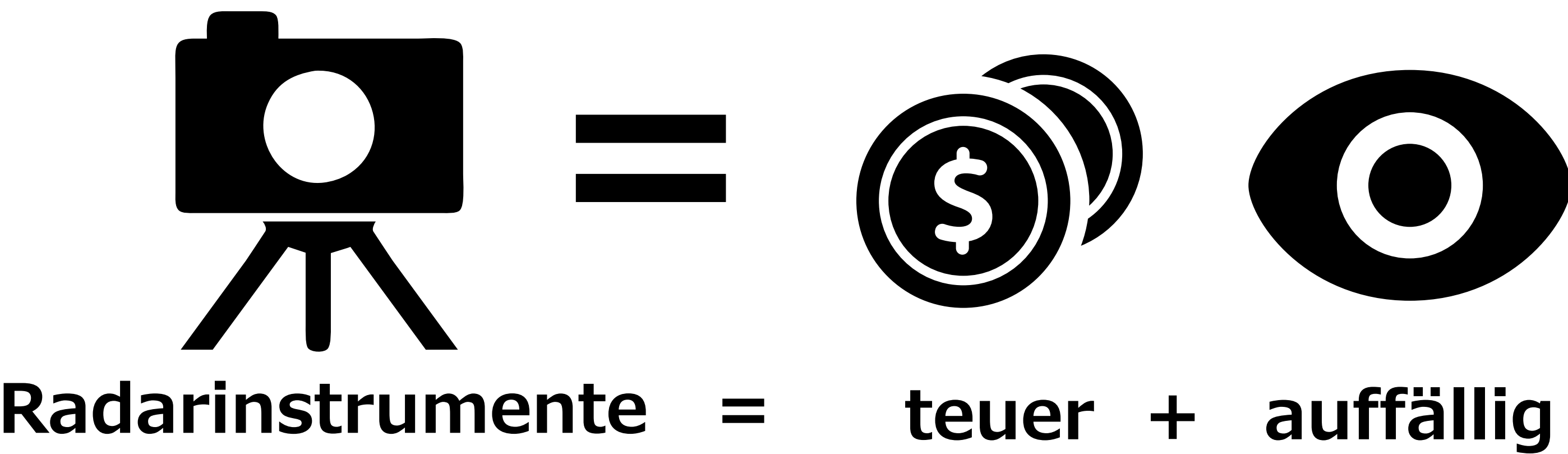


# Geschwindigkeitsmessung von Fahrzeugen durch Audio-Analyse

Jugend forscht / Physik, Levin Fober

## IDEE



## ANSÄTZE

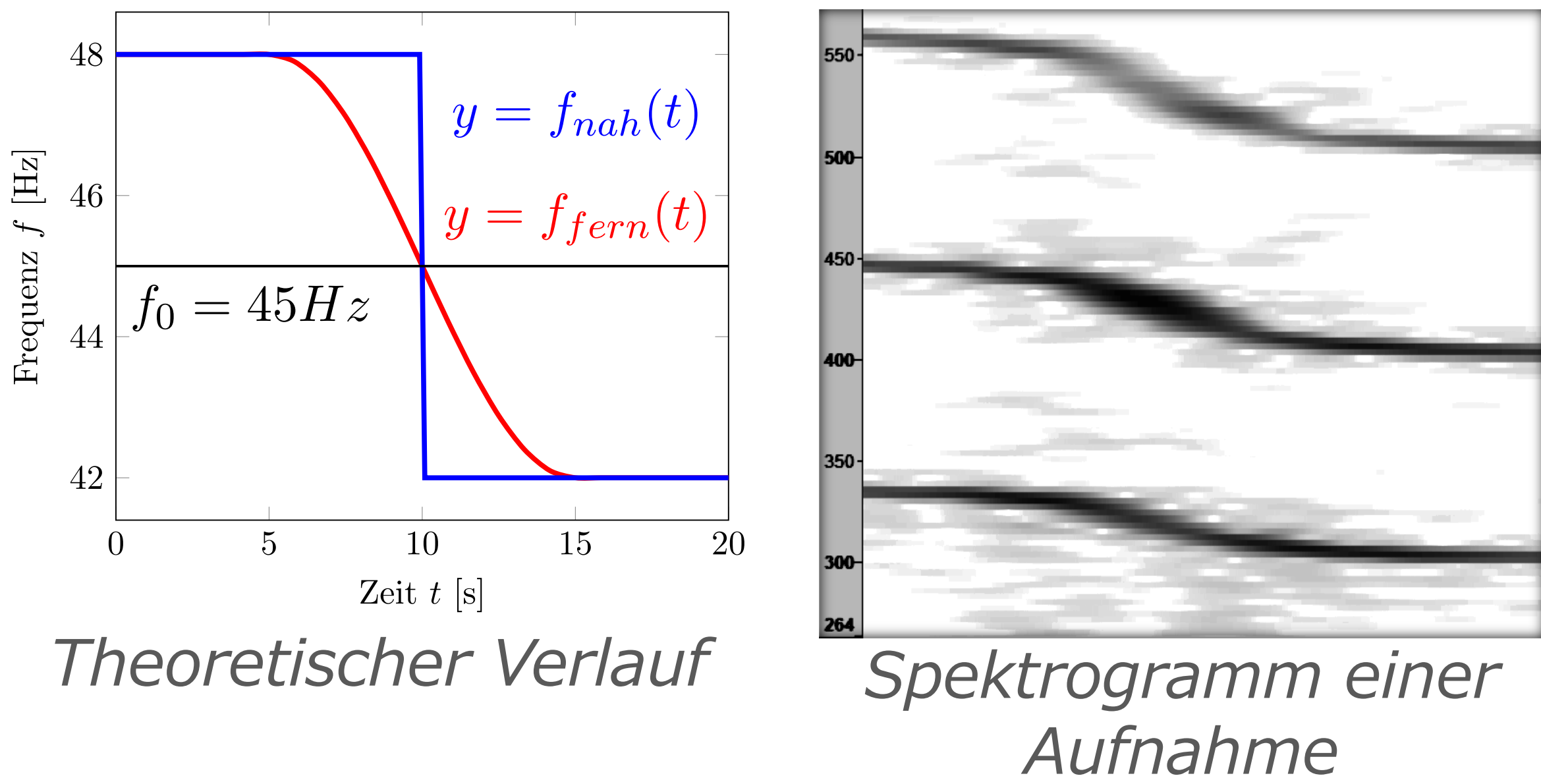
### DOPPLEREFFEKT

**Konzept**

Annäherung  $\Rightarrow$  Höherer Ton ( $f_1$ )  
Entfernung  $\Rightarrow$  Tieferer Ton ( $f_2$ )  
(vgl. Martinshorn)

