosionen:

| Station: | Kugelf. Schall: | Winkel B-T [°]: | Distanz [km]: | Grenzentfernung für Schall-Empfang (von Höhe abhängig!) [km]: | Entfernung des Punktes vom Anfangspunkt der Trajektorie [km]: | Geografische Koordinaten der Punkte auf der Trajektorie: Breite [°]: Länge [°]: Höhe [km]: | Berechnete mittlere Schallgeschwindigkeit [km/s]: |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|---|---|--|---|
| DE = | "ENT" | "ja" | 138.297 | 100.837 | TrajL = 191.422 | GE = (47.964303 7.989436 75.432) | c _{mE} = 0.31 |
| | "VTE" | "ja" | 150.198 | 107.508 | | | |
| | "BOS" | "nein" | 105.137 | 224.722 | | | |
| | "LOC" | "nein" | 137.698 | 222.513 | | | |
| | "GNO" | "nein" | 132.704 | 222.353 | | | |

Grenz_E = 189.635

Definierter Punkt auf Trajektorie, für kugelförmige Schallausbreitung bei Fragmentationen und Explosionen:

| Station: | Kugelf. Schall: | Winkel B-T [°]: | Distanz [km]: | Grenzentfernung für Schall-Empfang (von Höhe abhängig!) [km]: | Entfernung des Punktes vom Anfangspunkt der Trajektorie [km]: | Geografische Koordinaten der Punkte auf der Trajektorie: Breite [°]: Länge [°]: Höhe [km]: | Berechnete mittlere Schallgeschwindigkeit [km/s]: |
|----------|-----------------|-----------------|---------------|---|---|--|---|
| DP = | "ENT" | "nein" | 165.881 | 275.014 | sT _{manuell} = 0 | GP = (49.415149 9.120314 126.723) | c _{m_man} = 0.309 |
| | "VTE" | "nein" | 169.371 | 289.682 | | | |
| | "BOS" | "nein" | 139.064 | 331.071 | | | |
| | "LOC" | "nein" | 157.184 | 386.212 | | | |
| | "GNO" | "nein" | 154.477 | 379.232 | | | |

Grenz_man = 272.198

Punkte auf Trajektorie mit zylindrischer Schallausbreitung (0 in Ergebnissen bedeutet, dass es keinen solchen Punkt gibt):

Der Winkel zwischen Beobachtungslinie und Trajektorie sollte 90° (=kleinste Entfernung!) erreichen, damit sich zylindrisch zur Trajektorie ausbreitender Schall (Mach'scher Kegel mit kleinem Öffnungswinkel), bei der Infraschall-Station ankommen kann!

| Station: | Kugelf. Schall: | Zylindr. Schall: | Distanz [km]: | Grenzentfernung für Schall-Empfang (von Höhe abhängig!) [km]: | Entfernung der Punkte vom Anfangspunkt der Trajektorie [km]: | Geografische Koordinaten der 90° Punkte auf der Trajektorie: Breite [°]: Länge [°]: Höhe [km]: | Berechnete mittlere Schallgeschwindigkeit [km/s]: |
|----------|-----------------|------------------|---------------|---|--|--|---|
| DZ = | "ENT" | "nein" | "nein" | 0 | sT = 0 | GZ = (0 0 0) | c _{m_zyl} = 0 |
| | "VTE" | "nein" | "nein" | 0 | | | |
| | "BOS" | "nein" | "nein" | 0 | | | |
| | "LOC" | "nein" | "nein" | 0 | | | |
| | "GNO" | "nein" | "nein" | 0 | | | |

