

Tipps zum Umgang mit GPS-Tracks im Mathe-Unterricht

- Tipps 1 Tracks angucken
- Tipps 2 beliebige Track-Formate in Excel – lesbare Textdateien umwandeln
- Tipps 3 Tracks in Google Maps darstellen (2D)
- Tipps 4 Tracks in Google Earth darstellen (3D)
- Tipps 5 Berechnungen durchführen und grafisch darstellen
- Tipps 6 Hardware und Software

Vorbemerkung:

Das universelle Werkzeug zur Bearbeitung und Auswertung von Tracks im Mathematikunterricht findet sich unter www.gpsvisualizer.com. Wie man die einzelnen „Tools“ verwendet, wird im Folgenden in Form von Tipps beschrieben, die man unabhängig voneinander erproben kann. Am Ende finden sich Hinweise zur Hardware und alternativer Software.

The screenshot shows the 'GPS Visualizer' web application interface. Several callout boxes point to specific features:

- Tipps 3 + 4 Draw a map Karte zeichnen:** Points to the main heading 'Draw a Google Map from a GPS file'.
- Tipps 2 Formatumwandlung:** Points to the 'Other map forms' section, which lists options like Google Earth KML/KMZ, JPEG, and CSV.
- Tipps 3 Convert a File:** Points to the 'Upload your GPS data files here' section, which includes file upload buttons and a 'Convert' button.
- Tipps 4 Draw a profile Funktionsgraphen zeichnen:** Points to the 'Track options' section, specifically the 'Colorize by' dropdown menu set to 'Speed'.
- Färben nach Geschwindigkeit:** Points to the 'Colorize by' dropdown menu.

Fig. 1 Internetseite zum Zeichnen von Karten und Auswerten von Fahrspuren

Tipps 1 Tracks angucken

GPS-Geräte lassen sich so einstellen, dass die gefahrene Strecke als Folge von Wegpunkten in einer Datei (einem Track) abgespeichert wird. Der Dateiname besteht meist aus dem Datum und der Uhrzeit. Gängige Formate sind .gpx .nmea, .trk ...und viele andere.

Tracks enthalten die Positionen (Breitengrad; Längengrad; Zeit) oder (Latitude; Longitude; Time). Breitengrad und Längengrad werden mit 6 Nachkommastellen aufgezeichnet. Beim Breitengrad entspricht die letzte Nachkommastelle (0,000001°) überall auf der Erde der Strecke 0,111m, beim Längengrad (in NRW) der Strecke 0,071m.

```
<trkpt lat="50.333977" lon="6.944810">
<time>2009-08-10T10:49:32Z</time>
</trkpt>
<trkpt lat="50.333965" lon="6.944802">
<time>2009-08-10T10:49:33Z</time>
</trkpt>
```

Lat=Breite (N-S): 0,000001° = 0,111m (Überall)
 Lon=Länge (O-W) 0,000001° = 0,071m (NRW)

Beispiel einer Track-Datei im .gpx-Format:

Die meisten Tracks kann man sich mit einem Textverarbeitungsprogramm (etwa dem Windows Editor oder Notepad) ansehen, unerwünschte Sonderzeichen mit "Suchen und Ersetzen" entfernen bzw. umwandeln, so dass eine Textdatei entsteht, die sich in einer Tabellenkalkulation öffnen lässt. In den folgenden beiden Abbildungen sieht man exemplarisch, wo und wie Tracks auf der Speicherkarte eines Medion P4410 (Auto-Navi) abgelegt werden und was bei diesem Gerät gespeichert wird

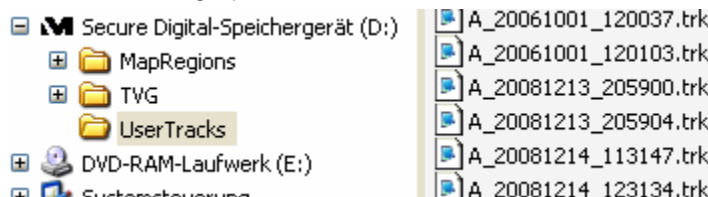


Fig. 2 So speichern ältere Medion Navis Tracks. Die Dateinamen haben die Form A_datum_Uhrzeit.trk. So wurde die letzte Datei am 14.12.2008 um 12:31:34 Uhr abgespeichert. Die Zeit wird den GPS-Signalen entnommen

