

---

# Praktikum Ingenieurinformatik

## Termin 5 Felder, Kurvendarstellung mit Excel

---

# Praktikum Ingenieurinformatik

## Termin 5

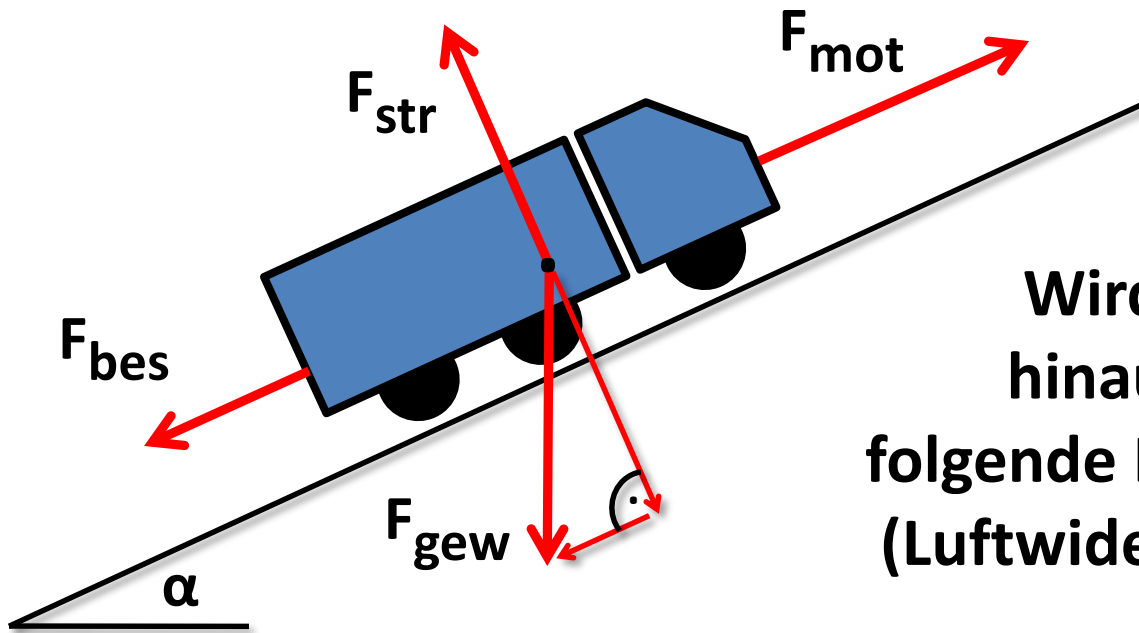
- 1. Felder**
- 2. Kurvendarstellung mit Excel**
- 3. Zusatzaufgaben**

# 1.1. Mining-Truck TR 100 (Terex)



- ❑ Maximum Payload - 91 tonne (100 US ton)
- ❑ Maximum Gross Vehicle Weight - 159 340 kg (351 280 lb)
- ❑ Heaped Capacity - 57m<sup>3</sup> (74.5 yd<sup>3</sup>)
- ❑ Gross Power - 783 kW (1 050 hp)

## 1.2. Beschleunigung Mining-Truck (SLKW)



Wird ein SLKW eine Rampe hinauf beschleunigt, wirken folgende Kräfte auf das Fahrzeug (Luftwiderstand vernachlässigt):

- Die **Kraft  $F_{mot}$**  ergibt sich aus der Motorleistung (abzüglich der gesamten Verluste in Getriebe, Lagern usw.)
- Die **Kraft  $F_{bes} = m \cdot a$**  folgt aus der Beschleunigung der trägen Fahrzeugmasse  $m$  (zweites Newtonsches Gesetz)
- Die **Gewichtskraft  $F_{gew} = m \cdot g$**  mit  $g = 9,81 \text{ N/kg}$
- Die durch die Straße aufgebrachte **Normalkraft  $F_{str}$**

