

# Bedienungsanleitung zur Erzeugung von Reibwertkarten und Simulink Data Dictionarys

## Vorbemerkungen:

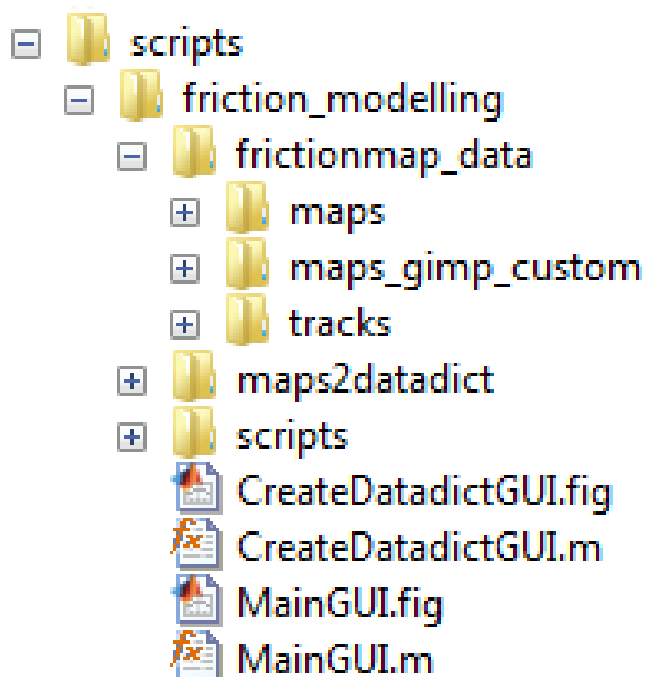
1. Die Methode funktioniert sowohl, wenn das Simulink Projekt „Sim\_vehicle\_dynamics.prj“ gestartet wurde, als auch ohne Ausführung des Projekts.
2. Alle Skripte wurden mit der Matlab Version 2018b erzeugt. Eine adäquate Version sollte deshalb für eine korrekte Funktionsweise zur Verfügung stehen.

## Ordnerstruktur:

Die Hauptkomponenten befinden sich unter folgendem Pfad:

„...\\sim\_vehicle\_dynamics\\scripts\\friction\_modelling“

Dieser Ordner sieht wie folgt aus:



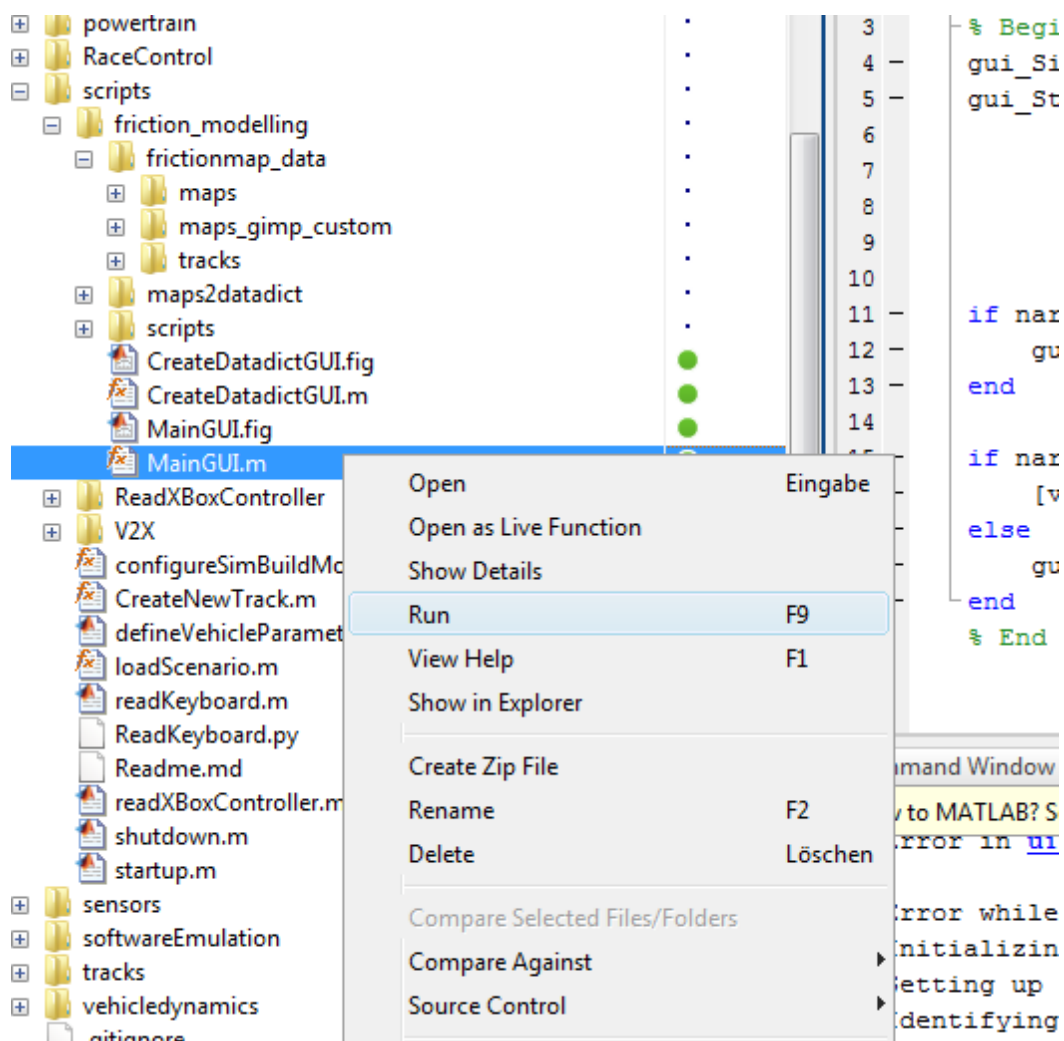
Darin befinden sich als kurzer Überblick (später dazu mehr):

- *Frictionmap\_data* mit Unterordnern: Hier werden die erzeugten Strecken und Reibwertkarten abgelegt (alle leer im GIT-Stand)
- *Maps2datadict*: Hier werden die vom Nutzer gewünschten Karten abgelegt, die im automatisch erzeugten Simulink Dictionary abgespeichert werden sollen (leer im GIT-Stand)

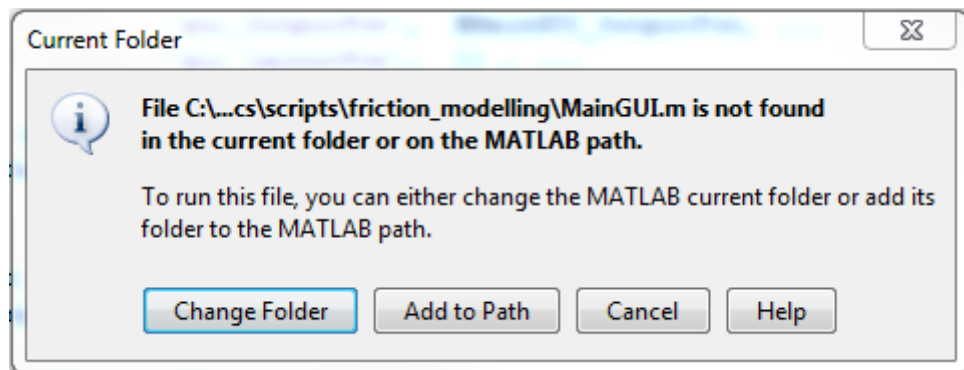
- *Scripts:* Hier befinden sich alle Unterskripte, die von den Hauptskripten aufgerufen werden
- *CreateDatadictGUI.m (und .fig):* Hauptskript zur Erzeugung von Simulink Reibwertkarten Dictionarys
- *MainGUI.m (und .fig):* Hauptskript zur Erzeugung, Bedienung und Veränderung von Reibwertkarten und Strecken

## **Erzeugen von Strecken, Reibwertkarten und speziellen Reibwertkarten mit GIMP:**

Dazu muss das Skript „MainGUI.m“ ausgeführt werden. Dies kann über „Rechtsklick“ und „Run“ erledigt werden.

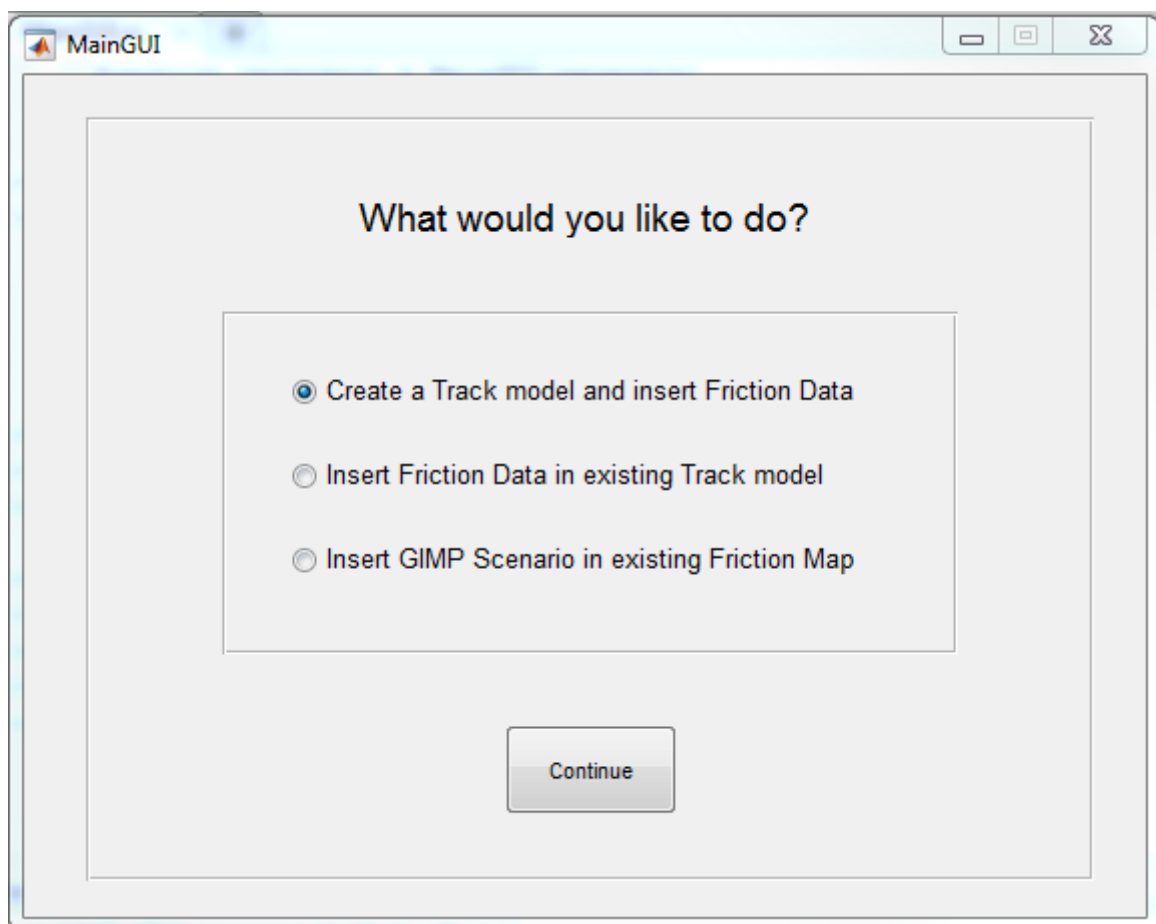


Wenn das Simulink Projekt vorher nicht gestartet wurde und man sich als aktuellen Arbeitsordner nicht in „friction\_modelling“ befindet, erscheint folgende Meldung:



Diese wird mit „Change Folder“ bestätigt.

Hat man das Projekt vorher gestartet oder befindet sich direkt im richtigen Ordner erscheint direkt das Ausgangsfenster der MainGUI. Der Arbeitsordner wird in allen Fällen automatisch auf „friction\_modelling“ geändert.



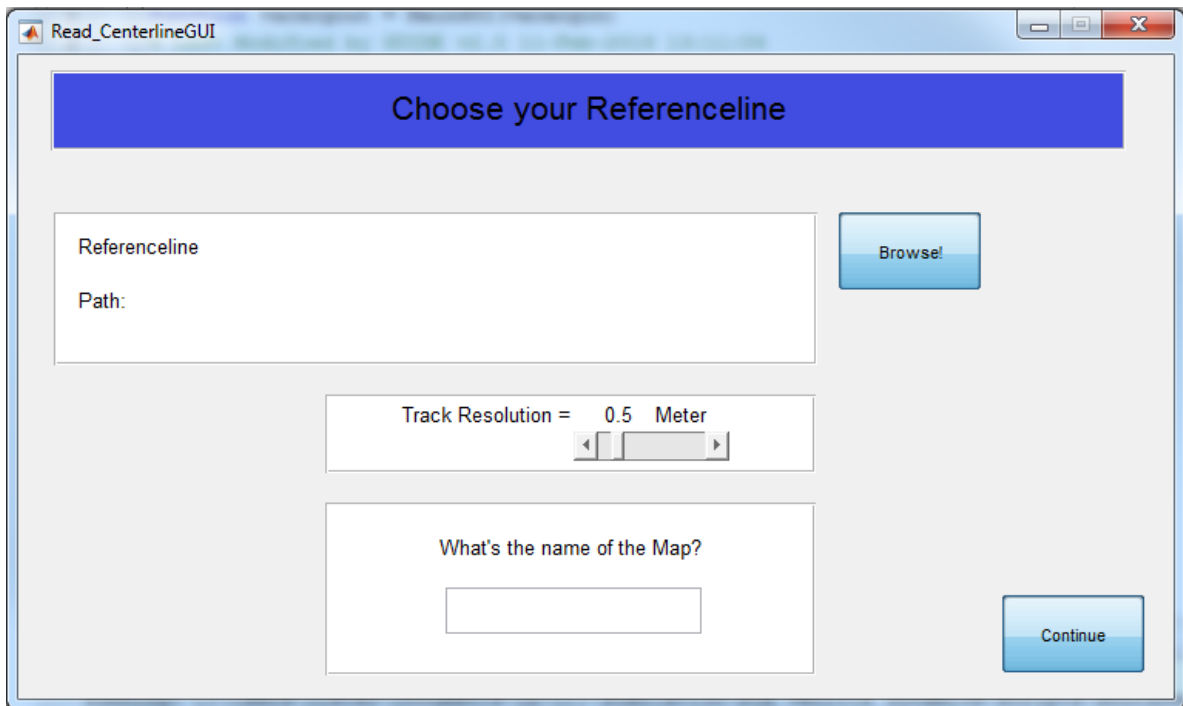
Die MainGUI bietet 3 Möglichkeiten:

1. Erzeugung einer neuen Strecke und Bedatung mit Reibwerten
2. Reibwertbedatung einer bereits vorhandenen Strecke
3. Veränderung einer bereits erzeugten Reibwertkarte mit GIMP

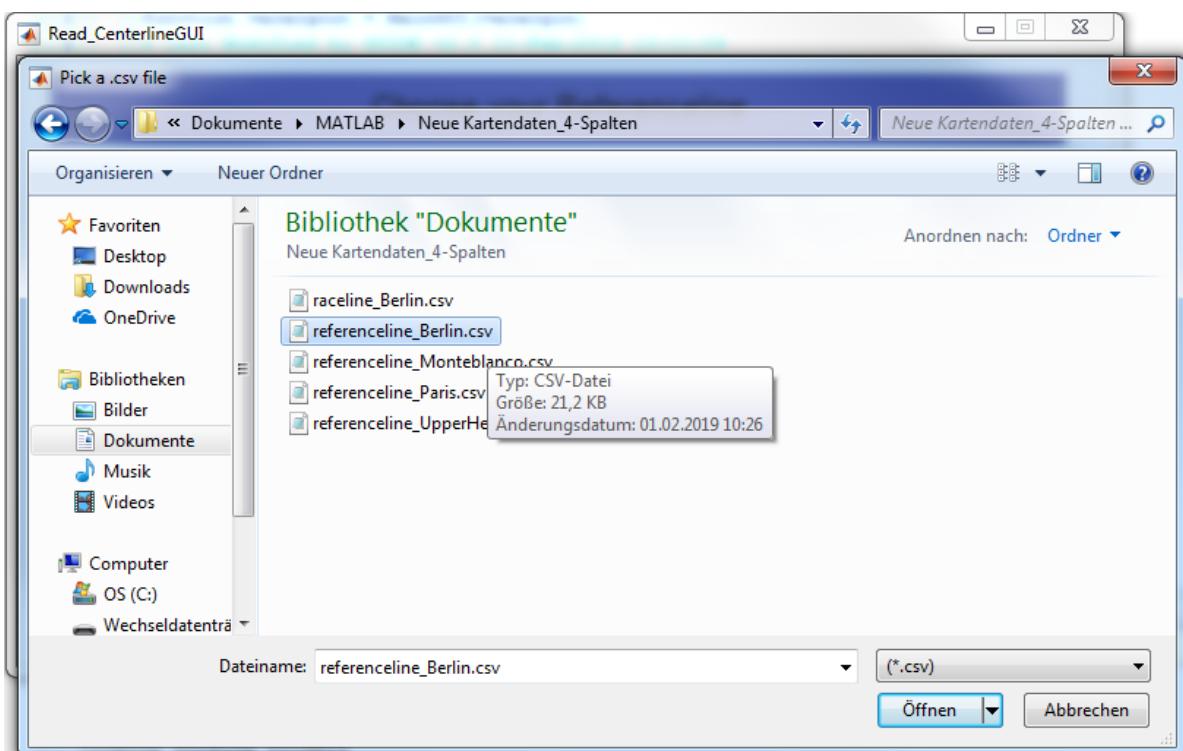
Alle 3 Varianten werden nun nacheinander erklärt. Für Punkt 2 auf Seite 10 springen, für Punkt 3 auf Seite 12.

### 1. Erzeugung einer neuen Strecke und Bedatung mit Reibwerten

Die erste Option wird gewählt und mit „Continue“ bestätigt. MainGUI schliesst, es öffnet sich folgendes Fenster:



Über „Browse“ wird die Referenceline der gewünschten Strecke im .csv Format ausgewählt und mit „Öffnen“ bestätigt:

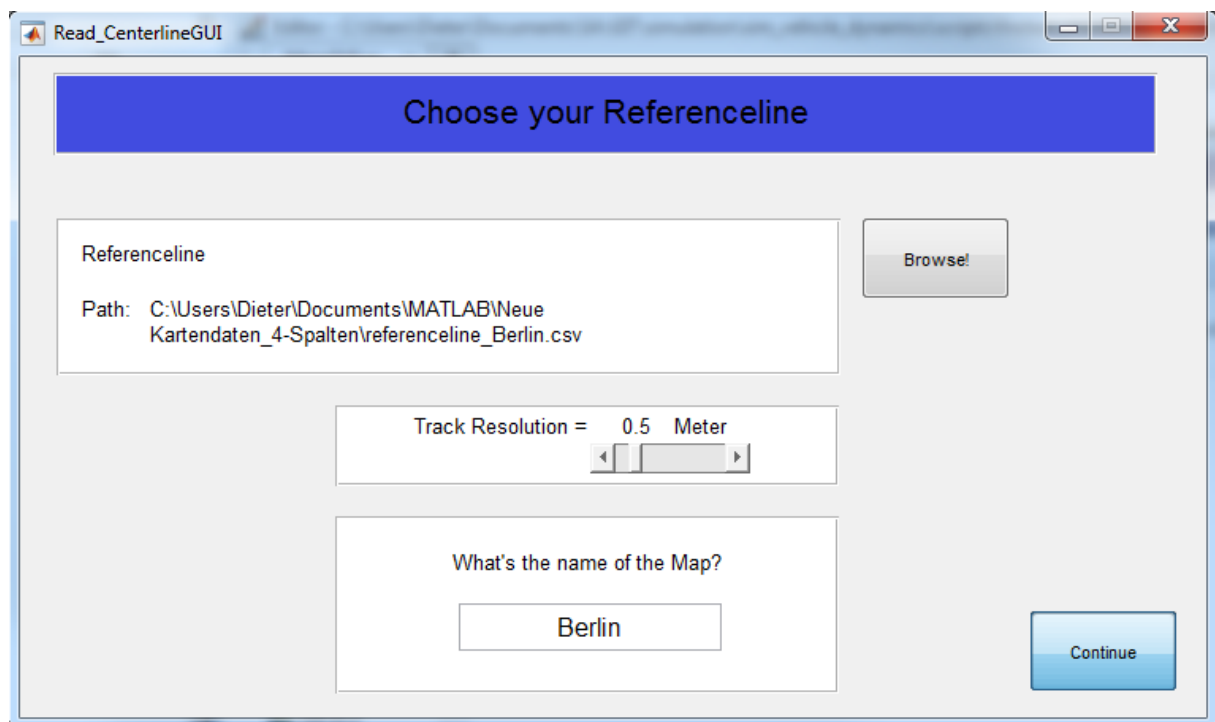


Bei Auswahl einer unkorrekten Datei erscheint ein „ERROR“ im Fenster. Die Eingabe muss wiederholt werden.

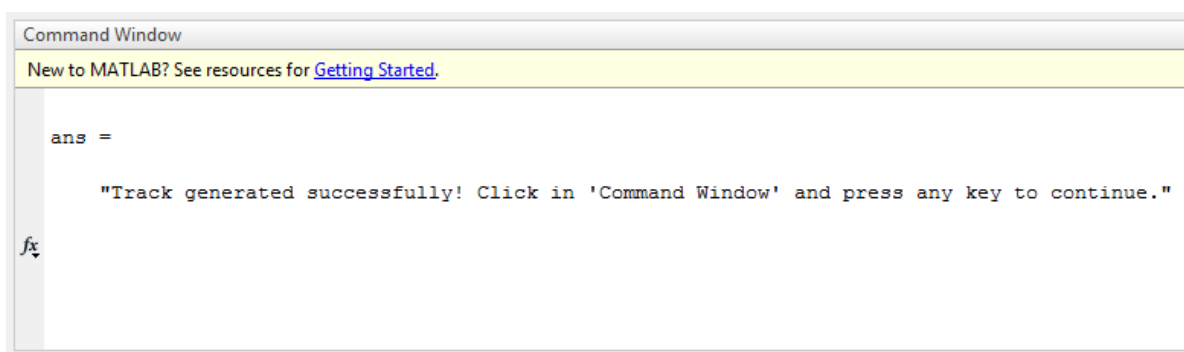
*Notiz: Es werden nur 4-spaltige .csv Dateien unterstützt, deren Reference Lines das Format „X; Y; Abstand\_rechts; Abstand\_links“ aufweisen. Die Einträge der Spalten sind mit Semikolon „;“ getrennt. Als Dezimaltrennzeichen wird der Punkt „.“ verwendet. Andere Formatierungen führen zu umgehenden Fehlern!!!*

Die Auflösung der späteren Karten ist mit 0,5m vorgewählt. Sie kann zwischen 0,1m und 3m variiert werden.

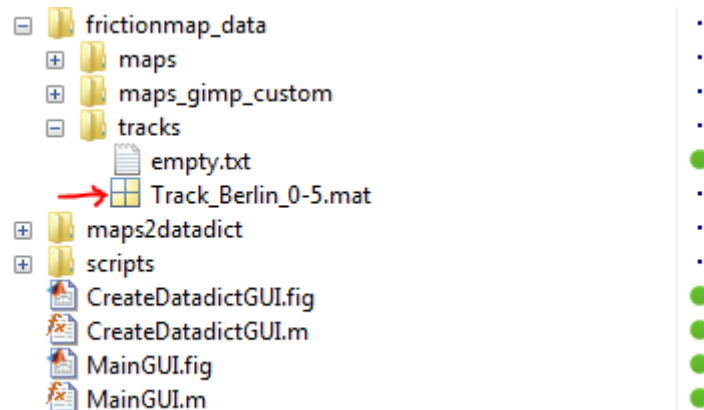
Für die Benennung der Karten muss im letzten Feld noch der Name der Map eingegeben werden. Da die Referenceline abweichende Namensformatierungen aufweisen kann, ist dies nicht automatisiert. Wird kein Name eingetragen, erscheint „ERROR“ im betreffenden Feld und es kann nicht weitergeklickt werden. In diesem Fall wird als Name „Berlin“ eingetragen. Das korrekt ausgefüllte Fenster wird mit „Continue“ geschlossen:



Matlab berechnet nun die Strecke und gibt bei erfolgreicher Berechnung folgende Antwort im Command Window aus:

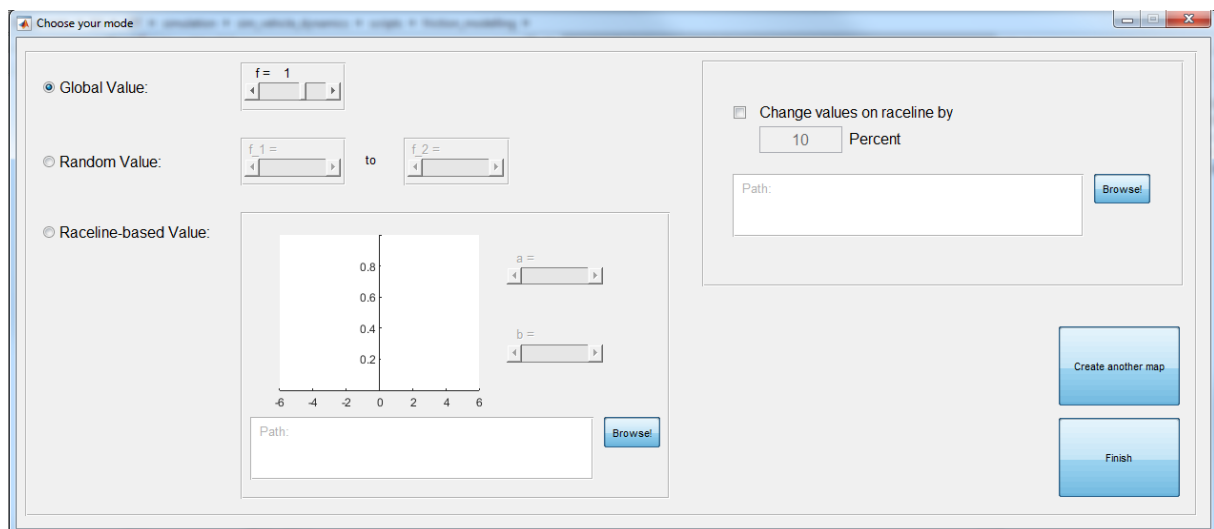


Matlab ist nun pausiert. Wie im Command Window erklärt, wird in das Command Window geklickt und eine beliebige Taste gedrückt. Im Ordner „tracks“ ist nun die eben erzeugte Karte gespeichert:



Der Name enthält die Bezeichnung, sowie die Auflösung der Karte.

Es öffnet sich folgendes weiteres Fenster:



In diesem Fenster wird die Art der Bedatung ausgewählt. Es kann zwischen 3 verschiedenen Modi gewählt werden:

- Global: Die Karte bekommt einen einzigen konstanten Wert zugewiesen
- Random: Über die Strecke wird ein zufälliges Reibwertprofil erzeugt. Die Spanne kann dabei vorgegeben werden.
- Raceline: Es kann die Raceline der Strecke eingelesen werden und der Reibwert entlang dieser vorgegeben werden. Das Diagramm zeigt dabei die Reibwertverteilung an. Auf der X-Achse ist der Abstand von der Raceline in Metern, auf der Y-Achse der Reibwert. Auch diese Verteilung kann über 2 Parameter beeinflusst werden.

Bei den ersten beiden Modi gibt es zusätzlich zur normalen Bedatung die Funktion die Reibwerte auf der Raceline um einen Prozentwert zu variieren. Der Wert kann positiv oder negativ, je nach Wunsch der Veränderung, eingegeben werden. Der Krümmungsparameter beträgt betragsmäßig dabei immer 0,03 und kann nicht verändert werden.