Grenz_zyl = 0

Gesetzte Windstärke [km/h]: v_{Wind_max} = 60

Toleranz Schallgeschwindigkeit [km/s]: Δc = 0

Minimal- und Maximalzeit des Zeitfensters der Schallankunft (mit Wind und Toleranz!):

| | J | M | T | h | m | s | | J | M | T | h | m | s | | |
|------|-------|------|----|----|----|----|------|------------|-------|------|----|----|----|----|------|
| ST = | "ENT" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 31 | 50.1 | Zeit_min = | "ENT" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 42 | 21.4 |
| | "VTE" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 32 | 10.5 | | "VTE" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 43 | 11.6 |
| | "BOS" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 9.8 | | "BOS" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 45 | 33.1 |
| | "LOC" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 3 | | "LOC" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 48 | 41.7 |
| | "GNO" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 2.6 | | "GNO" | 2021 | 10 | 27 | 22 | 48 | 17.8 |

Zeit_max =

Zeiten (früher, ohne Wind, später) der Schallankunft vom Anfangspunkt (kugelförmige Ausbreitung!) [UTC]:

| J | M | T | h | m | s | J | M | T | h | m | s | J | M | T | h | m | s | | | |
|-------|------|----|----|----|----|------|------|------|----|----|----|----|------|-------|------|----|----|----|----|------|
| ZSf = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 40 | 45.2 | ZS = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 41 | 30.7 | ZSs = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 42 | 21.4 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 41 | 30.2 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 42 | 18.2 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 43 | 11.6 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 43 | 37.3 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 44 | 32.1 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 45 | 33.1 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 46 | 26.5 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 47 | 30.4 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 48 | 41.7 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 46 | 5.1 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 47 | 7.9 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 48 | 17.8 |

Zeiten (früher, ohne Wind, später) der Schallankunft vom Endpunkt (kugelförmige Ausbreitung!) [UTC]:

| J | M | T | h | m | s | J | M | T | h | m | s | J | M | T | h | m | s | | | |
|-------|------|----|----|----|----|------|------|------|----|----|----|----|------|-------|------|----|----|----|----|------|
| ZEf = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 31 | 50.1 | ZE = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 32 | 6.7 | ZEs = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 32 | 25.3 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 32 | 10.5 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 32 | 28.3 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 32 | 48 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 9.8 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 46.9 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 39 | 28.2 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 3 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 39.8 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 39 | 20.7 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 2.6 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 38 | 39.2 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 39 | 20.1 |

Zeiten (früher, ohne Wind, später) der Schallankunft vom definierten Punkt (kugelförmige Ausbreitung!) [UTC]:

| J | M | T | h | m | s | J | M | T | h | m | s | J | M | T | h | m | s | | | |
|-------|------|----|----|----|----|------|------|------|----|----|----|----|------|-------|------|----|----|----|----|------|
| Zmf = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 40 | 45.2 | Zm = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 41 | 30.7 | Zms = | 2021 | 10 | 27 | 22 | 42 | 21.4 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 41 | 30.2 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 42 | 18.2 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 43 | 11.6 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 43 | 37.3 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 44 | 32.1 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 45 | 33.1 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 46 | 26.5 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 47 | 30.4 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 48 | 41.7 |
| | 2021 | 10 | 27 | 22 | 46 | 5.1 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 47 | 7.9 | | 2021 | 10 | 27 | 22 | 48 | 17.8 |

Zeiten (früher, ohne Wind, später) der Schallankunft der Punkte mit 90° Winkel zwischen Beobachtungslinie und Trajektorie -> zylinderförmige Ausbreitung! [UTC]: 0 bedeutet, dass es keinen solchen Punkt gibt.

| J | M | T | h | m | s | J | M | T | h | m | s | J | M | T | h | m | s | |
|-------|---|---|---|---|---|------|---|---|---|---|---|-------|---|---|---|---|---|---|
| Zzf = | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Zz = | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Zzs = | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Berechnung: Beat Booz

Basiswerte für Grenzlinien-Berechnung der Schallausbreitung:

Höhe der Schallquelle (Meteor) [km]:
Maximal erreichbare Distanz des Infrasons (für 500 m ü.M.) [km]:

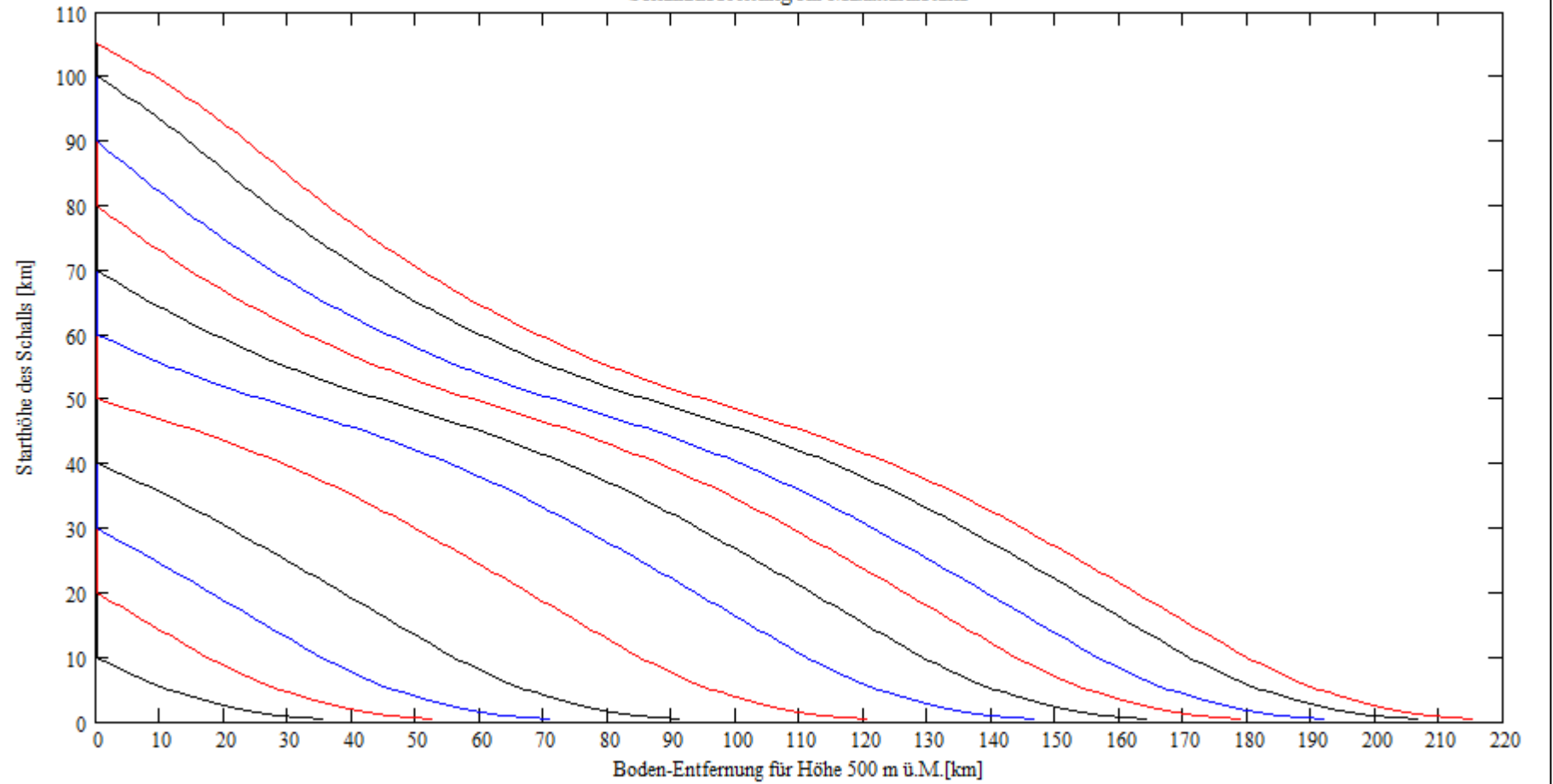
| H _{Inf} = | Dist_max_Inf = |
|--------------------|----------------|
| 0.5 | 0 |
| 5 | 24.99 |
| 10 | 36.79 |
| 15 | 46.82 |
| 20 | 56.31 |
| 25 | 66.44 |
| 30 | 77.01 |
| 35 | 87.69 |
| 40 | 99.78 |
| 45 | 114.11 |
| 50 | 130.94 |
| 55 | 146.02 |
| 60 | 159.11 |
| 65 | 170 |
| 70 | 179.42 |
| 75 | 188.89 |
| 80 | 196.99 |
| 85 | 205.4 |
| 90 | 213.26 |
| 95 | 221.73 |
| 100 | 230.96 |
| 105 | 240.91 |