Informationen zur Genauigkeit „HDOP“ findet man bei Wikipedia: [http://en.wikipedia.org/wiki/Dilution_of_precision_\(GPS\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Dilution_of_precision_(GPS))

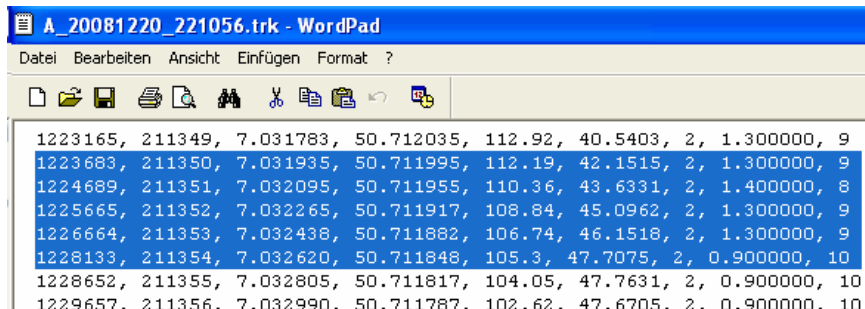


Fig. 3 Medion .trk-Daten. Man erkennt in Spalte 2 die Zeit im Sekundenabstand, beginnend mit 21:13:49 Uhr, dann folgen geographische Breite, Länge, Geschwindigkeit in km/h und Höhe über NN. Die letzte Spalte zeigt, die Zahl der empfangenen Satelliten, die vorletzte die Genauigkeit HDOP (Horizontal Dilution of Precision) der gemessenen Position. Spalte 1 ist ohne Bedeutung.

Da Navis Positionangaben mit Dezimalpunkt statt Dezimal komma abspeichern, stellt man in Excel sinnvollerweise (unter Extra-Optionen-International) den Punkt als Dezimaltrennzeichen ein.

gpx – Dateien kann man auch sofort in Excel öffnen (Maus-Rechtsklick auf die Datei) und bearbeiten. Man muss überflüssige Spalten löschen und das Datum auf hh:mm:ss formatieren.

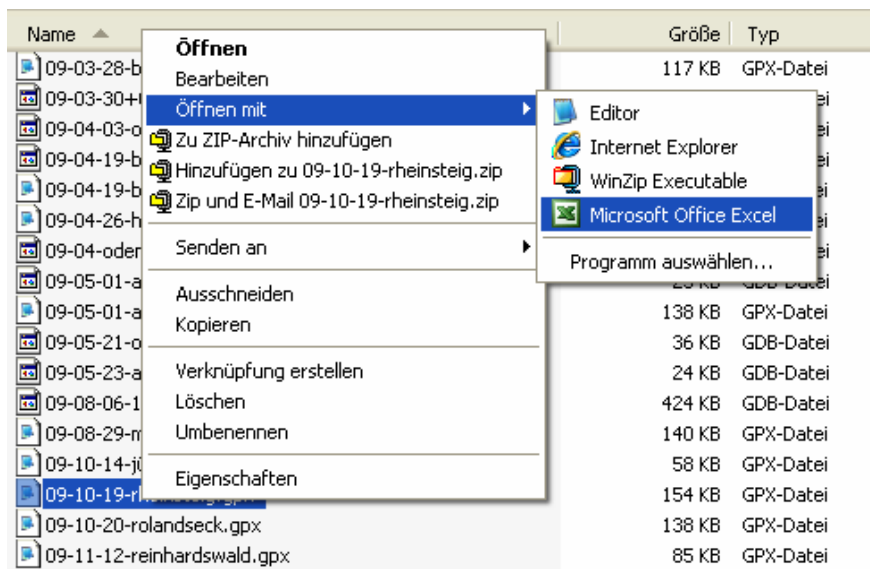


Fig. 4 gpx Dateien in Excel öffnen

Da Excel kann .gpx-Dateien direkt lesen kann ist, eine Formatumwandlung ist hier verzichtbar.