## 1.3. Kräftegleichgewicht

Die **Beschleunigung des SLKW** kann durch das folgende Kräftegleichgewicht beschrieben werden:

$$F_{\text{bes}} + F_{\text{gew}} \cdot \sin\alpha = F_{\text{mot}}$$

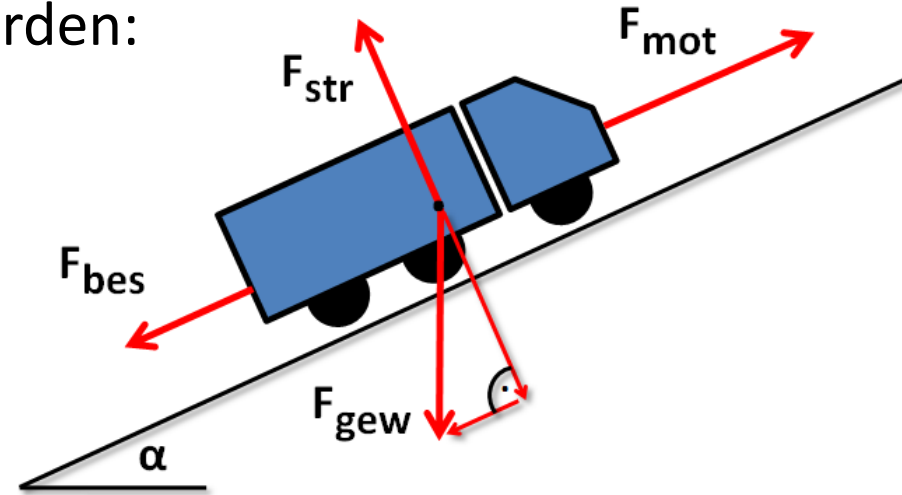
$$m \cdot a + m \cdot g \cdot \sin\alpha = P_{\text{mot}}/v$$

$$a = P_{\text{mot}}/(m \cdot v) - g \cdot \sin\alpha$$

In der Praxis wird der „Rollwiderstand“ der Fahrbahn ebenfalls in % angegeben und zur Steigung der Rampe addiert. Ein fester Lehmboden hat zum Beispiel einen Rollwiderstand von ca. 3%.

Falls die Fahrzeuggeschwindigkeit zum Zeitpunkt  $t_0$  bekannt ist, kann damit die Geschwindigkeit  $v(t_0 + \Delta t)$  berechnet werden:

$$v(t_0 + \Delta t) = v(t_0) + \Delta v \approx v(t_0) + a \cdot \Delta t \quad (\text{je kleiner } \Delta t \text{ desto genauer!})$$



### Erstellen Sie eine Funktion „Simul“ zur Berechnung des Beschleunigungsvorgangs:

```
#define VERLUST_PROZ 25.0      /* Verluste Antriebsstrang */
#define MAX_BESCHL   5.0      /* max. Beschleunigung     */
#define DELTA_T      0.1      /* Zeitschritt in Sekunden  */
#define SCHRITTE     1000     /* Anz. Simulationsschritte */

double geschwind[SCHRITTE]; /* Simulationsergebnisse   */
int Simul(double p_motor, double m_slkw, double steigung);
```

In einer Schleife wird die SLKW-Geschwindigkeit in Zeitschritten von DELTA\_T näherungsweise berechnet. Die in der Schleife berechneten Geschwindigkeiten werden im globalen Vektor „geschwind“ abgespeichert.

Sollten während des Programmablaufs negative Geschwindigkeiten auftreten, bricht die Funktion die Berechnung ab und gibt den Rückgabewert 0 zurück, bei einer erfolgreichen Berechnung beträgt der Rückgabewert 1.

### Lösungshinweise:

- Erstellen Sie zunächst ein Struktogramm der Funktion „Simul“.
- Eine Steigung von 5% entspricht **nicht** einem Winkel  $\alpha=5^\circ$ , sondern es gilt:  $5/100 = \tan \alpha \approx \sin \alpha$  (bei kleinen Winkeln).
- „Simul“ kann daher ohne Sinusfunktion implementiert werden.
- Von der im Datenblatt angegebenen Motorleistung müssen vor der Berechnung die Verluste im Antriebsstrang (Getriebe, Lager usw.) abgezogen werden. Bei großen SLKW betragen diese Verluste ca. 25%.
- Es ist zu beachten, dass die Beschleunigung des SLKW nicht beliebig groß werden kann, z. B.  $a_{\max} = 5 \text{ m/s}^2$  (je nach Reifen und Untergrund).
- Achten Sie außerdem darauf, dass Sie beim ersten Schleifendurchlauf – wenn die Geschwindigkeit noch null ist – bei der Berechnung der Beschleunigung nicht durch null teilen!

```

#include <stdio.h>

#define VERLUST_PROZ 25.0      /* Verluste Antriebsstrang */
#define MAX_BESCHL 5.0       /* max. Beschleunigung */
#define DELTA_T 0.1          /* Zeitschritt in Sekunden */
#define SCHRITTE 1000        /* Anz. Simulationsschritte */

double geschwind[SCHRITTE]; /* Simulationsergebnisse */
int Simul(double p_motor, double m_slkw, double steigung);

int main(void)
{
    int i, ok;
    ok = Simul( /* TR100 mit Beladung: */
               783000.0, /* - P_mot = 783 kW */
               159340.0, /* - m_slkw = 159 t */
               5.0);    /* - Steigung = 5% */

    if(ok == 1)
    {
        for(i = 0; i < SCHRITTE; ++i)
            printf("%.2f ; %.4f\n", (i+1)*DELTA_T, geschwind[i]);
    }
    else
        printf("Negative Geschwindigkeit!\n");

    return 0;
}

