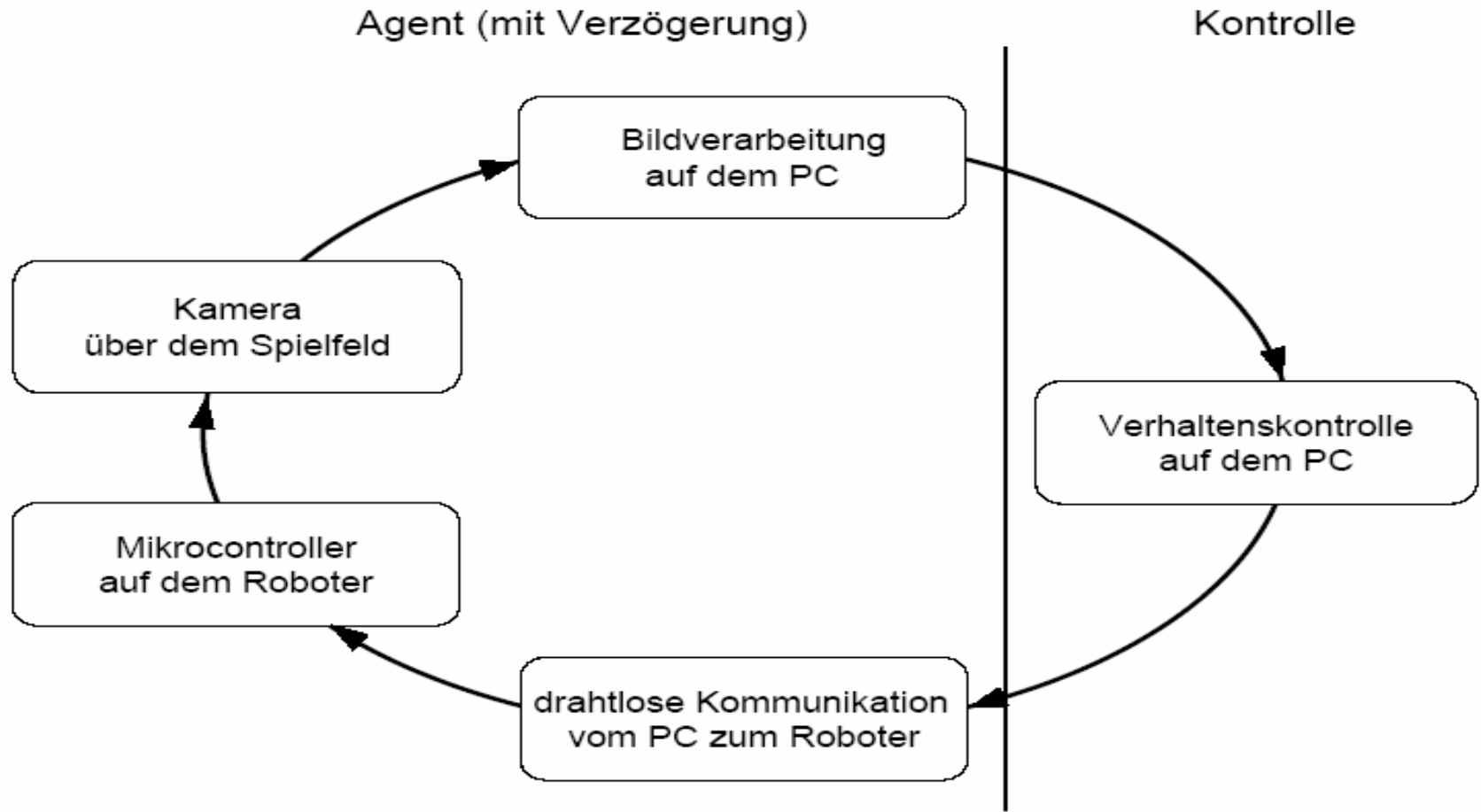


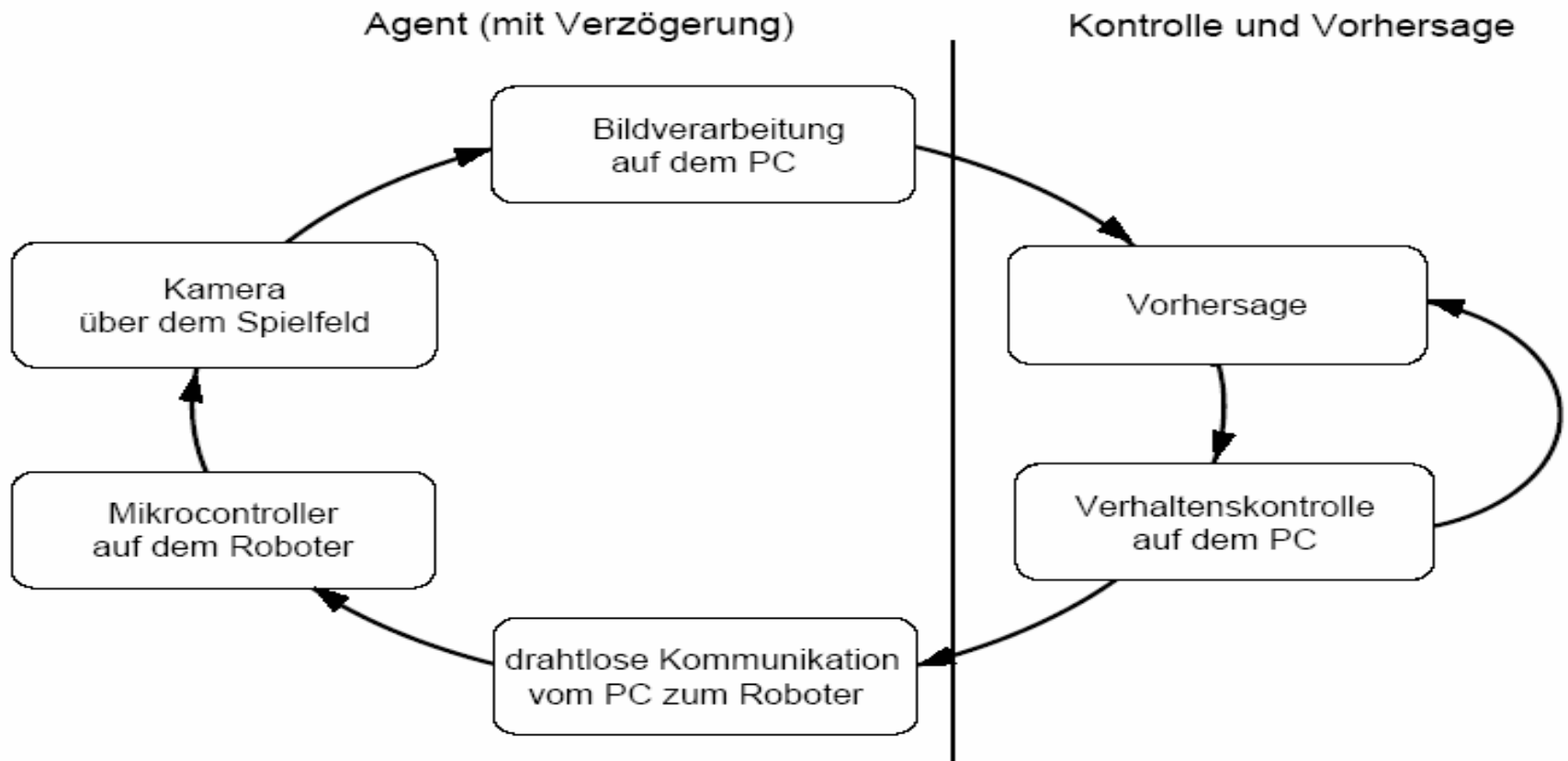
Messen der Totzeit des Systems

Alexander Gloye

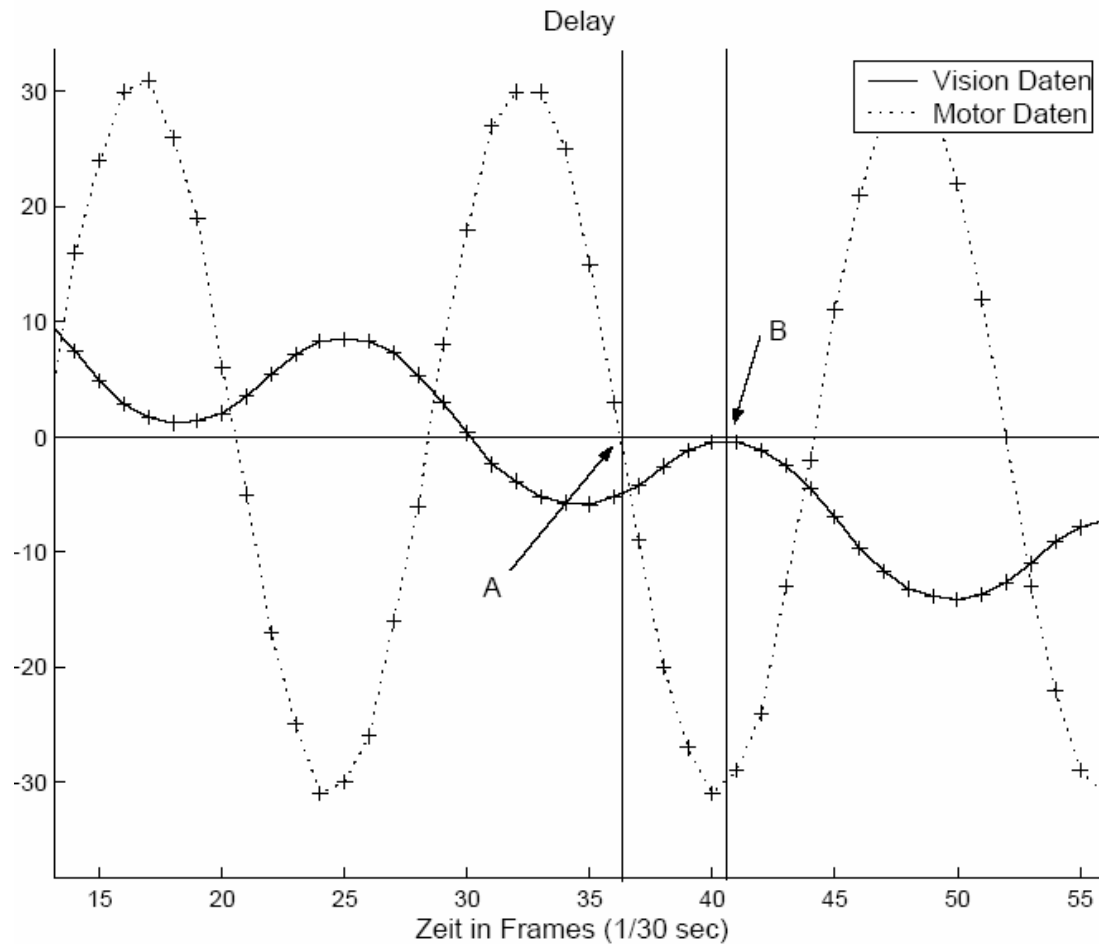
Wiederholung (Systemdelay)



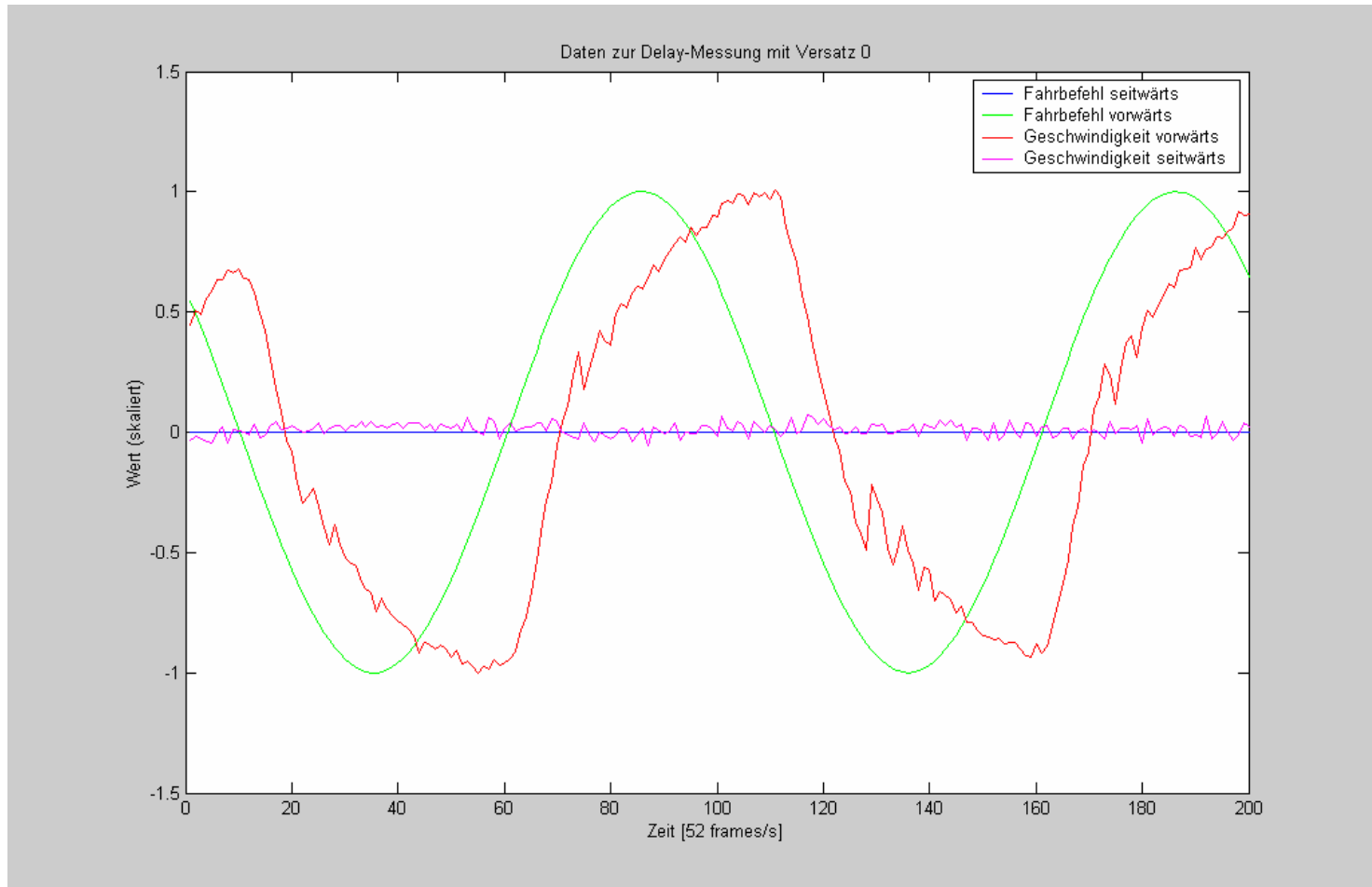
Wiederholung (Vorhersage)



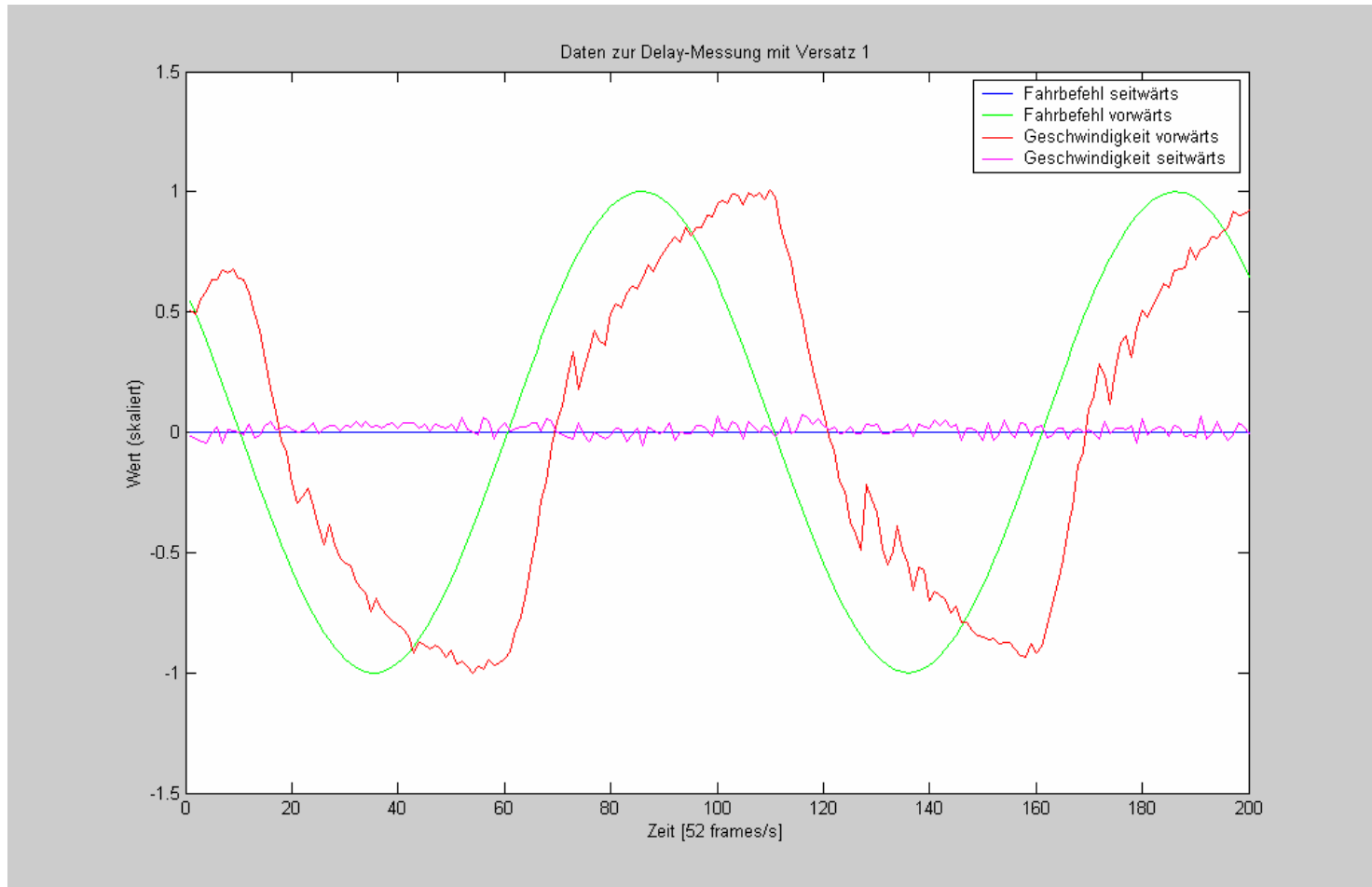
Wiederholung (Delaymessung)