Tipp 2 beliebige Track-Formate in Excel – lesbare Textdateien umwandeln

Man geht auf <http://www.gpsvisualizer.com/gpsbabel>, klickt das Dateiformat an, welches das GPS-Gerät - liefert und wählt das gewünschte Zielformat, am besten „Tab delimited fields...“ dann lässt sich die Datei (samt Spaltenüberschriften) in jede Tabellenkalkulationen importieren. Dann wird die Datei hochgeladen und die umgewandelte Datei steht zum Herunterladen bereit

Fig. 5 Formatumwandlung in Excel-lesbare Textdatei.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Index	Lat	Lon	Altitude (m)	Distance (km)	Speed (km/s)	Course (°)	Time	HDOP	Satellites
170	168	50.712035	7.031783	112.92	0.582289	40.540298	0	08:12:20-21:13:49	1.3	9
171	169	50.711995	7.031935	112.19	0.593892	42.151501	0	08:12:20-21:13:50	1.3	9
172	170	50.711955	7.032095	110.36	0.606017	43.633099	0	08:12:20-21:13:51	1.4	8
173	171	50.711917	7.032265	108.84	0.618725	45.096199	0	08:12:20-21:13:52	1.3	9
174	172	50.711882	7.032438	106.74	0.631527	46.151798	0	08:12:20-21:13:53	1.3	9
175	173	50.711848	7.03262	105.3	0.644903	47.7075	0	08:12:20-21:13:54	0.9	10
176	174	50.711817	7.032805	104.05	0.658393	47.7631	0	08:12:20-21:13:55	0.9	10
177	175	50.711787	7.03299	102.62	0.671854	47.670502	0	08:12:20-21:13:56	0.9	10

Fig.6 Ergebnis der Formatumwandlung mit GPS babel

Tip 3 Tracks in Google Maps darstellen (2D)

Mit www.gpsvisualiser.com stellt man Tracks in Google-Maps wie folgt dar:


(1) Man lädt im Feld File#1 die komplette Track-Datei hoch, wobei viele Formate, selbst Excel-Dateien, akzeptiert werden oder

(2) man kopiert die Spalten Lat, Lon, Time (samt Spaltenüberschrift) aus einer Excel-Datei über die Windows-Zwischenablage in die Maske „Or paste your data here“.

Dann klickt man auf draw the Map.

Die entstehenden Karten (Abb. 7) lassen sich dann beliebig zoomen.

Bei der Variante (2) kann man die Tracks auch mit Pin-Nadeln Punkt für Punkt zeichnen, wenn man in „Force plain text to bet his type“ die Option „Waypoints“ wählt



Draw a Google Map from a GPS file

Other map forms: [Google Earth KML/KMZ](#), [JPEG/PNG/SVG](#), [Quantitative data](#)

This form will automatically draw your GPS data (or KML/KMZ file, or plain text data in CSV or tab-delimited format) overlaid upon street maps and satellite imagery in Google Maps.

Please note that creating a map with a very large number of waypoints (or very long tracklogs, especially if speed or altitude colorization is enabled) cause your Web browser to grind to a halt.

General map parameters show advanced options [+]

Width: pixels Height: pixels

Full screen mode: Title:

Initial map type: Opacity:

Track options show advanced options [+]

Colorize by: Default color:

Track opacity: Line width:

Max. points per track: Tickmark interval:

Waypoint options show advanced options [+]

Default marker color: Style:

Waypoint labels:

Generate list of waypoints: Width: px

Contact information

Your e-mail:

This is for impromptu tech support. NOT a mailing list!

Upload your GPS data files here: ?
(Total size of all files cannot exceed 3 MB)

File #1

File #2

File #3

Or paste your data here: ?

Lat	Lon
50.911133	6.829772
50.911133	6.829772
50.911128	6.829763
50.911123	6.829718

Force plain text to be this type:

Or provide the URL of static data on the Web:

Or a URL that will be loaded into the map dynamically:

(Google Docs spreadsheets or XML/KML files only)

Open in new window

Fig. 7 Karten zeichnen über http://www.gpsvisualizer.com/map_input



Fig. 8 von Bonn nach Köln mit Ausschnitt am Kreuz Köln Süd von der A 565 auf die A4

Tipp 4 Tracks in Google Earth darstellen (3D)

Wenn ein Track Höhenangaben enthält kann man ihn in Google Earth dreidimensional darstellen. Das ist insbesondere für Flugdaten interessant. Man muss den Track aber zuvor in das .kml (oder das komprimierte .kmz) – Format umwandeln, dass in Google-Earth dargestellt werden kann: Man geht auf <http://www.gpsvisualizer.com/map?form=googleearth>,

- gibt im Feld Upload your GPS data files die Track-Datei (.gpx) ein
- oder kopiert die Daten aus einer Excel-Tabelle samt Spaltenüberschriften in das Eingabefeld
- wählt das Output Format (.kml oder .kmz),
- wählt als Altitude Mode Extruded (connected to ground as a wall)
- färbt ggf. den Track z. B. nach Geschwindigkeit
- und wählt bei „Draw as waypoints“ ggf. data from the colored field.