Berechnungswerte für mittlere Schallgeschwindigkeiten in Abhängigkeit der Höhen der Schallquelle:

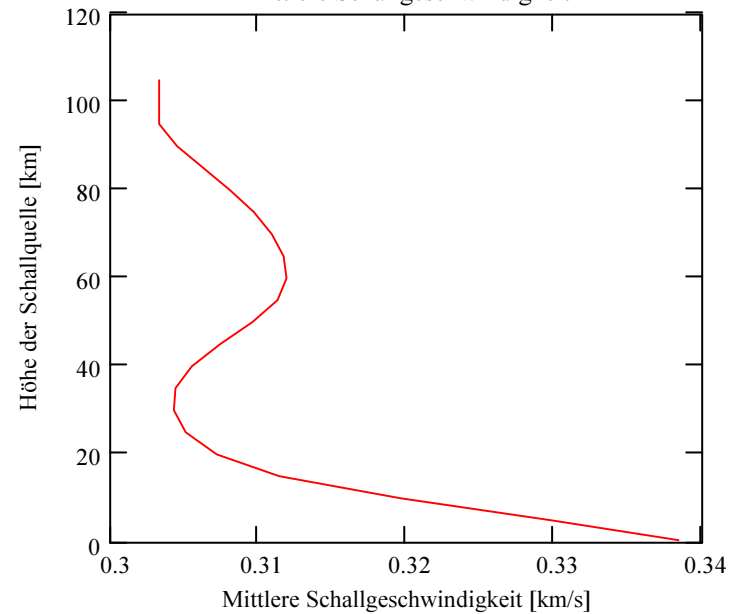
Höhe der Schallquelle (Meteor) [km]:
Mittlere Schallgeschwindigkeit beim Durchlaufen von der Höhe bis zum Boden [km/s]:

| H _{Meteor_Pkt} = | c _{mittel_H_Met} = |
|---------------------------|-----------------------------|
| 0.5 | 0.338 |
| 5 | 0.33 |
| 10 | 0.32 |
| 15 | 0.311 |
| 20 | 0.307 |
| 25 | 0.305 |
| 30 | 0.304 |
| 35 | 0.304 |
| 40 | 0.305 |
| 45 | 0.307 |
| 50 | 0.31 |
| 55 | 0.311 |
| 60 | 0.312 |
| 65 | 0.312 |
| 70 | 0.311 |
| 75 | 0.31 |
| 80 | 0.308 |
| 85 | 0.306 |
| 90 | 0.305 |
| 95 | 0.303 |
| 100 | 0.303 |
| 105 | 0.303 |

Schallausbreitung für Maximaldistanz



Mittlere Schallgeschwindigkeit



Die in den Berechnungen verwendete **mittlere Schallgeschwindigkeit** ist der arithmetische Mittelwert, welcher sich aus der Summe der jeweiligen Schallgeschwindigkeiten in allen, ab der Höhe der Schallquelle, durchlaufenen Höhenschichten ergibt!! Dieser Wert steht damit in direktem Bezug zu Weg und Zeit.