```

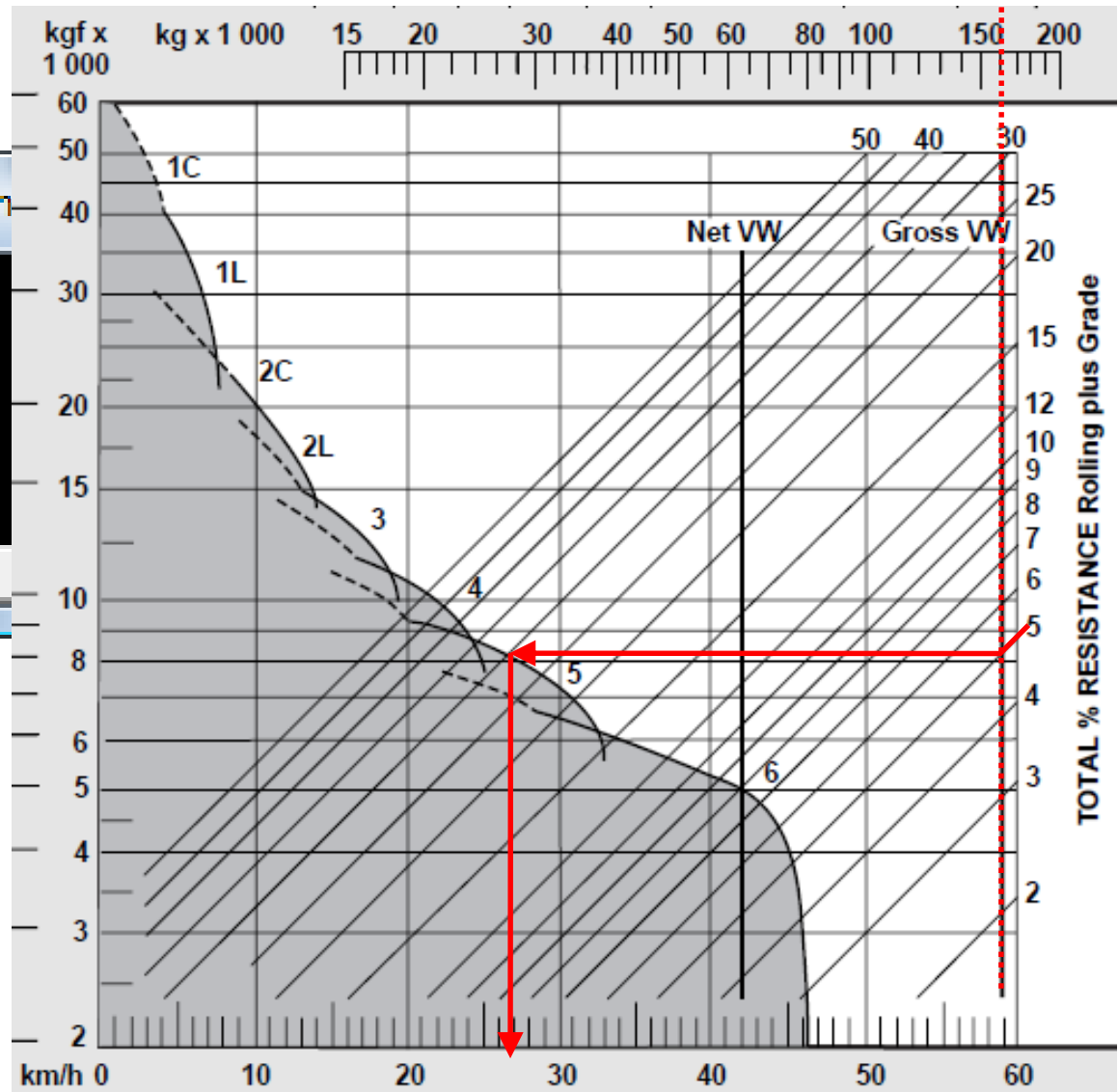
**Hauptprogramm  
mit Aufruf der  
Funktion „Simul“**