Wenn man dann am Ende des Formulars „convert“ anklickt. Steht der .kml oder .kmz File zum Download bereit. Wenn man Google Earth (www.earth.google.de/download-earth.html) bereits installiert hat, öffnet sich die dreidimensionale Karte beim Klick auf den angebotenen .kmz-File automatisch und die Geschwindigkeit wird an jedem Trackpunkt angezeigt, wenn man mit der Maus über die Trackpunkte fährt.

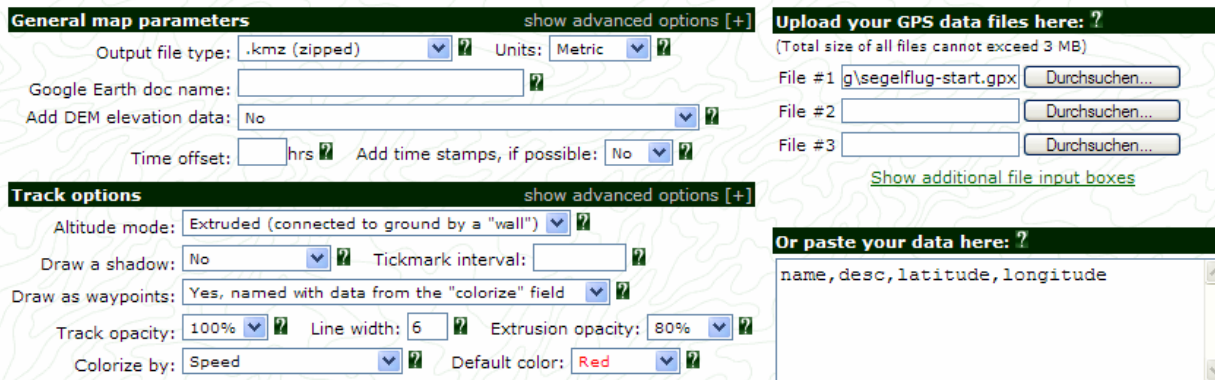


Fig. 9 3D-Darstellung von nach Geschwindigkeit gefärbten Segelflug Tracks

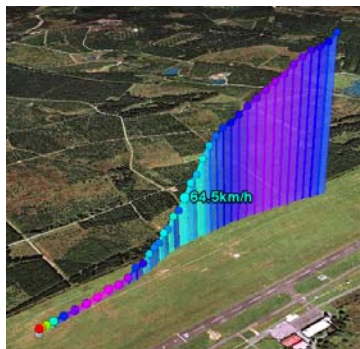
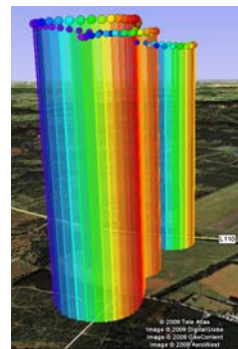


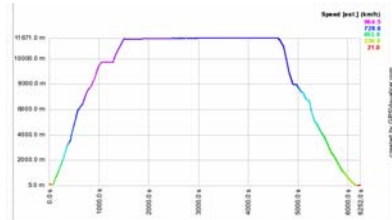
Fig. 10 Start eines Segelfluges Binz / Eifel



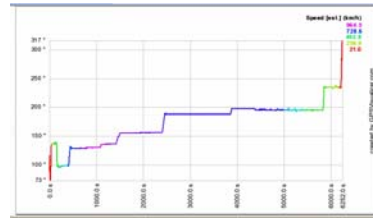
enge Kurven bei der Suche nach der Thermik