Nach den vorgenommenen Einstellungen kann unten rechts im Eck zwischen 2 Klickoptionen gewählt werden: „Create another map“ und „Finish“.

Soll nur eine Karte erstellt werden, wird der Button „Finish“ benutzt. Das Fenster schliesst, die Karte wird bedatet und das Ergebnis in einer Grafik dargestellt. Sollen mehrere Reibwertkarten (also unterschiedliche Szenarien) derselben Strecke in einem Zug erzeugt werden, bietet sich der Button „Create another map“ an. Nachdem das Fenster abermals geschlossen und das Ergebnis visualisiert wird, öffnet die gerade vorgestellte GUI zur Auswahl des Szenarios erneut und es können unbeschränkt viele weitere Karten erzeugt werden.

Nach jedem Betätigen des „Create another map“ oder „Finish“ Buttons wird die Aktion im Command Window bestätigt:

```
Command Window

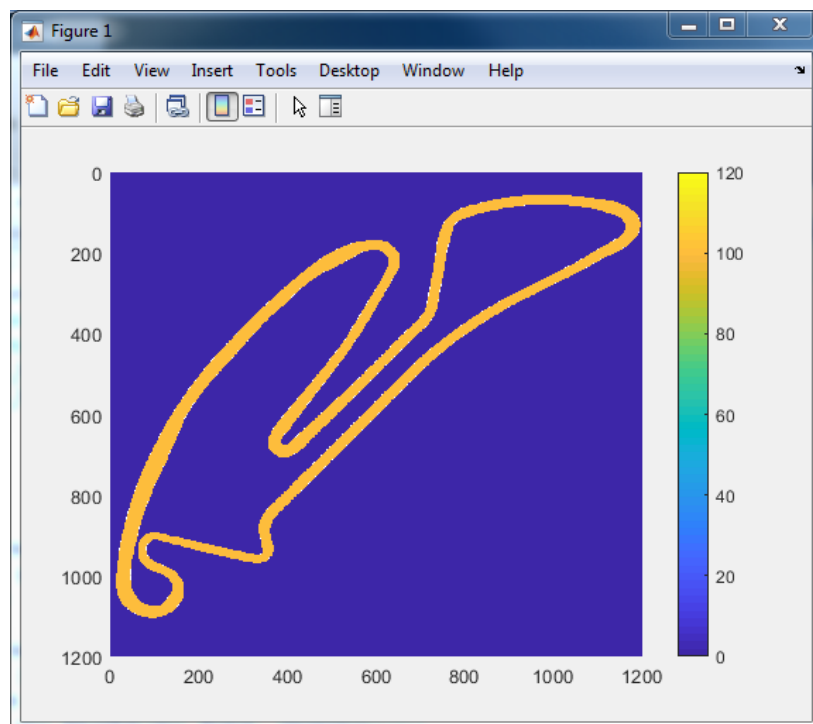
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

ans =

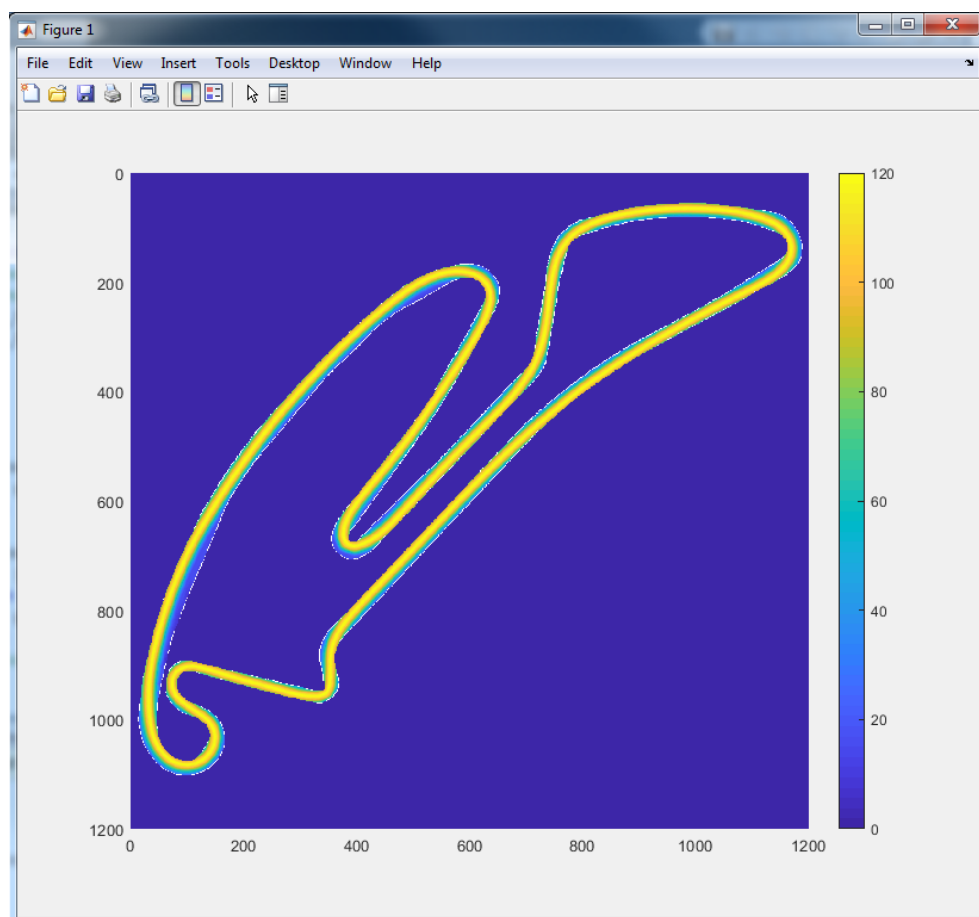
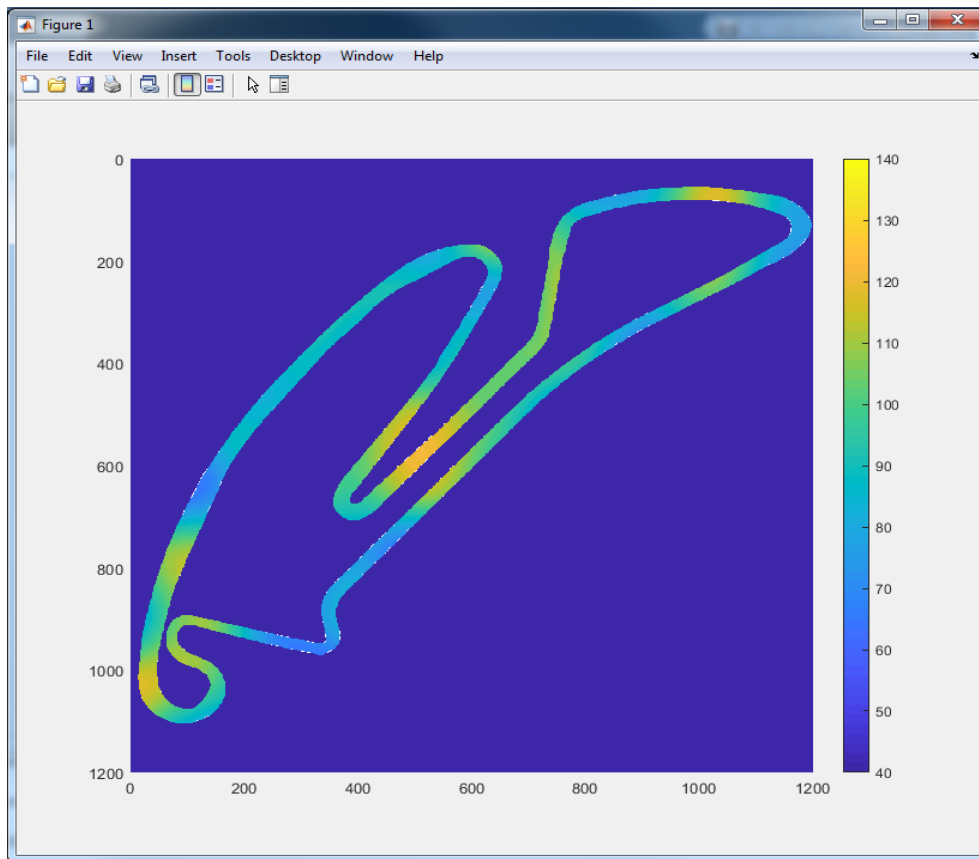
    "Friction Coefficient Map(s) generated successfully!"

fx >>
```

Es öffnet sich eine Grafik der bedateten Strecke. In diesem Fall die Strecke von Berlin bei einer globalen Bedatung von  $\mu = 1$ . Die Reibwerte werden aufgrund des geringeren Speicherbedarfs um den Faktor 100 erhöht abgespeichert (0,8 entspricht 80, 1,0 entspricht 100 etc.)



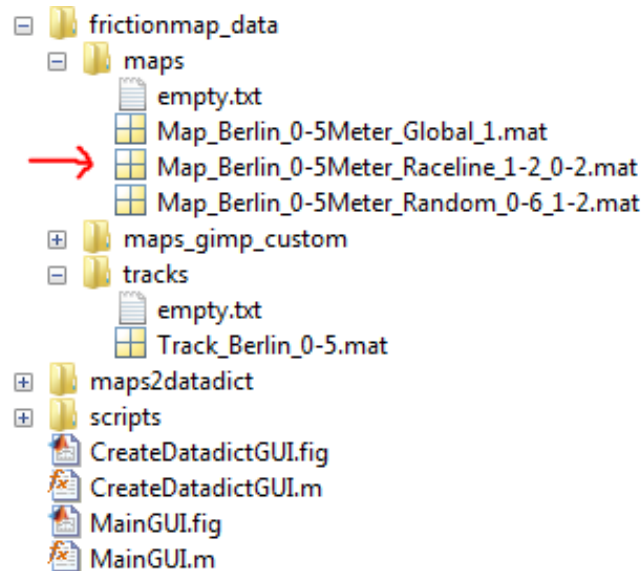
Als Beispiel noch weitere Karten mit einer Zufallsbedatung zwischen 0,6 und 1,2, sowie einer Racelinebedatung mit den Parametern 1,2 und 0,2.





*Notiz: Für den Racelinemodus wird, wie schon weiter oben bei der Reference Line dargestellt, die Raceline ebenso über „Browse“ eingelesen. Es werden hier nur 2-spaltige .csv Dateien unterstützt, deren Racelines das Format „X; Y“ aufweisen. Die Einträge der Spalten sind mit Semikolon „;“ getrennt. Als Dezimaltrennzeichen wird der Punkt „.“ verwendet. Andere Formatierungen führen zu umgehenden Fehlern!!!*

Nach der Erzeugung der 3 Beispielkarten sind diese im Ordner „maps“ entstanden:

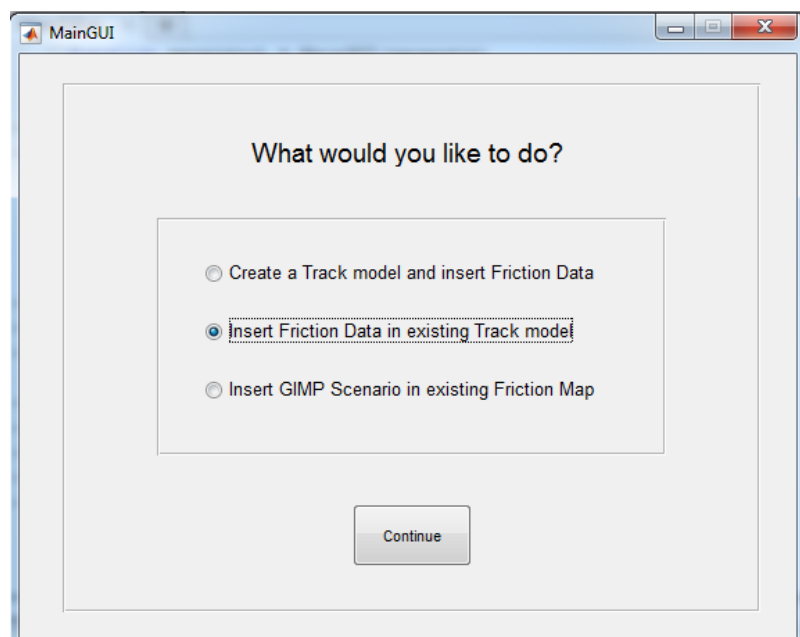


Der Name enthält die Bezeichnung, sowie die Auflösung der Karte. Ebenso den Modus der Bedatung mit den entsprechenden Parametern. Damit ist die Erzeugung abgeschlossen.

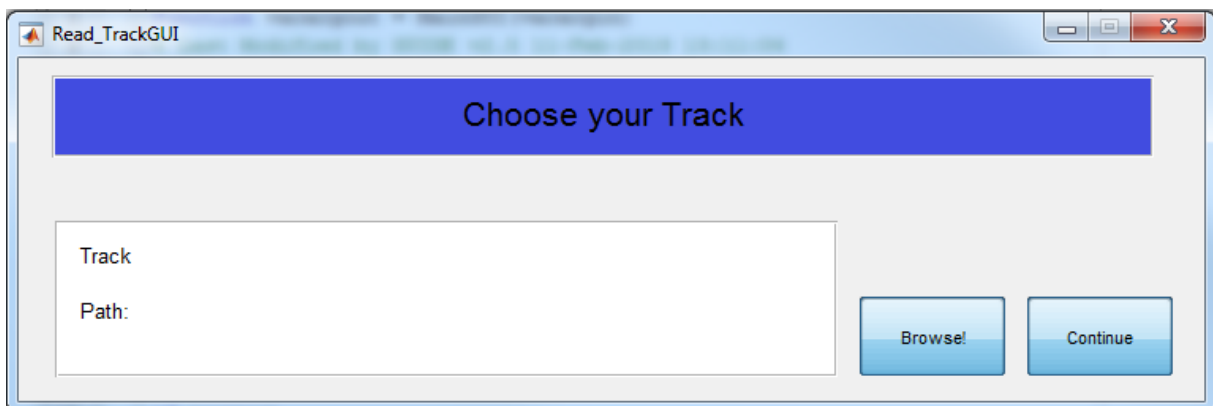
## 2. Reibwertbedatung einer bereits vorhandenen Strecke

Liegt bereits eine Strecke vor, kann diese auch direkt bedatet werden.