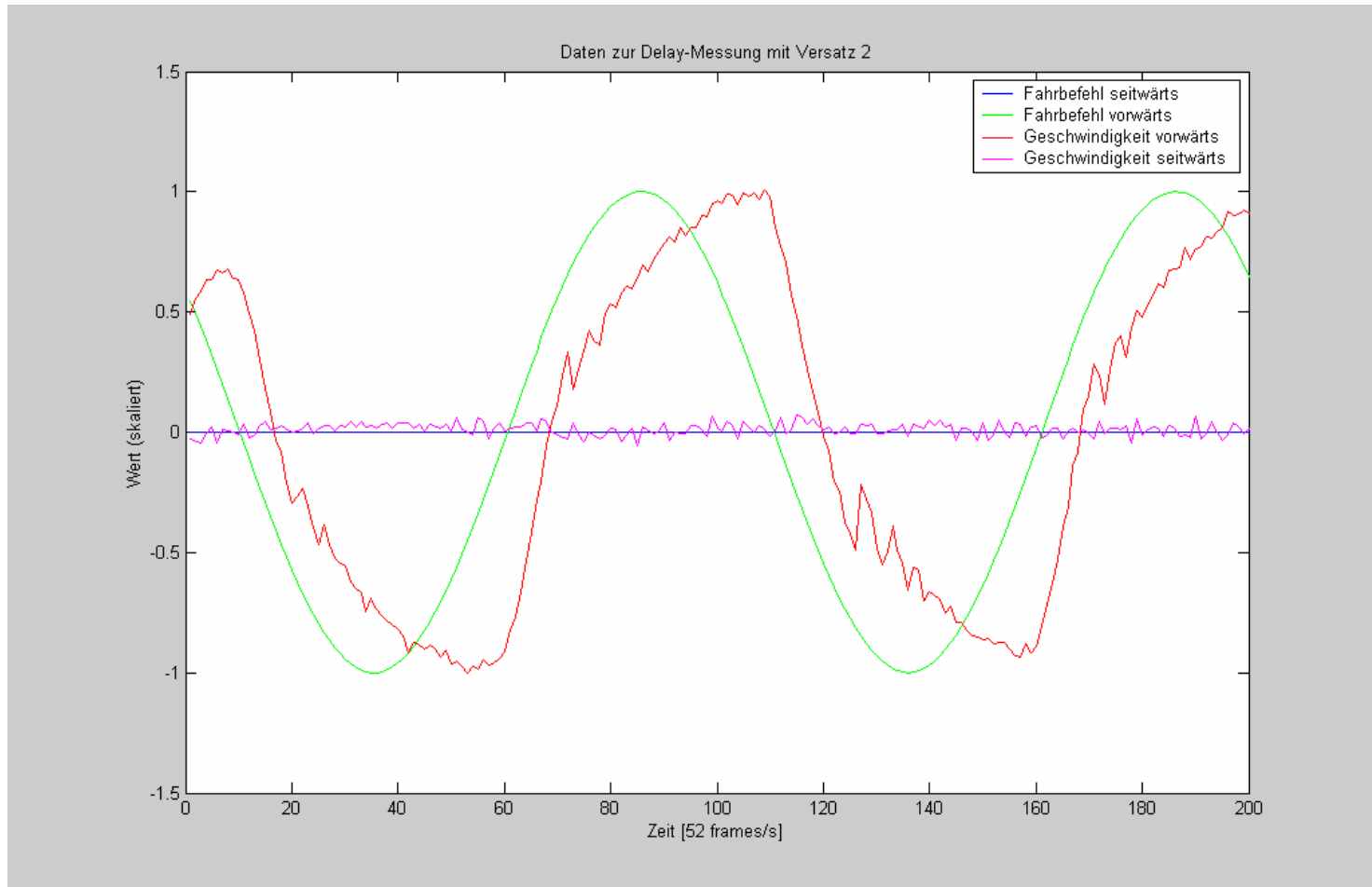
Befehl und Geschwindigkeit



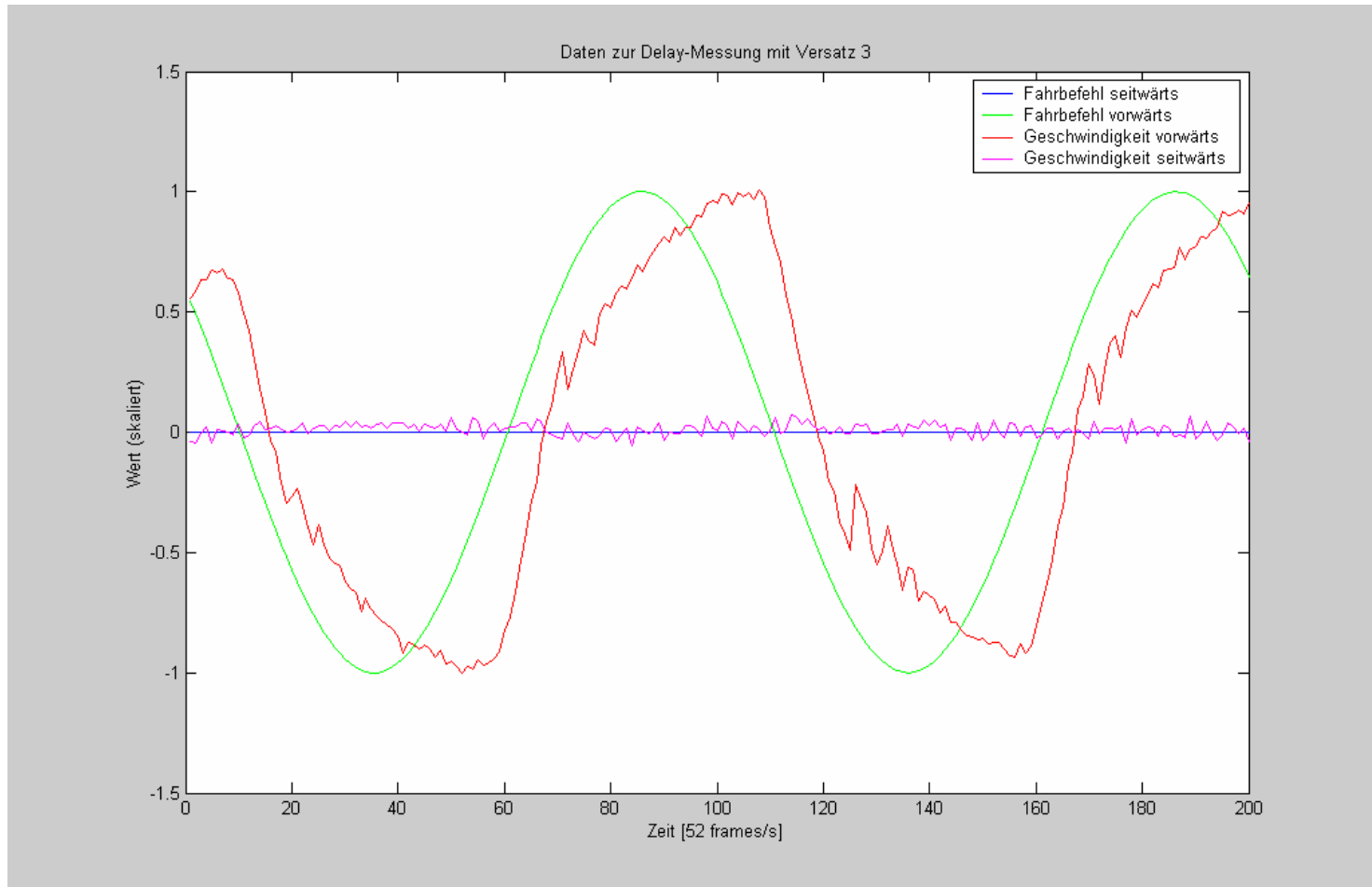
Befehl und Geschwindigkeit



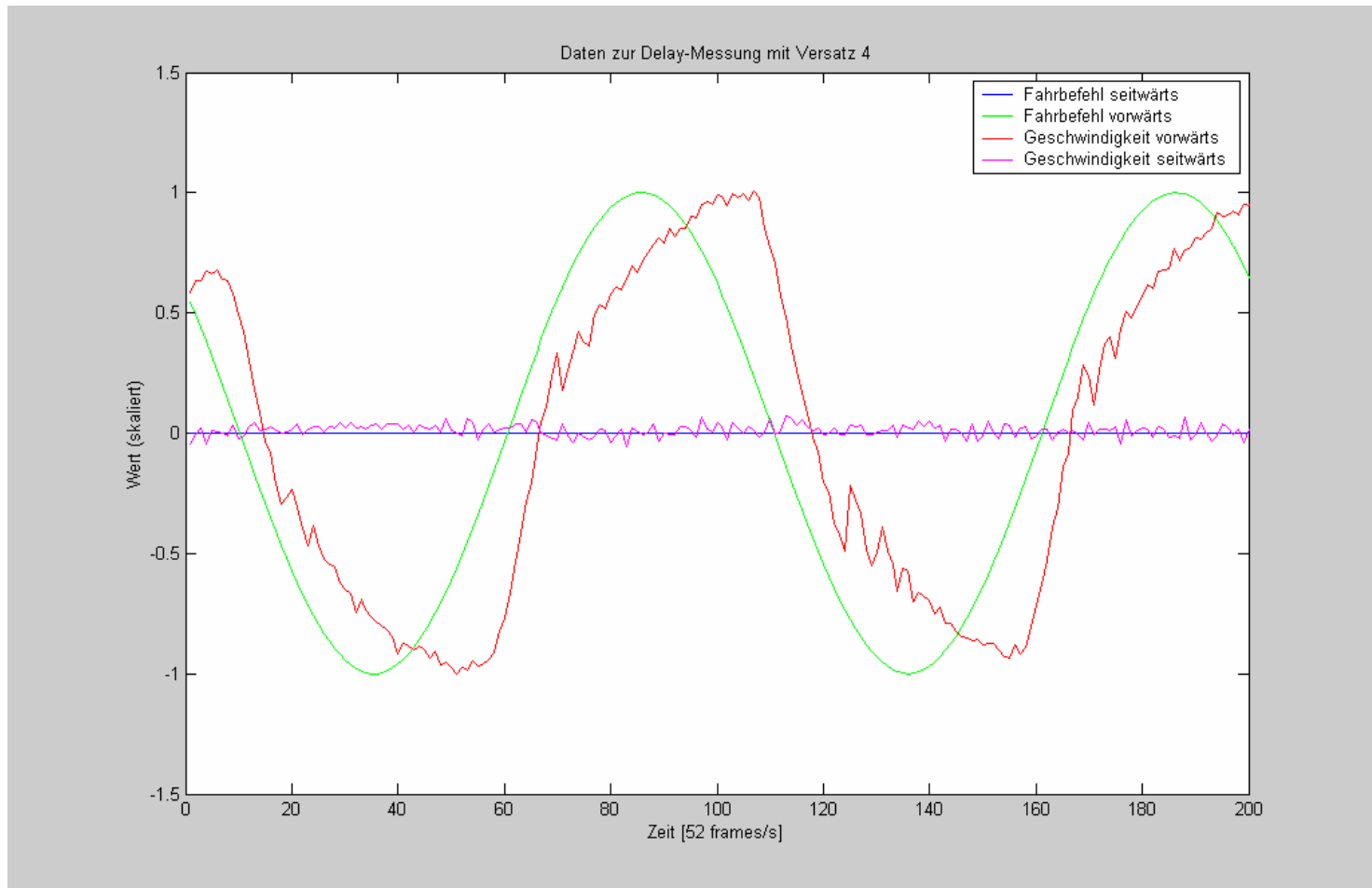
Befehl und Geschwindigkeit



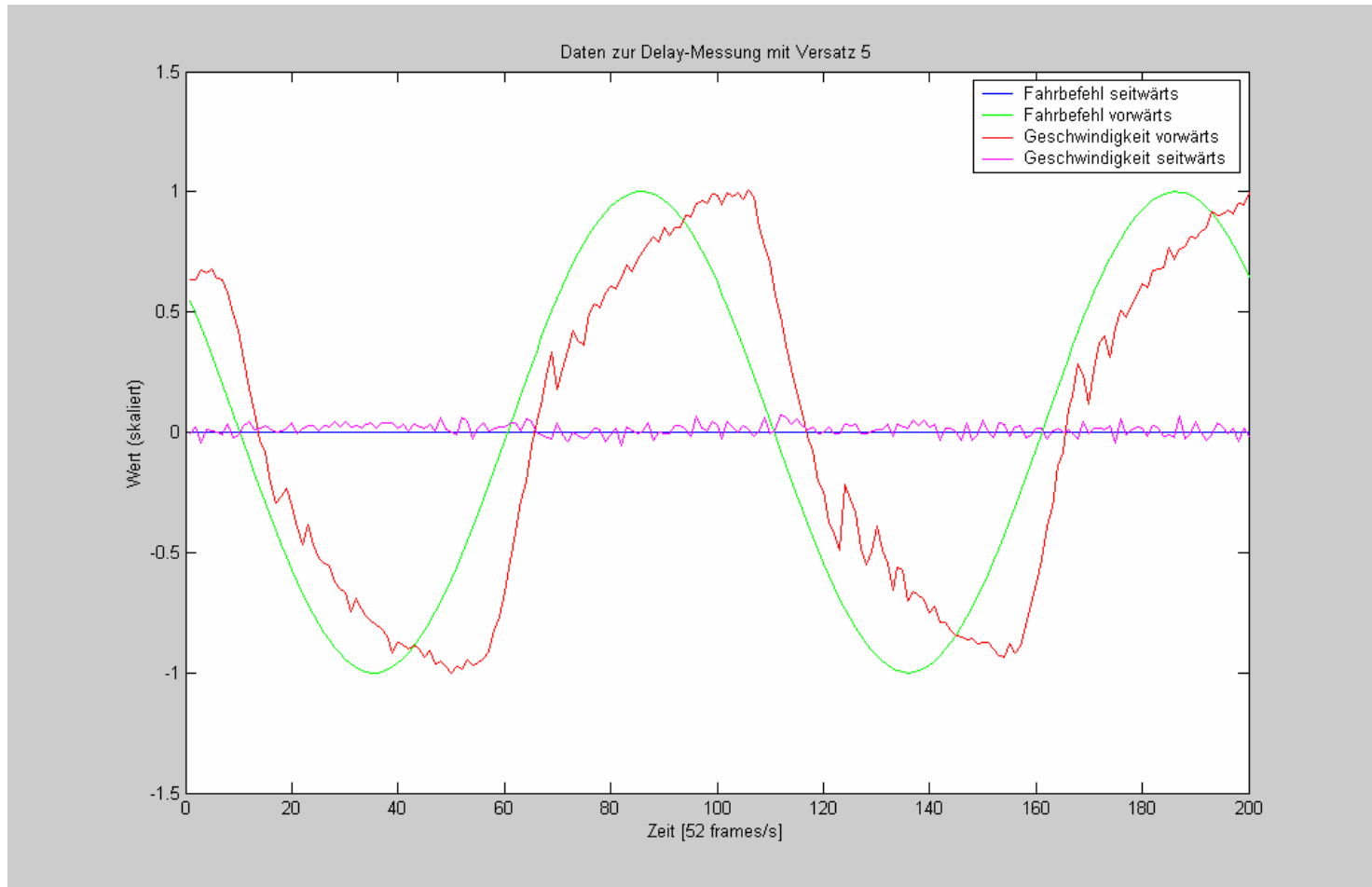
Befehl und Geschwindigkeit



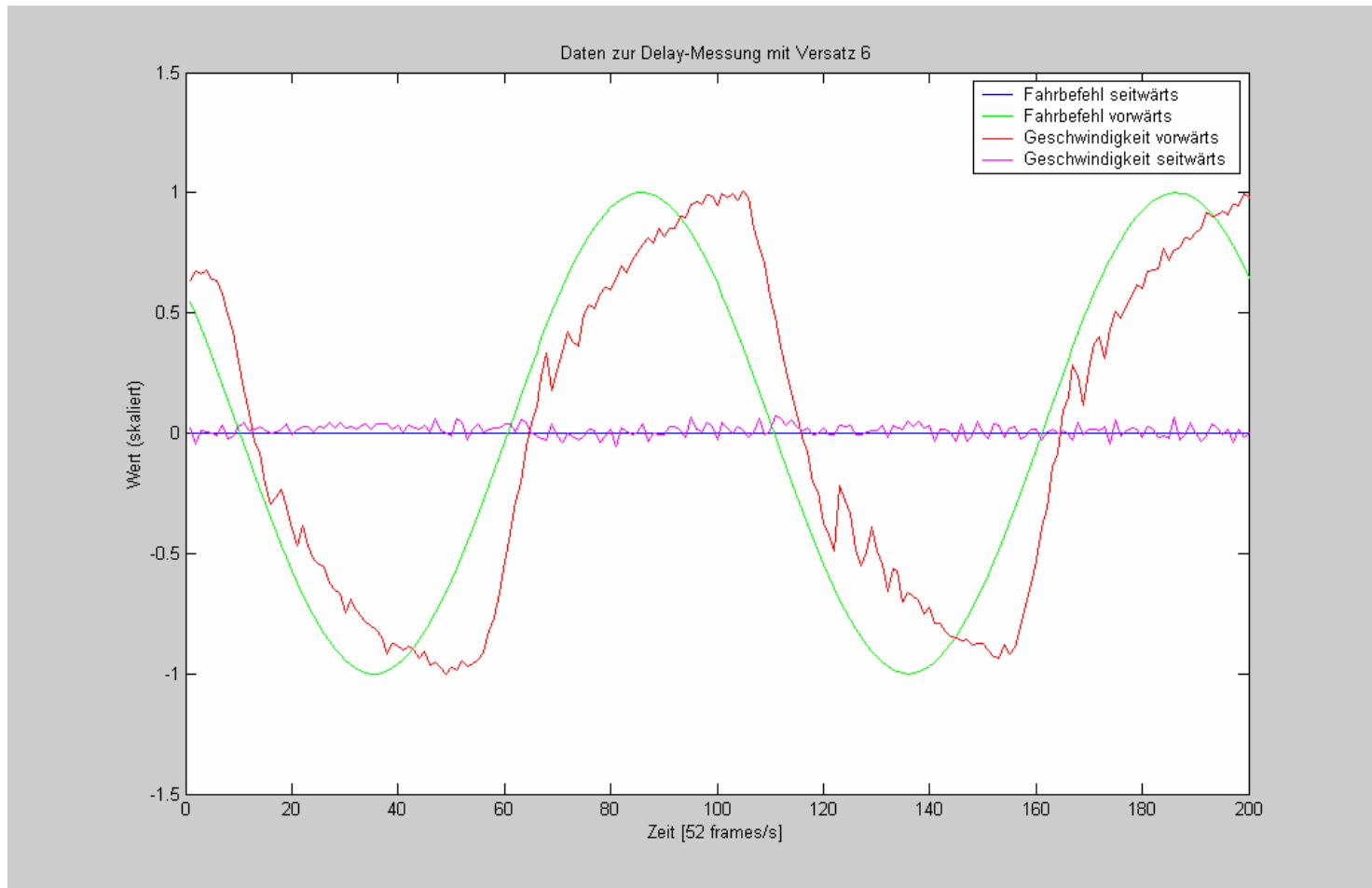
Befehl und Geschwindigkeit



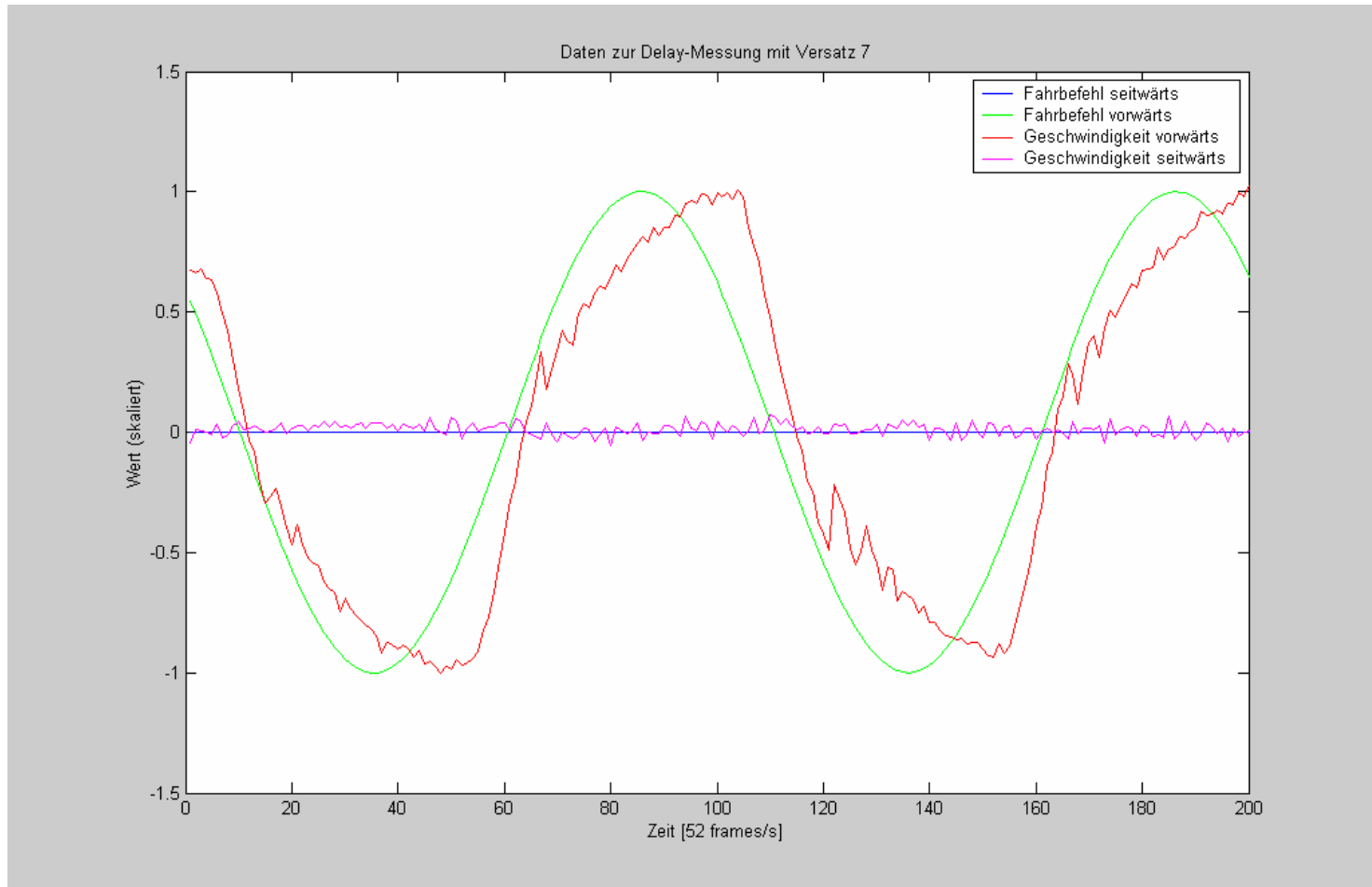
Befehl und Geschwindigkeit



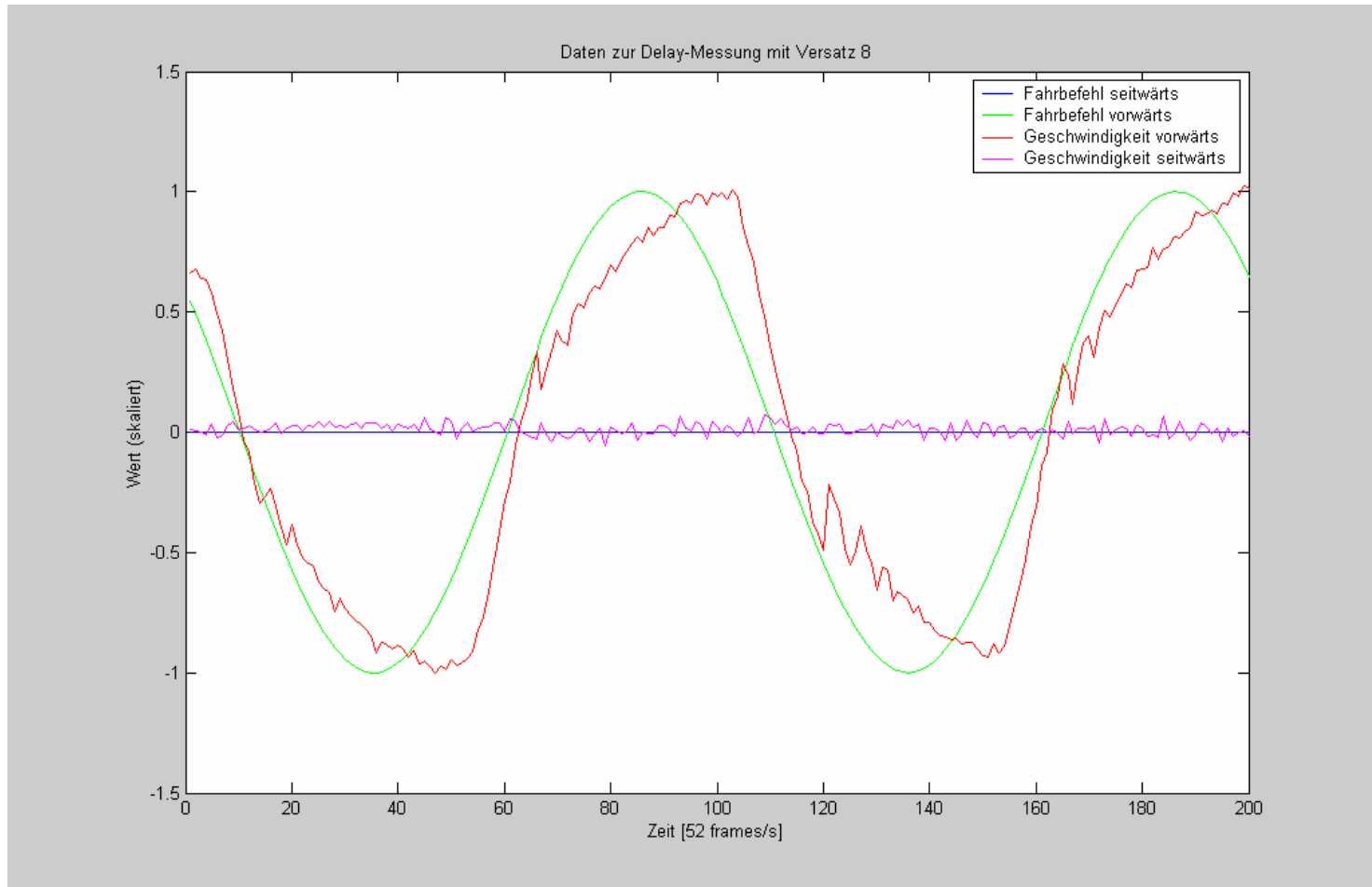
Befehl und Geschwindigkeit



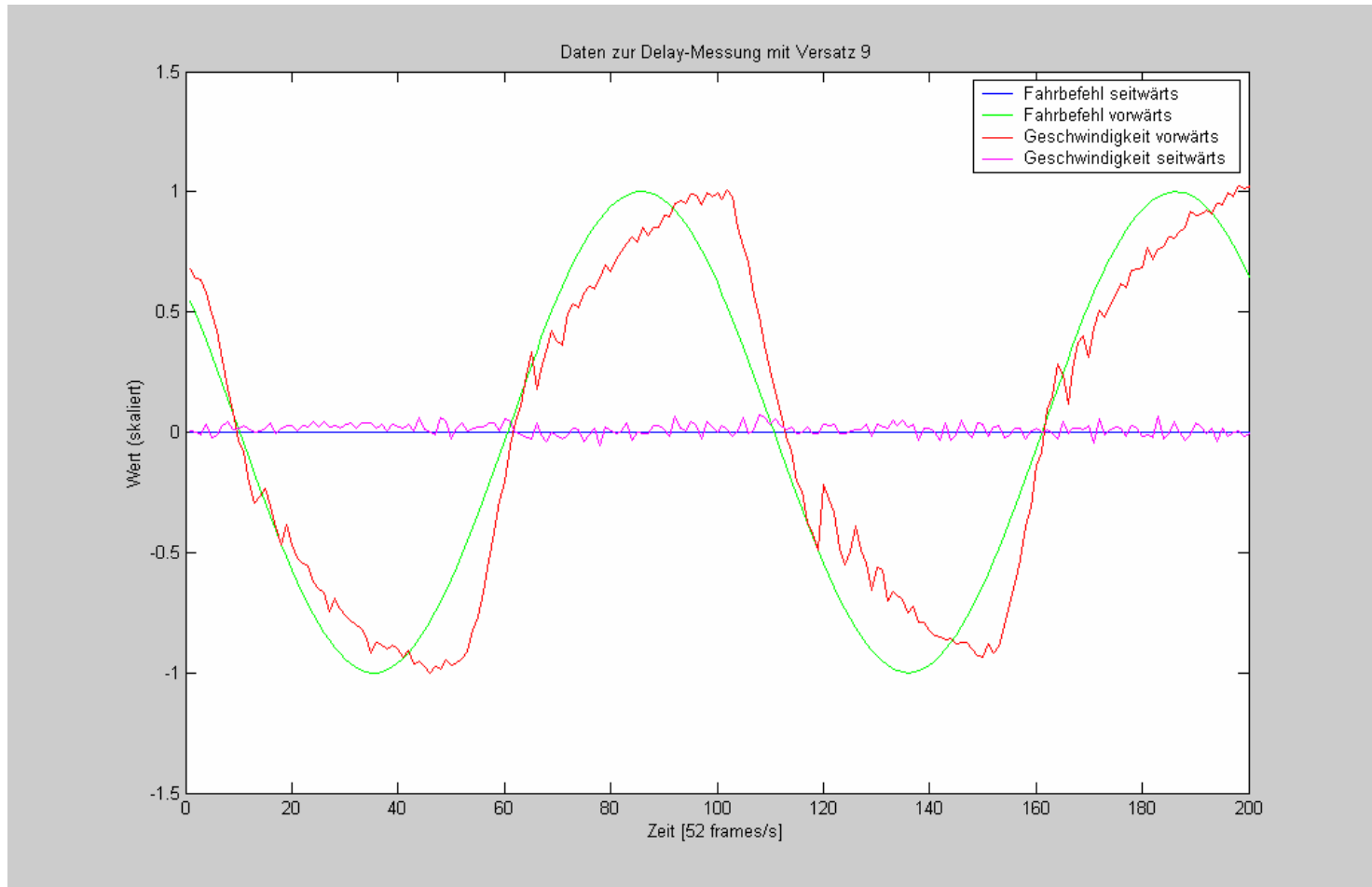
Befehl und Geschwindigkeit



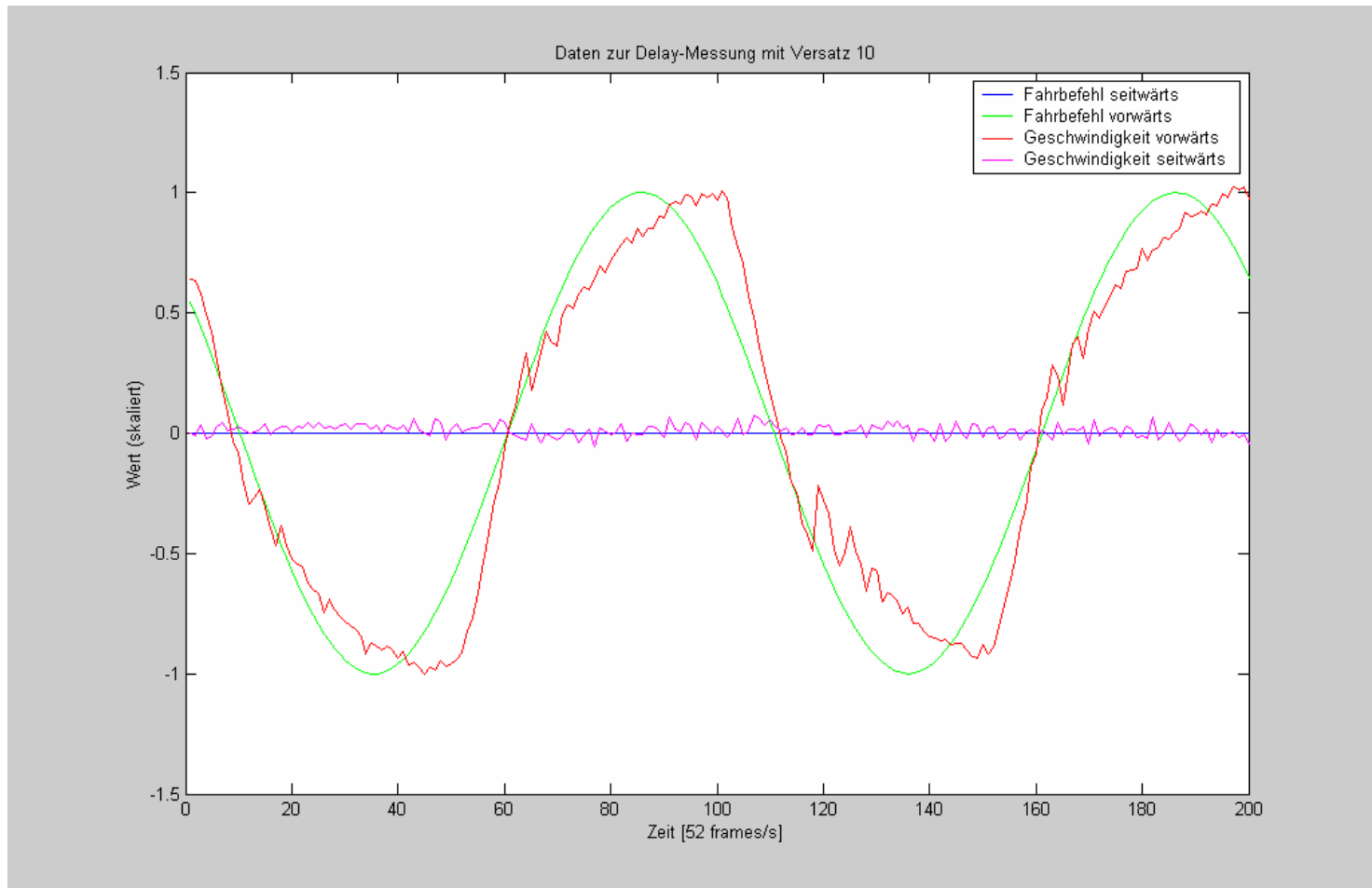
Befehl und Geschwindigkeit



