

# Aufnehmen, Umwandeln und Visualisieren von GPS-Fahrtprotokollen

## Tipps zum Umgang mit GPS-Tracks im Mathematikunterricht

**Vorbemerkung** Das universelle Werkzeug zur Bearbeitung und Auswertung von Tracks im Mathematikunterricht findet sich unter [www.gpsvisualizer.com](http://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.



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

**Tip 1:** 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.

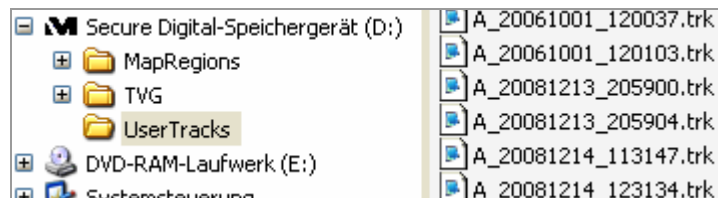
```
<trkpt lat="50.333977" lon="6.944810">
<time>2009-08-10T10:49:32Z</time>
</trkpt>
<trkpt lat="50.333965" lon="6.944802">
<time>2009-08-10T10:49:33Z</time>
</trkpt>
```

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

# Aufnehmen, Umwandeln und Visualisieren von GPS-Fahrtprotokollen

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))

A screenshot of a WordPad document titled 'A\_20081220\_221056.trk - WordPad'. The document contains a table of GPS data points. The table has 10 columns: a column of numbers (likely track ID), a column of times, and columns for latitude, longitude, speed, altitude, and HDOP. The data is as follows:

Track ID	Time	Latitude	Longitude	Speed	Altitude	HDOP
1223165	211349	7.031783	50.712035	112.92	40.5403	2
1223683	211350	7.031935	50.711995	112.19	42.1515	2
1224689	211351	7.032095	50.711955	110.36	43.6331	2
1225665	211352	7.032265	50.711917	108.84	45.0962	2
1226664	211353	7.032438	50.711882	106.74	46.1518	2
1228133	211354	7.032620	50.711848	105.3	47.7075	2
1228652	211355	7.032805	50.711817	104.05	47.7631	2
1229657	211356	7.032990	50.711787	102.62	47.6705	2

**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.

# Aufnehmen, Umwandeln und Visualisieren von GPS-Fahrtprotokollen

Da Navis  
Positionsangaben mit  
Dezimalpunkt statt  
Dezimalkomma  
abspeichern, stellt  
man in Excel unter  
Extra-Optionen-  
International den  
Punkt als Dezimal-  
trennzeichen ein.  
In OpenOffice geht's  
mit Extra-Optionen-  
Spracheinstellung-  
Englisch USA –  
Dezimaltrennzeichen

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.

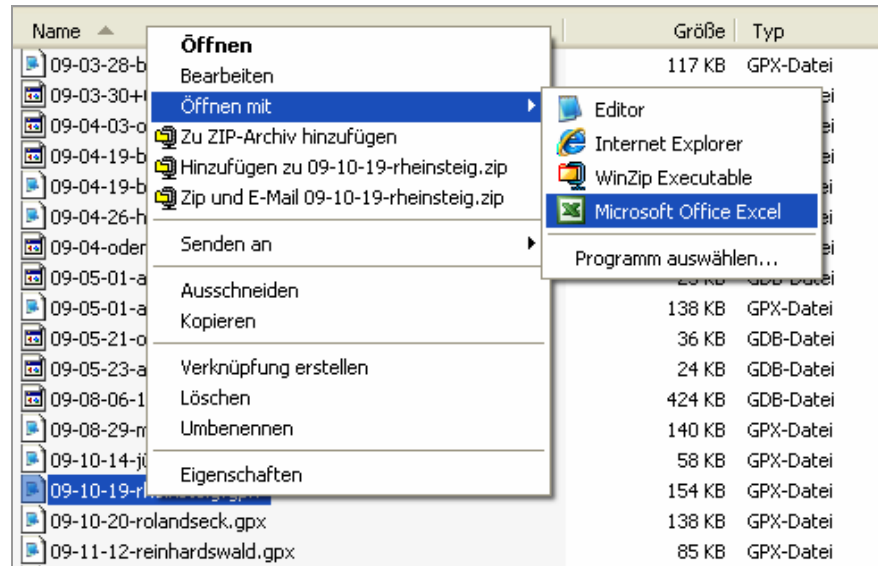


Fig. 4: gpx Dateien in Excel öffnen.

## 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

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

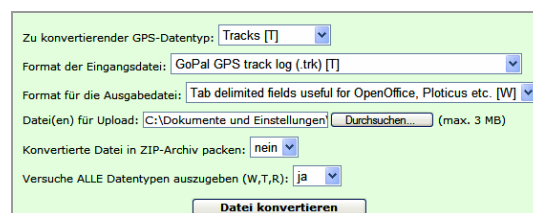


Fig. 5: Formatumwandlung in Excel-lesbare Textdatei.

	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 GPSbabel.

# Aufnehmen, Umwandeln und Visualisieren von GPS-Fahrtprotokollen

## Tipp 3

Tracks in Google Maps darstellen (2D)

Mit [www.gpsvisualiser.com](http://www.gpsvisualiser.com) stellt man Tracks in 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 be this 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) can cause your Web browser to grind to a halt.