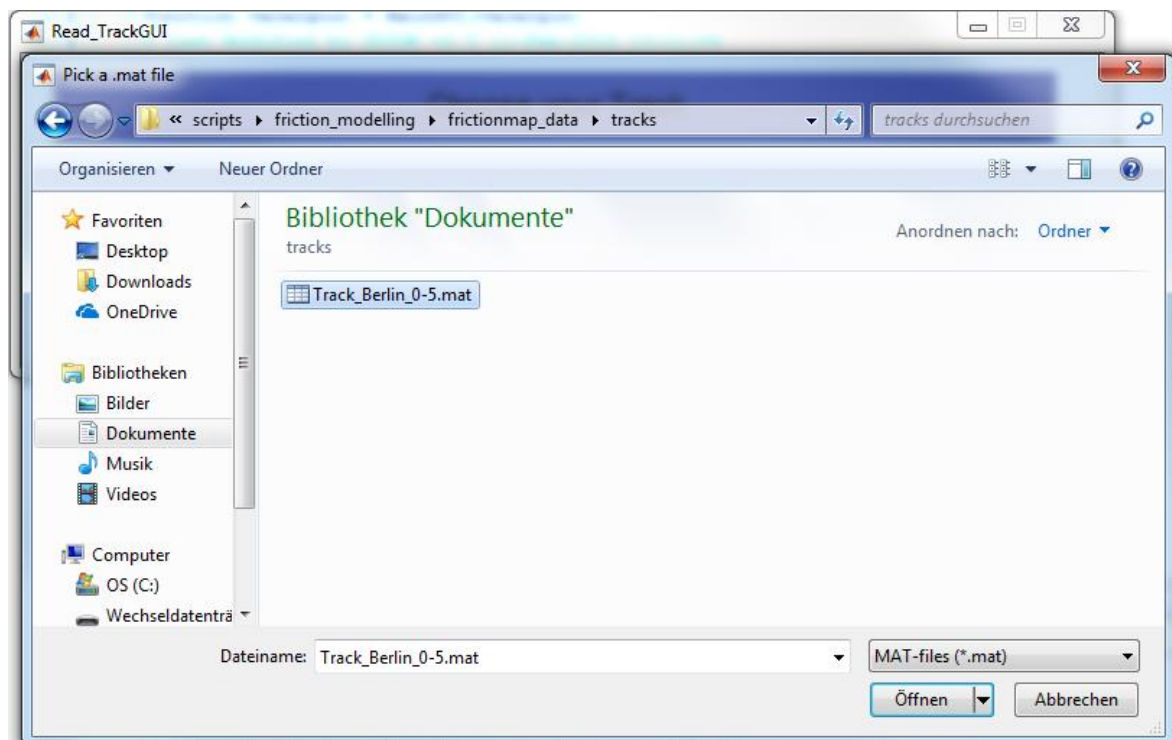
Es wird erneut das Programm „MainGUI“ ausgeführt, die zweite Option gewählt und mit „Continue“ bestätigt:



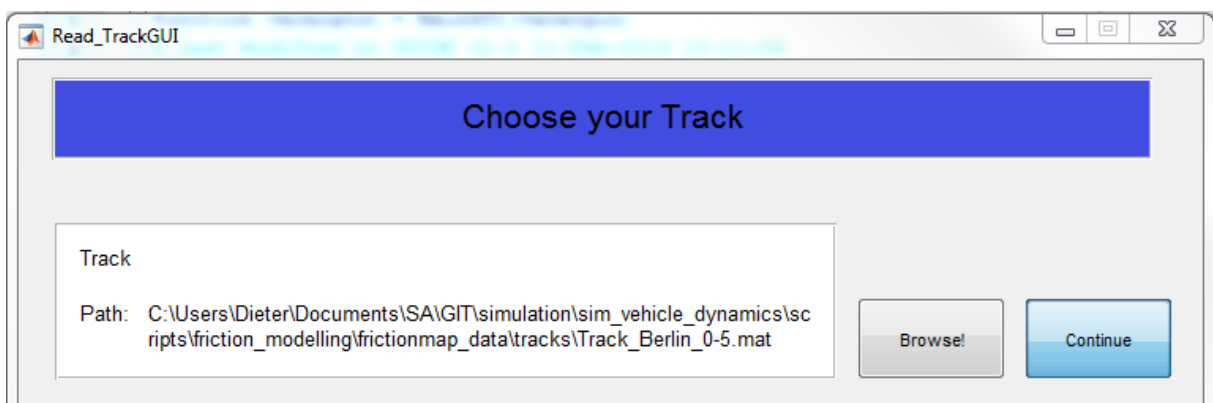
Es öffnet sich folgendes Fenster:



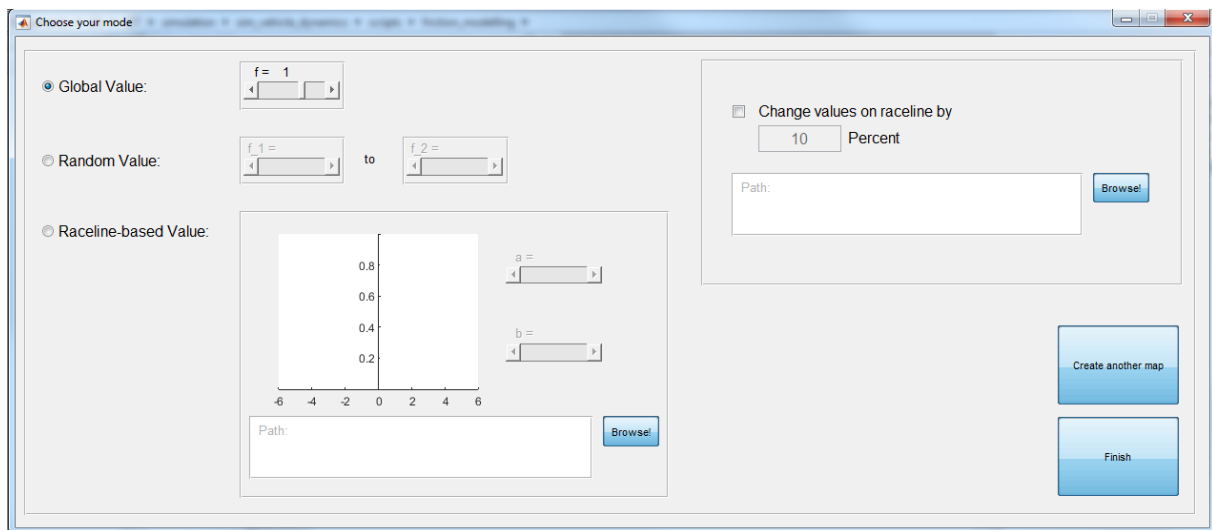
Über „Browse“ kann eine Streckendatei aus dem „maps“ Ordner gewählt werden. Werden „Map\_....“- anstatt „Track\_....“-Dateien ausgewählt, führt das zu einer „ERROR“ Meldung und es kann nicht weitergeclickt werden, bis eine korrekte Datei ausgewählt ist.



Ist dies geschehen, kann mit „Continue“ fortgefahren werden.



Es öffnet sich das bereits von oben bekannte Fenster zur Auswahl der Modi:

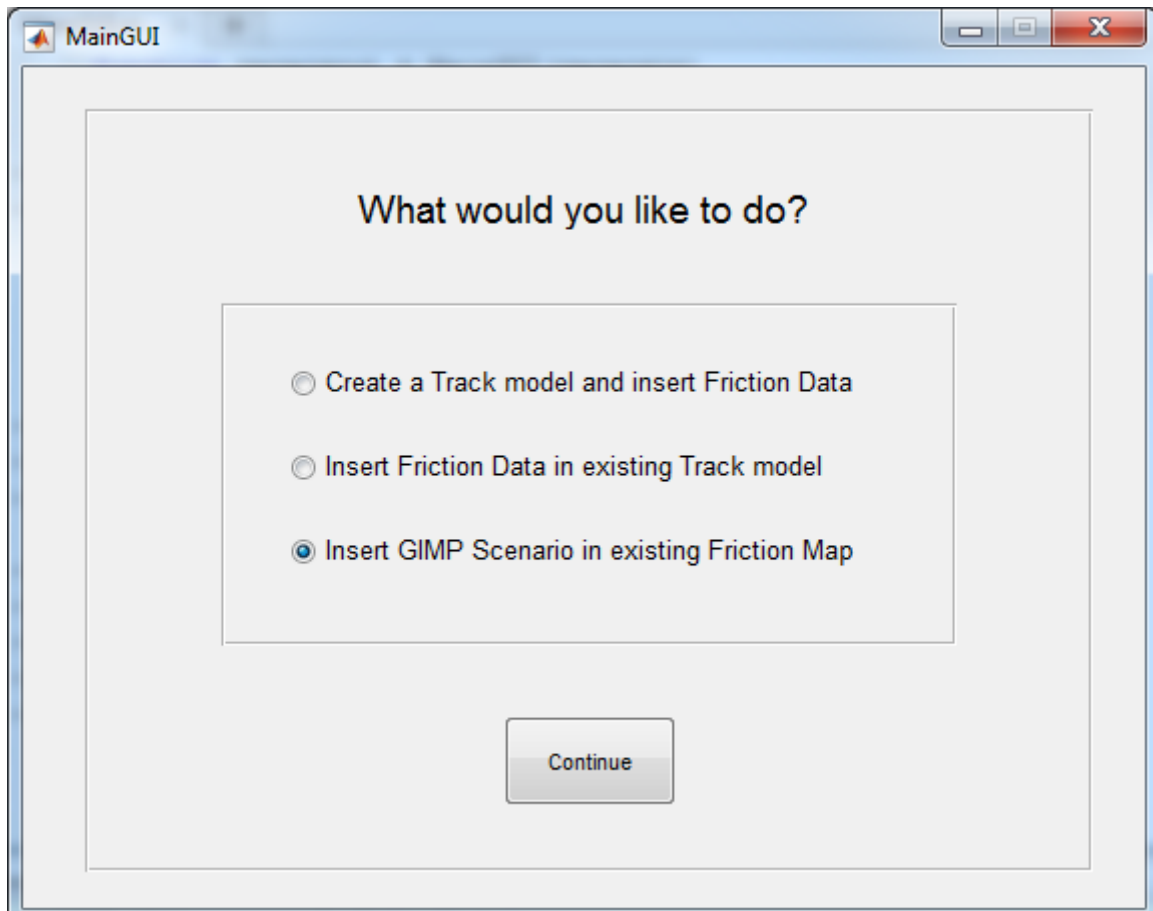


Ab hier wird wie unter Punkt 1 fortgefahren.

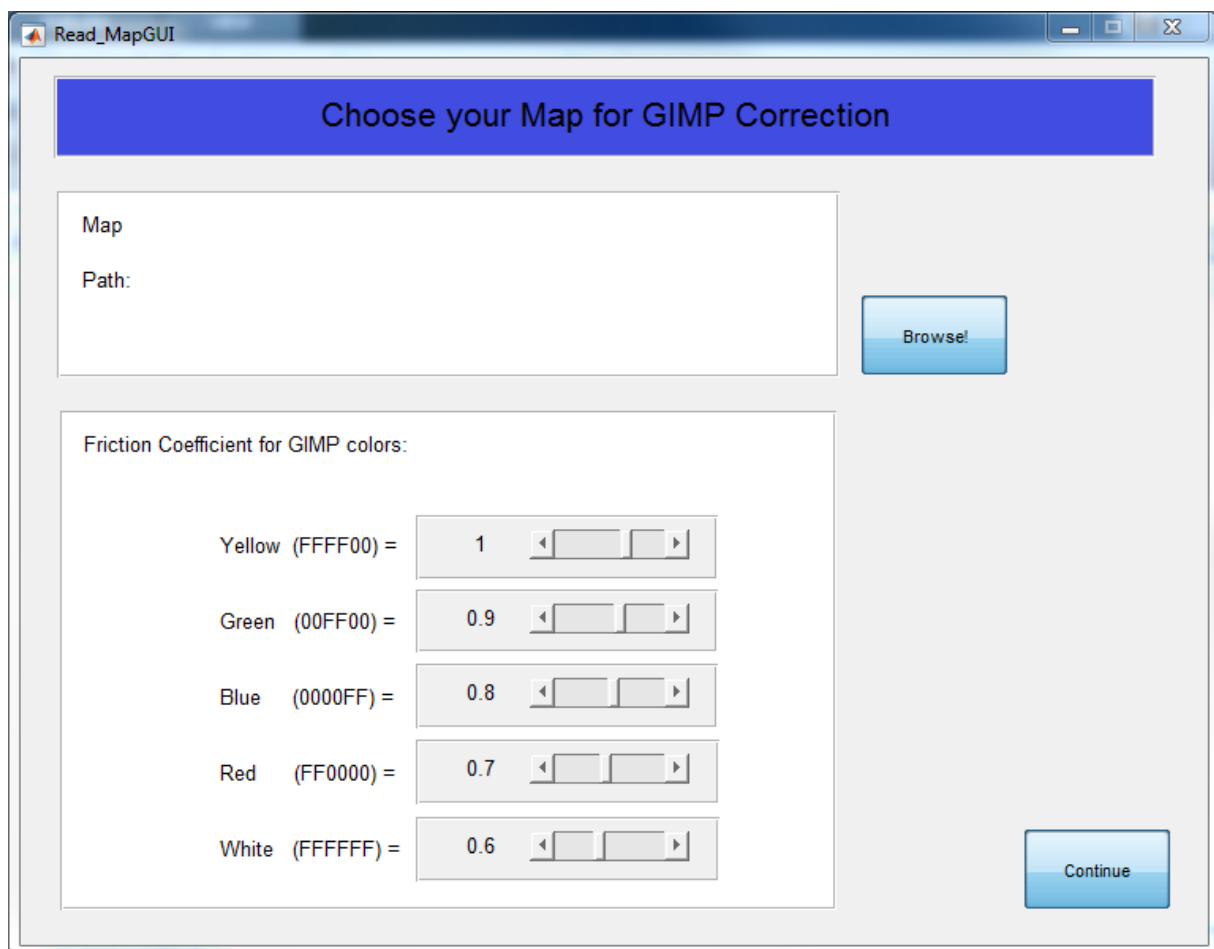
### 3. Veränderung einer bereits erzeugten Reibwertkarte mit GIMP

Mithilfe dieser Option können bereits erstellte Reibwertkarten mit GIMP bearbeitet werden, um ganz spezifische Szenarien zu erzeugen.