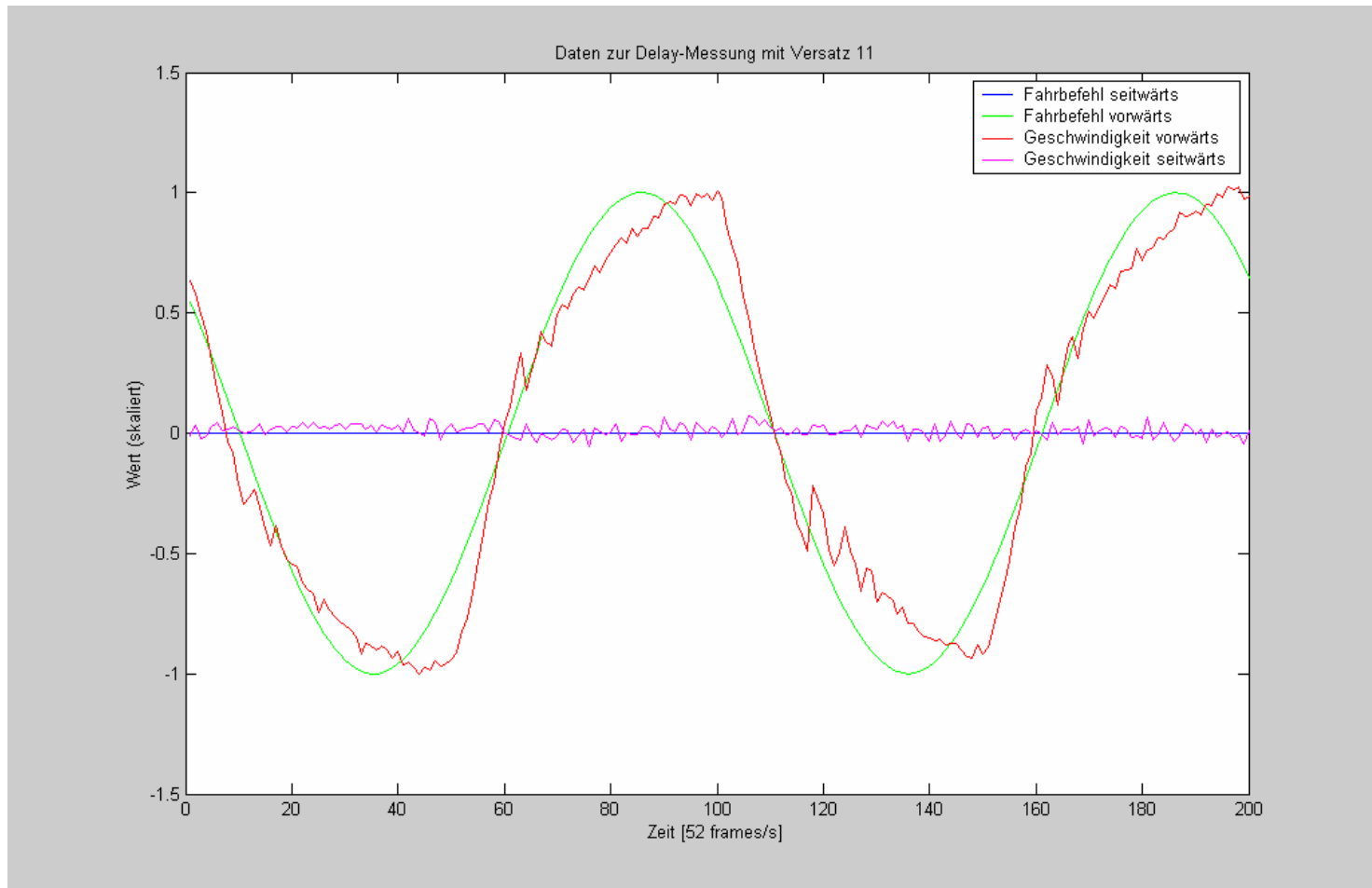
Befehl und Geschwindigkeit



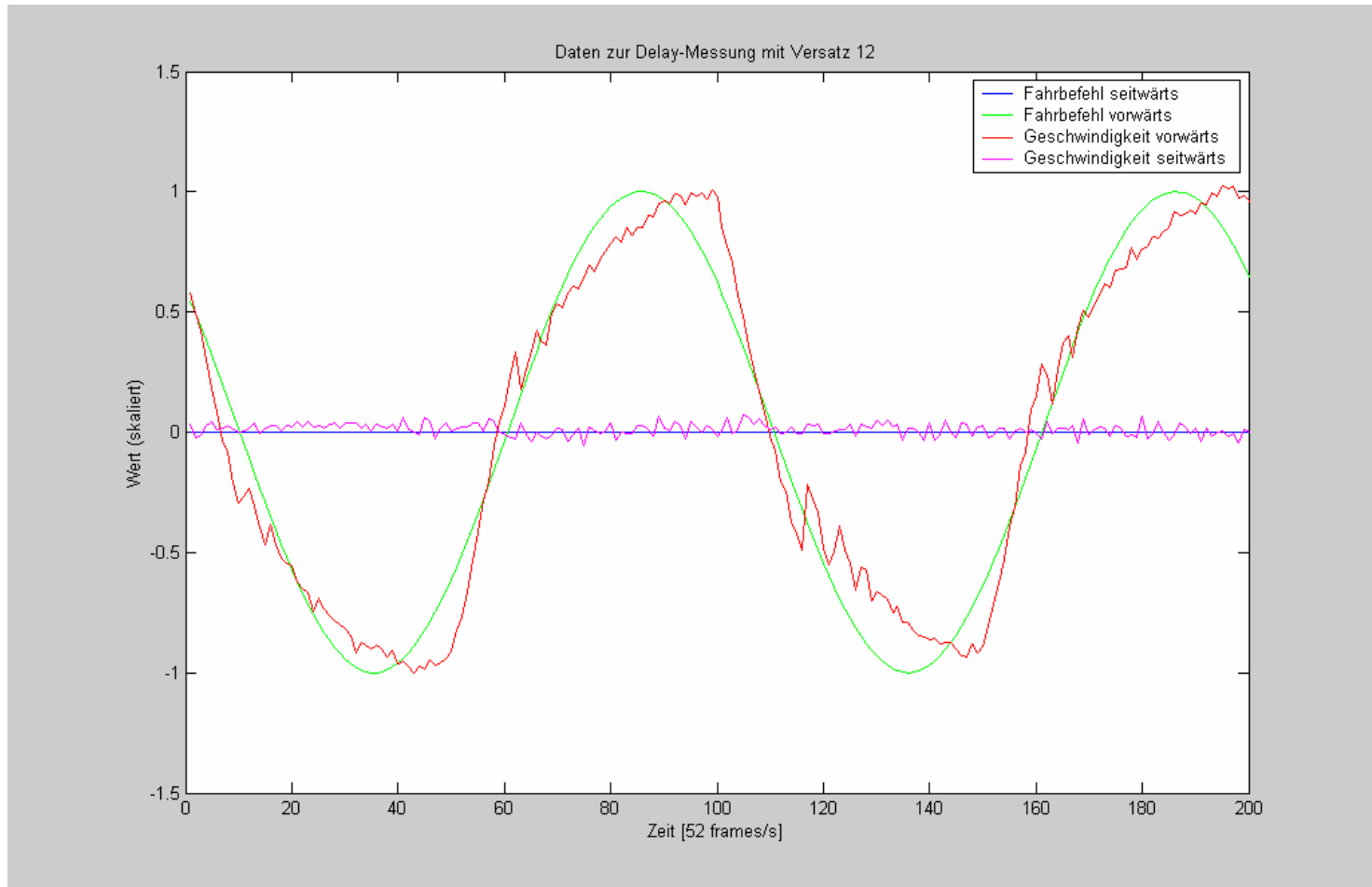
Befehl und Geschwindigkeit



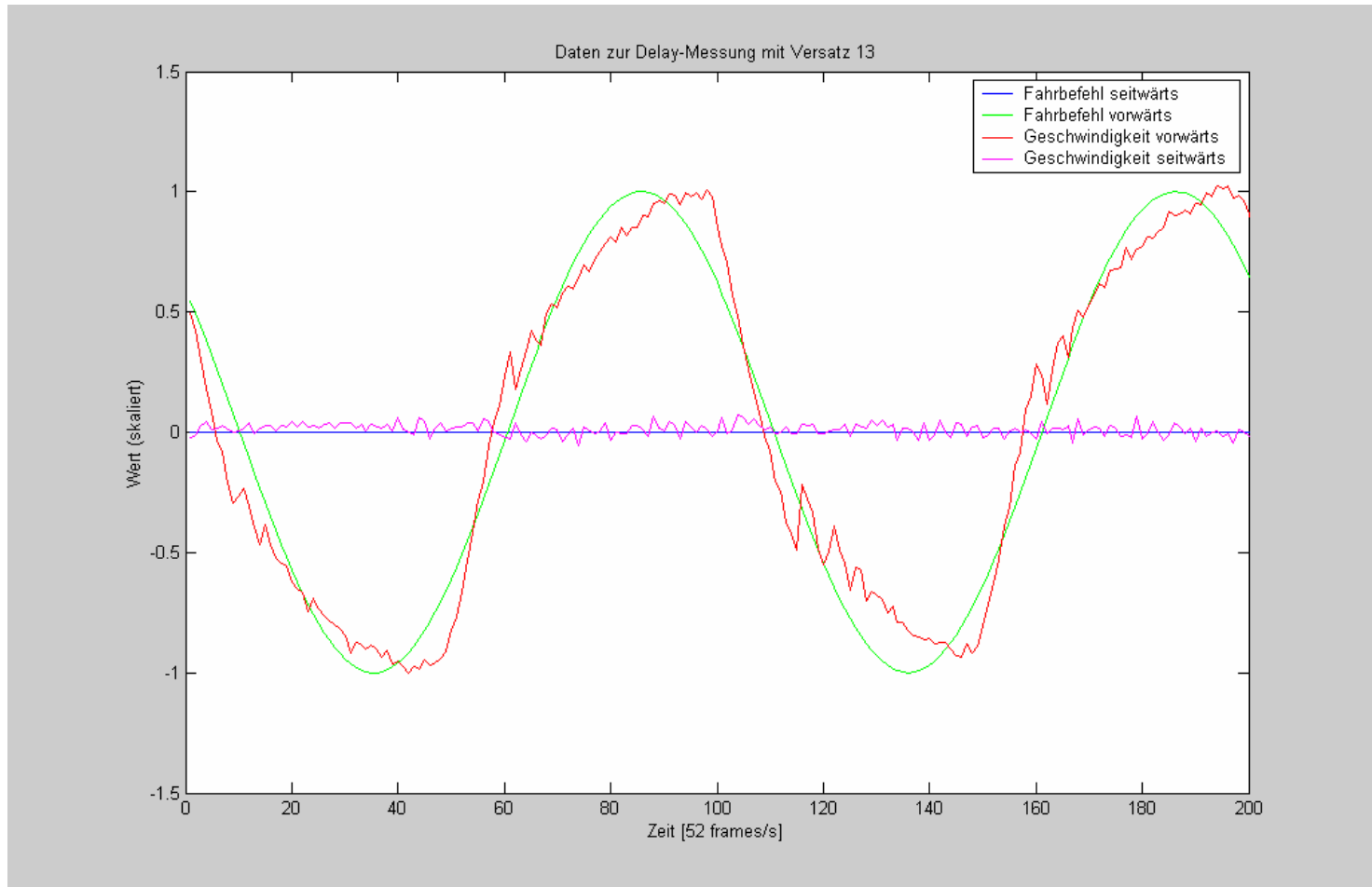
Befehl und Geschwindigkeit



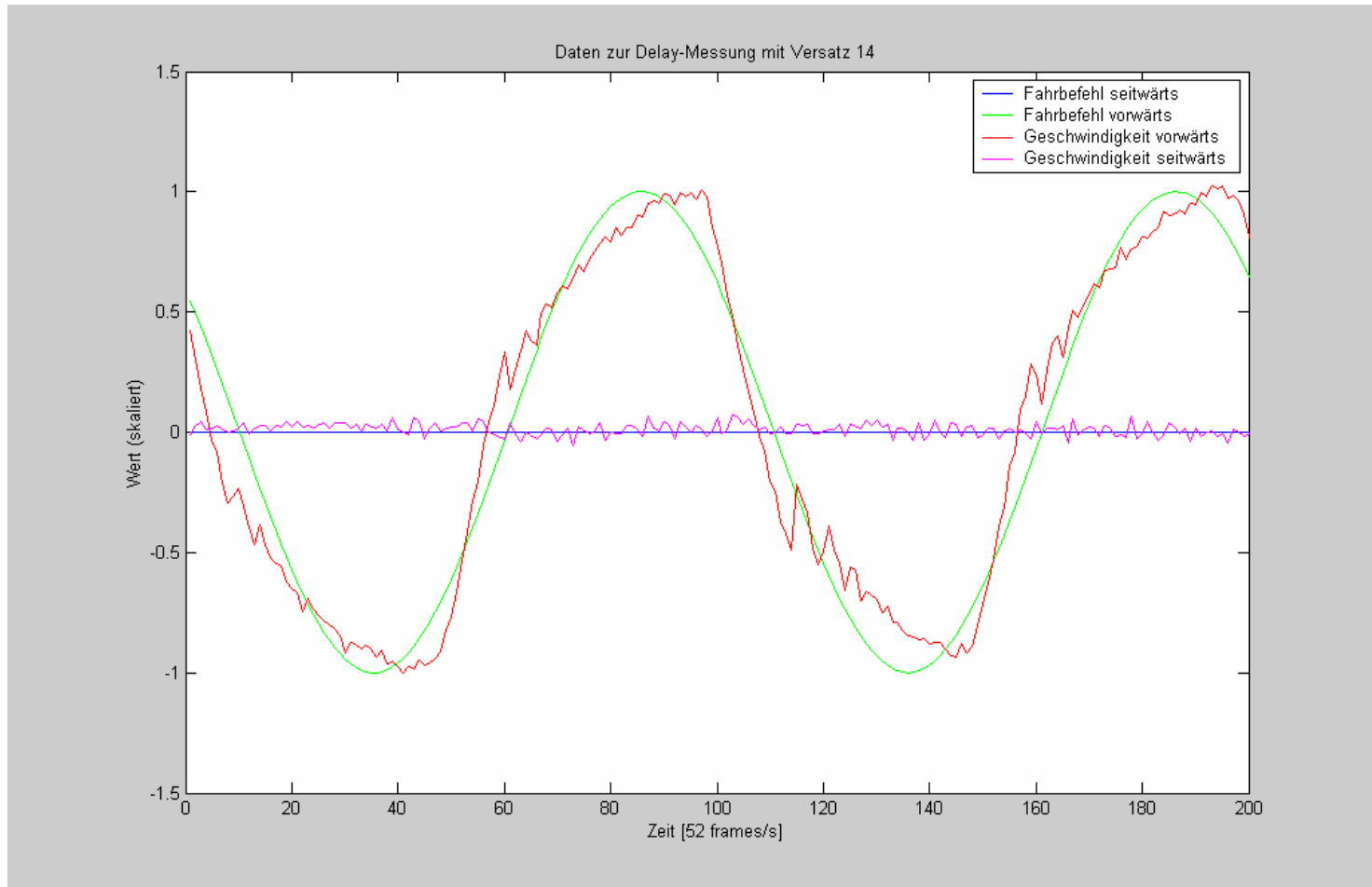
Befehl und Geschwindigkeit



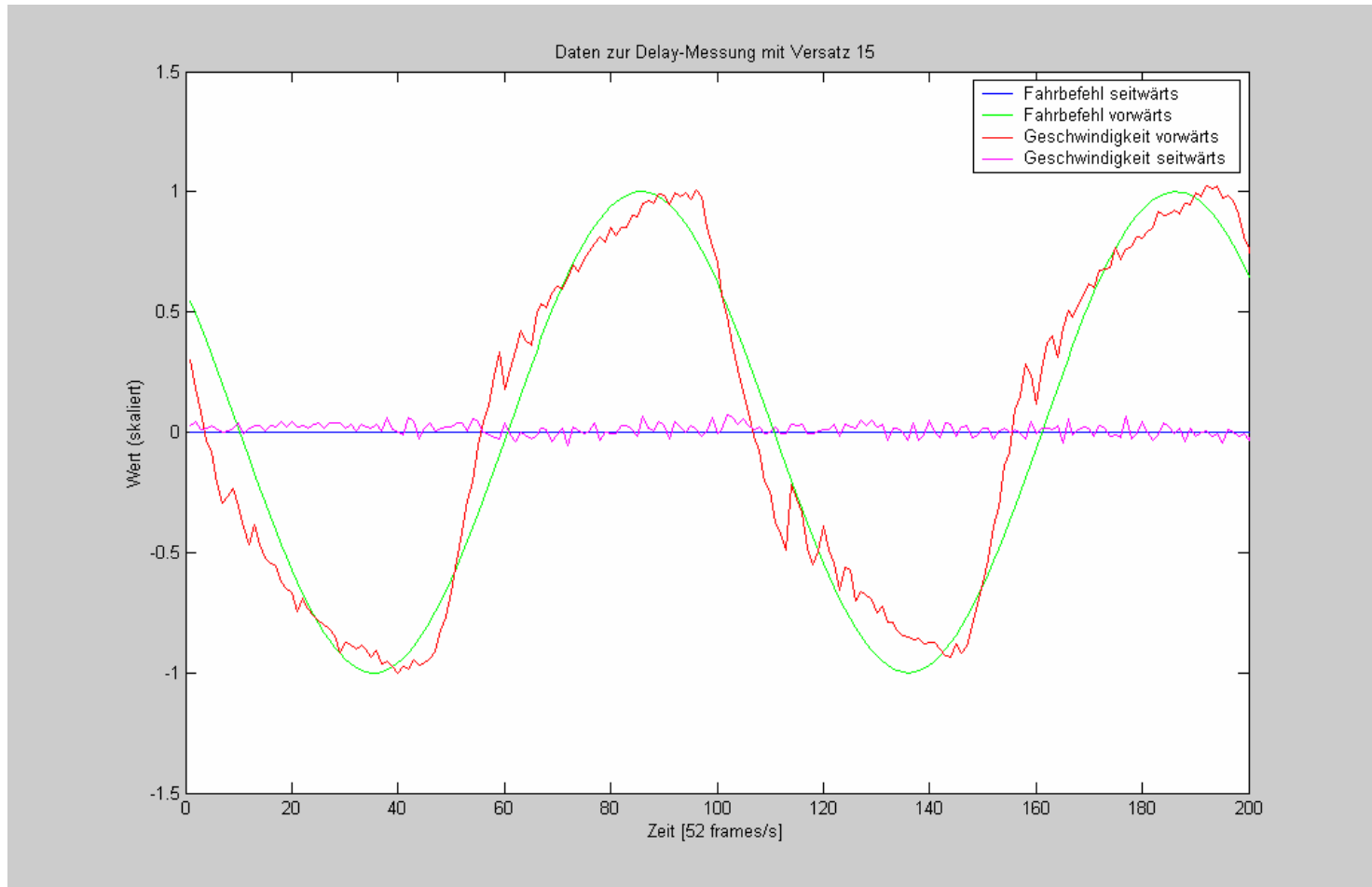
Befehl und Geschwindigkeit



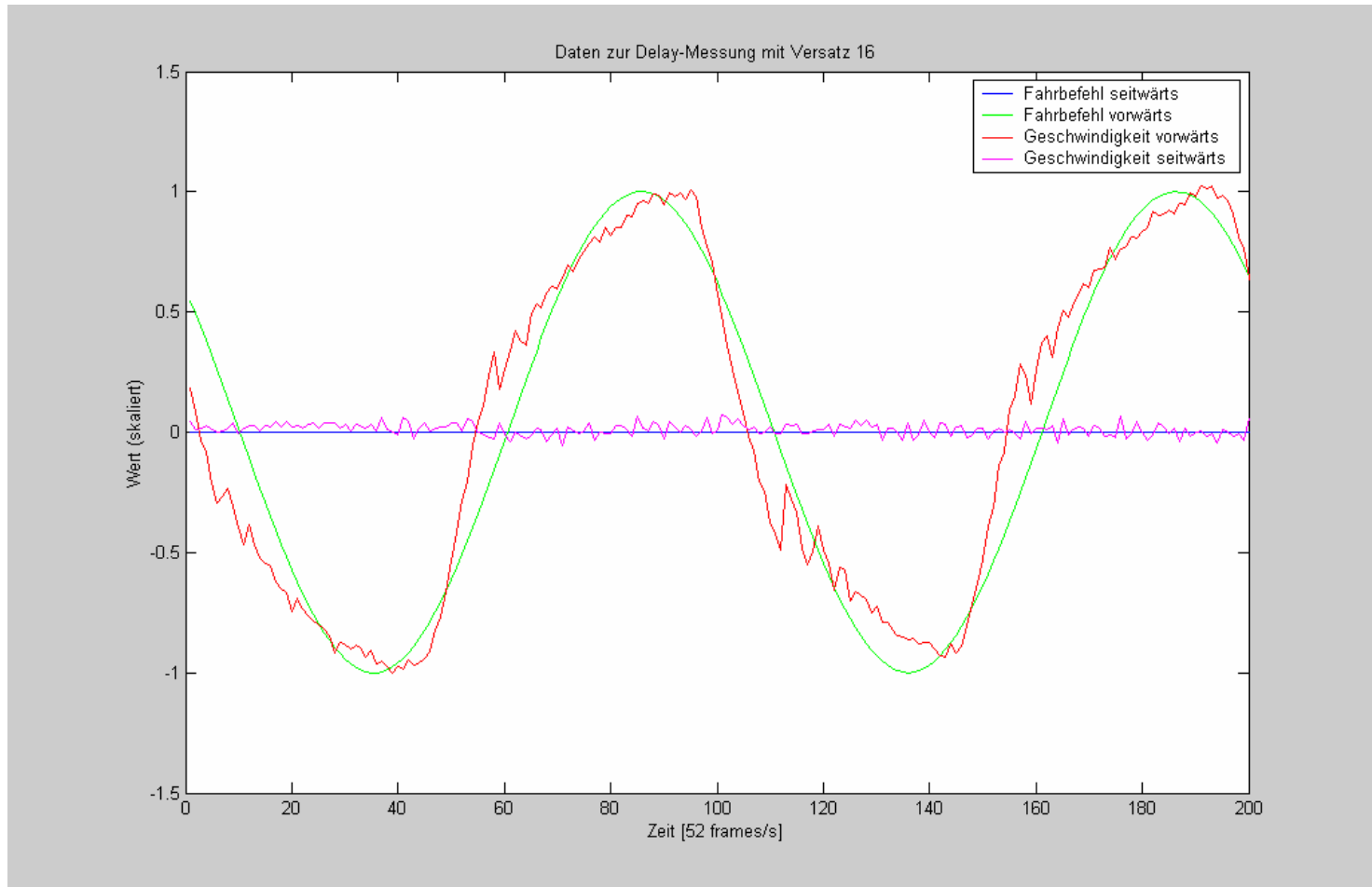
Befehl und Geschwindigkeit



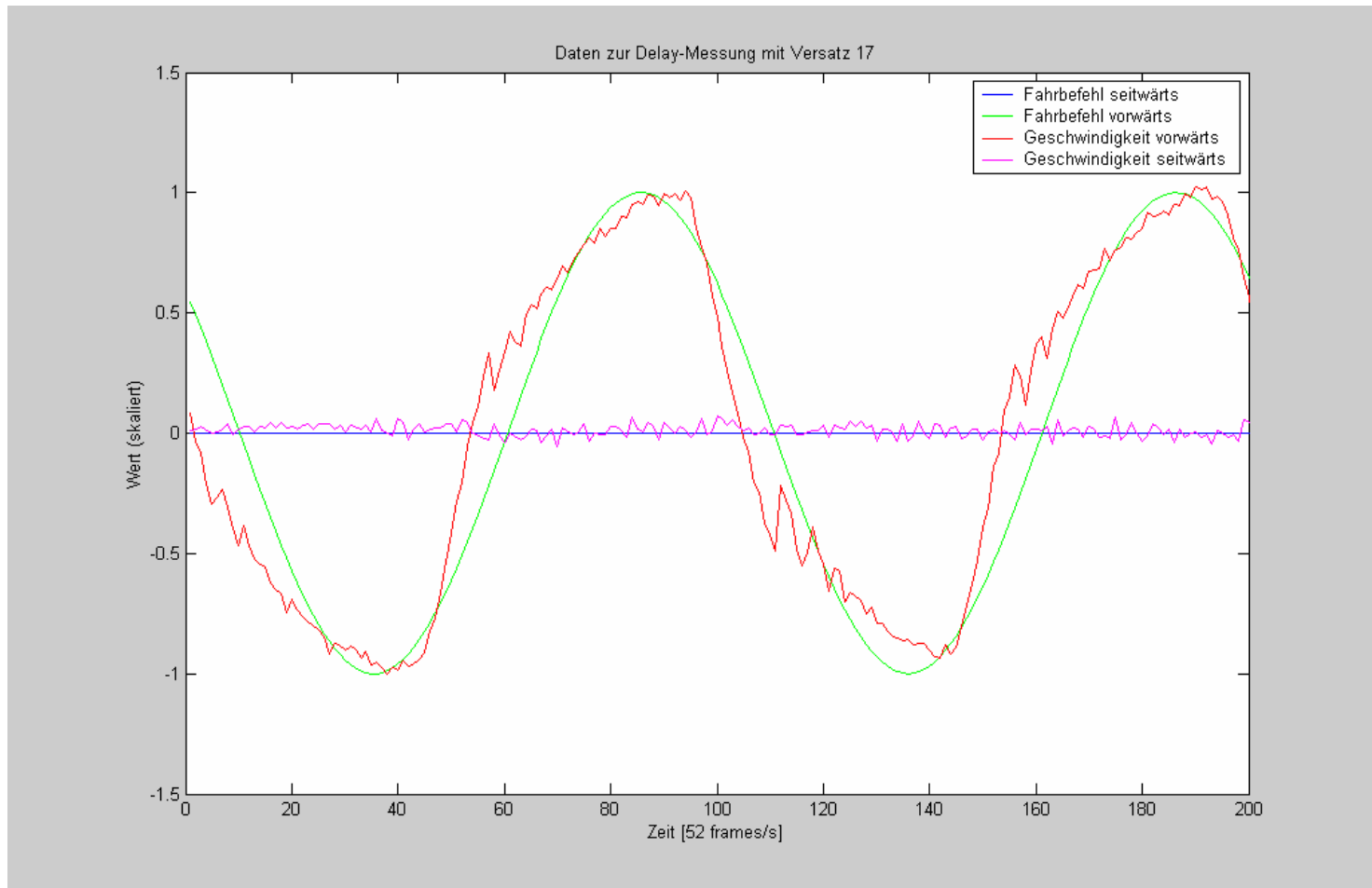
Befehl und Geschwindigkeit



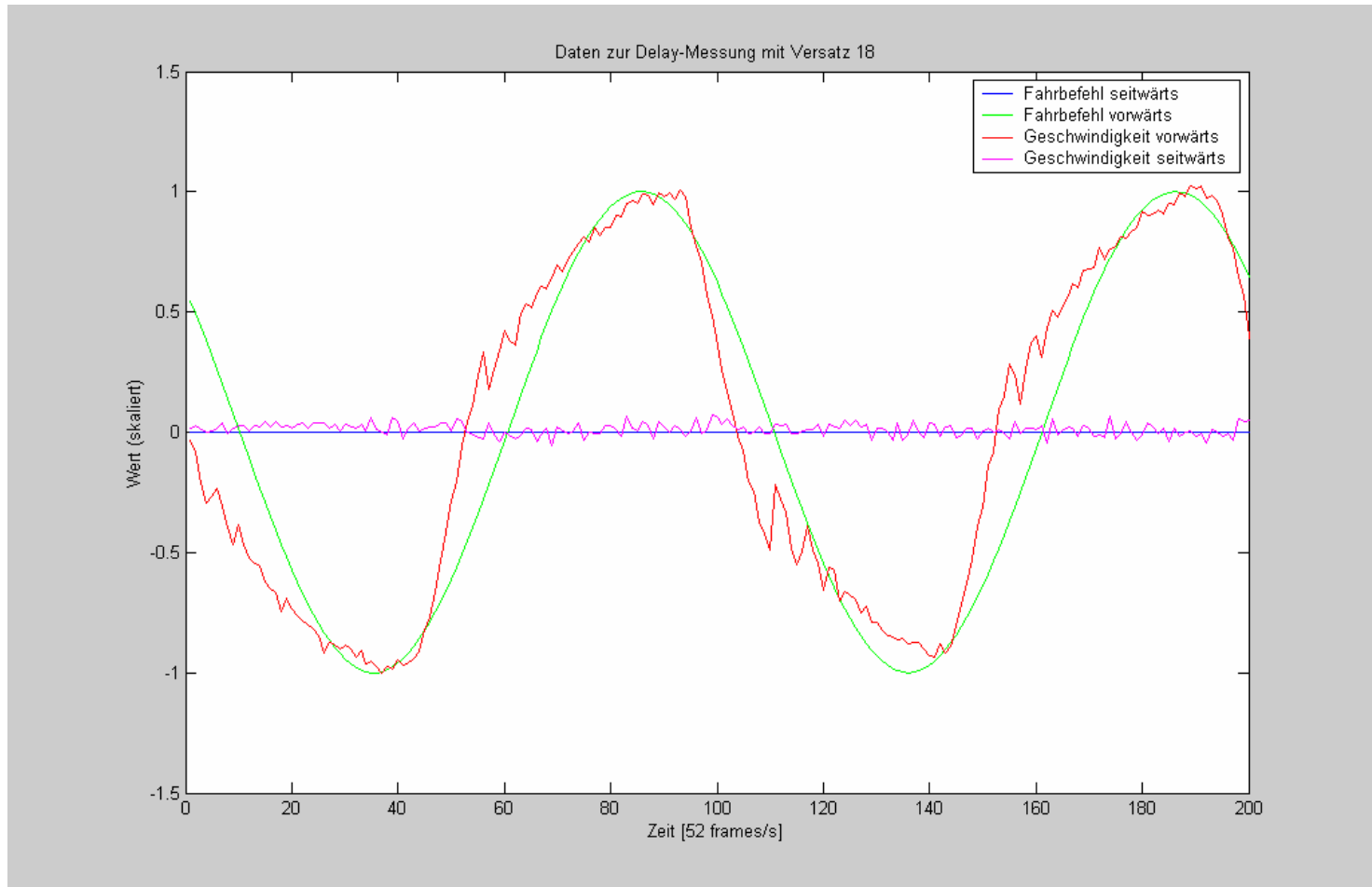
Befehl und Geschwindigkeit



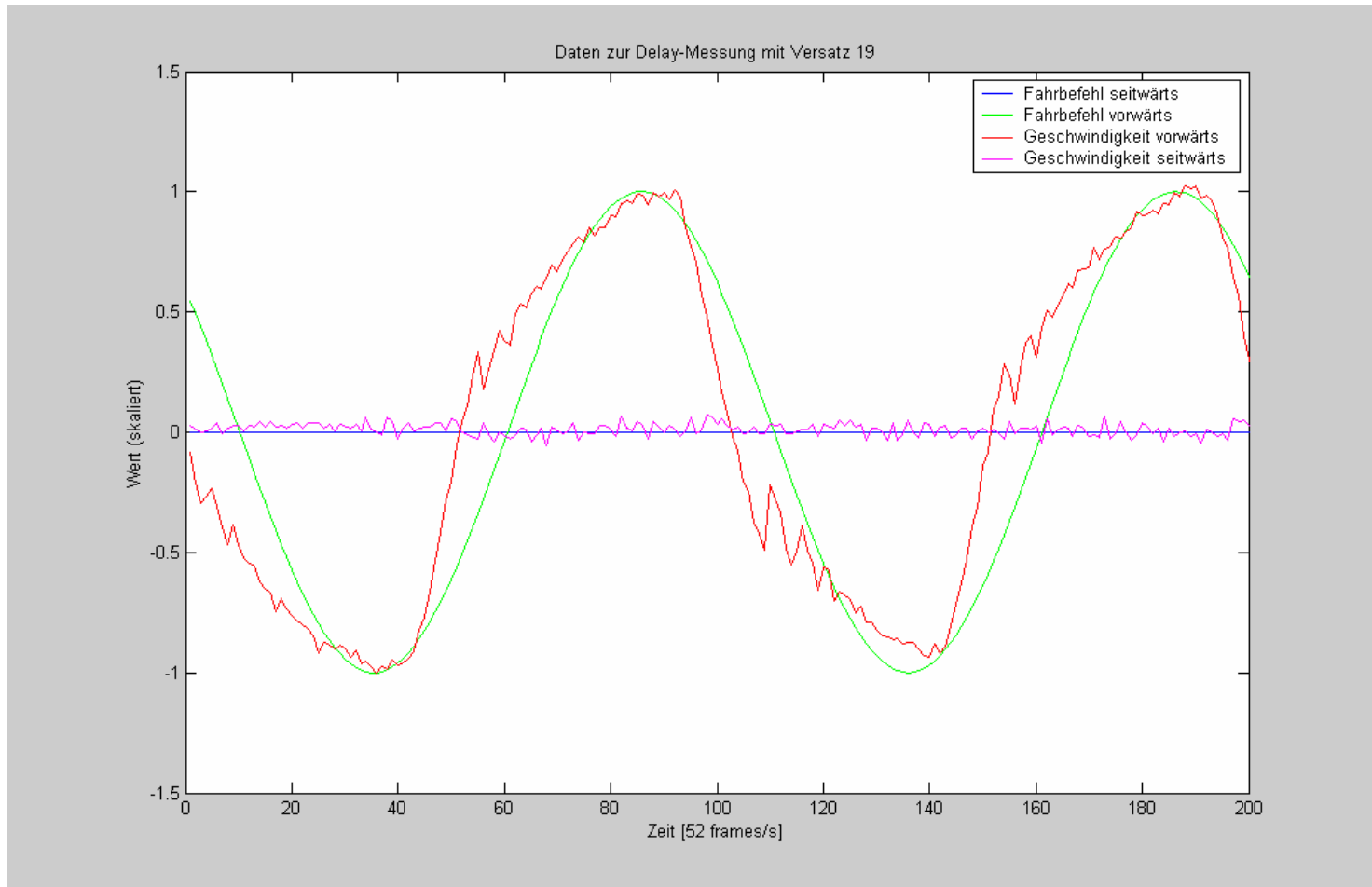