**General map parameters** show advanced options [+]

Width: 500 pixels Height: auto pixels

Full screen mode: No Title:

Initial map type: Google hybrid (streets+satellite) Opacity: 100%

**Track options** show advanced options [+]

Colorize by: Track (recommended) Default color: Red

Track opacity: 80% Line width: 3

Max. points per track: 400 Tickmark interval:

**Waypoint options** show advanced options [+]

Default marker color: red Style: Google pins (no dot)

Waypoint labels: Mouse-over "tooltips" only

Generate list of waypoints: No Width: 160 px

**Contact information**

Your e-mail: (OPTIONAL)

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: waypoints

**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](http://www.gpsvisualizer.com/map_input).

# Aufnehmen, Umwandeln und Visualisieren von GPS-Fahrtprotokollen

## 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 colorized 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](http://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.

The screenshot displays the GPS Visualizer web interface, which is used for converting GPS data into a format compatible with Google Earth. The interface is divided into several sections:

- General map parameters:** This section includes dropdown menus for 'Output file type' (set to '.kmz (zipped)') and 'Units' (set to 'Metric'). It also has input fields for 'Google Earth doc name', a dropdown for 'Add DEM elevation data' (set to 'No'), and a 'Time offset' field. There is a checkbox for 'Add time stamps, if possible' (set to 'No').
- Track options:** This section includes a dropdown for 'Altitude mode' (set to 'Extruded (connected to ground by a "wall")'), a dropdown for 'Draw a shadow' (set to 'No'), a dropdown for 'Draw as waypoints' (set to 'Yes, named with data from the "colorize" field'), and input fields for 'Track opacity' (set to '100%'), 'Line width' (set to '6'), and 'Extrusion opacity' (set to '80%'). It also has a dropdown for 'Colorize by' (set to 'Speed') and a dropdown for 'Default color' (set to 'Red').
- Upload your GPS data files here: ?** This section includes a note '(Total size of all files cannot exceed 3 MB)' and three input fields for 'File #1', 'File #2', and 'File #3'. Each field has a 'Durchsuchen...' button next to it. A link 'Show additional file input boxes' is also present.
- Or paste your data here: ?** This section includes a text area for pasting data, with a header 'name, desc, latitude, longitude'.

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

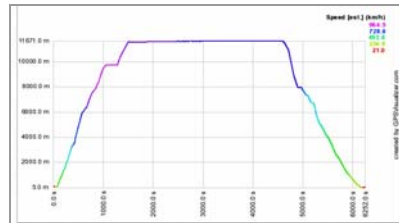
# Aufnehmen, Umwandeln und Visualisieren von GPS-Fahrtprotokollen

## Tipp 5

Berechnungen durchführen und grafisch darstellen

Unter [http://www.gpsvisualizer.com/profile\\_input](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 belegt werden kann wie Zeit, Strecke, Geschwindigkeit, Kurs, Längengrad, Steiggeschwindigkeit, usw. (nur Beschleunigungen fehlen).

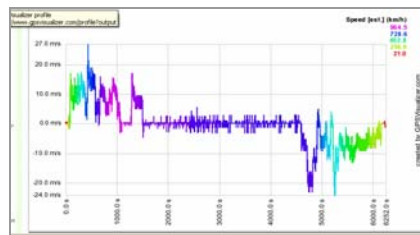
Beispiele zu einem Linienflug von Köln nach Sardinien. Die Graphen können nach geeigneten Größen gefärbt werden. Die nötigen Eingaben sind in Fig. 1 zu sehen



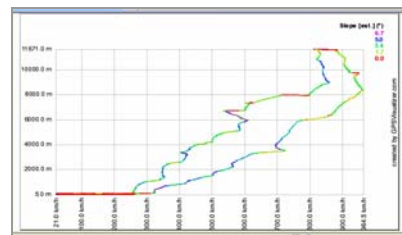
Flughöhe in Abhängigkeit von der Zeit, gefärbt nach Geschwindigkeit.



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



Steiggeschwindigkeit gefärbt nach Geschwindigkeit.



Flughöhe in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit, gefärbt nach dem Steigwinkel.



# Aufnehmen, Umwandeln und Visualisieren von GPS-Fahrtprotokollen

## Tipp 6

Hardware und Software

Hardware und Software (Stand Februar 2010), wird unter [www.riemer-koeln.de](http://www.riemer-koeln.de) aktualisiert.

Folgende Navis zeichnen Spuren im Sekundenabstand auf:

### Auto

- Medion  
P4410, P4425, MD96130, MD97430,  
P4245 – Saturn Oktober 2009,  
E3240 – Aldi November 2009.  
(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

- QStarz 2000 (mit GPS-Höhenaufzeichnung)

### Handys (Smartphones)

- Samsung i600  
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.)

### 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.

Zum Weiterdenken schreibt Andreas Kölling:

*.... im Moment sprudelt es in meinem Kopf nur von Einsatzmöglichkeiten. Und das Beste ist, dass es was zum Anpacken ist, nicht so wie die Fahrbahnen in der Physiksammlung. Es ist einfach was Reales.*

Auch Ihnen viel Freude und Erfolg beim Experimentieren mit Alternativen zur Luftkissenfahrbahn wünscht Wolfgang Riemer aus Köln