Auch hier bildet das Programm „MainGUI“ den Anfang. Es wird die dritte Option gewählt und mit „Continue“ bestätigt:



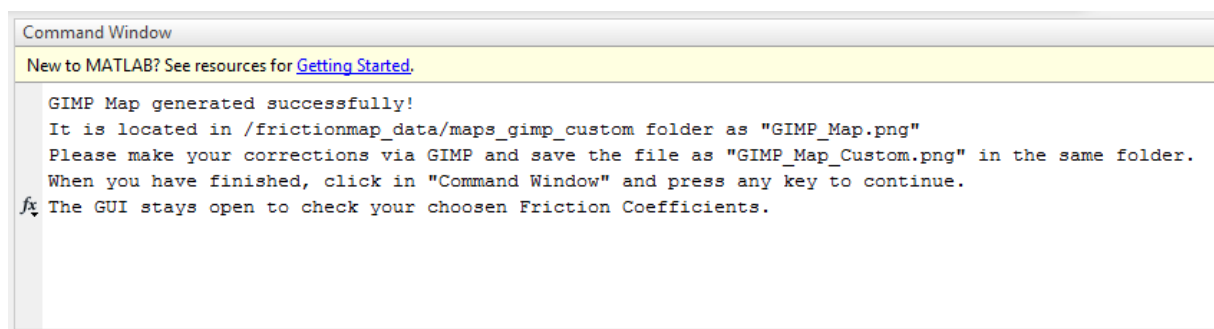
Es öffnet sich folgendes Fenster:



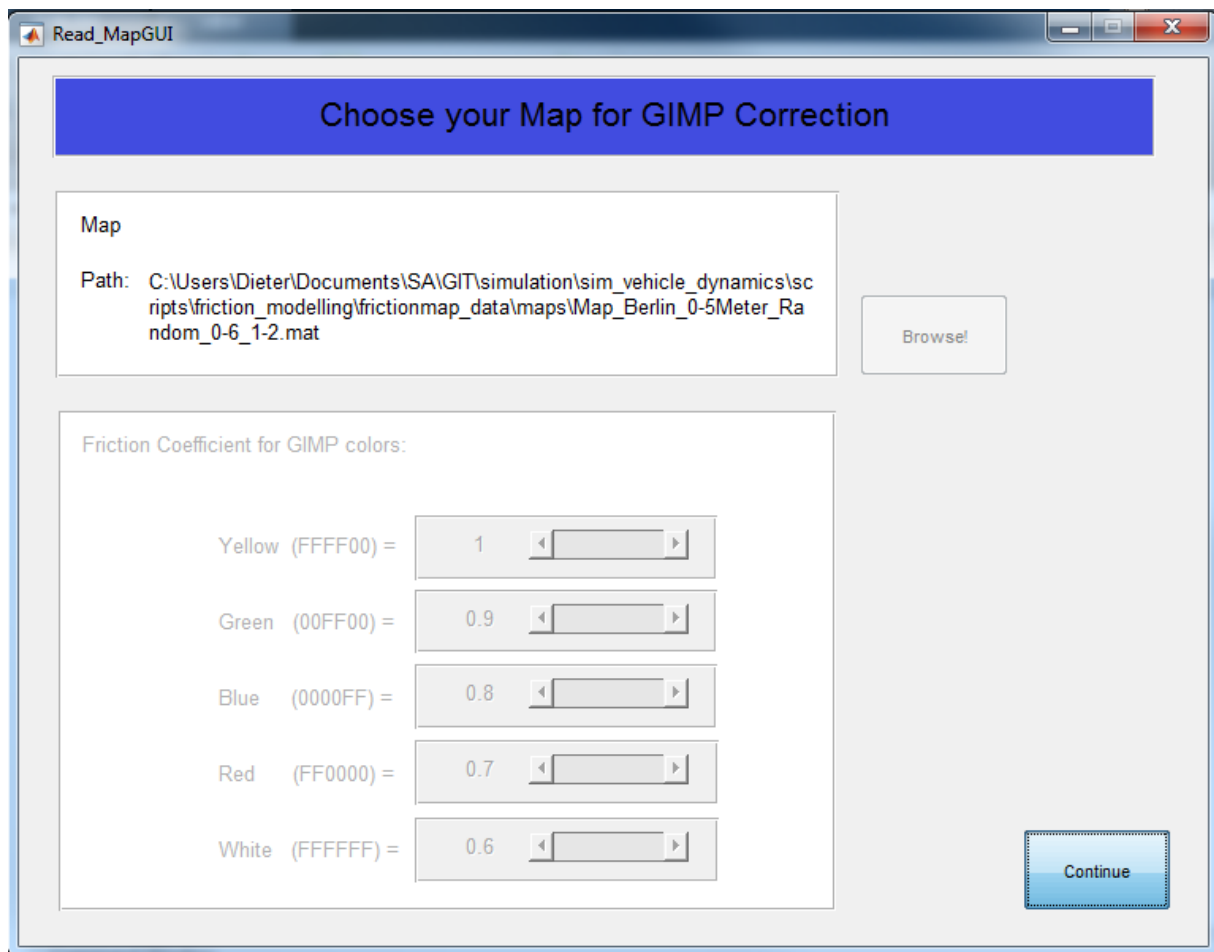
Im oberen Feld wird die gewünschte, zu bearbeitende Map, über „Browse“ ausgewählt. Neben direkt erzeugten Maps, können hier auch bereits mit GIMP bearbeitete Maps ausgewählt werden.

Im unteren Teil können die Beträge der Reibwerte, die die jeweiligen Farben in der Karte erzeugen, gewählt werden. Es stehen 5 Stufen zur Auswahl.

Nachdem die Einstellungen vorgenommen wurden und mit „Continue“ bestätigt wurde, erscheint im Command Window folgender Text:

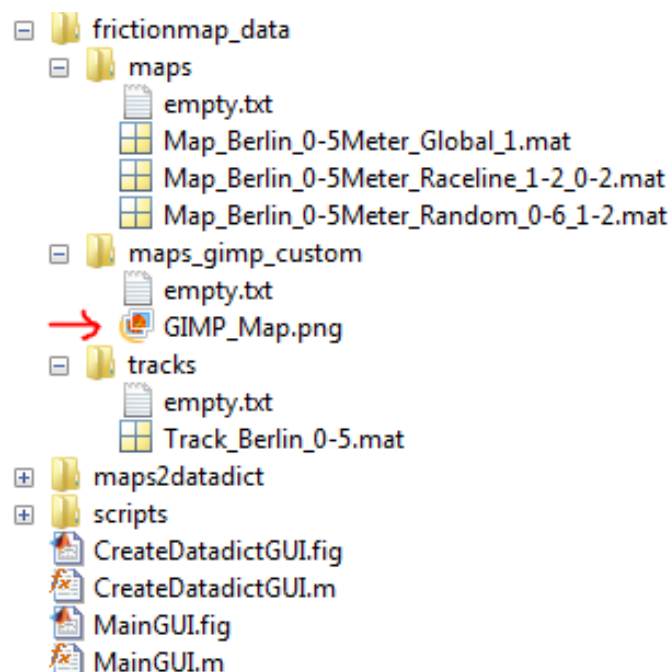


Das vorige Fenster bleibt geöffnet, graut aber aus:



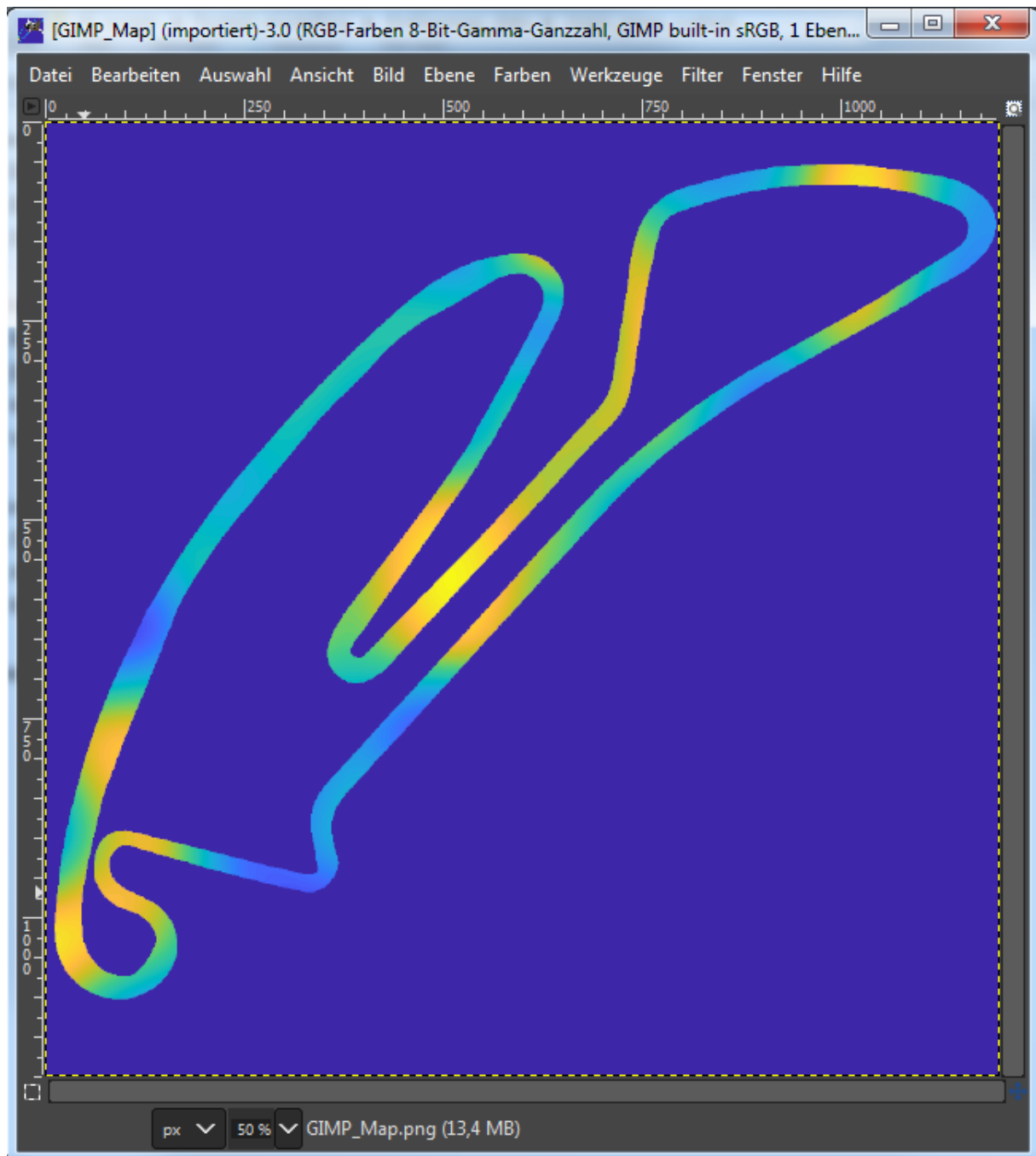
Dies dient dazu, dass die gewählten Werte noch vom Bediener eingesehen werden können.

Im Ordner „maps\_gimp\_custom“ ist die Datei „GIMP\_Map.png“ entstanden:

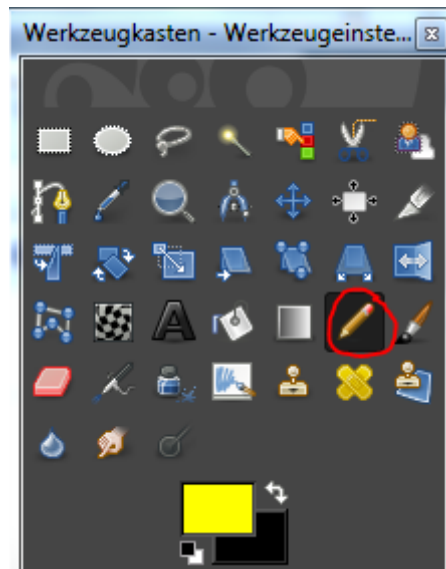


Hier der Anweisung im Command Window folgen und nicht ins selbige Klicken bzw. dann eine Taste drücken.