Befehl und Geschwindigkeit



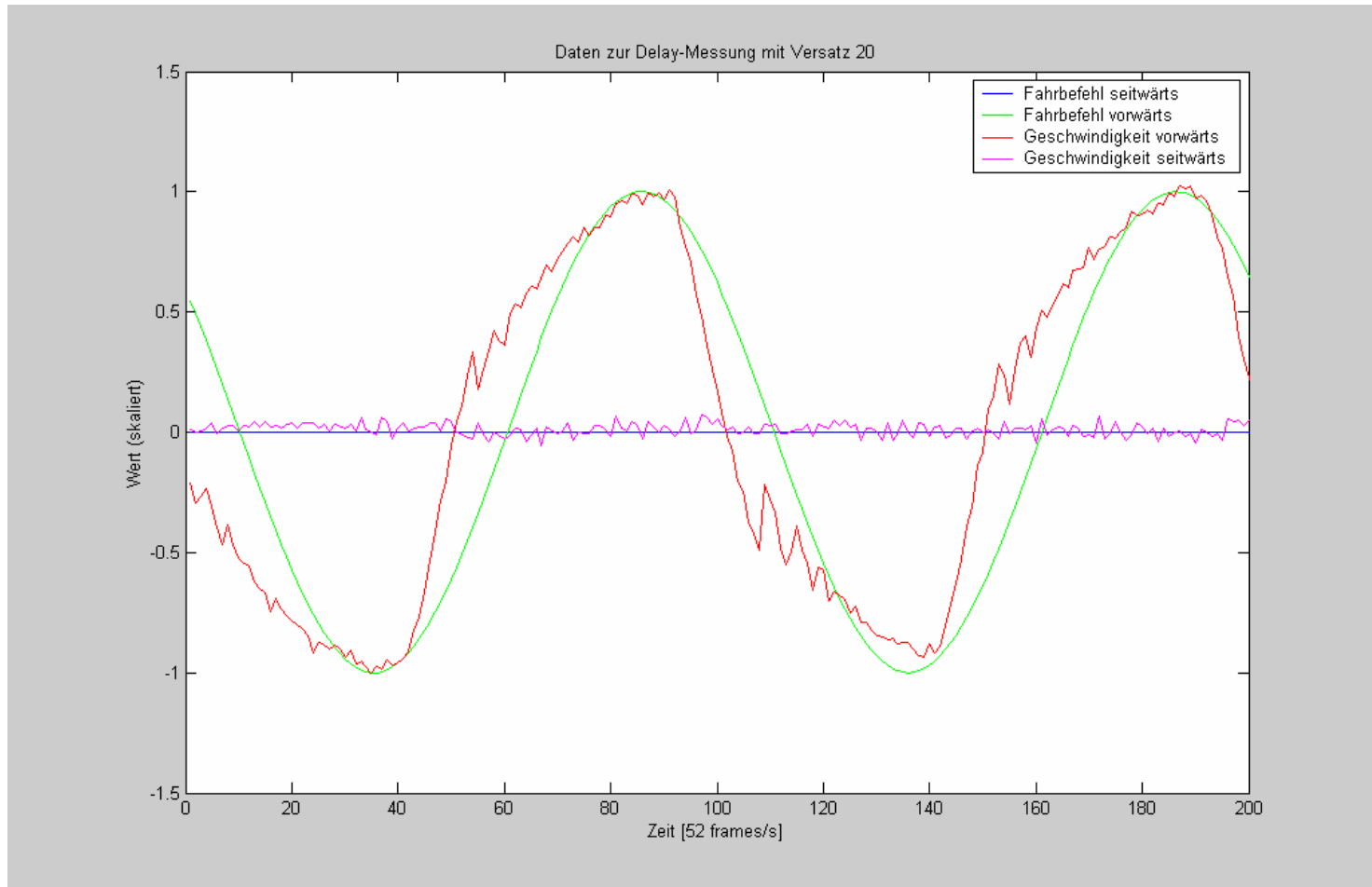
Befehl und Geschwindigkeit



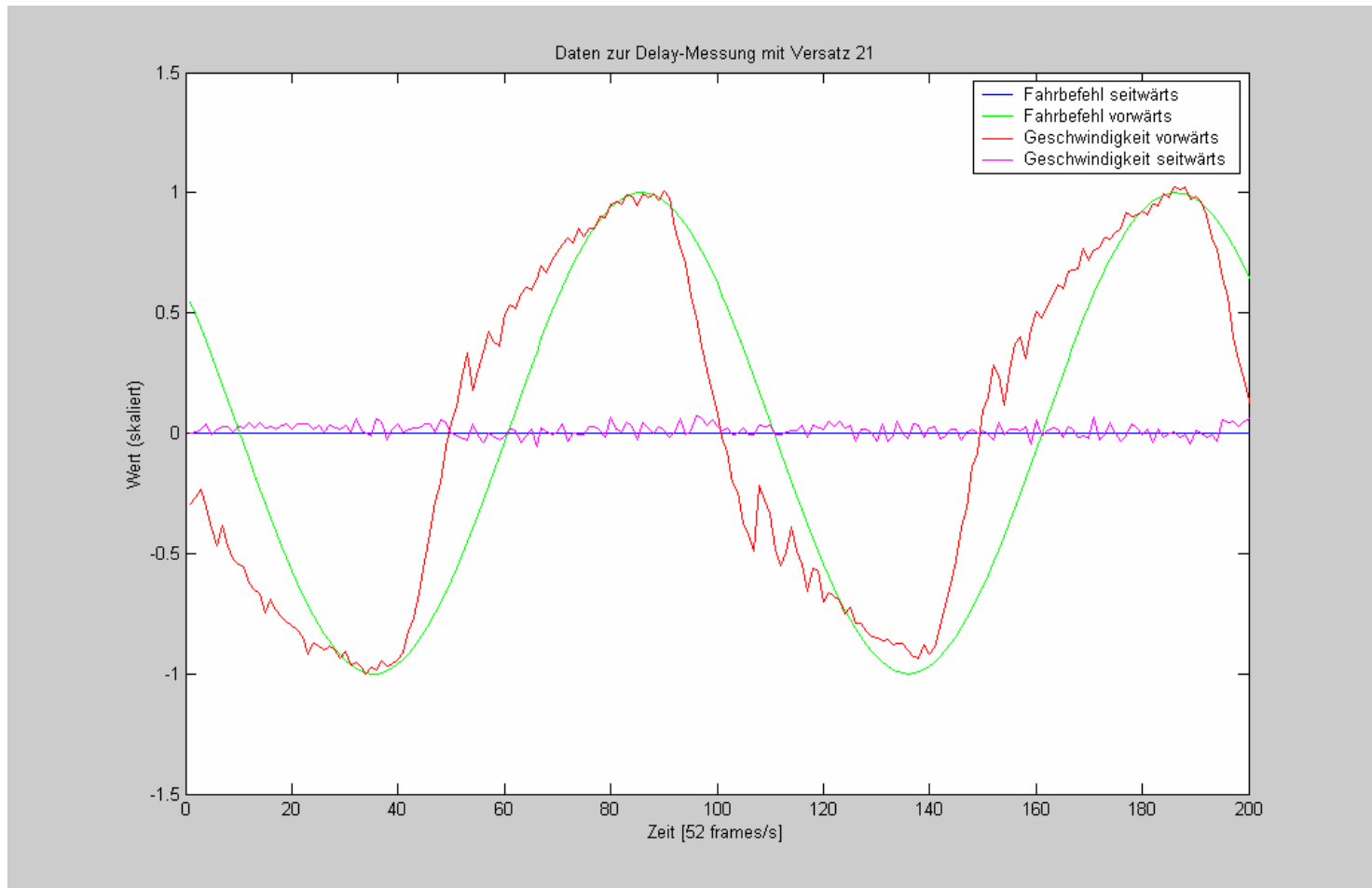
Befehl und Geschwindigkeit



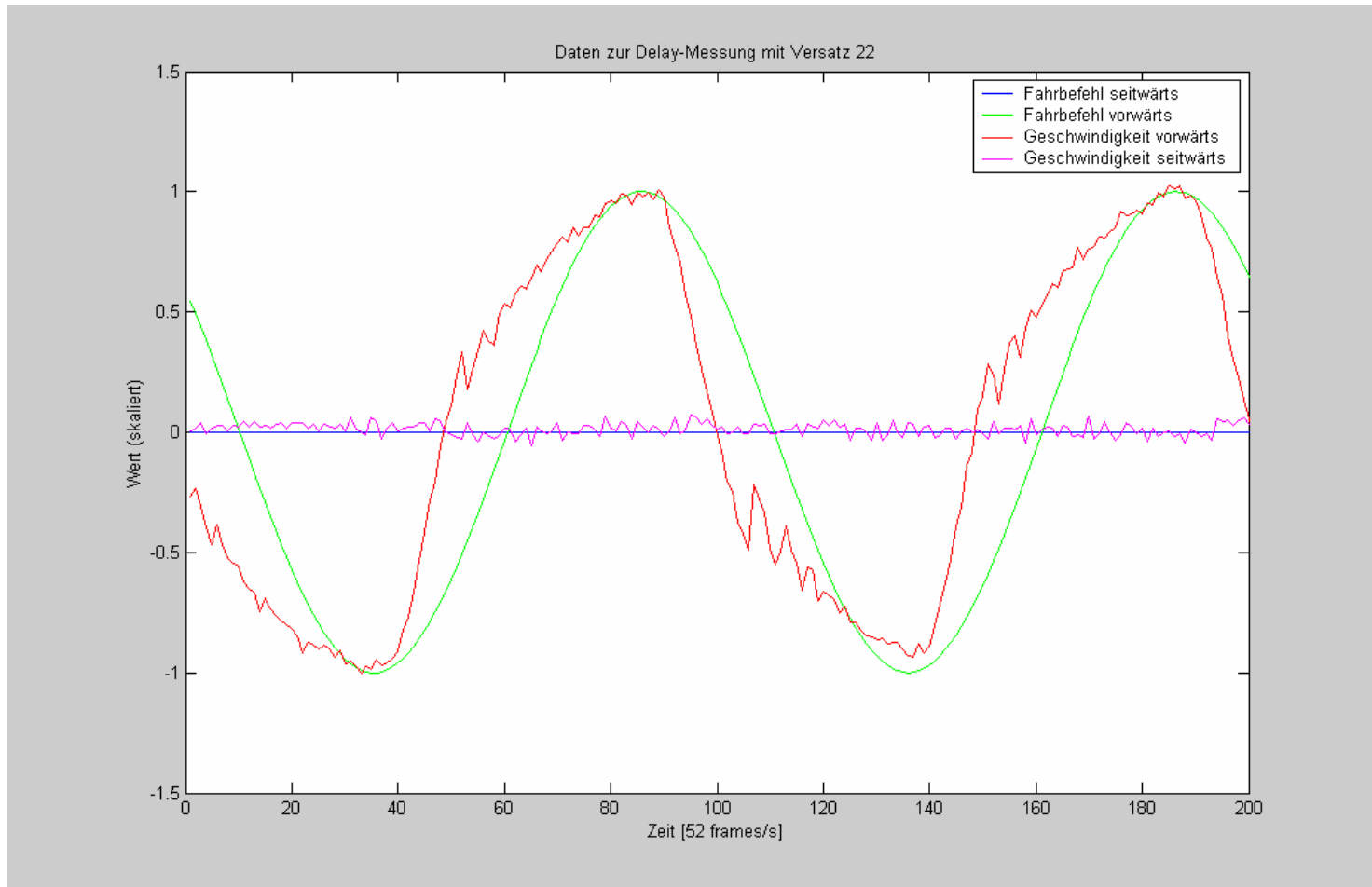
Befehl und Geschwindigkeit



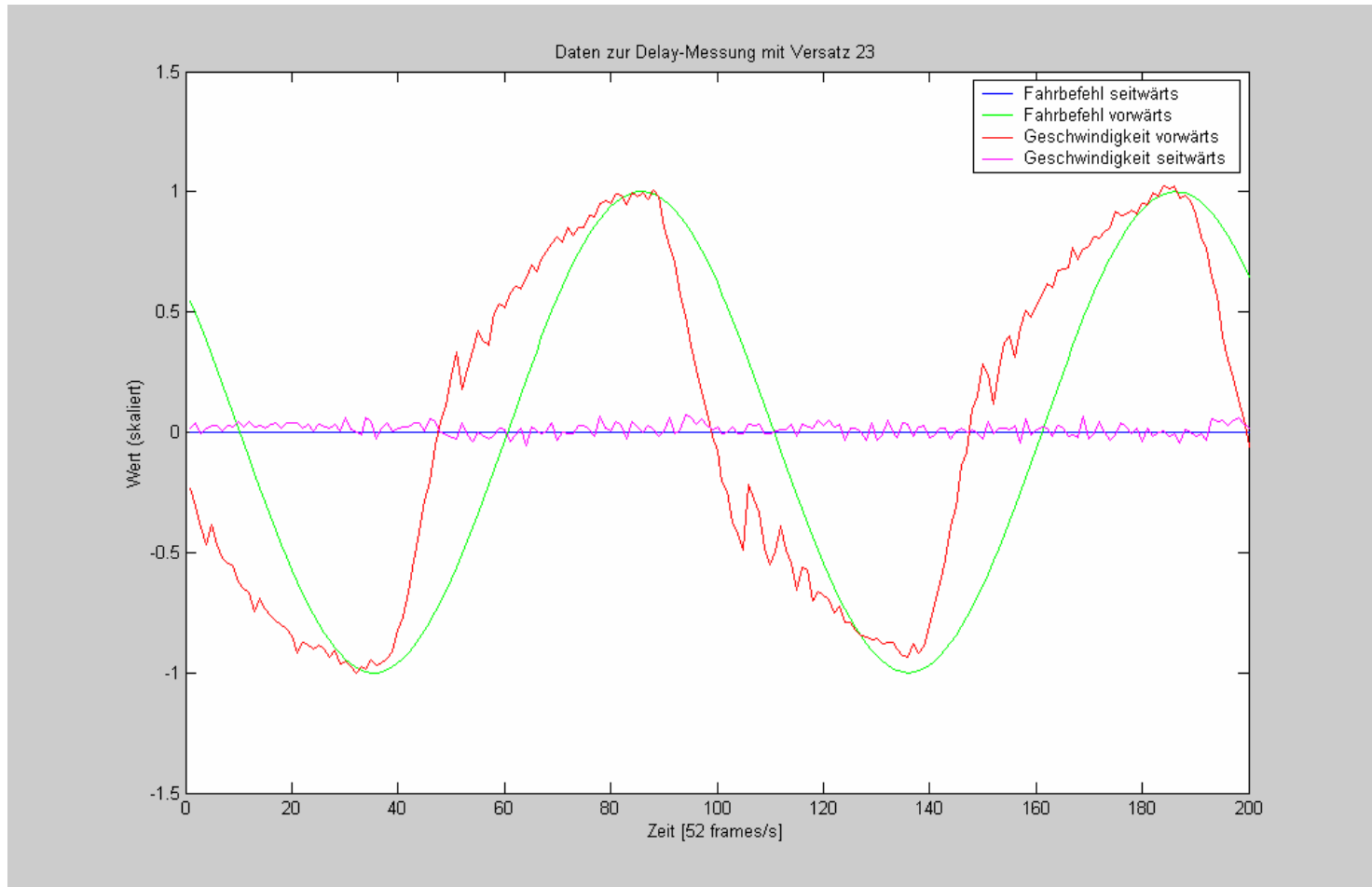
Befehl und Geschwindigkeit



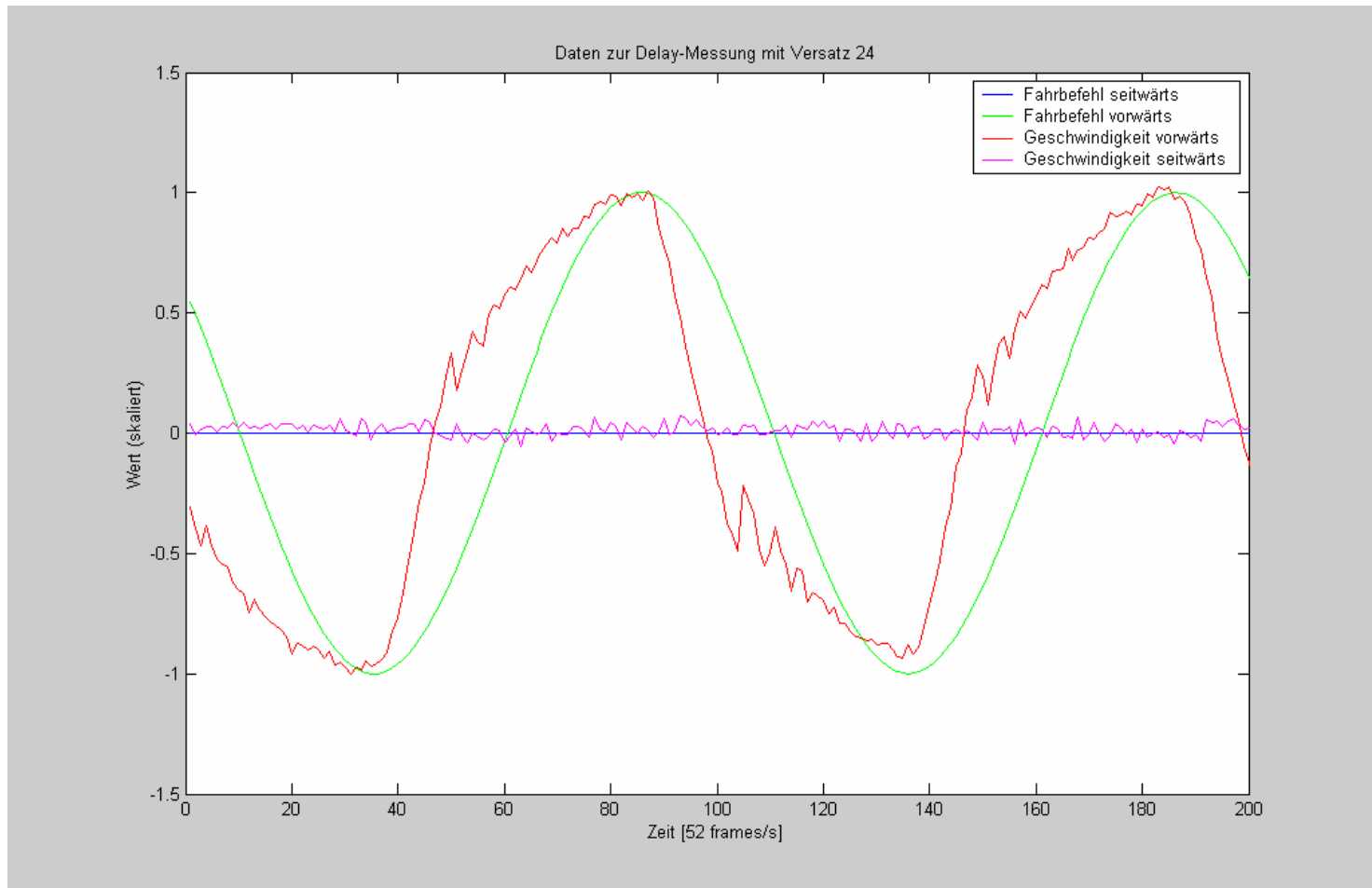
Befehl und Geschwindigkeit



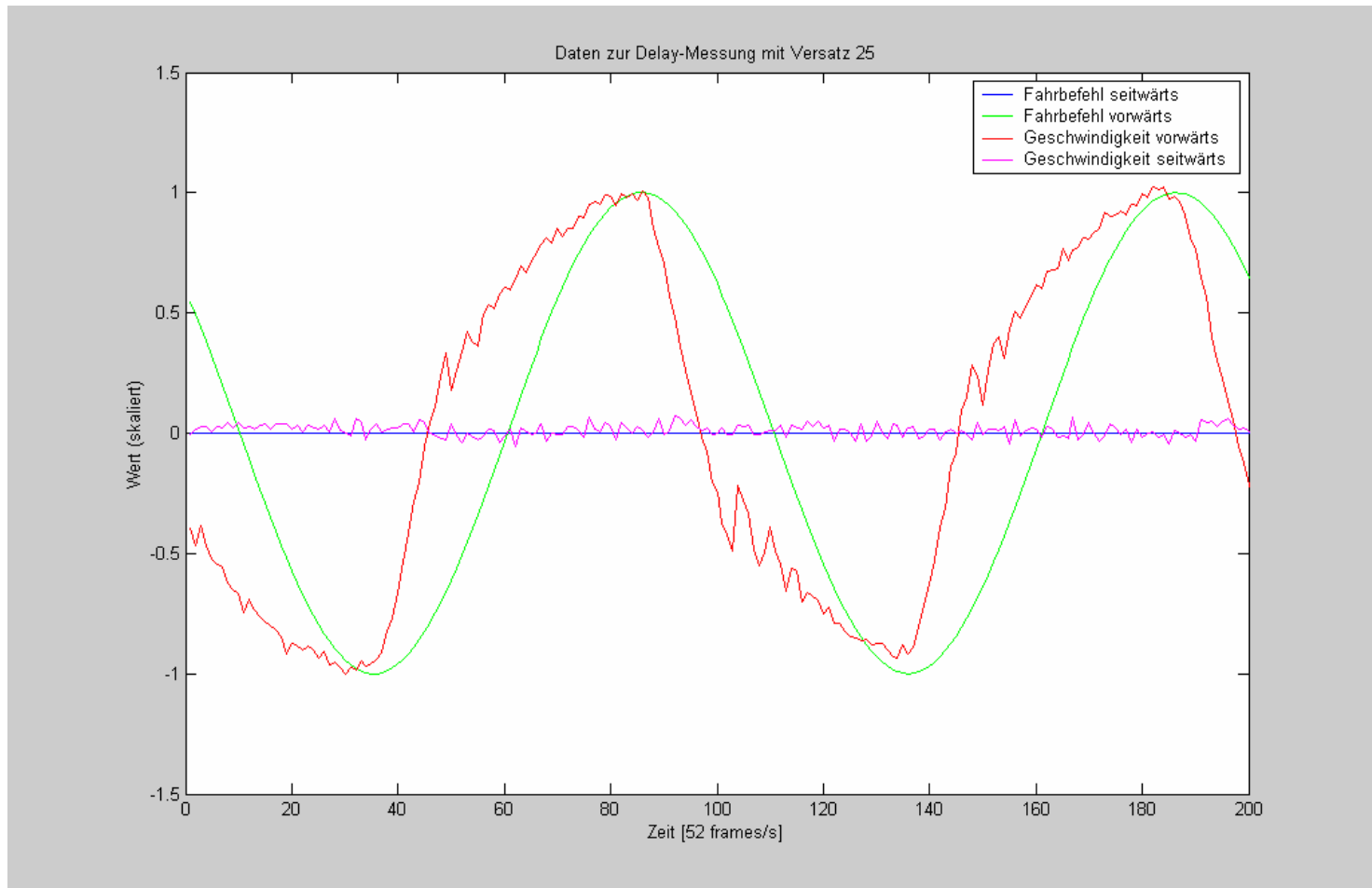
Befehl und Geschwindigkeit



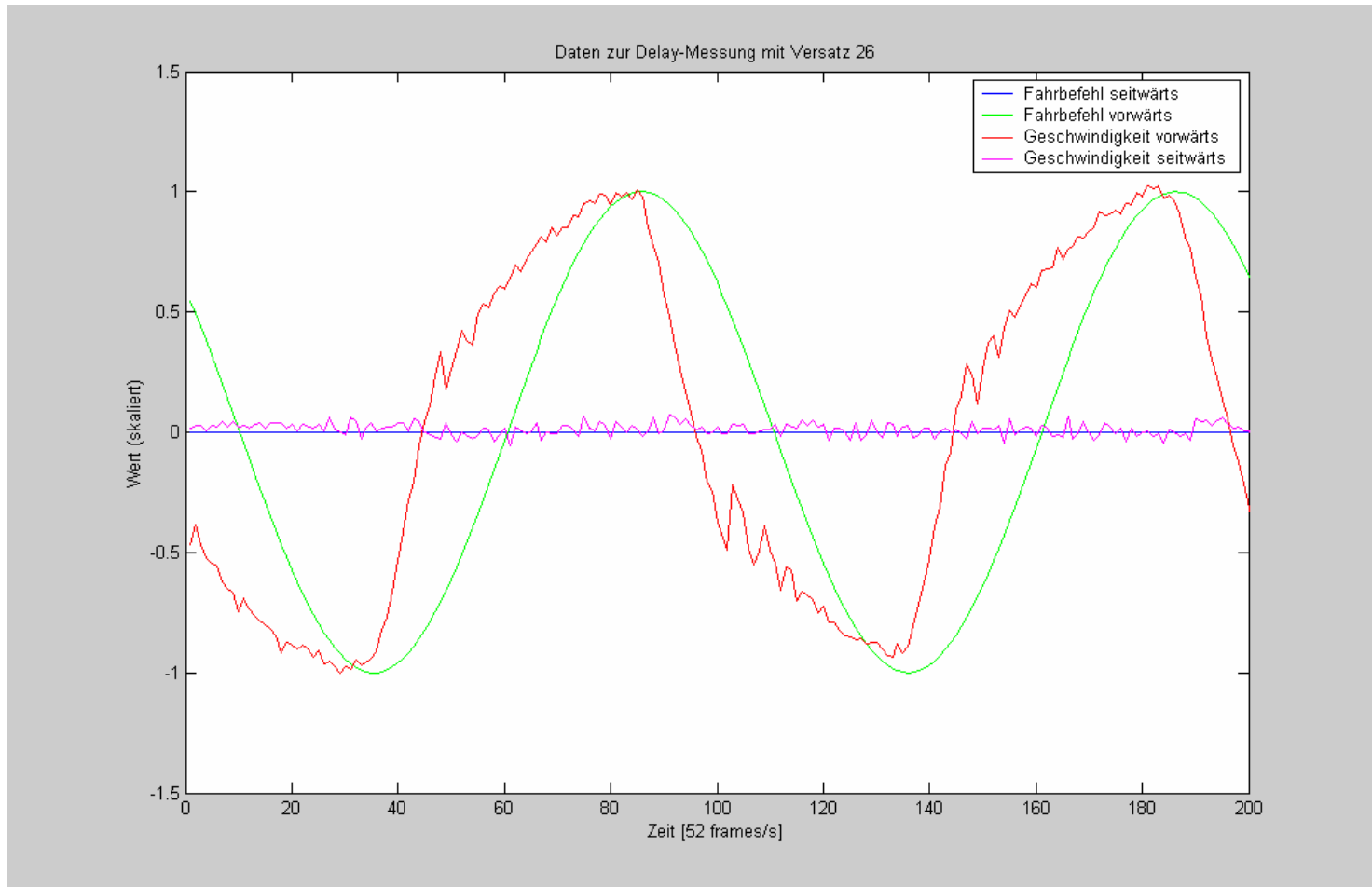
Befehl und Geschwindigkeit



Befehl und Geschwindigkeit

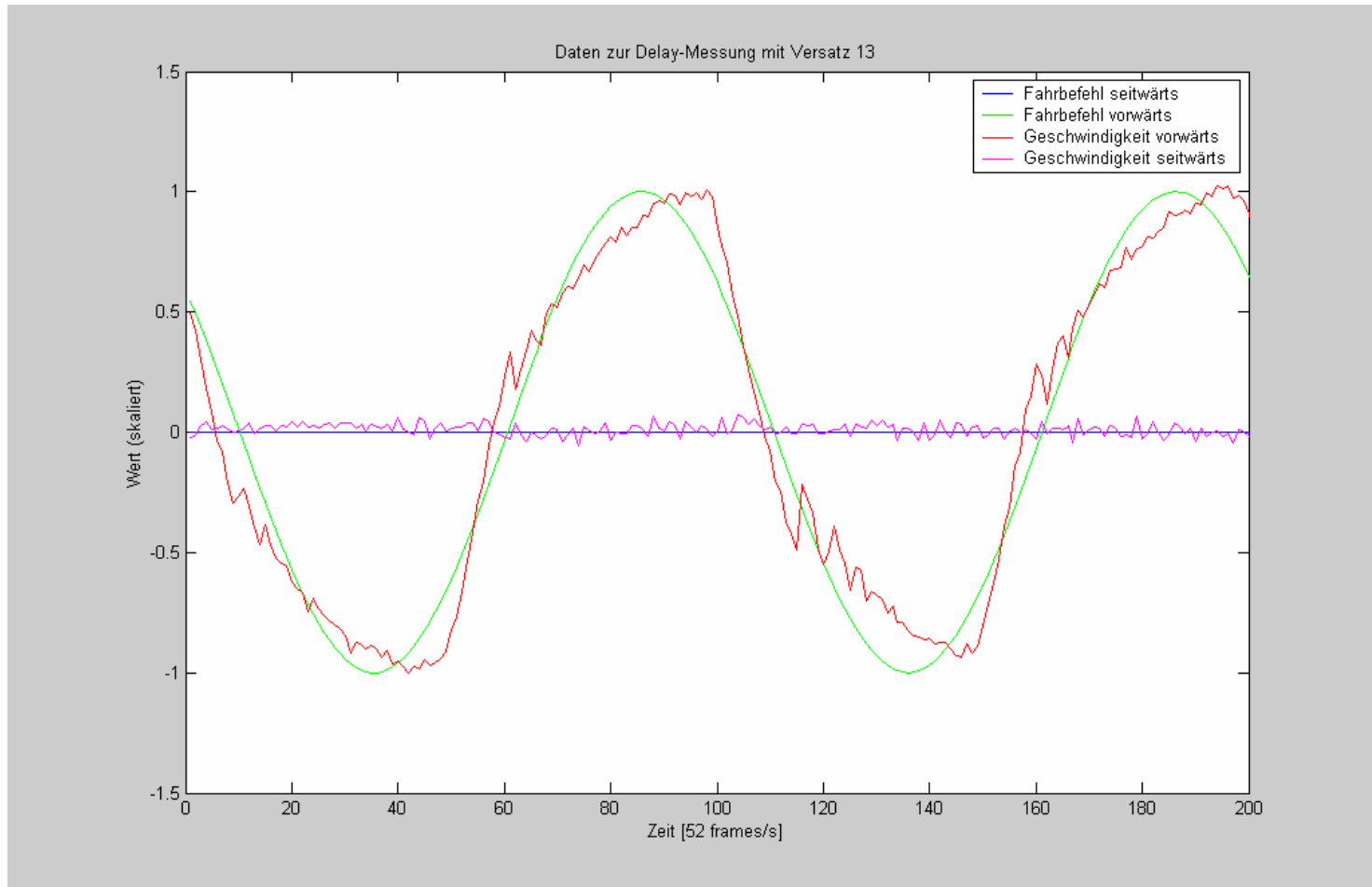


Befehl und Geschwindigkeit



