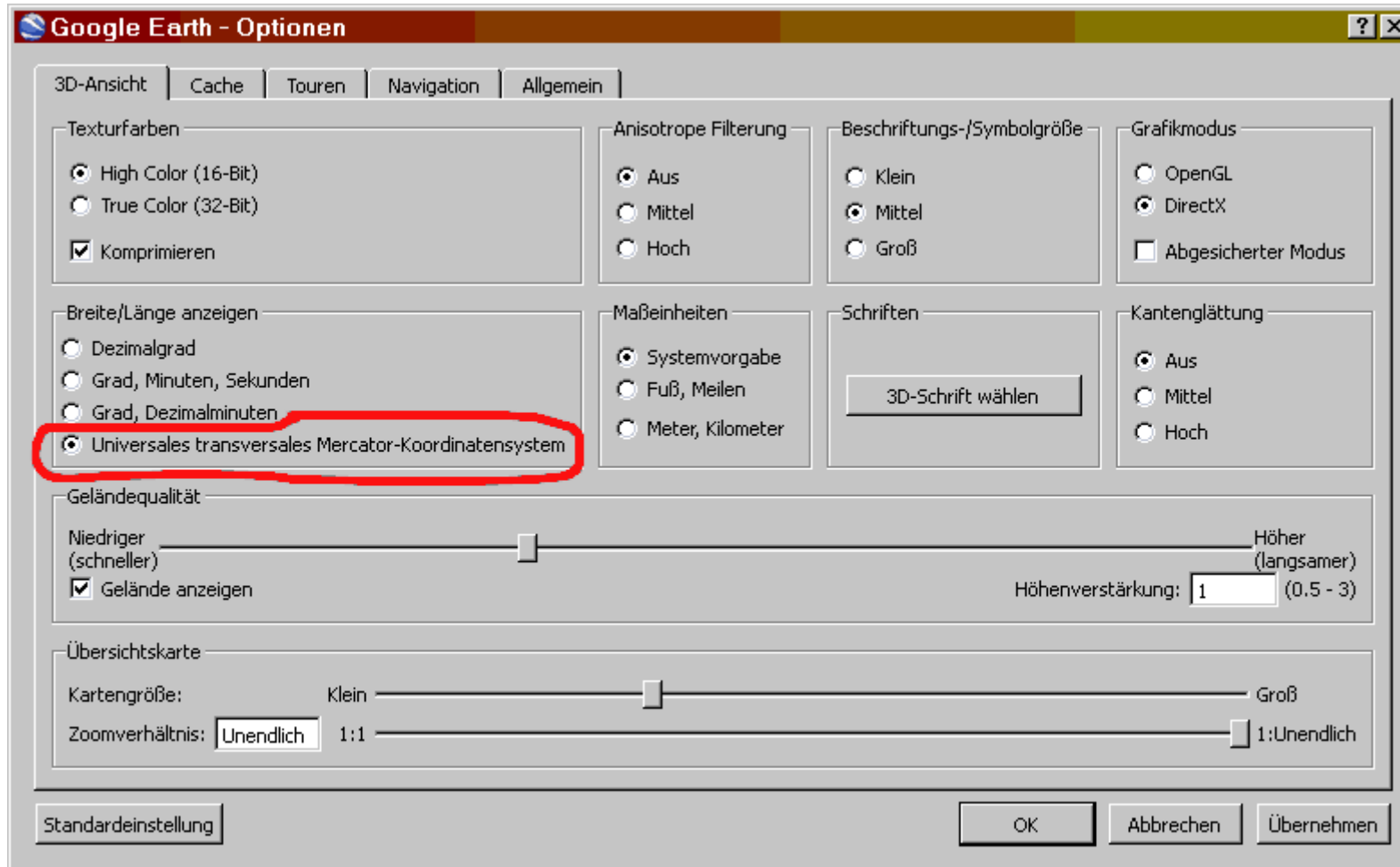


Koordinaten-Rechner

für das Simulationsprogramm BAHN
© Jan Bochmann (www.jbss.de)

Die Tabelle berechnet aus geografischen Koordinaten des UTM-Koordinatensystems die Koordinaten für ein BAHN-Netz. Damit ist es möglich, das große Vorbild maßstabsgetreu als Modellbahn im PC nachzubauen. Für die Datenherleitung in GoogleEarth ist im Menü Tools/Optionen die entsprechende Anzeige zu aktivieren:



Quelle: GoogleEarth

Die Tabelle wurde mit OpenOffice 2.4 erstellt und im Format Microsoft Excel 5.0 gespeichert.