# 1.7. Vergleich mit Angaben im Datenblatt

```
C:\Windows\system32\cmd  
99.40 ; 7.5097  
99.50 ; 7.5097  
99.60 ; 7.5098  
99.70 ; 7.5098  
99.80 ; 7.5098  
99.90 ; 7.5098  
100.00 ; 7.5099
```

7,5 m/s =  
27 km/h



# Praktikum Ingenieurinformatik

## Termin 5

1. Felder

2. Kurvendarstellung mit Excel

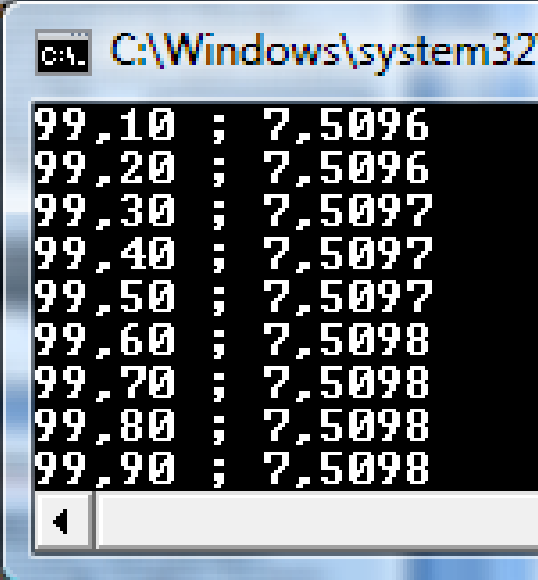
3. Zusatzaufgaben

### Zur Darstellung des Geschwindigkeitsverlaufs mit Microsoft Excel müssen die folgenden drei Teilaufgaben gelöst werden:

- Ausgabe von „echten“ Dezimalkommas (und nicht von Dezimalpunkten),
- Ergebnisse in CSV-Datei schreiben (und nicht auf den Bildschirm),
- CSV-Datei mit Excel öffnen und als xy-Diagramm darstellen.

### Teilaufgabe (a), Ausgabe von „echten“ Dezimalkommas:

- Binden Sie die Include-Datei „locale.h“ ein:  
`#include <locale.h>`
- Fügen Sie in der Funktion „main“ noch vor dem Aufruf von „Simul“ die folgende Anweisung ein:  
`setlocale(LC_ALL, "");`



```
C:\Windows\system32
99.10 ; 7.5096
99.20 ; 7.5096
99.30 ; 7.5097
99.40 ; 7.5097
99.50 ; 7.5097
99.60 ; 7.5098
99.70 ; 7.5098
99.80 ; 7.5098
99.90 ; 7.5098
```

### Teilaufgabe (b), Ergebnisse in CSV-Datei schreiben:

- Um die Ausgabe des Programms in eine Datei zu schreiben, wird die Funktion **printf** durch **fprintf** ersetzt.
- Wichtig: Vor dem ersten Aufruf von **fprintf** muss eine Ausgabedatei geöffnet werden (**fopen**). Nach dem Ende der Ausgabe muss die Ausgabedatei wieder geschlossen werden (**fclose**).
- Die Schleife zur Ausgabe der Ergebnisse sieht jetzt so aus:

```
if(ok == 1)
{
    FILE *f = fopen("c:/temp/slkw.csv", "w");
    for(i = 0; i < SCHRITTE; ++i)
        fprintf(f, "%.2f ; %.4f\n", (i+1)*DELTA_T, geschwind[i]);
    fclose(f);
}
```