Was war optimal?

Was war optimal? 13 (!)



Was **ist** optimal?

Optimal (1)

- Für jedes Delay d mittleren (quadratischen) Fehler berechnen

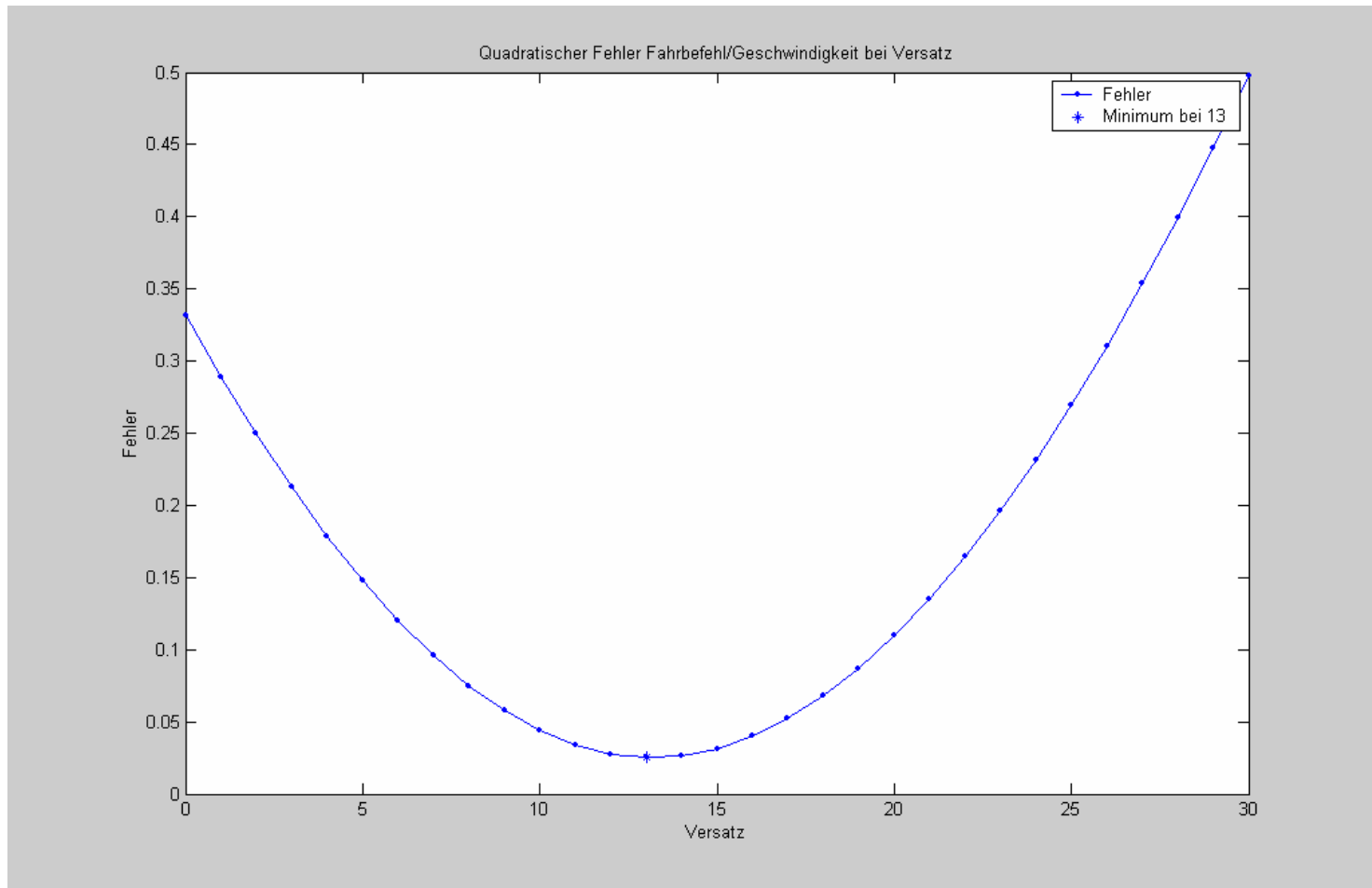
$$qf = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{t=1}^N (x(t) - y(t))^2}$$

– oder

$$f = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x(t) - y(t)|$$

- Achtung: Einheiten stimmen nicht
 - Steuerwert: [-1,1]
 - Geschw.: 2*Spielfeldlänge/Framerate
- Wie normieren?
 - Maximum / Maximum
 - Durchschnitt (der Beträge)
 - Ignorieren
 - Schätzen
 - Standardabweichung

RMS (Skalierung Schätzwert)



Standardabweichung? - Statistik?