Das Koordinatensystem am Beispiel GoogleEarth

Das UTM-Koordinatensystem projiziert die gekrümmte Erdoberfläche auf einen Zylinder, der sich abgerollt als ebene Fläche darstellen lässt, und teilt sie vertikal in 60 Zonen mit einer Breite von 6° auf. Die Zonen wiederum sind in Abschnitte unterteilt, welche durch einen Buchstaben markiert werden. Die Anzeige der geografischen Koordinaten erfolgt nicht in Gradzahlen, sondern in Metern, was die Nutzung für BAHN sehr erleichtert. Weitere Erläuterungen hierzu bezüglich der Tabelle folgen weiter unten, detaillierte Informationen sind bspw. im Artikel „UTM-Koordinatensystem“ in der Wikipedia nachzulesen.

Die Koordinatendaten werden horizontal als Rechtswert (= Easting) und vertikal als Hochwert (= Northing) bezeichnet. Die Anzeige erfolgt im Format

Easting : 32 U xxxxxxx,?? m E

32 ist die Nummer der Zone (Deutschland), U ist die Marke des vertikalen Abschnitts, xxxxxx ist die Angabe in Metern.

Northing: 5yyyyyy,?? m N

5 ist der Abstand in Millionen Metern vom Äquator, yyyyyy ist die Angabe in Metern.

Beschreibung der Tabelle

Für die Berechnungen sind jeweils 6 Vorkommazahlen notwendig, also die Positionen „xxxxxx“ in Spalte A und „yyyyyy“ in Spalte B. Allerdings: Wird das Netz nördlich von Glückstadt gebaut, dann wechselt der Northing-Wert vom 5-Millionen-Meter- in den 6-Millionen-Meter-Bereich – die Eingabe in Spalte B muss dann sein: „1yyyyyy“.

	A	B	C	D	E
1	Meter		64	X	Y
2	500000	710000	15,6250	16384	16384
3	500000	710000		500000	
4					
5					
6					
7					
8					

Die grün hinterlegten Zellen sind die Eingabefelder, um die Tabelle für die Berechnung der BAHN-Koordinaten anzupassen. Die (derzeitigen) Werte haben folgende Bedeutung:

A3 und B3: Mittelpunkt der UTM-Zone

C1 : Maßstab (Standardwert für BAHN 3.xx: 64 Elemente/km)

D2 und E2: Nullpunkt des BAHN-Netzes (Standardwert für BAHN bis zur Version 3.86)

Das Wort „Meter“ in A1 kann ersetzt werden bspw. durch die Bezeichnung der Zone, für die die Berechnungen in den fünf Spalten A-E durchgeführt werden. Das erleichtert dann die Unterscheidung, wenn man in den Spalten F-J oder K-O Daten für benachbarte Zonen verarbeitet.

Die Standardwerte für BAHN 3.87: 32768,32768 als Nullpunkt des Netzes und für BAHN 4.xx: 128 (Elemente/km) und 65536,65536.

In Zelle C2 wird die aus dem frei wählbaren Maßstab in C1 berechnete Kantenlänge eines Elements angezeigt.

Die Eingabe der GoogleEarth-Werte erfolgt in die Spalten A und B ab Zeile 5. Alle Angaben für A-E gelten analog für die Spalten F-J und K-O. Spalte C ist für Anmerkungen vorgesehen. Die Spalten D und E zeigen die berechneten BAHN-Koordinaten an.