Nun wird die Datei „GIMP\_Map.png“ in GIMP geöffnet:

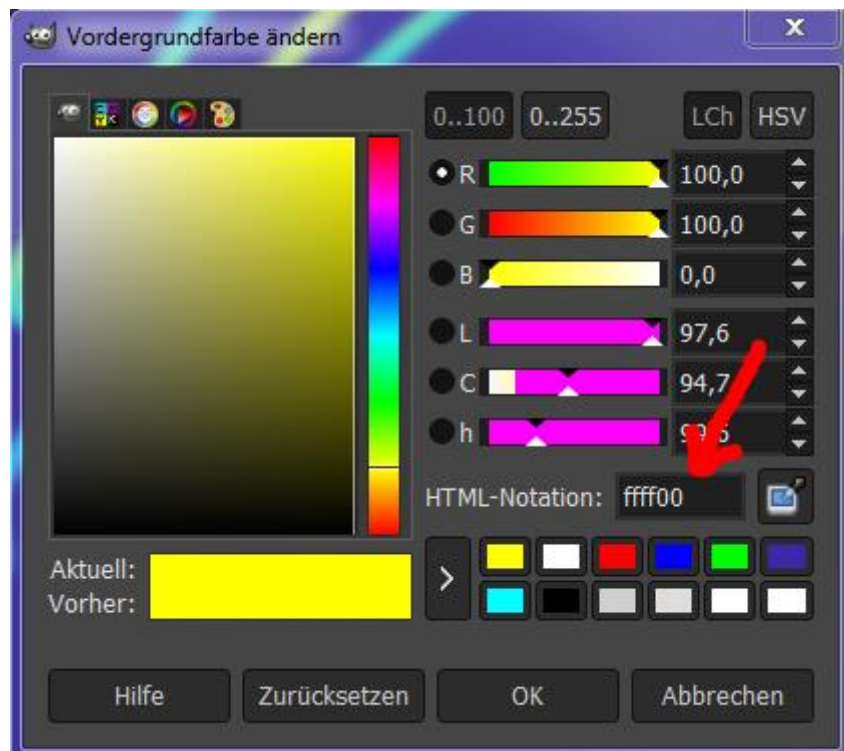


Es muss sichergestellt ! sein, dass der rot markierte Stift ausgewählt ist und nicht der Pinsel:

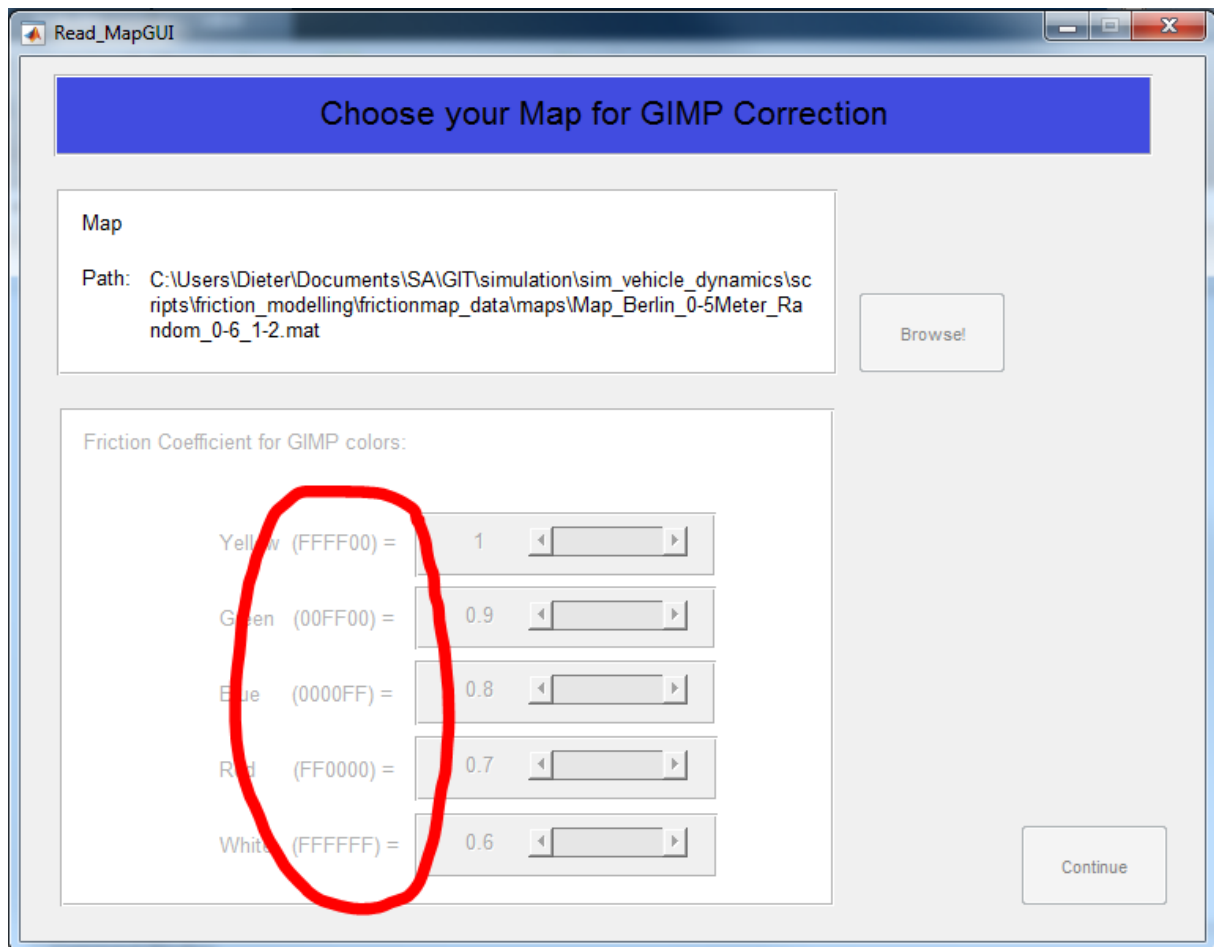


Das hier vorliegende GIMP ist auf die Farbversion der Symbole umgestellt. Im Ausgangszustand sind diese grau und weichen leicht in der Form ab.

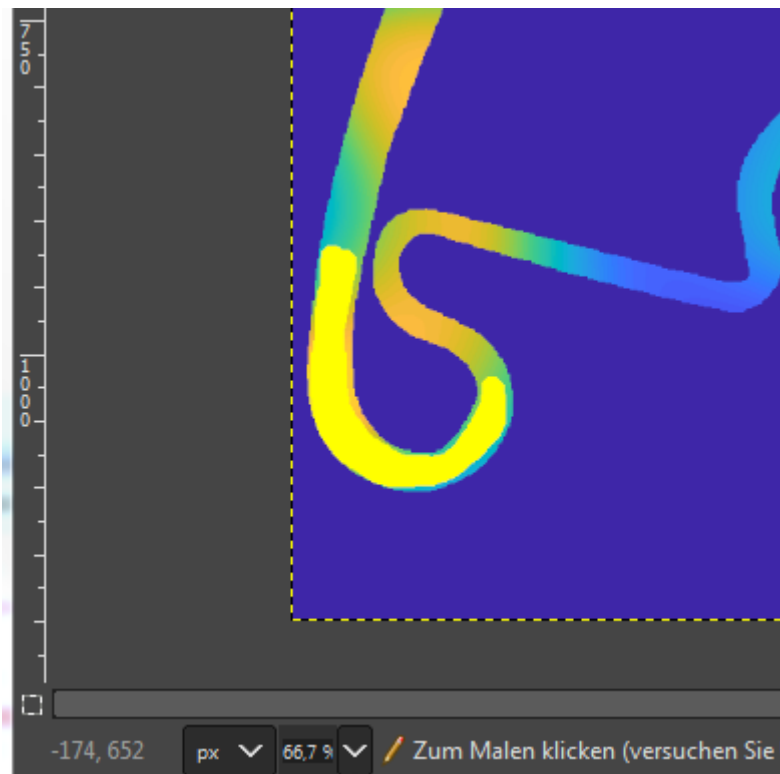
Mit Doppelklick auf das gelbe Rechteck (kann in Ausgangsstellung weiss oder schwarz sein), öffnet folgendes Fenster:



In dem mit Pfeil markierten Feld können die in der ausgegrauten GUI gezeigten HTML-Notationen der Farbwerte eingegeben werden, um den korrekten Farbton korrespondierend zum gewählten Reibwert zu erhalten.



Ist die korrekte Farbe ausgewählt, wird das Fenster mit „OK“ geschlossen und es kann begonnen werden das Szenario „einzuzichnen“:





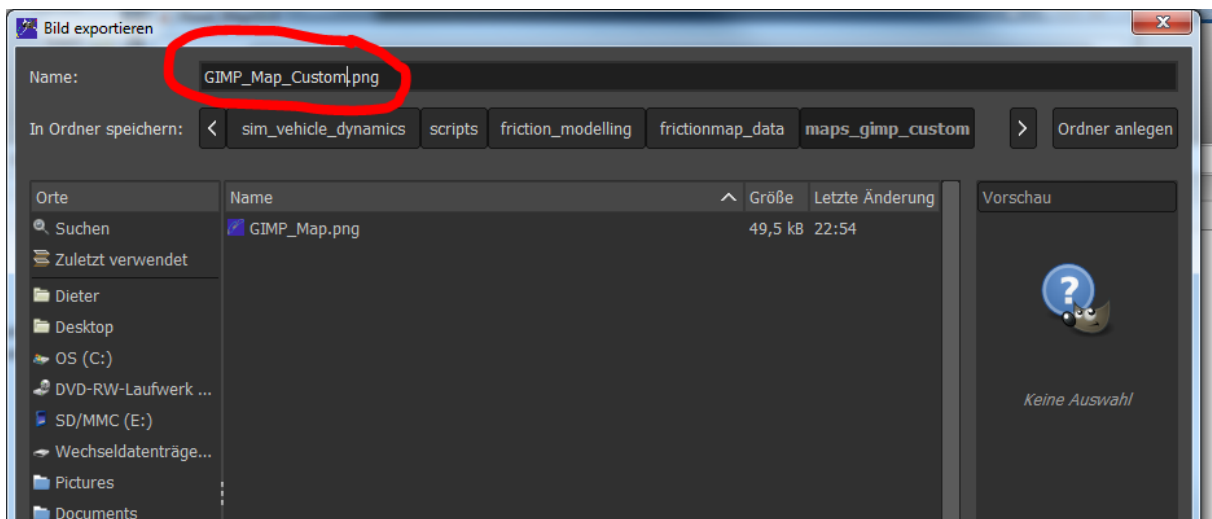
Nachdem die gewünschten Änderungen vollzogen sind, sieht die Karte beispielsweise so aus:

*Notiz: Hier sollte sehr genau gearbeitet werden. Wird über die Strecke hinausgemalt, wird das in der späteren Karte als Fahrbahn erkannt, was so nicht korrekt ist.*



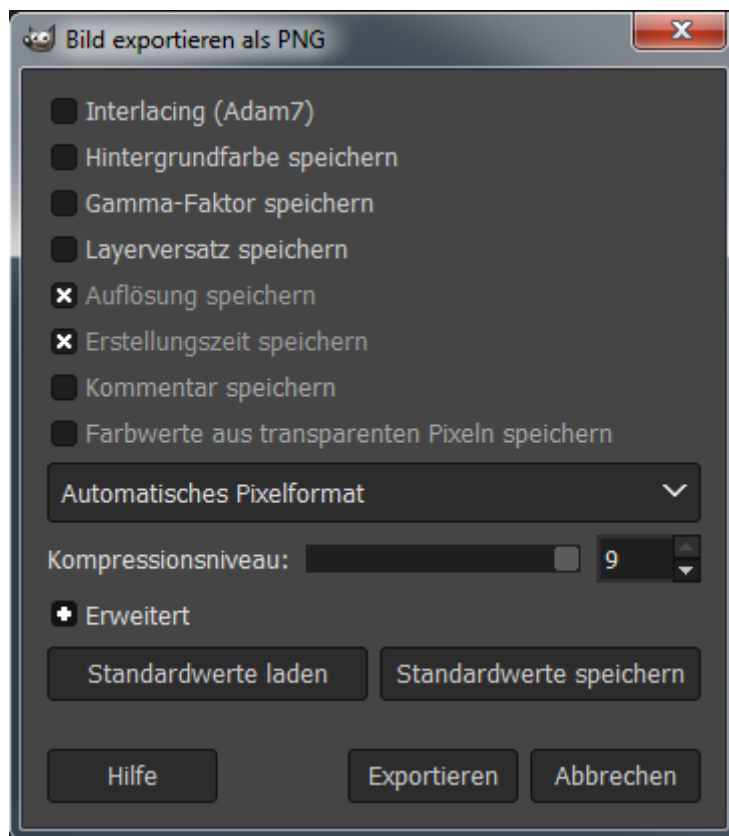
Ist die Bearbeitung abgeschlossen, wird die Karte exportiert. Dazu „Datei“ und „Exportieren als ...“ auswählen.

Es öffnet sich folgendes Fenster:



Der Ordner „maps\_gimp\_custom“ sollte vom Öffnen noch vorausgewählt sein. Die Datei wird in „GIMP\_Map\_Custom.png“ umbenannt und auf „Exportieren“ geklickt.

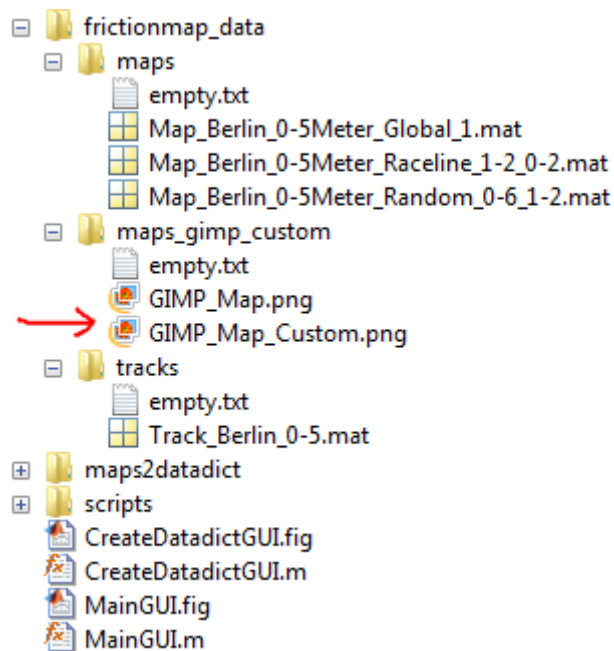
Es erscheint ein Fenster:



Hier braucht nichts geändert zu werden. Wieder auf „Exportieren“ klicken.