(Formeln aus <http://de.wikipedia.org/>)

- Schlagworte der Statistik (eine Variable):

- Standardabweichung
- Varianz
- Erwartungswert
- Mittelwert

$$\sigma_x := \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i$$

Standardabweichung? - Statistik?

(Formeln aus <http://de.wikipedia.org/>)

- Schlagworte der Statistik (mehrere Variablen)

- (Lineare) Abhängigkeit

- Korrelationskoeffizient


- Kovarianz

- Kovarianzmatrix

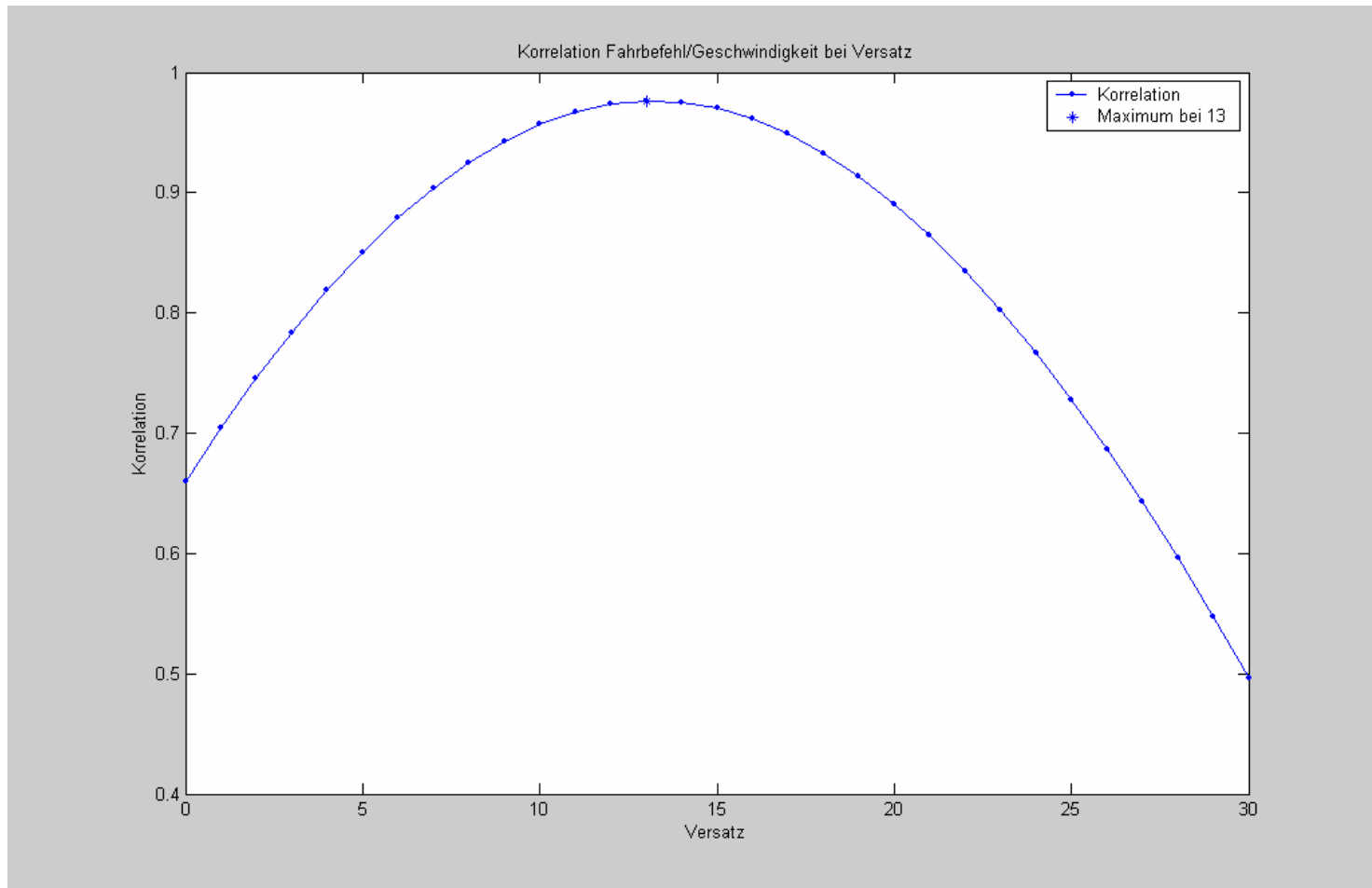
$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}},$$

$$\text{cov}_{xy} = \frac{1}{n - 1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

Varianzen


$$\begin{pmatrix} \text{Cov}[x_1, x_1] & \text{Cov}[x_1, x_2] & \text{Cov}[x_1, x_3] \\ \text{Cov}[x_2, x_1] & \text{Cov}[x_2, x_2] & \text{Cov}[x_2, x_3] \\ \text{Cov}[x_3, x_1] & \text{Cov}[x_3, x_2] & \text{Cov}[x_3, x_3] \end{pmatrix}$$

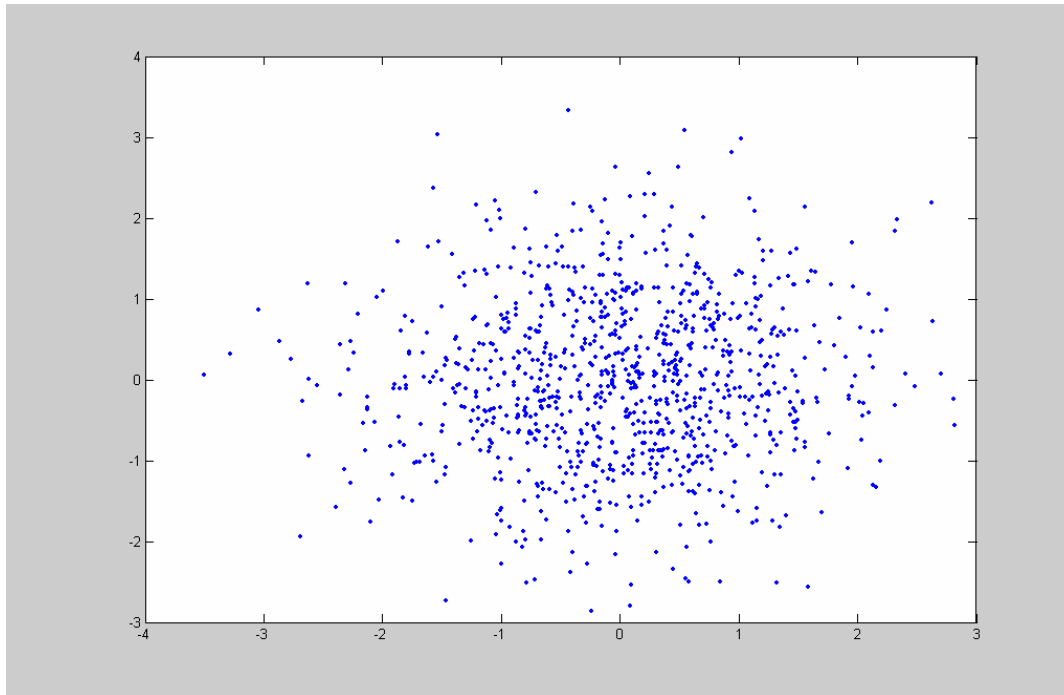
Korrelation der Daten



Zufallsexperimente (mit Matlab)

Unkorrelierte Daten

- `>> a=randn(1000,1);`
- `>> b=randn(1000,1);`
- `>> plot(a,b, '.')`



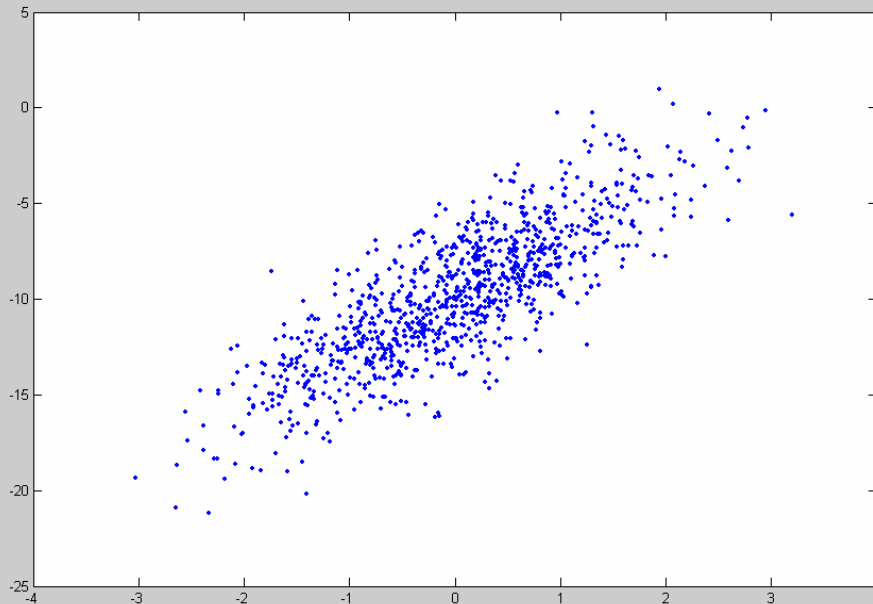
Kovarianzmatrix
1.0166 0.0102
0.0102 1.0127

Korellationskoeffizientenmatrix
1.0000 0.0100
0.0100 1.0000

Zufallsexperimente (mit Matlab)

Korrelierte Daten (lineare Abhängigkeit)

- `>> a=randn(1000,1);`
- `>> b=2*randn(1000,1)+3*a-10;`
- `>> plot(a,b,'.')`



Kovarianzmatrix

1.0166	3.0936
3.0936	13.4122

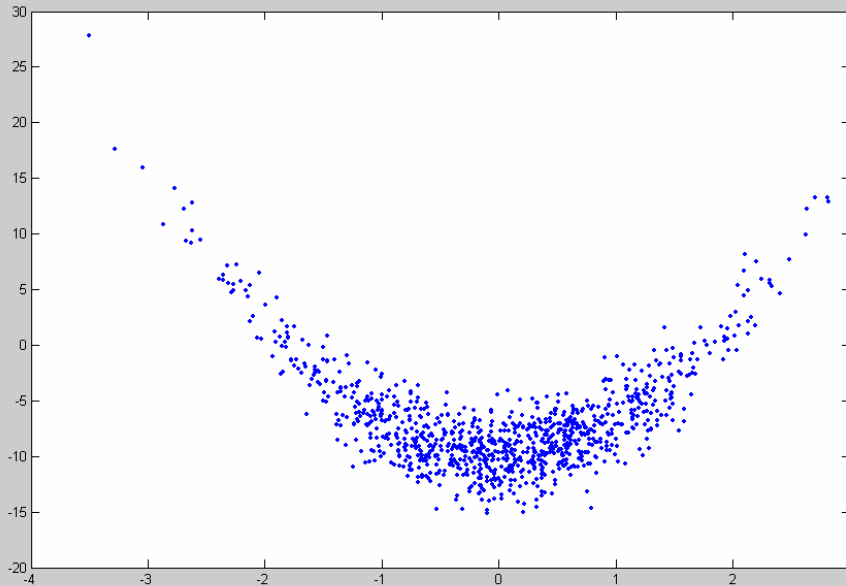
Korellationskoeffizientenmatrix

1.0000	0.8378
0.8378	1.0000

Zufallsexperimente (mit Matlab)

Korrelierte Daten (aber schwache lineare Abhängigkeit)