Anpassen der Tabelle

Für größere Netze ist es wohl ratsam, den Nullpunkt, also den Punkt, um den herum man zu bauen anfängt, so zu verlegen, dass das geplante Netz in der Arbeitsfläche von BAHN Platz hat; mithin ist der erste Arbeitsschritt die Anpassung der Tabelle. Nehmen wir als Beispiel meine Heimatstadt Hamburg. Von hier aus erfolgte der Bau meines Deutschland-Netzes. Hamburg liegt im Norden, und wenn ich Dresden noch erreichen will, dann muss ich das bei der Planung der BAHN-Koordinaten berücksichtigen:

	A	B	C	D	E
1	Zone 32		64	X	Y
2	569917	934194	15,6250	13688	10191
3	566788	934194		569917	
4					
5					
6					
7					

Ich suche in GoogleEarth einen markanten Punkt und übertrage dessen Werte in die Tabelle:

A3 Easting 566788

B3 Northing 934194

Das ist der achteckige Anbau an der Bahnhofshalle.

Den Nullpunkt für BAHN lege ich fest mit

D2 = 13688

E2 = 10191

Damit ist die Lage Hamburgs im BAHN-Netz ungefähr an die geografische Lage in Deutschland angepasst.

Hinweis: Manchmal irrt man sich bei der Festlegung des Nullpunktes, und ein Teil des großen Vorbildes würde nicht mehr in die Arbeitsfläche passen. Dann muss man das Netz um eine Differenz X_d, Y_d verschieben. Diese Differenzen addiert man zu den Werten in D2 und E2, und schon stimmt wieder alles. Selbstverständlich werden vorhandene Daten der Spalten A und B neu berechnet.

Übergang von einer Zone in eine benachbarte Zone

Die Zonen, besser: der relevante Abschnitt U, sind praktisch identisch; sie haben an vergleichbarer Position die gleichen Easting-Werte: Im Westen die niedrigsten, im Osten die höchsten. Um Deutschland in Ost-West-Richtung komplett zu erfassen, erfolgt daher ein Wechsel von Zone 32 auf Zone 33. Für diese Zone aber sind die Vorgaben in den Zellen A3, B3, D2 und E2 nutzlos, es müssen neue erstellt werden. Wahrscheinlich werden die Werte in A-E noch benötigt, daher bedienen wir uns nun der Spalten F-J.

Wenn in GoogleEarth im Menü Ansicht das Gitternetz aktiviert ist und wir uns anhand dieses Netzes an der Grenzlinie von Zone 32 zu Zone 33 von Nord nach Süd bewegen, dann erscheint die Gitternetzlinie als senkrechter gelber Strich – das „N“ im Navigator rechts oben sollte natürlich auch im Norden stehen. Die Easting-Werte aber erhöhen sich, daher müssten wir in BAHN eigentlich eine Diagonale von links oben nach rechts unten erhalten. Die Formeln der Tabelle hingegen orientieren sich an der UTM-Darstellung, und daher liegen auch die BAHN-Koordinaten senkrecht untereinander.

An den Beispielen Bützow in Meck-Pomm und Halle(Saale) werden die Arbeitsschritte beschrieben, mit denen die Spalten F-J (für Halle(Saale) hier die Spalten K-O) für die Verarbeitung der Daten aus Zone 33 vorbereitet werden.

Die Werte für Bützow: Easting 697382, Northing 969704, BAHN-X = 22538, BAHN-Y = 7918

Die Werte für Halle : Easting 708345, Northing 706559, BAHN-X = 22538, BAHN-Y = 24760

