

# Transformationen und Projektionen

- Modelle müssen im 3D-Raum platziert bzw. bewegt werden (Transformationen) und die 3D-Szene in die 2D Bildschirmenebene projiziert werden.
- Zur Berechnung werden 4x4 Matrizen benutzt
- Ehemals MODELVIEW und PROJECTION Matrix
- Sinnvoll: Matrizen auf einem Stack halten

# Bearbeiten des Matrix Stacks

- Ein Matrix Stack ist sinnvoll um hierarchische Modelle zu bearbeiten.
- Beispiel:
  - Ein Auto hat vier gleiche Räder, von denen jedes mit je 5 gleichen Schrauben an der Achse befestigt wird.
  - Es gibt also sinnvollerweise je eine Routine die eine Schraube bzw. ein Rad (ohne Schraube) in sog. lokalen Koordinaten zeichnet.
  - Wenn das Auto gezeichnet wird, soll also die Rad-Zeichen-Routine viermal mit einer jeweils anderen Transformation (Verschiebung) aufgerufen werden. Mit dem Zeichnen jedes Rades soll analog die Schrauben-Zeichen-Routine 5-mal aufgerufen werden.

# Vorgehensweise „umgangssprachlich“

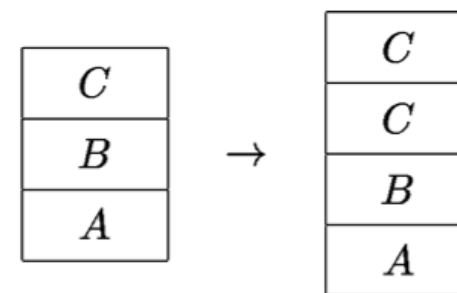
## ■ Nur Räder und Chassis zeichnen

- 1. Zeichne das Chassis
- 2. Merke die momentane Position (Mitte)
- 3. Verschiebe zum rechten vorderen Rad
- 4. Zeichne ein Rad
- 5. Vergesse die letzte Verschiebung und gehe zurück (zur Mitte)
- 6. Merke die momentane Position (Mitte)
- 7. Verschiebe zum linken vorderen Rad
- 8. Zeichne ein Rad
- 9. ...

# Vorgehensweise Matrix Stack

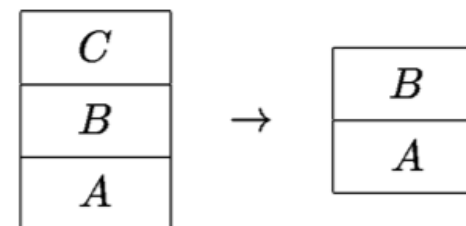
- „Merke“ entspricht dem Kopieren und erneutem Auflegen der obersten Matrix vom Stack

- `PushMatrix(void)`

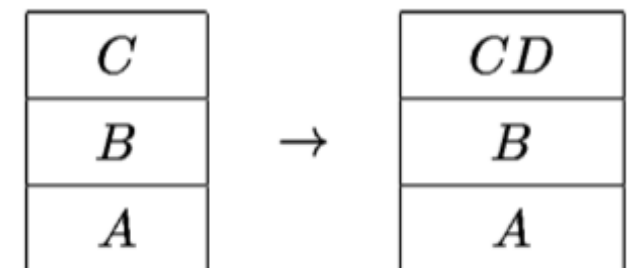


- „Vergesse“ entspricht dem entfernen der obersten Matrix vom Stack

- `PopMatrix(void)`



- „Translate“, „Rotate“ etc. entspricht der Multiplikation der obersten Matrix mit einer Matrix D, die die entsprechende Operation ausführt.



# Auto zeichnen in Pseudocode

## ■ Verwendung von `PushMatrix()` und `PopMatrix()`

```
draw_body_and_wheels()  
{  
    draw_car_body();  
    PushMatrix();  
        Translatef(40,0,30);  
        draw_a_wheel();  
    PopMatrix();  
    PushMatrix();  
        Translatef(40,0,-30);  
        draw_a_wheel();  
    PopMatrix();  
    ...  
}
```

- 1. Zeichne das Chassis
- 2. Merke die momentane Position (Mitte)
- 3. Verschiebe zum rechten vorderen Rad
- 4. Zeichne ein Rad
- 5. Vergesse die letzte Verschiebung und gehe zurück (zur Mitte)
- 6. Merke die momentane Position (Mitte)
- 7. Verschiebe zum linken vorderen Rad
- 8. Zeichne ein Rad

## ■ Bemerkung:

- Wenn auch die Schrauben für die Räder gezeichnet werden sollen, muss analog eine weitere Hierarchiestufe in der `draw_a_wheel()` Methode eingefügt werden.

# Zusammenfassung

- Der Modelview Matrix Stack umfasst alle 3D Transformationen des Modells oder Teile davon.
- Die Multiplikation der obersten Matrix mit einer Transformationsmatrix wird die neue oberste Matrix.
- Daher kopieren und neu auflegen, falls der vorherige Zustand später wieder hergestellt werden soll.
- Initial ist die oberste Matrix die Einheitsmatrix.