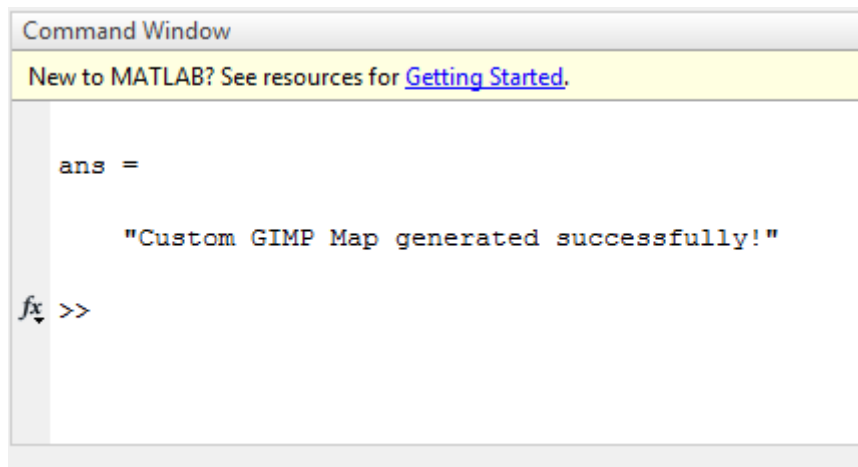
Damit sind die GIMP Schritte abgeschlossen. Das Programm kann geschlossen werden. Je nach Bedarf kann die bearbeitete GIMP Datei als .xcf gespeichert werden, um erneuten Zugriff auf die selbe Karte zu haben.

Im Ordner „maps\_gimp\_custom“ sind nun 2 PNGs zu finden:

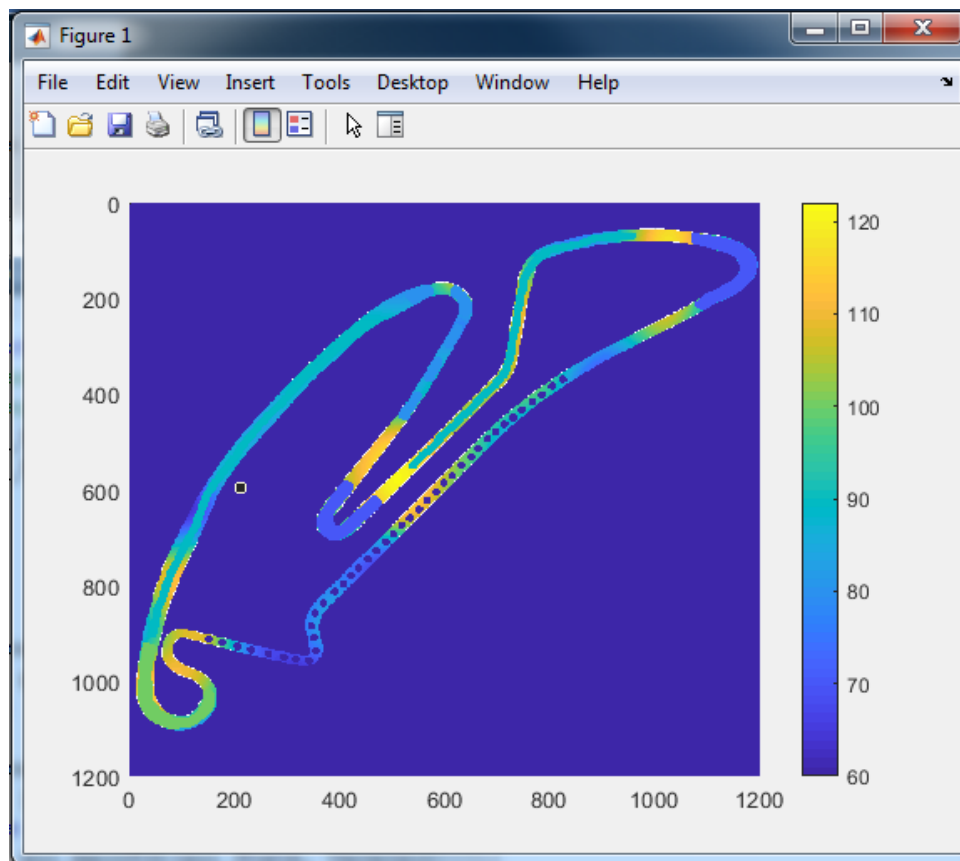


Nun wird ins Command Window geklickt und eine beliebige Taste gedrückt.

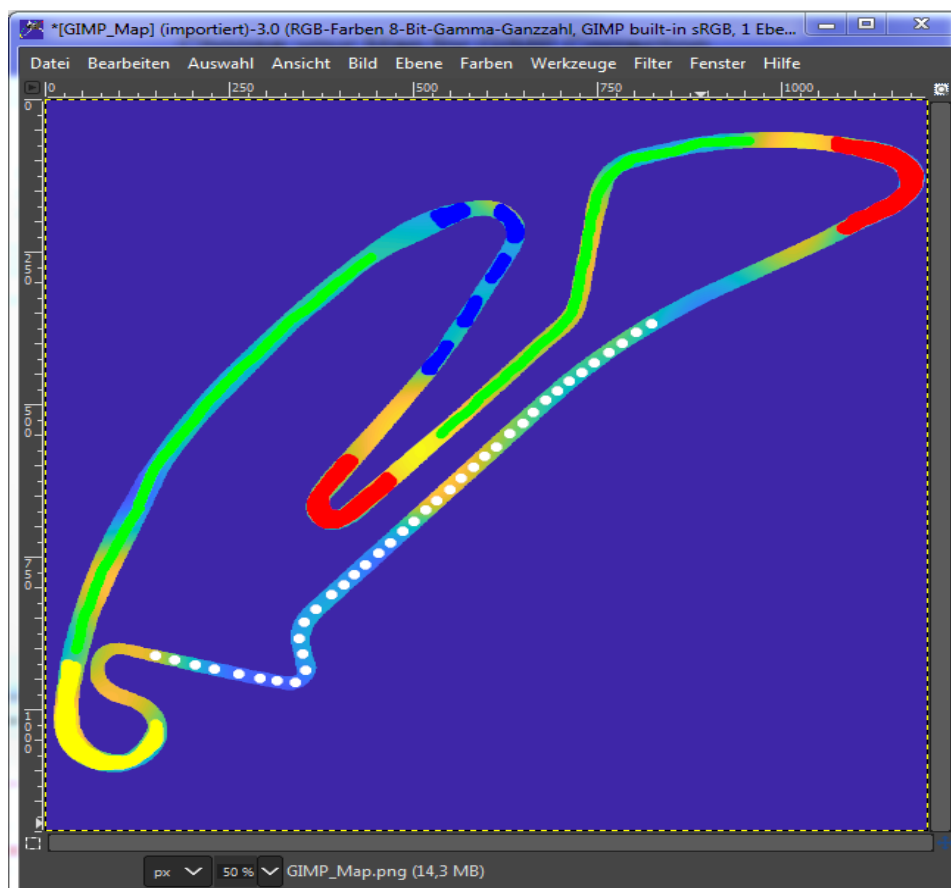
Das Fenster der GUI schliesst sich und das Command Window bestätigt:



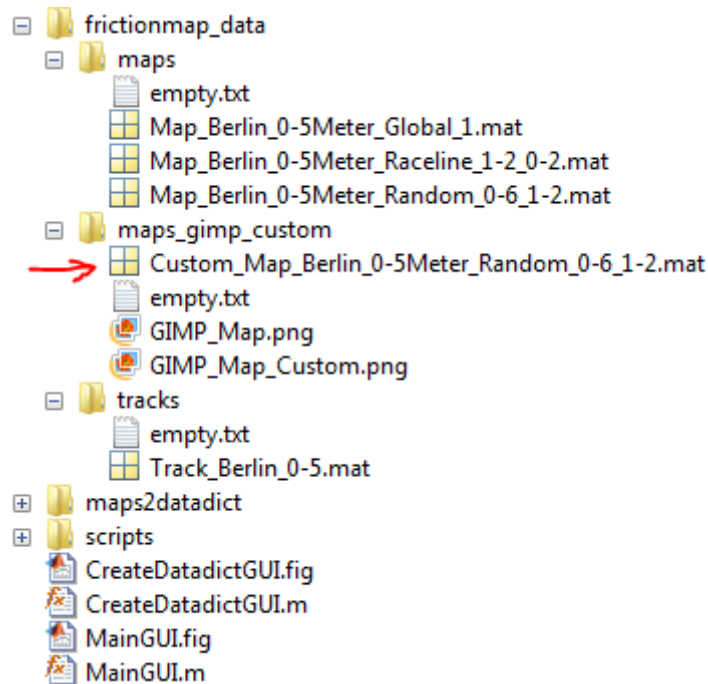
Es öffnet sich eine Grafik der fertig bedateten Strecke:



Im Vergleich dazu nochmal die GIMP Bearbeitung:



Die fertigen GIMP-Custom-Karten werden im Ordner „maps\_gimp\_custom“ gespeichert:



Der Name enthält die Bezeichnung, sowie die Auflösung der Karte. Ebenso den Modus der Bedatung mit den entsprechenden Parametern. Zusätzlich ist er zu Beginn mit „Custom\_“ markiert. Damit ist die Erzeugung abgeschlossen.

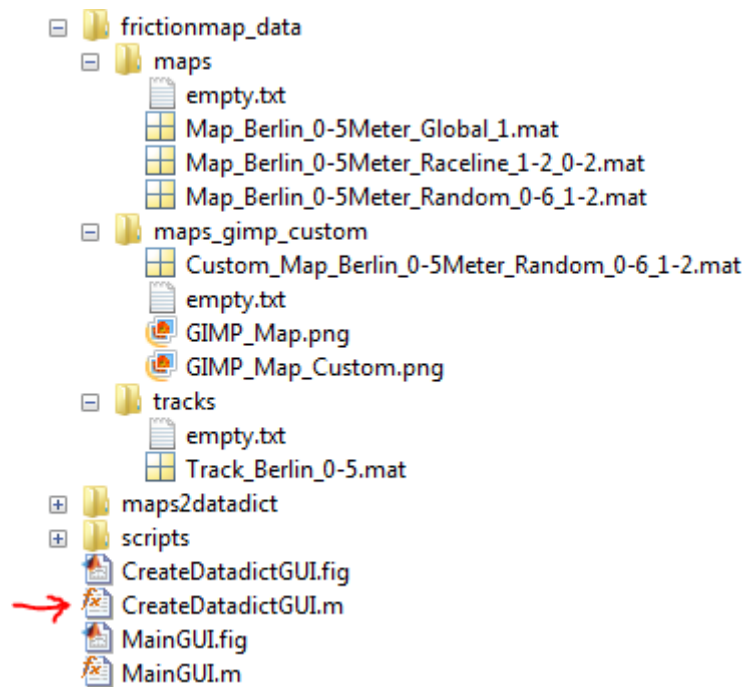
## **Erzeugen eines automatischen Simulink Data Dictionarys für den Einsatz im Reibungsmodell**

Bei der Simulation werden dem Reibwertmodell die 4 Positionen der Räder in Koordinaten geliefert. Das Modell rechnet die Koordinaten in Zeilen und Spalten um, schaut an den betreffenden Stellen in den Reibwertkarten nach und liefert die 4 entsprechenden Reibwerte zurück.

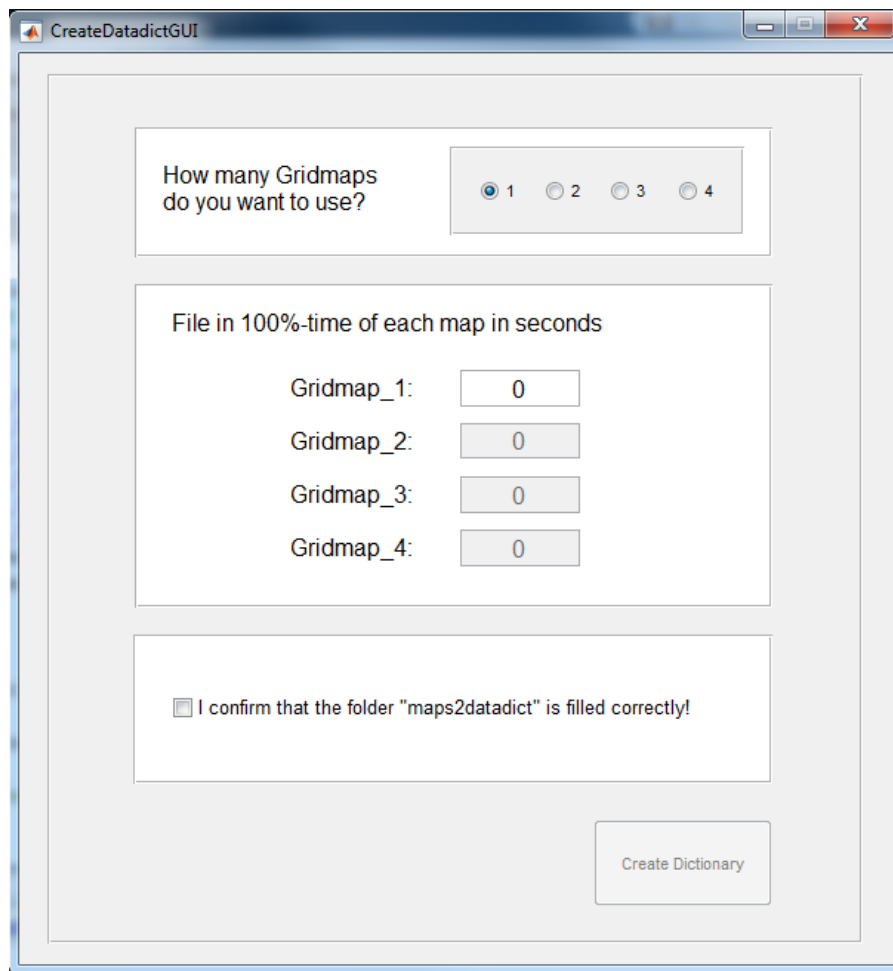
Während der Simulation können mehrere Reibwertkarten hinterlegt werden, die zeitlich überblendet werden können. Dazu müssen die Reibwertkarten mit dem entsprechenden Zeitvektor in ein Dictionary geschrieben werden, dass diese der Funktion zur Verfügung stellt.

Das Skript „CreateDatadictGUI.m“ stellt ein Skript dar, was diesen Vorgang der Erzeugung des Dictionarys automatisch ablaufen lässt, um den Nutzer zu entlasten.