(siehe oberer Teil der Grafik)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Zone 32		64	X	Y	Meter		64	X	Y	Meter		64	X	Y
2	569917	934194	15,6250	13688	10191	500000	710000	15,6250	16384	16384	500000	710000	15,6250	16384	16384
3	566788	934194		569917		500000	710000		500000		500000	710000		500000	
4															
5	697382	969704	Bützow Bahnsteig	22538	7918										
6	708345	706559	Halle Tennisplatz	22538	24760										
7															
8															
9															
10															
11															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Zone 32		64	X	Y	Zone 33		64	X	Y	Zone 33		64	X	Y
2	569917	934194	15,6250	13688	10191	291803	969704	15,6250	22538	7918	291796	706559	15,6250	22538	24760
3	566788	934194		569917		302618	969704		291803		291654	706559		291796	
4															
5	697382	969704	Bützow Bahnsteig	22538	7918	302618	969704	Bützow Bahnsteig	22538	7918					
6	708345	706559	Halle Tennisplatz	22538	24760						291654	706559	Halle Tennisplatz	22538	24760
7															
8															
9															
10															
11															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Zone 32		64	X	Y	Zone 33		64	X	Y	Zone 33		64	X	Y
2	569917	934194	15,6250	13688	10191	291803	969704	15,6250	22538	7918	291796	706559	15,6250	22538	24760
3	566788	934194		569917		302618	969704		291803		291654	706559		291796	
4															
5	697382	969704	Bützow Bahnsteig	22538	7918	302618	969704	Bützow Bahnsteig	22538	7918					
6	708345	706559	Halle Tennisplatz	22538	24760						291654	706559	Halle Tennisplatz	22538	24760
7															
8						388038	819546	Berlin Siegessäule	28538	17528	388038	819546	Berlin Siegessäule	28538	17529
9						604817	342741	Wien Donauinsel	42128	48044	604817	342741	Wien Donauinsel	42128	48044
10						712809	596927	Polen A4/ E40	49187	31776	712809	596927	Polen A4/ E40	49187	31776

Bei der Ermittlung der Werte befindet sich der Cursor in GoogleEarth direkt links neben der Gitterlinie; bewegen wir ihn also einen kleinen Tick nach *rechts*, und wir erhalten den westlichsten Easting-Wert der Zone 33:

302618 für Bützow

291654 für Halle(Saale)

Der Easting-Wert wird in Zelle F3 eingegeben, für Zelle G3 wird der Northing-Wert aus Spalte B übernommen. Als X- und Y-Koordinaten für BAHN übertragen wir die berechneten Werte der Spalten D und E direkt in die Zellen I2 und J2.

(siehe mittleren Teil der Grafik)

Das war es auch schon, nun steht dem weiteren Ausbau des Netzes in östlicher Richtung nicht mehr entgegen. Für einen Wechsel in westlicher Richtung, also von Zone 32 in die Zone 31, ist analog zu verfahren: Ermittlung des westlichsten Easting-Wertes der Zone 32, dann den Cursor einen Tick nach *links* und Ablesen des östlichsten Easting-Wertes der Zone 31.

Im unteren Teil der Grafik habe ich für die Wechsel in Bützow und Halle(Saale) einige weitere Daten eingegeben, um aufzuzeigen, dass es für die Berechnung der BAHN-Koordinaten unerheblich ist, an welchem Breitengrad der Wechsel stattfindet – die berechneten X-Werte für BAHN sind identisch.

Die letzte Angabe für die E40 in Polen liegt an der Grenze von Zone 33 zu Zone 34. Mit der eben beschriebenen Vorgehensweise lässt sich also die Tabelle für die weitere Bearbeitung der Daten Ostpolens einrichten.

Und zudem lassen die Eingaben für Wien und Polen errahnen: Ab BAHN 3.87 ist – mithilfe dieses Koordinatenrechners – der maßstabsgetreue Nachbau fast des gesamten mitteleuropäischen ICE-Netzes möglich; *auch eine schöne Aufgabe...*

Noch ein Hinweis: Prinzipiell können mit dem Rechner auch die Abschnitte T und V bearbeitet werden, aber da die Formeln für den Abschnitt U optimiert sind, dürften die Verzerrungen in einem nicht mehr hinnehmbaren Maß zunehmen, je weiter man sich von der blauen Mittellinie entfernt.