**Vorwärts-Schrägstrich!**

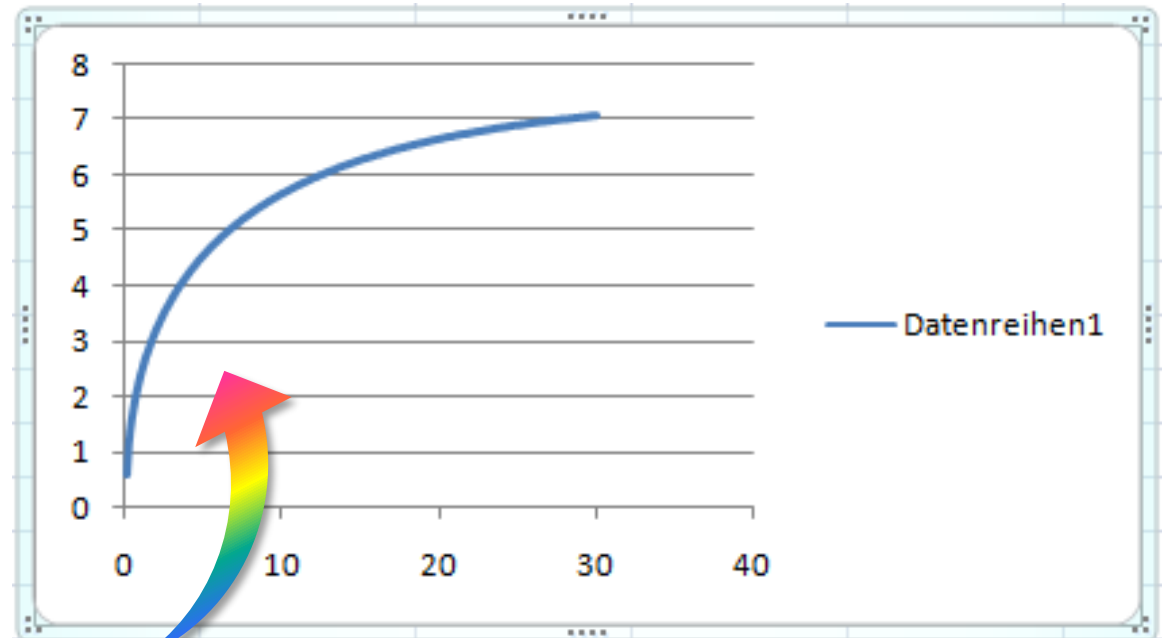
**Parameter „f“ nicht vergessen!**

## 2.3. Kurvendarstellung mit Excel

### Teilaufgabe (c), CSV-Datei öffnen und als xy-Diagramm darstellen:

- Suchen Sie im Windows Explorer die Datei „c:\temp\slkw.csv“ und öffnen Sie diese Datei durch Doppelklick mit der Maus.
- Die Tabelle mit den Simulationsergebnissen wird in Excel angezeigt.
- Markieren Sie nun die Tabelle mit den Ergebnisdaten (Strg + A) und wählen Sie den Menüpunkt Einfügen → Diagramm → Punkt (XY).

	A	B
293	29,3	7,09
294	29,4	7,09
295	29,5	7,09
296	29,6	7,1
297	29,7	7,1
298	29,8	7,1
299	29,9	7,11
300	30	7,11
301	v = 7,11 m/s nach t = 30,00 sec	



# Praktikum Ingenieurinformatik

## Termin 5

1. Felder
2. Kurvendarstellung mit Excel
3. Zusatzaufgaben

### Falls Sie noch etwas Zeit haben:

- Erweitern Sie die Funktion „main“, sodass die Daten des Fahrzeugs (bzw. der Beladung) und der Strecke (bzw. der Steigung) über die Tastatur eingegeben werden können.
- Die Eingabe der SLKW-Masse in kg bzw. die Ein- und Ausgabe der Geschwindigkeiten in m/s ist zwar korrekt aber unüblich. Ändern Sie das Programm, sodass die Ein- und Ausgaben in t bzw. km/h erfolgen.
- Welche Werte müssen Sie eingeben, damit die Funktion „Simul“ eine Fehlermeldung (Rückgabewert = 0) zurückgibt?
- Was würde mit einem „echten“ SLKW in dieser Situation passieren?
- Variieren Sie die Größe der Zeitschritte (DELTA\_T). Wie groß dürfen die Zeitschritte werden, ohne die Berechnung ungenau werden zu lassen?

### Zusatzaufgaben zur Klausurvorbereitung:

- Erstellen Sie ein Struktogramm der Funktion „main“.
- Erweitern Sie die Funktion „Simul“ um einen weiteren Funktionsparameter „a\_max“:

```
int Simul(double p_motor, double m_slkw,  
          double steigung, double *a_max);
```

Über den Parameter „a\_max“ wird die größte während der Simulation auftretende Beschleunigung mittels Zeiger an die Funktion „main“ zurückgegeben und dort auf dem Bildschirm ausgegeben.