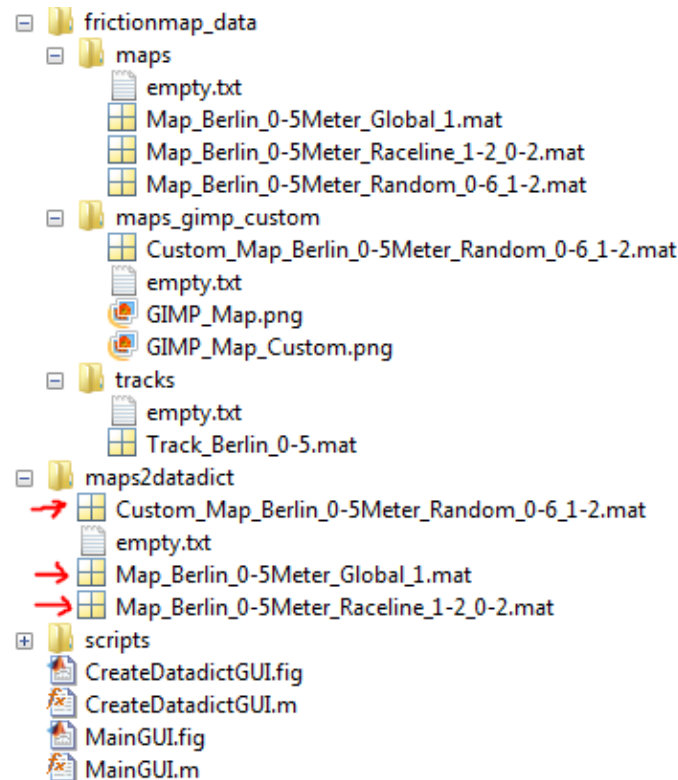
Die Funktion „CreateDatadictGUI.m“ wird über einen Rechtsklick und „Run“ gestartet.



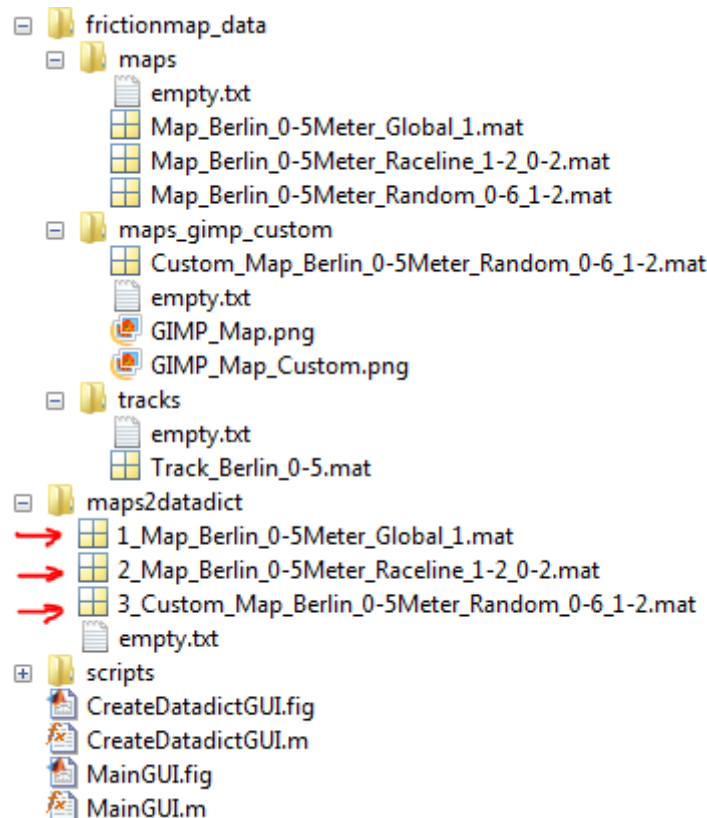
Es öffnet sich folgendes Fenster. Dieses bleibt jedoch zunächst unbeachtet.



Zunächst werden die für die Simulation vorgesehenen Reibwertkarten in den Ordner „maps2data“ kopiert. Es können bis zu 4 Karten genutzt werden. In diesem Beispiel werden 3 Karten gewählt:



Je nach gewünschter Reihenfolge des Auftretens und Anzahl der Karten, wird ein „1\_“, „2\_“, „3\_“ oder „4\_“ vor den Dateinamen gehängt:



Nun wird in der GUI die gewünschte Anzahl an Reibwertkarten ausgewählt und die Zeiten in Sekunden eingegeben. Der Haken in der Checkbox bestätigt die gerade erläuterte, korrekte Befüllung des Ordners „maps2datadict“:

The screenshot shows a window titled "CreateDatadictGUI". Inside, there are three main sections:

- How many Gridmaps do you want to use?**: A group box containing four radio buttons labeled 1, 2, 3, and 4. The radio button for "3" is selected.
- File in 100%-time of each map in seconds**: A group box containing four input fields labeled Gridmap\_1, Gridmap\_2, Gridmap\_3, and Gridmap\_4. The values entered are 0, 20, 40, and 0 respectively.
- Confirmation**: A checkbox labeled "I confirm that the folder 'maps2datadict' is filled correctly!" which is checked.

At the bottom right of the window is a button labeled "Create Dictionary".

Zur Erläuterung der Zeiten:

Der jeweilige Wert gibt den Zeitpunkt an, an dem die jeweilige Karte allein vorliegt und die exakten Werte der Karte liefert. Liegt die Simulationszeit zwischen den Zeiten zweier Karten werden diese linear interpoliert, also „überblendet“. Dabei beträgt die 100% Zeit der „inneren“ aktiven Karten immer nur wenige Bruchteile einer Sekunde, da die Interpolation mit der vorigen Karte bei Überschreitung des Zeitwertes direkt in eine Interpolation mit der folgenden Karte übergeht. Ausnahmen bilden die erste und letzte aktive Karte. Ist der Zeitwert der Gridmap\_1 größer als 0, werden bis zu diesem Zeitpunkt nur die alleinigen Werte der ersten Karte zurück geliefert. Ebenso ab dem Zeitpunkt der Überschreitung des Zeitwertes der letzten aktiven Karten. Auch hier werden ab dann nur noch die Werte der letzten aktiven Karte zurück geliefert.



Ist alles korrekt eingefüllt kann mit „Create Dictionary“ bestätigt werden. Nach etwa 20 Sekunden bestätigt das Command Window:

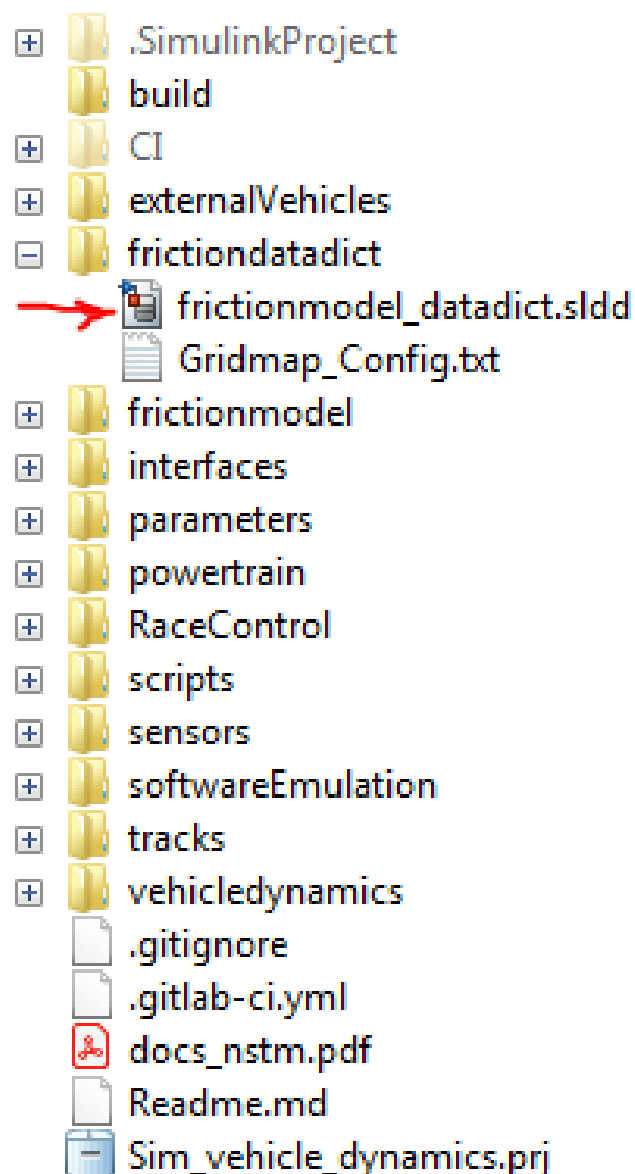
```
Command Window
New to MATLAB? See resources for Getting Started.

ans =

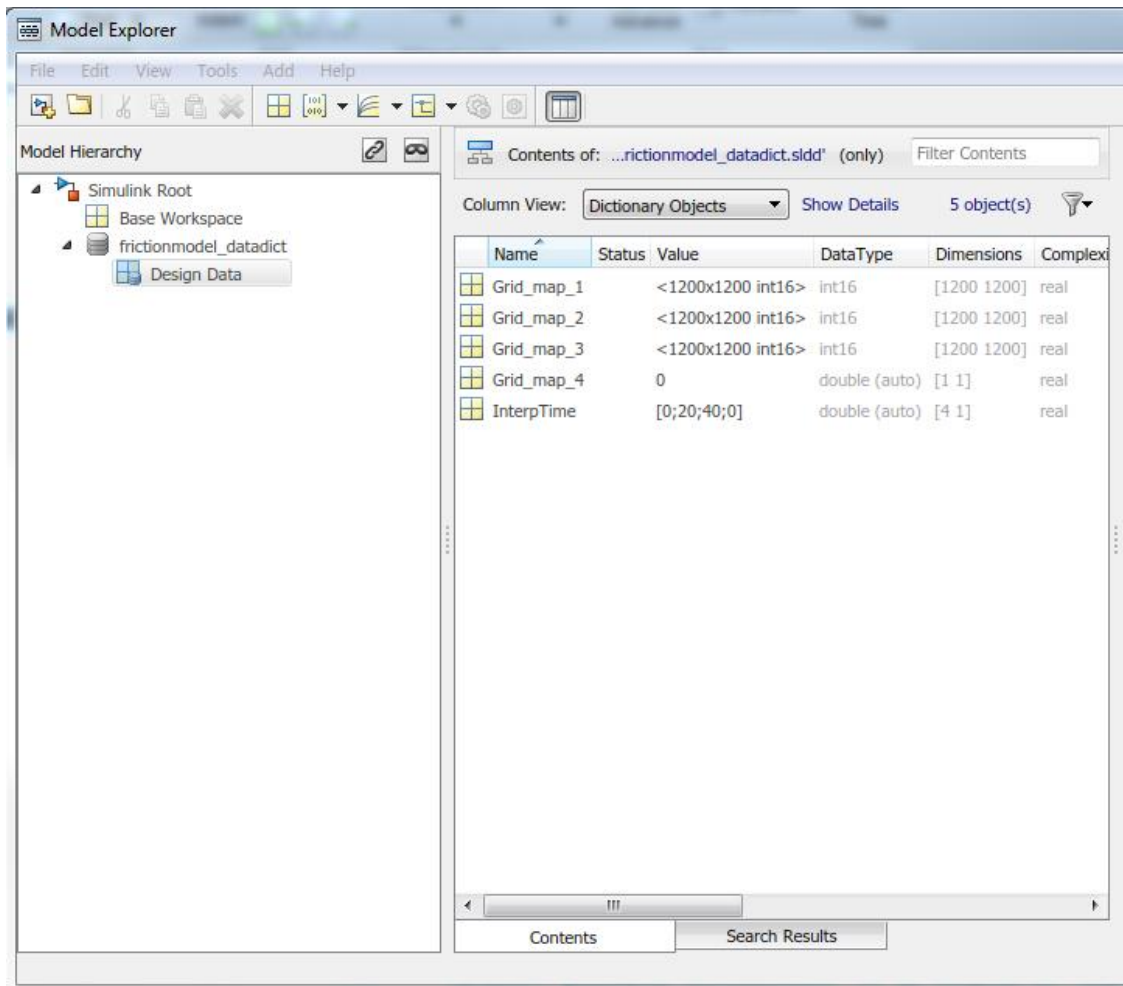
    "Datadict generated successfully! It is located in \sim_vehicle_dynamics\frictiondatadict"

fx >>
```

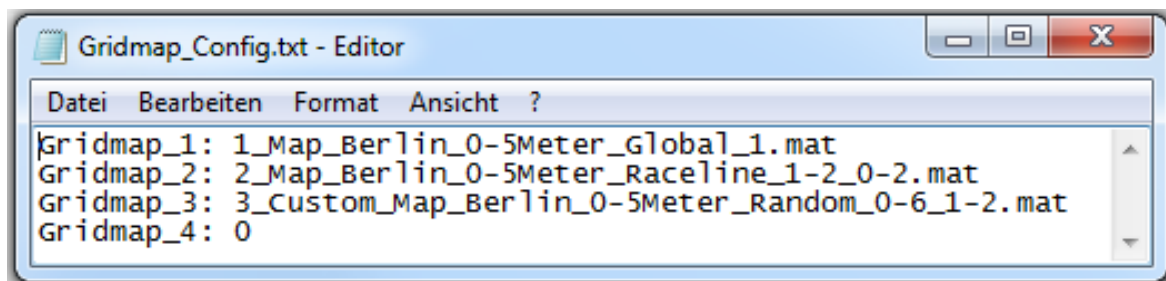
Das erzeugte Dictionary entsteht im Ordner „frictiondatadict“, einem direkten Unterordner von „sim\_vehicle\_dynamics“:



Im Dictionary sind dann die gewünschten Gridmaps und der Zeitvektor enthalten. Das Simulationsmodell kann diese direkt verarbeiten. Nicht genutzte Gridmaps werden zu „0“ gesetzt, müssen aus Kompatibilitätsgründen jedoch trotzdem vorliegen:



Zusätzlich entsteht im Ordner „frictiondatadict“ die Datei „Gridmap\_Config.txt“. In ihr werden den Gridmaps aus Gründen der Nachverfolgung ihre aussagekräftigeren, vorherigen Benennungen zugewiesen:



Damit kann das fertig erstellte Datadictionary von einem Administrator in die Simulation eingebunden werden.