- `>> a=randn(1000,1);`
- `>> b=2*randn(1000,1)+3*a.*a-10;`
- `>> plot(a,b,'.')`



Kovarianzmatrix

1.0166	-0.3742
-0.3742	22.7766

Korrelationskoeffizientenmatrix

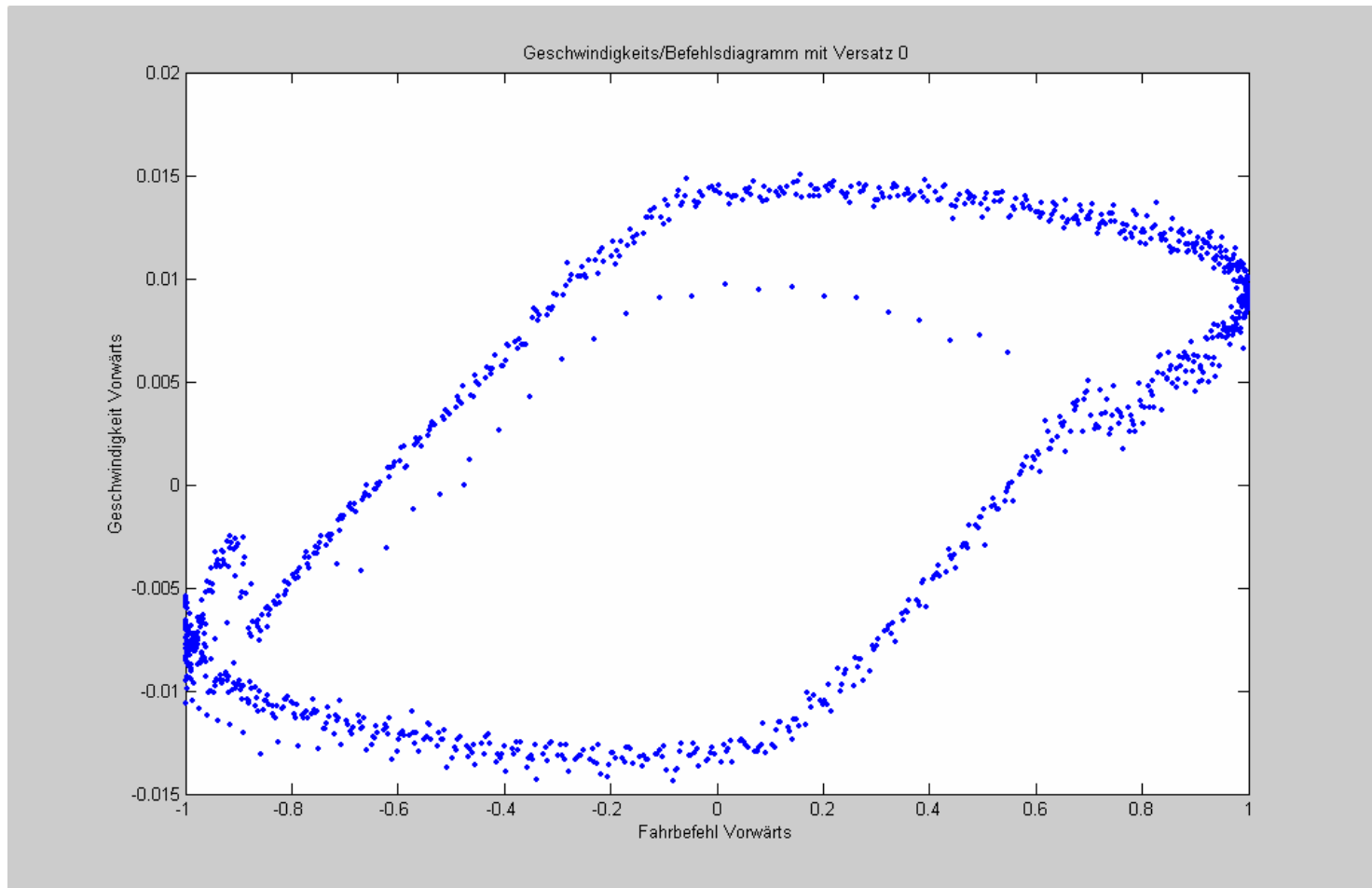
1.0000	-0.0778
-0.0778	1.0000

schwache lineare Abhängigkeit

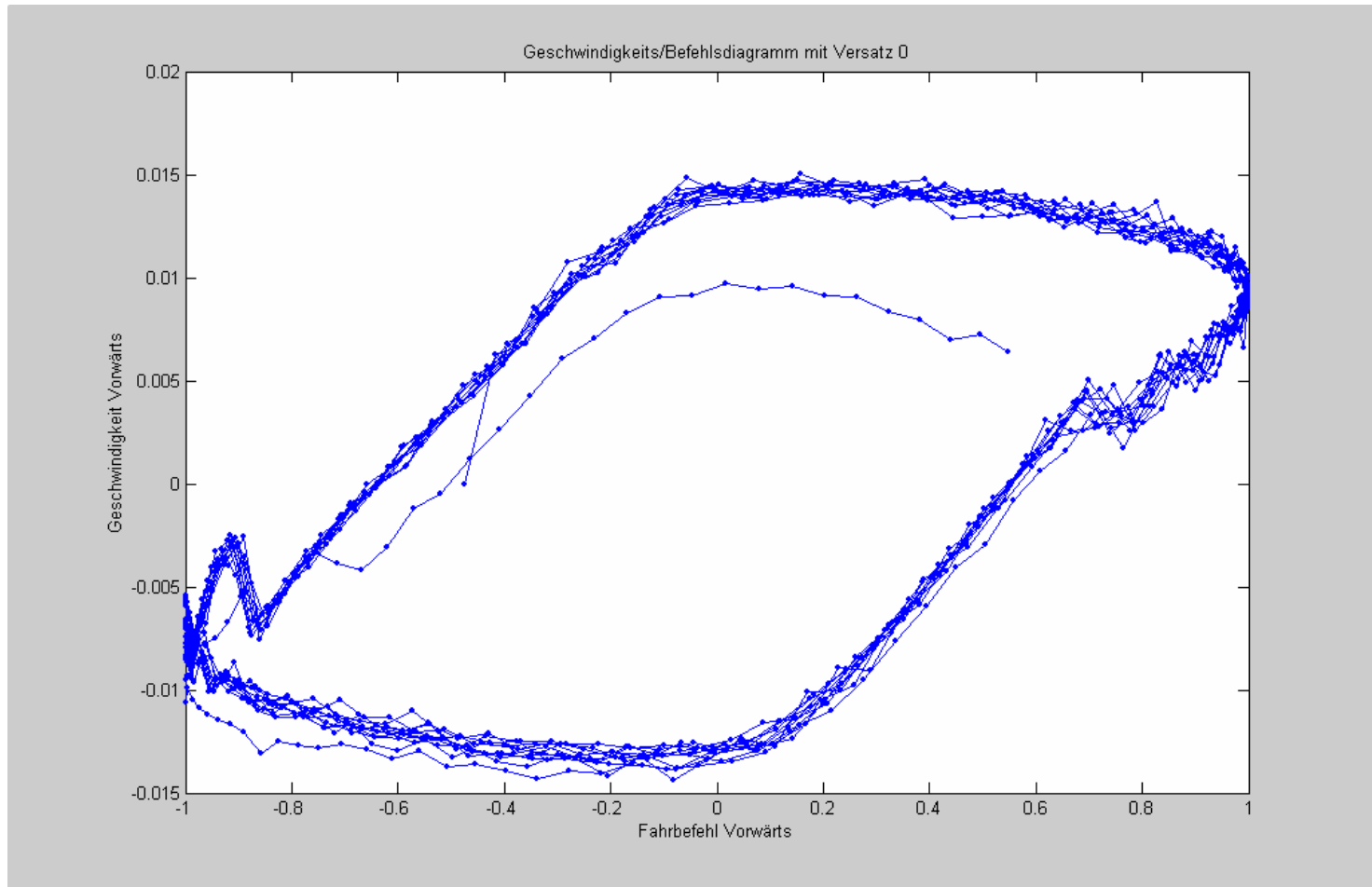


Korrelationskoeffizienten sind klein

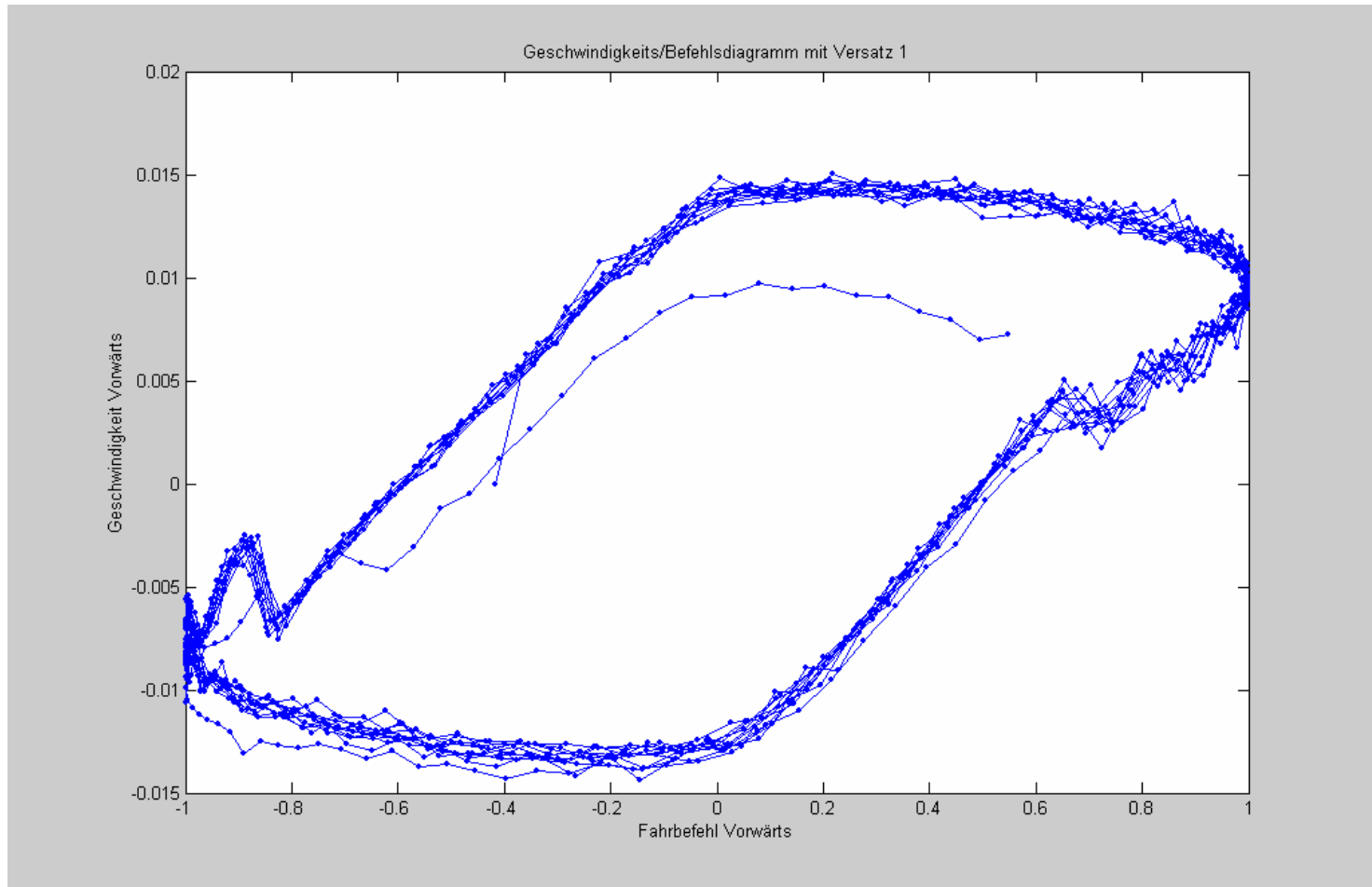
Streudiagramm der Daten



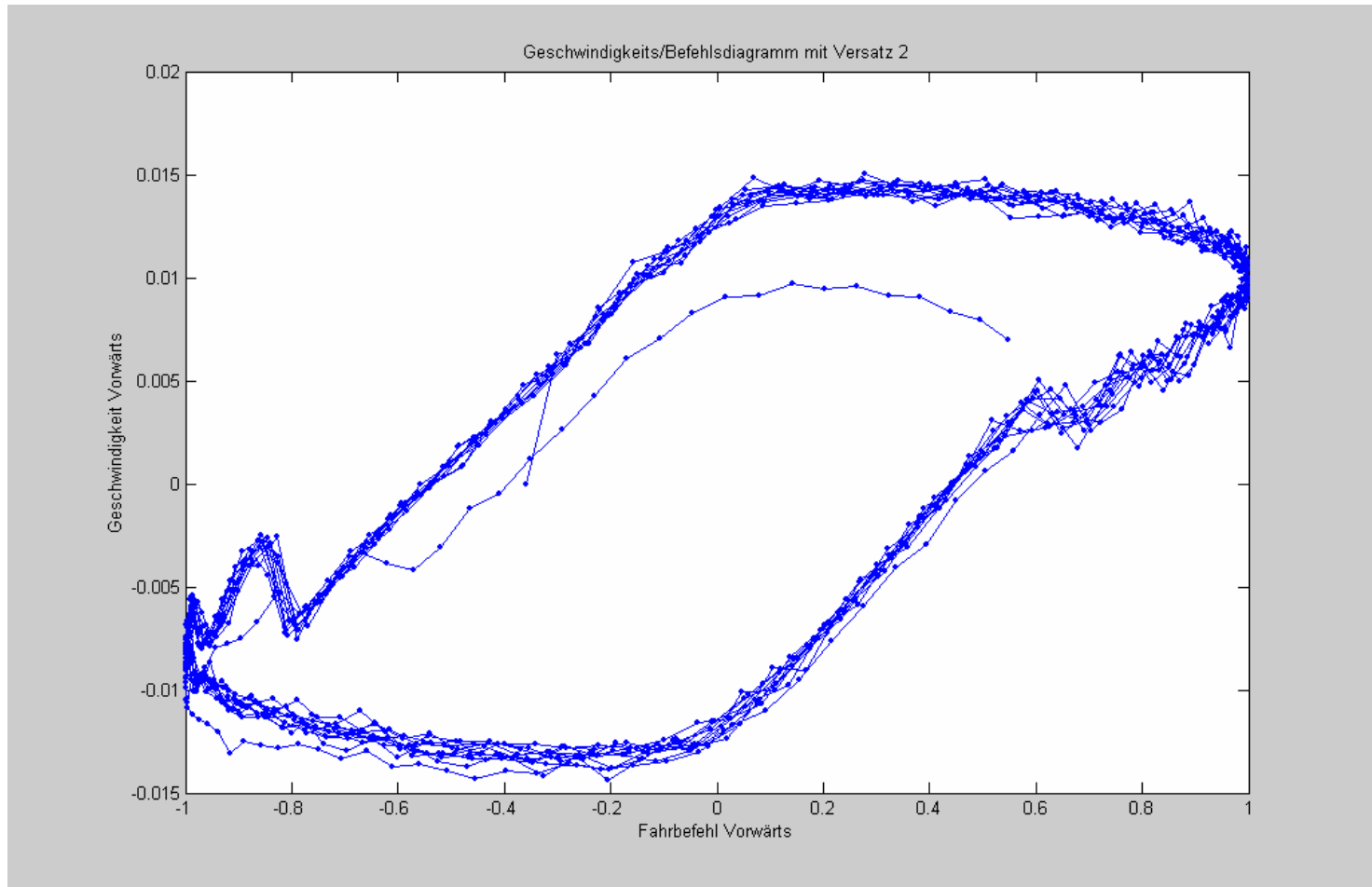
Streudiagramm der Daten



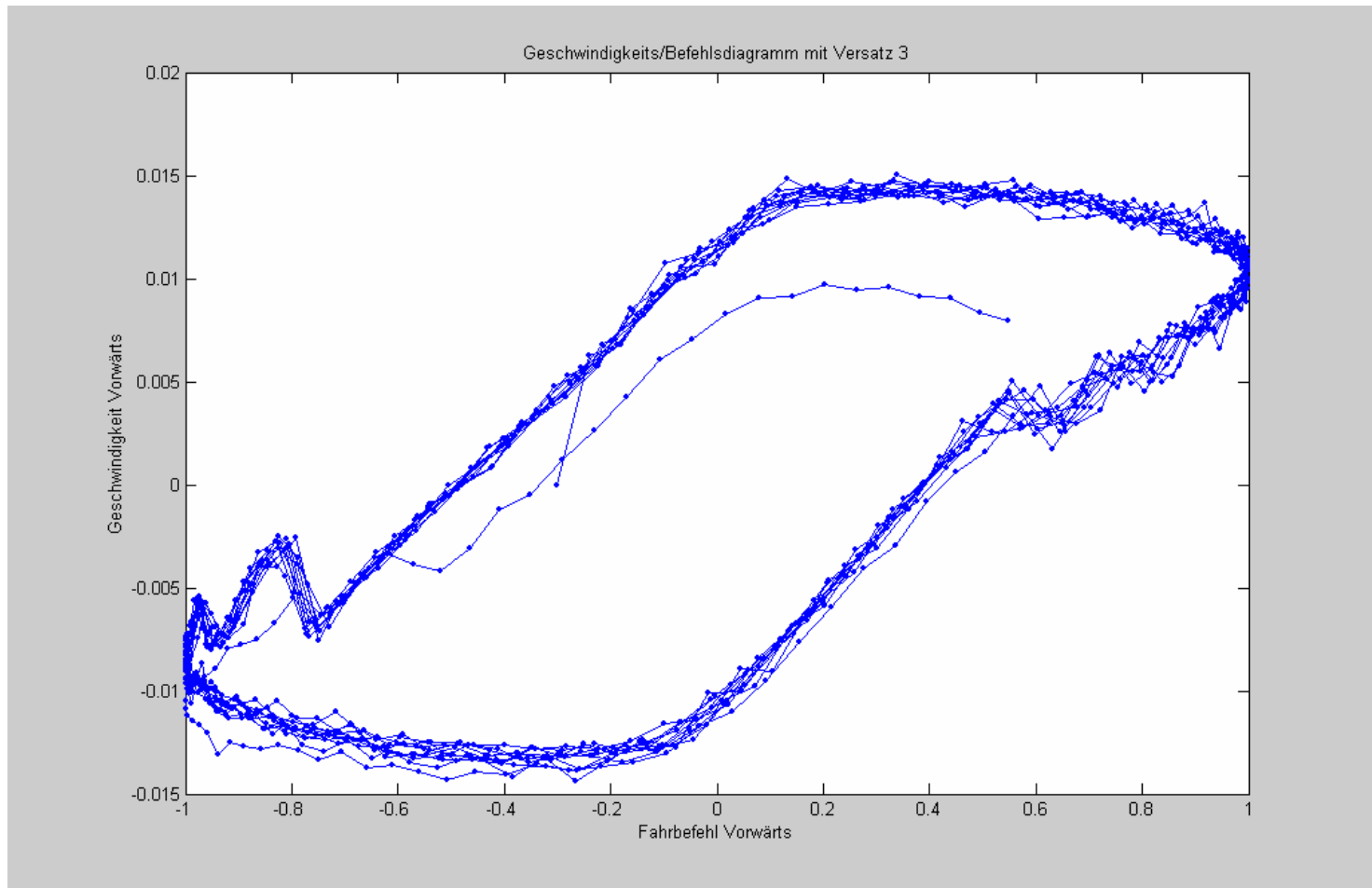
Streudiagramm der Daten



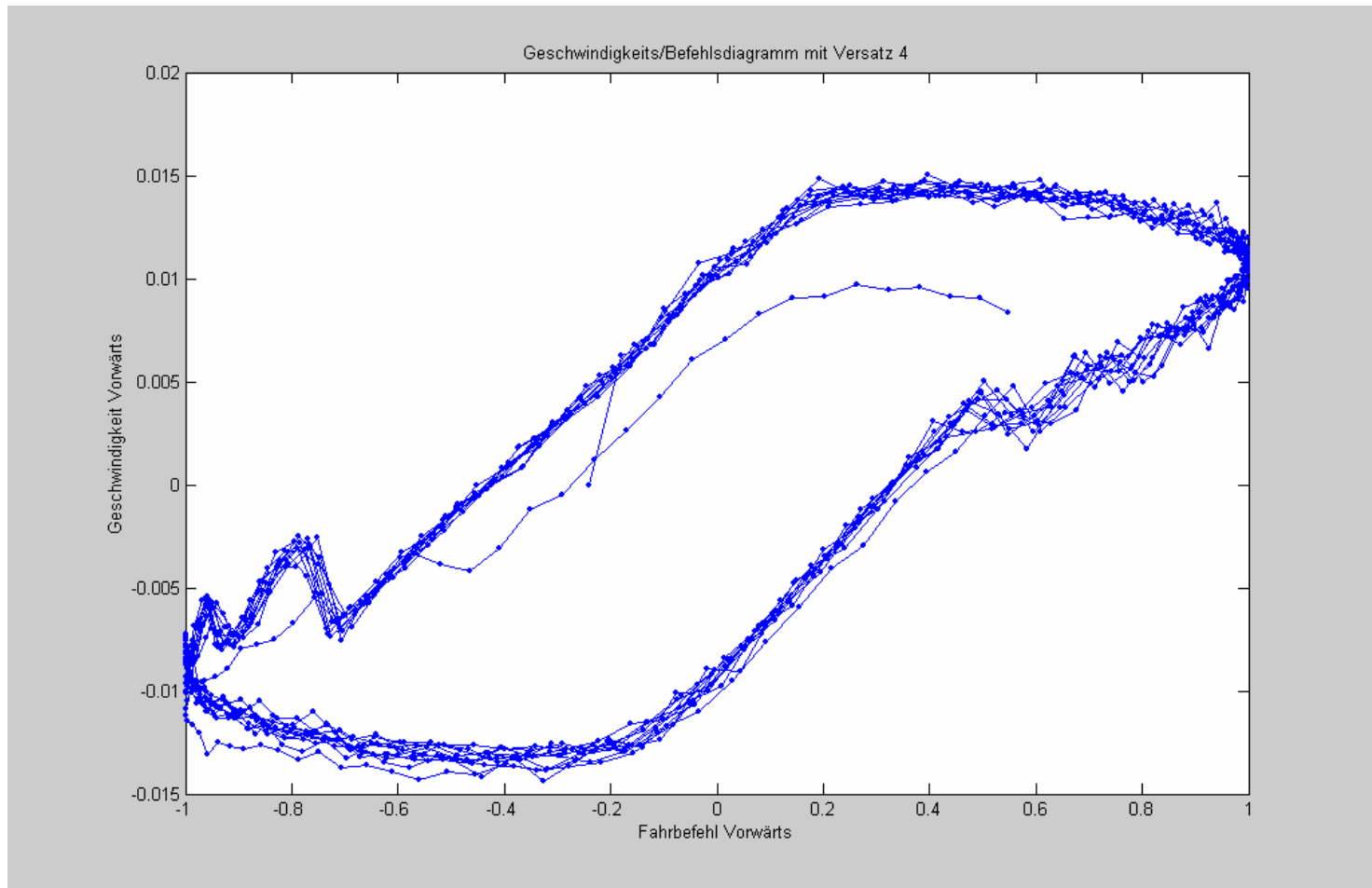
Streudiagramm der Daten



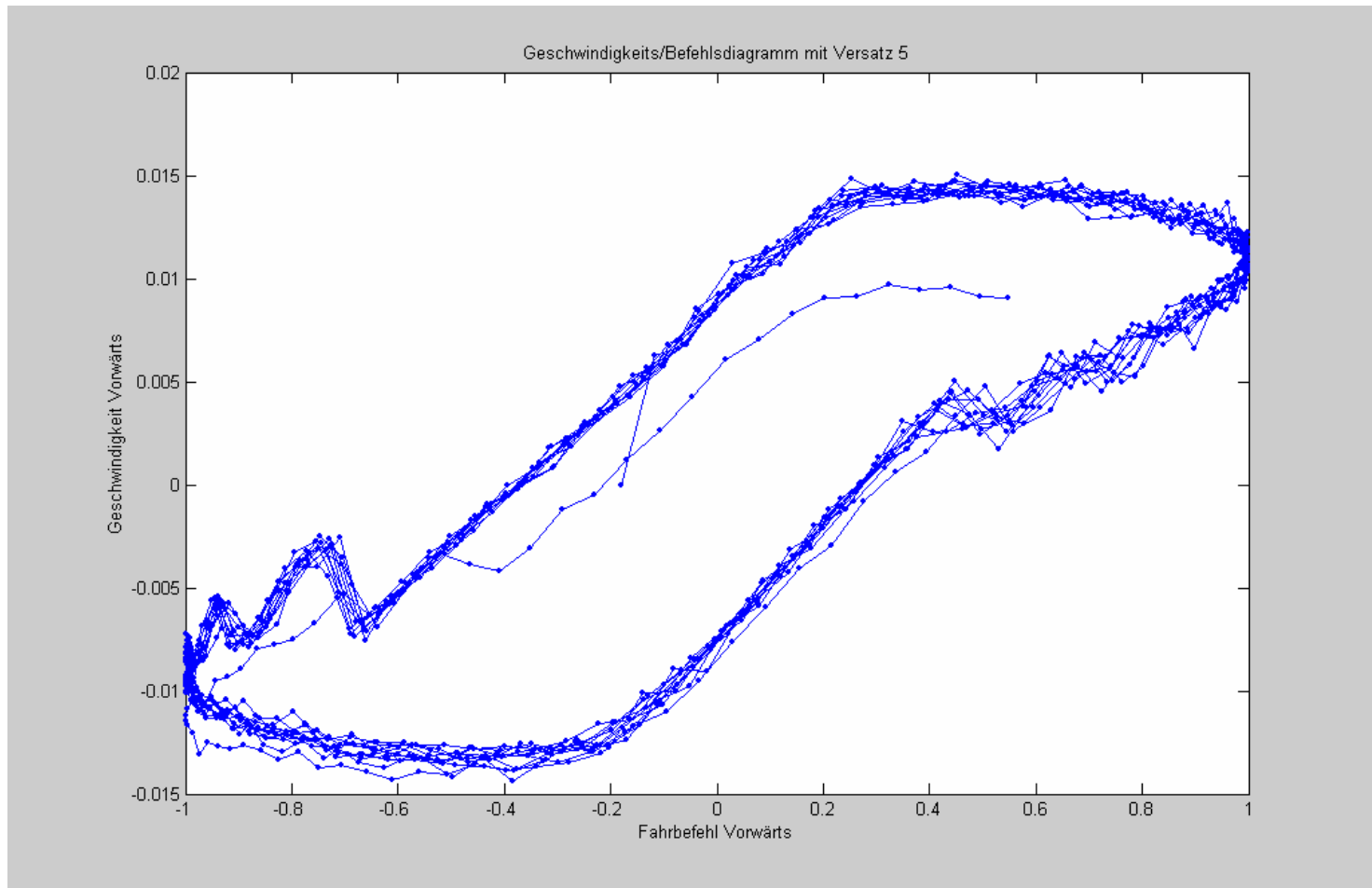
Streudiagramm der Daten