Weitere Erläuterungen

Wer meinen Koordinaten-Rechner aus <http://www.das-bahn-forum.de/bahnforum/> kennt, mag vielleicht nach der Neuerung fragen, die dieser Rechner aufweist. Nun, hauptsächlich habe ich hier einen Gedankenfehler korrigiert, den ich in dem alten Rechner bezüglich des Wechsels von einer Zone zur anderen nicht berücksichtigt hatte.

Wie seit geraumer Zeit bekannt ist, ist die Erde keine Scheibe, sondern eine Kugel. Daraus aber resultieren einige Probleme, die Oberfläche möglichst verzerrungsfrei als ebene Fläche darzustellen. Der Mensch aber ist es gewohnt, die Oberfläche in einer Ebene zu betrachten, in der alle Breitengrade eine horizontale Ausrichtung haben. Schauen wir uns mal die nächste Grafik an:



Quelle: GoogleEarth

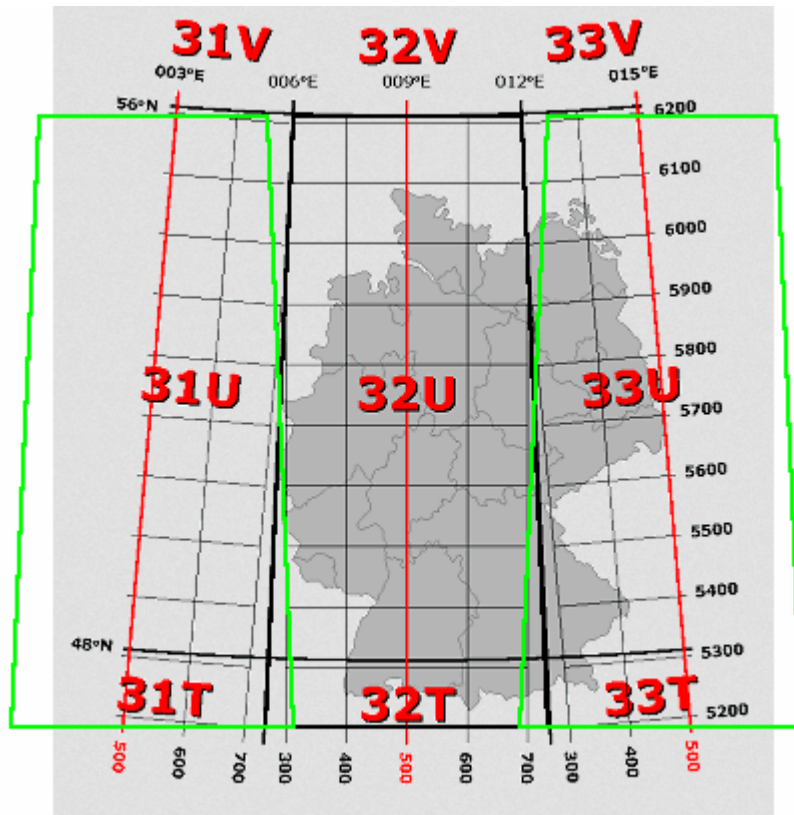
Diese Abbildung, übertragen auf die gesamte Nordhalbkugel, würde für die Darstellung der Oberfläche eine Scheibe ergeben, allerdings wären dann die Breitengrade nicht mehr parallel und horizontal. Die genialen Kartographen haben aber einen Weg für die gewünschte Darstellung gefunden: Das UTM-Koordinatensystems. Dabei werden die Meridiane senkrecht gelegt, so dass diese mit den Breitengraden Rechtecke bilden. Der Nachteil dieser Methode: Die Fläche zwischen den Meridianen wird vom Äquator zu den Polen hin gestreckt, mithin verzerrt.

Die Erdoberfläche ist von 80° Süd bis 84° Nord streifenförmig in 60 vertikale Zonen zu je 6° aufgeteilt. Jede Zone wiederum ist in Abschnitte unterteilt, die mit einem Buchstaben benannt sind.