Tip 5 Berechnungen durchführen und grafisch darstellen

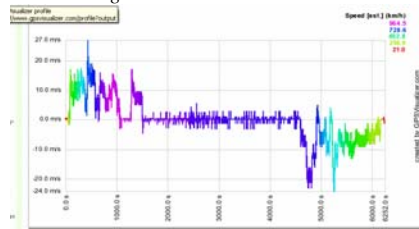
Unter http://www.gpsvisualizer.com/profile_input kann man – auch ohne Excel - aus Tracks (Länge, Breite, Höhe, Zeit...) Diagramme erstellen, bei denen die x- und y-Achse mit Daten belegen kann wie Zeit, Strecke, Geschwindigkeit, Kurs, Längengrad, Steiggeschwindigkeit..... (nur Beschleunigungen fehlen). Beispiele zu einem Linienflug von Köln nach Sardinien. Die Graphen können nach geeigneten Größen gefärbt werden. Die nötigen Eingaben sind in Fig. 1 zu sehen



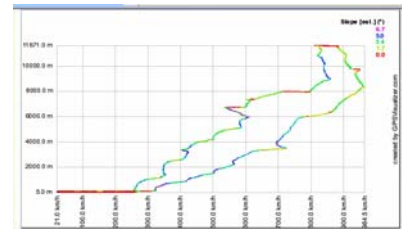
Flughöhe in Abhängigkeit von der Zeit, gefärbt nach Geschwindigkeit



Flugrichtung („Kurs“) in Abhängigkeit von der Zeit gefärbt nach Geschwindigkeit



Steiggeschwindigkeit gefärbt nach Geschwindigkeit



Flughöhe in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, gefärbt nach dem Steigwinkel

Tipps 6 Hardware und Software

Folgende Navis zeichnen Spuren im Sekundenabstand auf:

Auto

- Medion
P4410 (zeichnet Satellitenzahl, Genauigkeit, Geschwindigkeit exakt im Sekundenabstand auf)
 P4425, MD96130, MD97430, P4245, E3240
 (Einstellungen-Programmeinstellungen-GPS-Spur aufzeichnen)

Die Medion Geräte arbeiten mit GoPal-Software (Trackaufzeichnung ab Version 3.0AE). Die Versionen ME verfügen nicht über diese Funktionen. Updates unter

<http://www.mediongopal.de/?BEREICH=software&TPL=navigator3.html&UNAV=4>)

Ältere Versionen der GoPal Software speichern die Tracks sekundenweise im .trk-Format ab, neuere nutzen das gpx-Format und speichern nicht mehr konstant jede Sekunde ab, sondern bewegungsabhängig.

- Clarion (Map 670)
- Garmin Nüvi (ab 700er Serie).
- Navgear StreetMate GT-35, GT-43, Gt-43, GT-50

Trekking

- **Garmin Oregon** (mit GPS- und barometrischer Höhenaufzeichnung)
- Garmin Colorado, Garmin eTrex

Sport und Datenlogger

- **QStarz 2000** (mit GPS-Höhenaufzeichnung ohne Barometer)
- **QStarz BT-Q1000EX** (5HZ)
<http://www.qstarz.com/Products/GPS%20Products/BT-Q1000EX-F.htm>
- Wintec WSG-1000 http://www.wintec-gps.de/wintec_wsg-1000.php
 misst mit einem Takt von 5Hz, speichert aber nur mit einer Frequenz von 1Hz. Die zusätzlichen Daten werden durch das Gerät zur Fehlerkorrektur verwendet. Die Höhenmessung findet sowohl über Barometer als auch über GPS statt.
- Garmin Forerunner

Smartphones

- Smartphones (und Notebooks mit externer GPS-Maus) zeichnen Spuren im Sekundenabstand auf, wenn man entsprechende Software installiert. Für Windows Mobile sind z. B. die Programme "KDR Tracker" und "Smartrunner" sehr zu empfehlen. (Nach diesen Begriffen googeln.)
- **Samsung i600** (Windows mobile)
- Apple Iphone hier muss man zum Tracking eine Applikation hinzukaufen.

Software

Als „kleine“ Alternative zu gpsvisualizer wird JASTA empfohlen (<http://www.it-pannonia.com/>).

JASTA steht für "Just another small track analysis", ist trotz des Titels deutsch, kann die Garmin-Dateien einfach lesen, berechnet Strecke und Geschwindigkeit, lässt einzelne Punkte löschen, lässt über die Zwischenablage die Daten in jede Tabellenkalkulation übernehmen und kann auch die ausgewählten Punkte in Google Earth darstellen.

Wolfgang Riemer

Version 5.2 20/06/2010