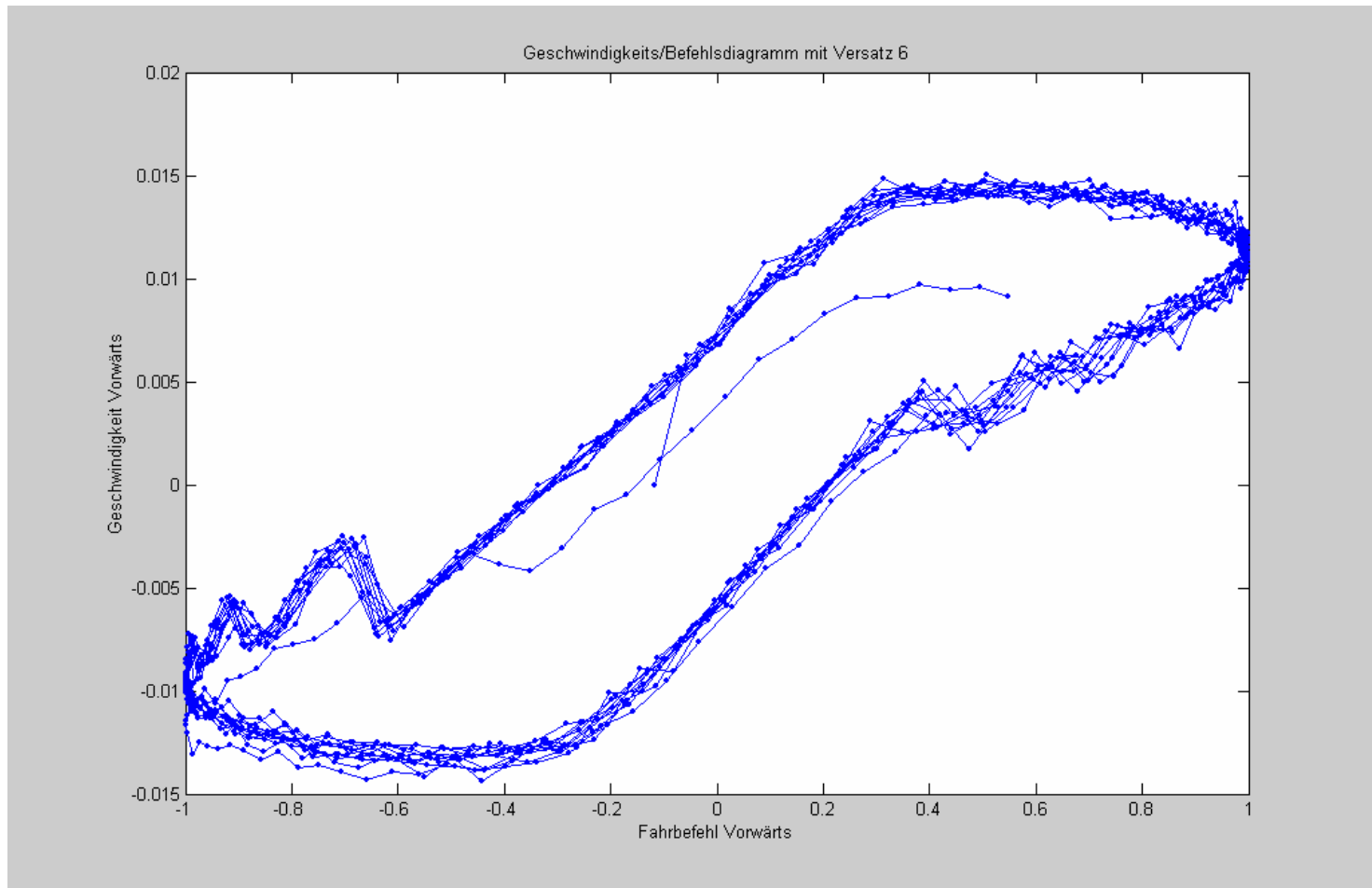
Streudiagramm der Daten



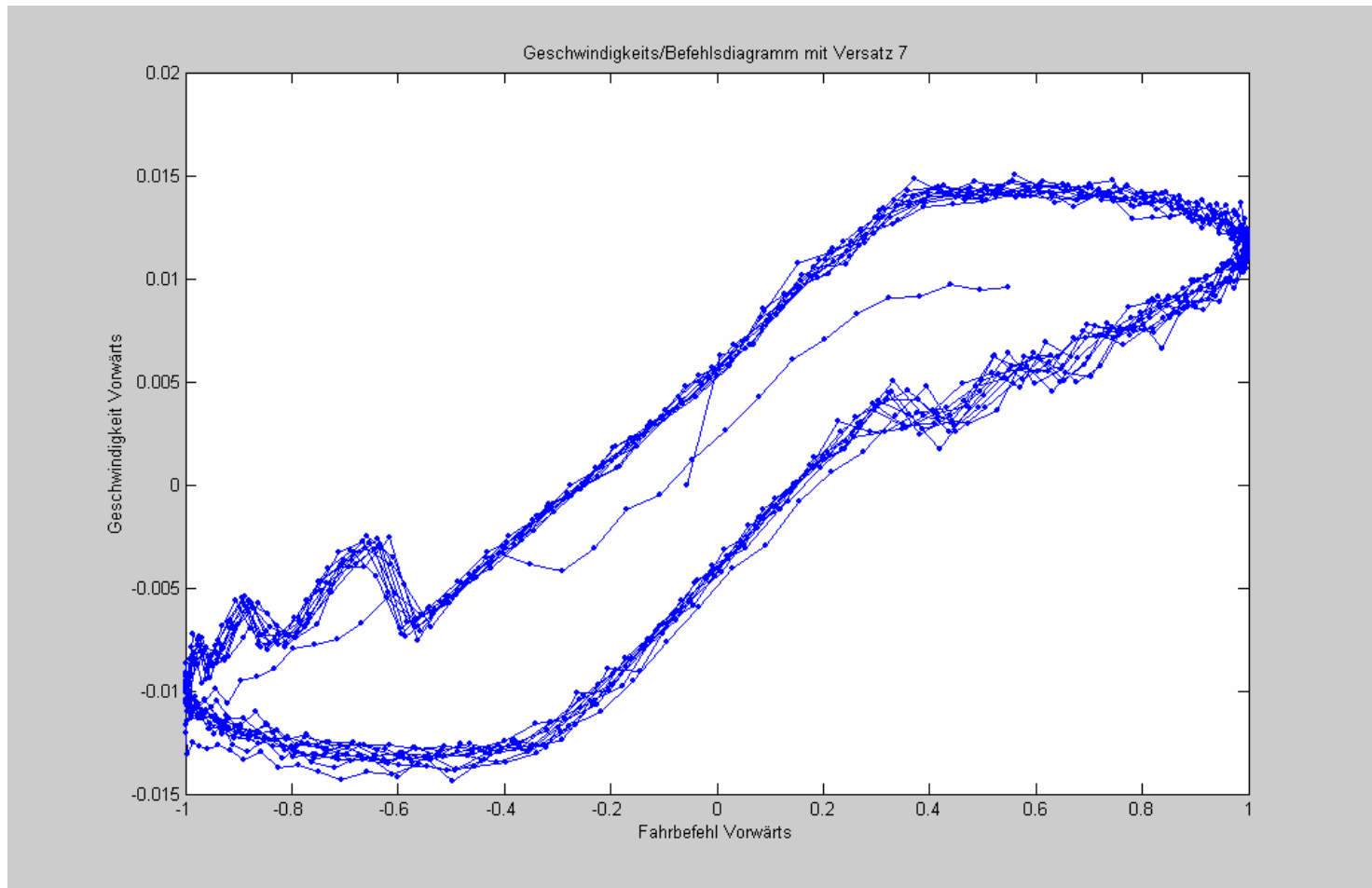
Streudiagramm der Daten



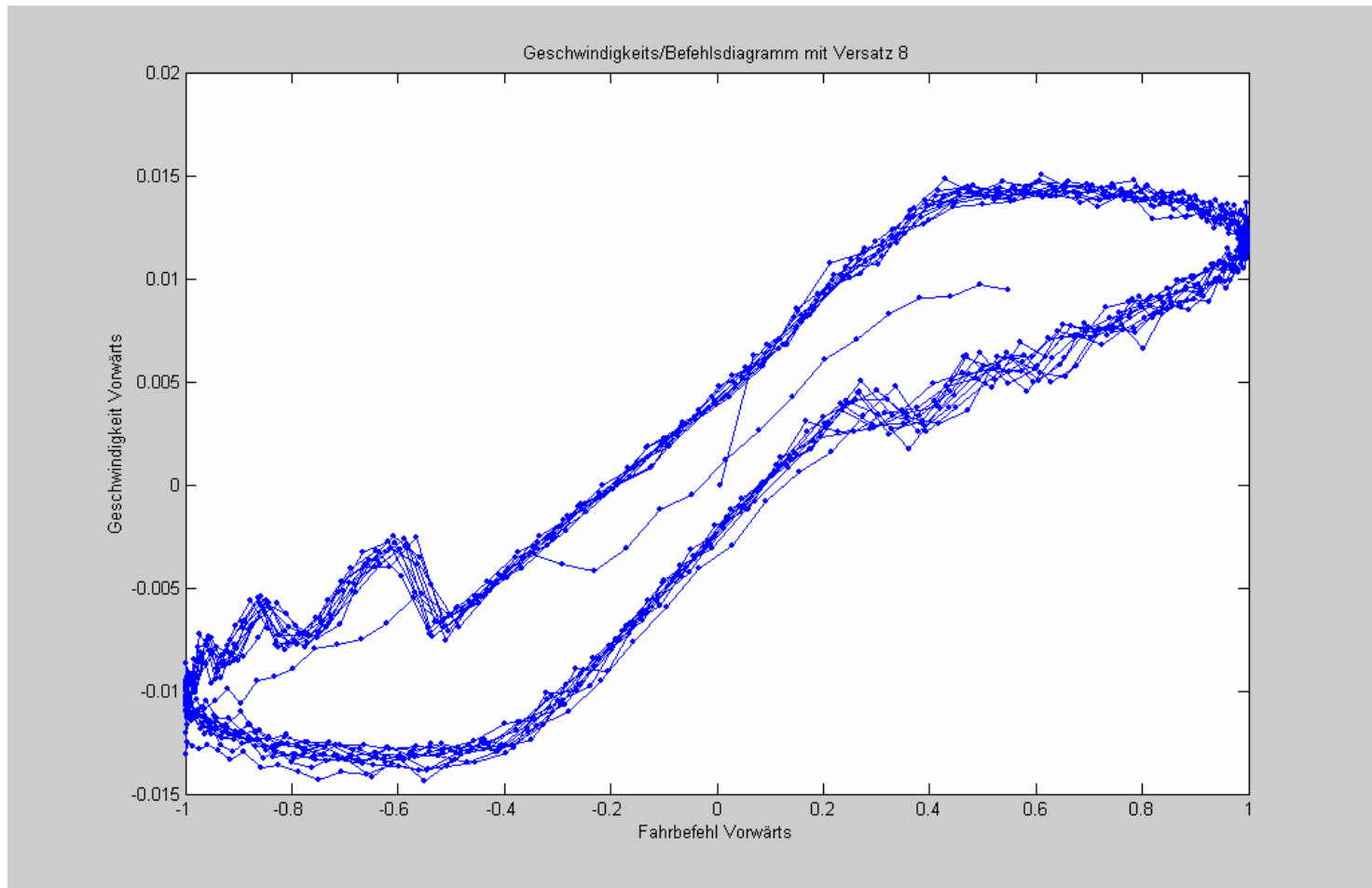
Streudiagramm der Daten



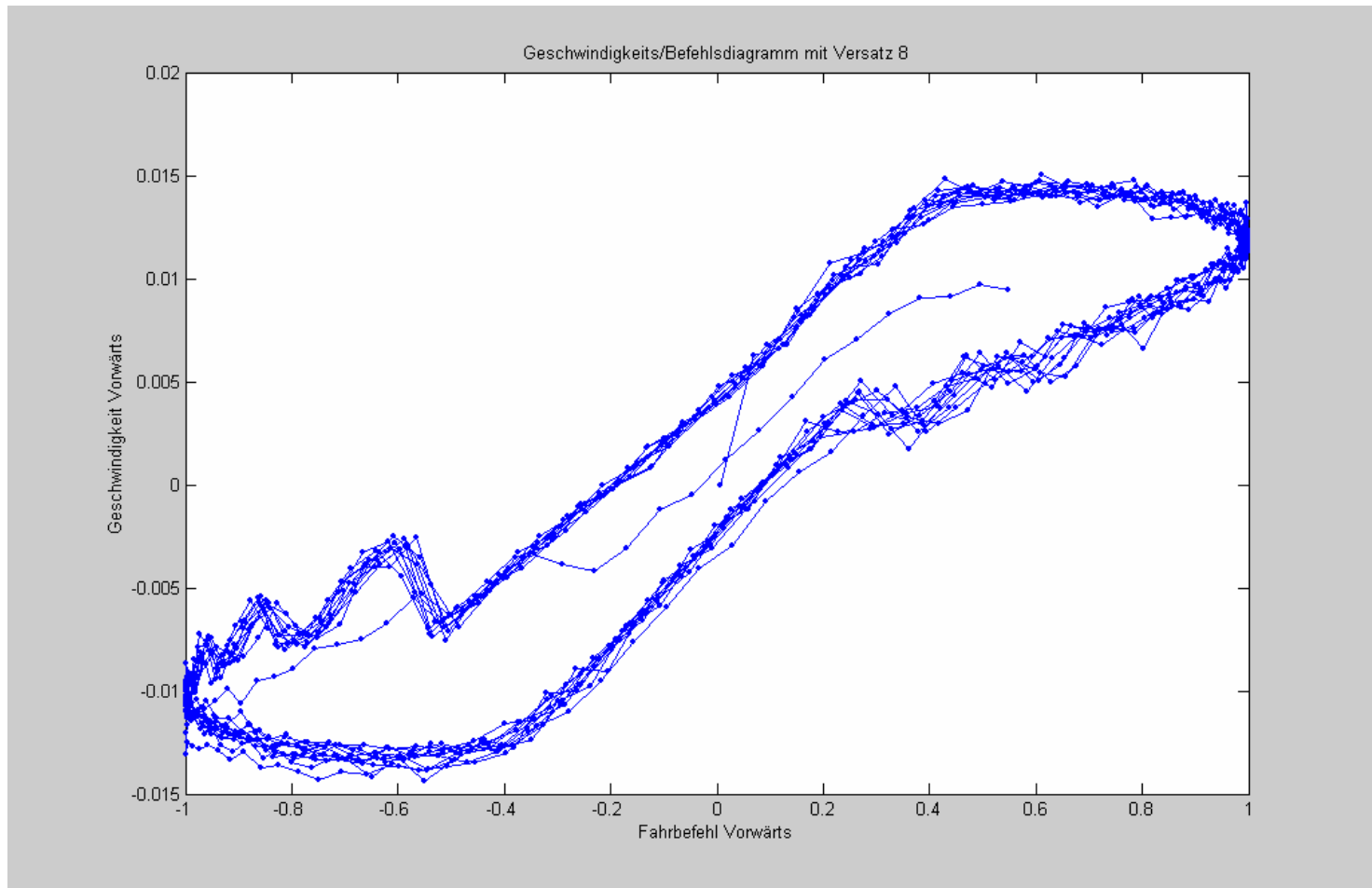
Streudiagramm der Daten



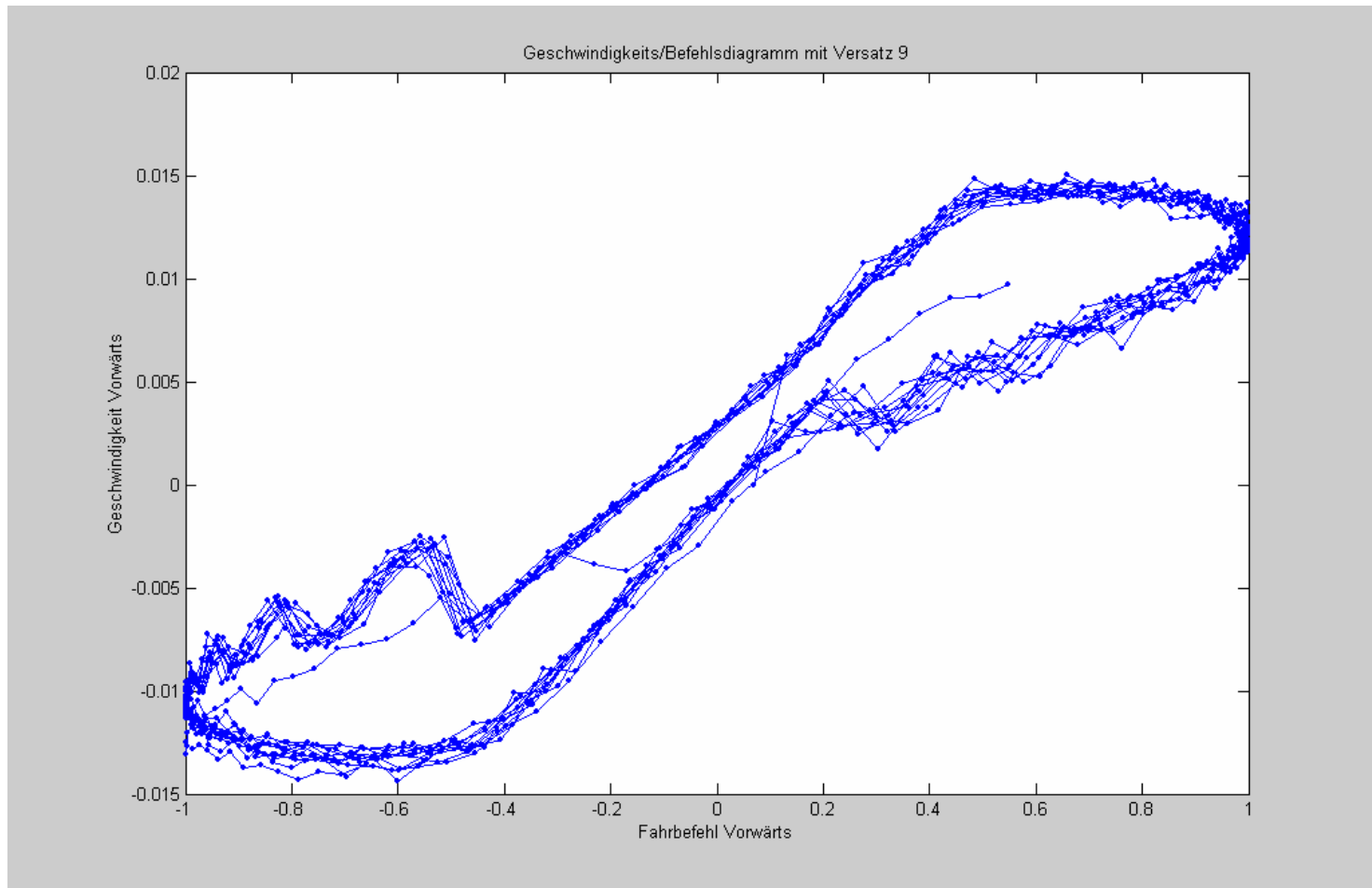
Streudiagramm der Daten



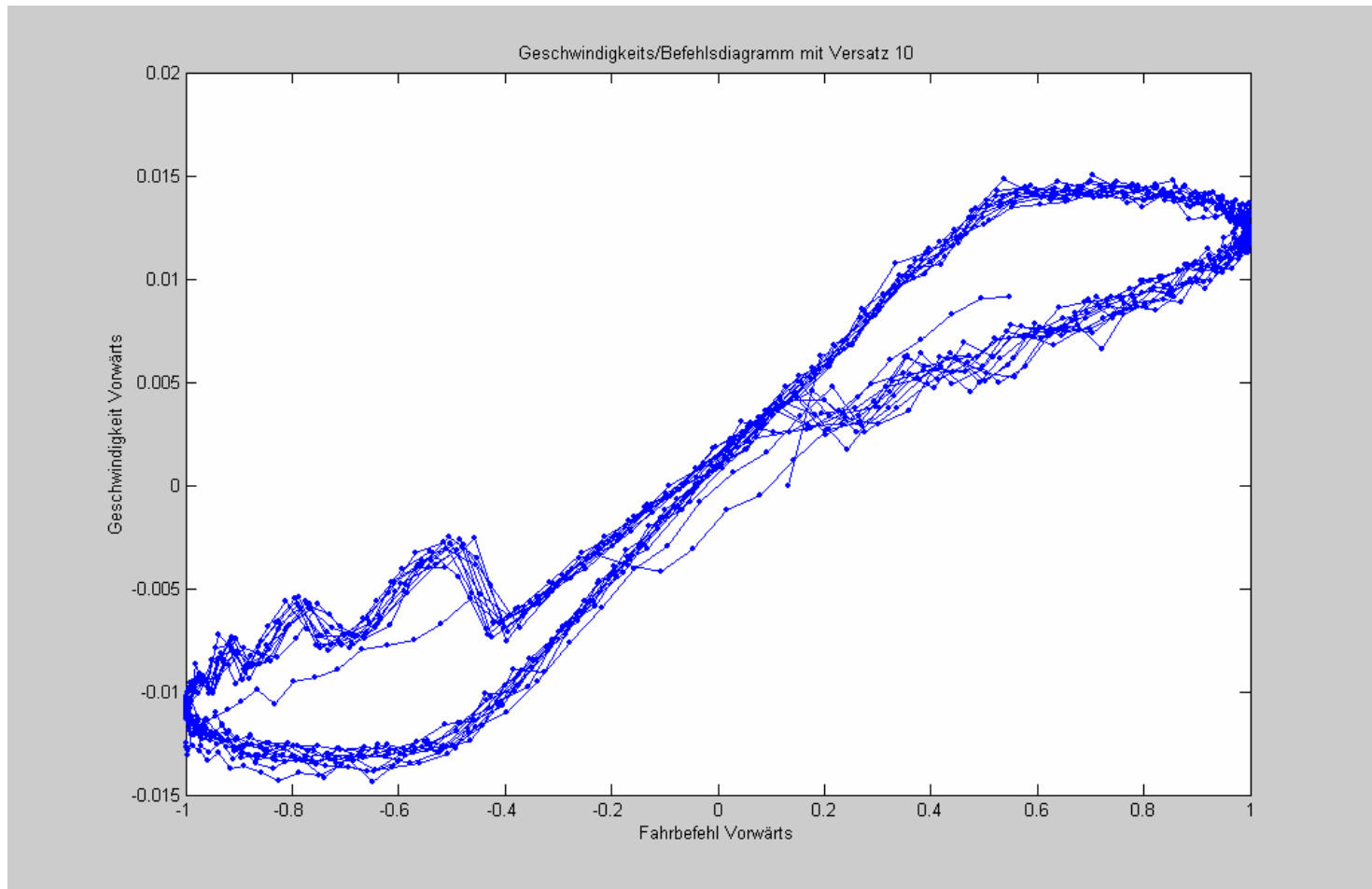
Streudiagramm der Daten



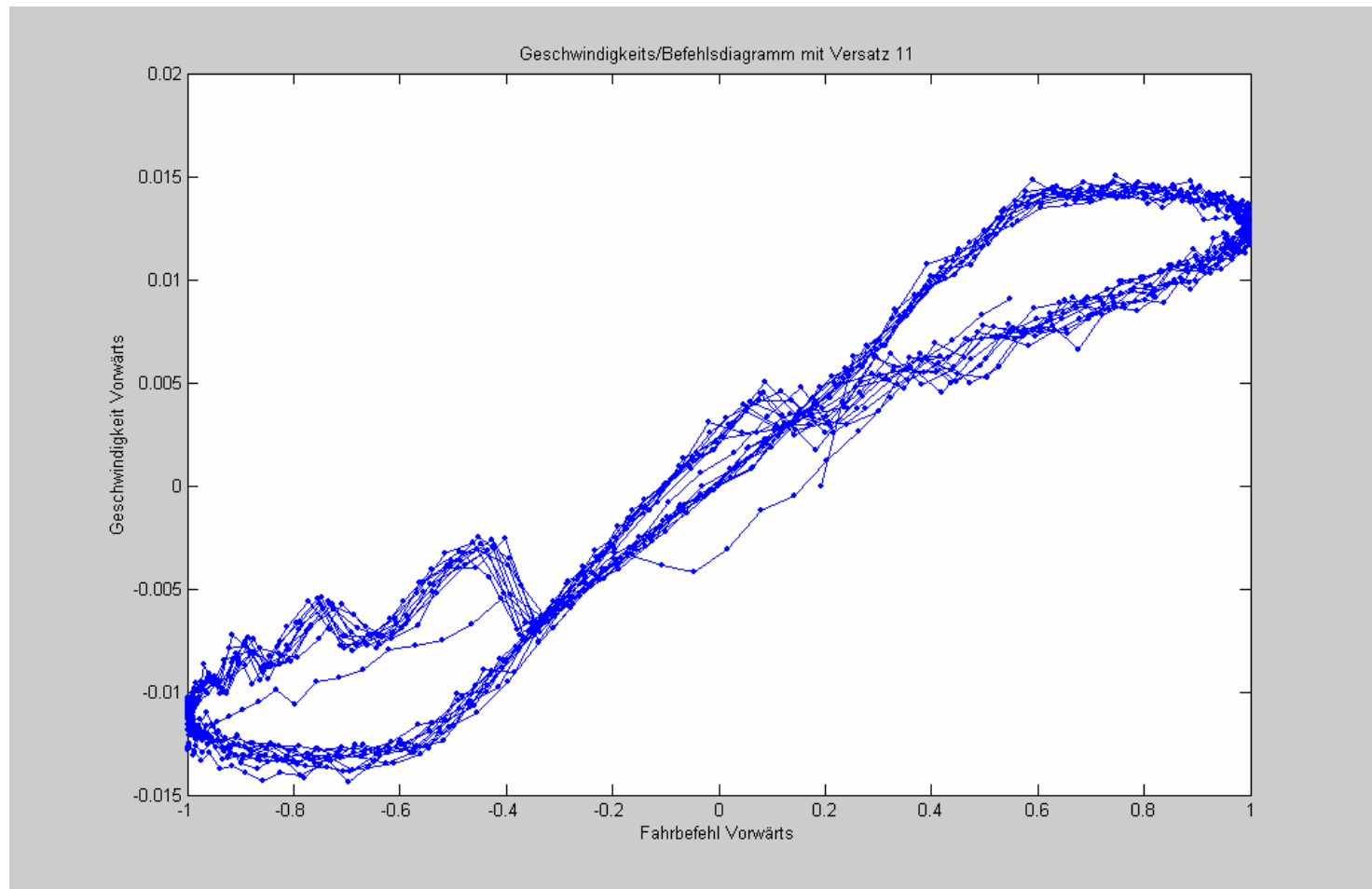
Streudiagramm der Daten



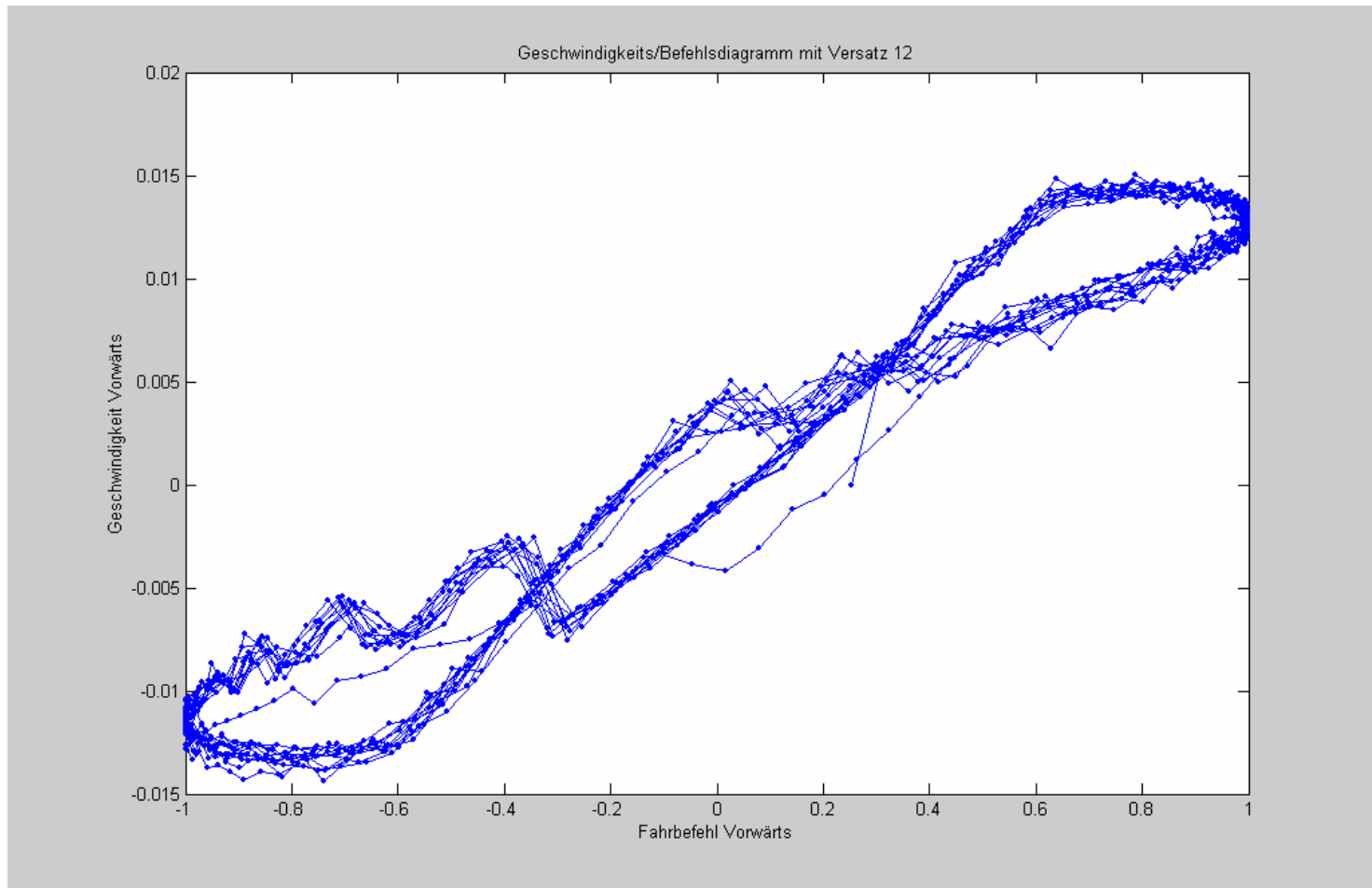
Streudiagramm der Daten



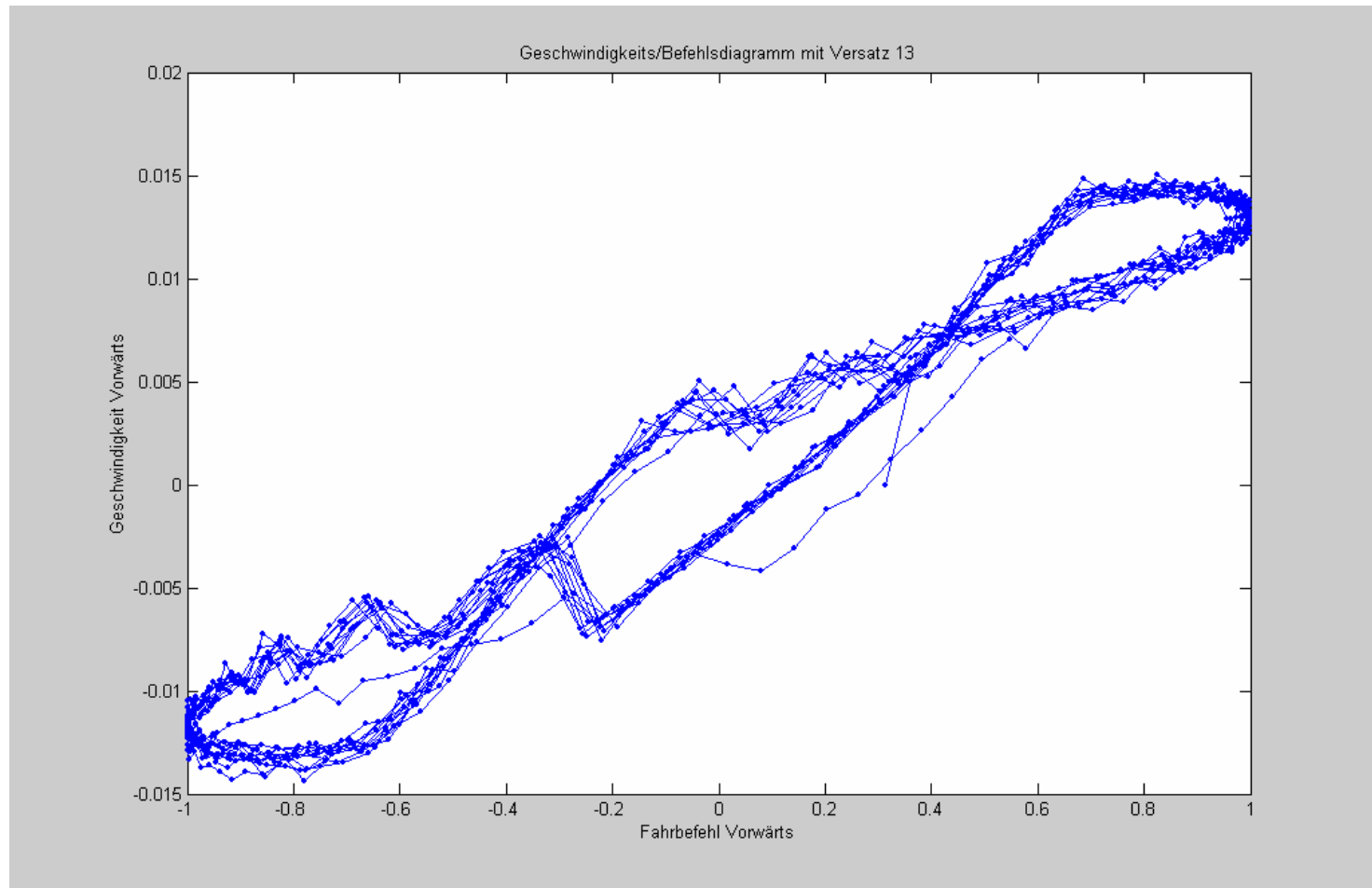
Streudiagramm der Daten



Streudiagramm der Daten



Streudiagramm der Daten



Korrelationen aller Daten