Ich habe die erwähnte Methode in den Formeln meines Rechners nachgebildet. Mir fehlt aber das geniale Knoffhoff der Kartographen, und daher haben meine Formeln eigentlich nur Bedeutung für den Abschnitt U einer Zone - und etwas südwärts davon. Für diesen Bereich (siehe gestrichelte Linie in obiger Grafik) habe ich empirisch einige Konstanten ermittelt, die für die Formeln von Bedeutung sind.

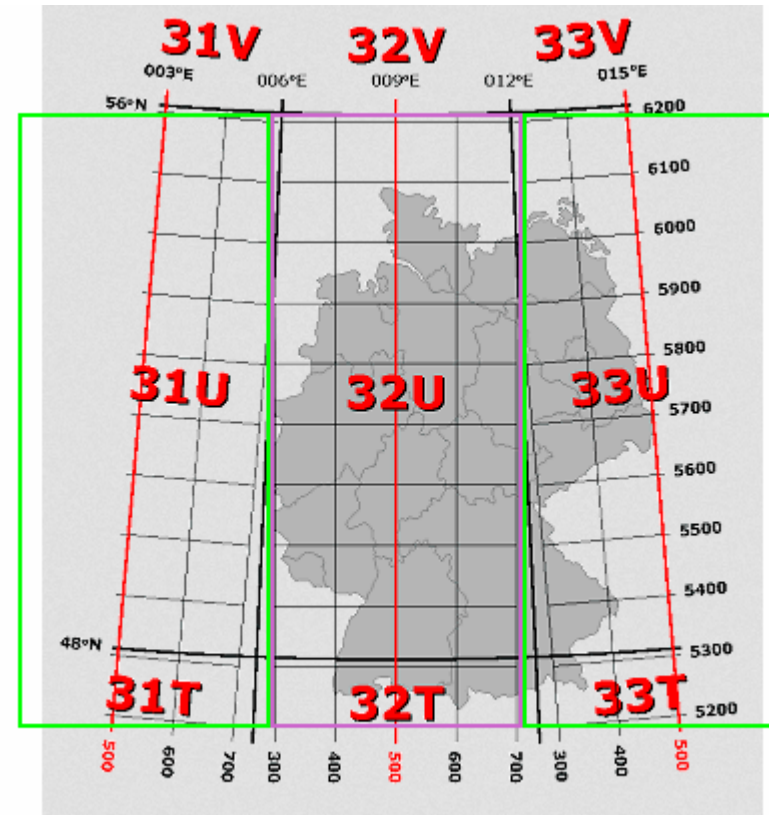
Die blaue Linie bildet die waagerechte Mittellinie des Bereichs mit der größten Breite für die BAHN-Koordinaten – bei einem Nullpunkt von 16384,16384 reichen die X-Koordinaten von 3059 bis 29709. Nördlich davon wird die Fläche gestreckt, südlich davon gestaucht – die Ränder des Bereichs liegen in BAHN also senkrecht, und das ermöglicht eine zonenübergreifende Bearbeitung der UTM-Koordinaten.

Die folgende Grafik verdeutlicht links noch einmal die Problematik des alten Koordinaten-Rechners bei der Erstellung eines zonenübergreifenden Netzes und zeigt rechts die erzielte Lösung: Die Breitengrade werden in horizontale Werte umgerechnet, und die Kanten der Zonen stoßen bündig aneinander.



Quelle: <http://www.gs-enduro.de/>

Der Übergang liegt ungefähr in der Mitte. Erkennbar wird: Direkt nördlich und südlich vom Übergangspunkt können die Flächen der Zonen noch ohne große Überbearbeitung nachgebaut werden, aber dann driften sie im Norden auseinander bzw. überlappen sich im Süden.



Quelle: <http://www.gs-enduro.de/>

Die Lösung: Nördlich des Übergangspunktes werden die Flächen gestreckt, südlich davon gestaucht. So wird der Abschnitt U der Zonen zu einem Rechteck umgeformt, das Aneinanderfügen der Zonen geschieht nahtlos in voller Höhe.