$$v = \frac{k-1}{k+1} \cdot c \quad \text{mit} \quad k = \frac{f_1}{f_2}$$

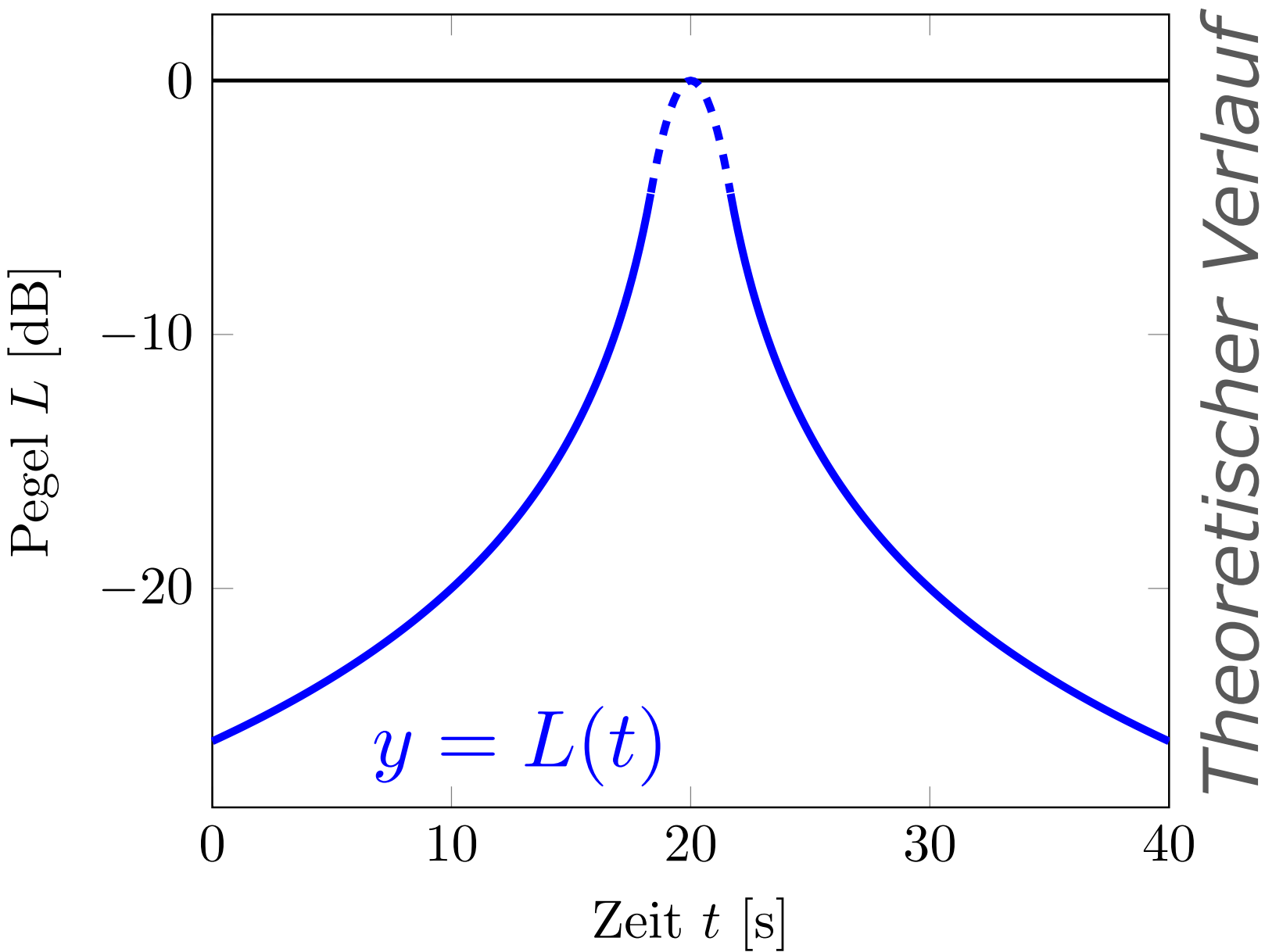
$v$ : Geschwindigkeit des Fahrzeugs  
 $c$ : Schallgeschwindigkeit (343 m/s)



### LAUTSTÄRKE-ÄNDERUNG

**Konzept**

„Je näher, desto lauter“  
 $\Rightarrow$  Pro Abstandsverdopplung:  
Pegel nimmt um 6 dB ab



$$d_2 = d_1 * 10^{\left(\frac{|L_1-L_2|}{20}\right)} \quad \text{und} \quad v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

## ERGEBNISSE

- $\oplus$   $\rightarrow$  Akkurate Berechnung
- $\oplus$   $\rightarrow$  Keine Konstanten notwendig
- $\ominus$   $\rightarrow$  Klares Geräusch notwendig; Rauschen nicht ausreichend (z. B. lauter Auspuff anstatt Reifengeräuschen)
- $\ominus$   $\rightarrow$  Geringer Messfehler  $\Rightarrow$  große Ungenauigkeit

- $\oplus$   $\rightarrow$  Bei Elektroautos nutzbar (keine Motorgeräusche notwendig)
- $\ominus$   $\rightarrow$  Konstanteneingabe notwendig (Abstand Mikrofon – Straße)
- $\ominus$   $\rightarrow$  Sehr anfällig für Messfehler (z. B. starker Wind)

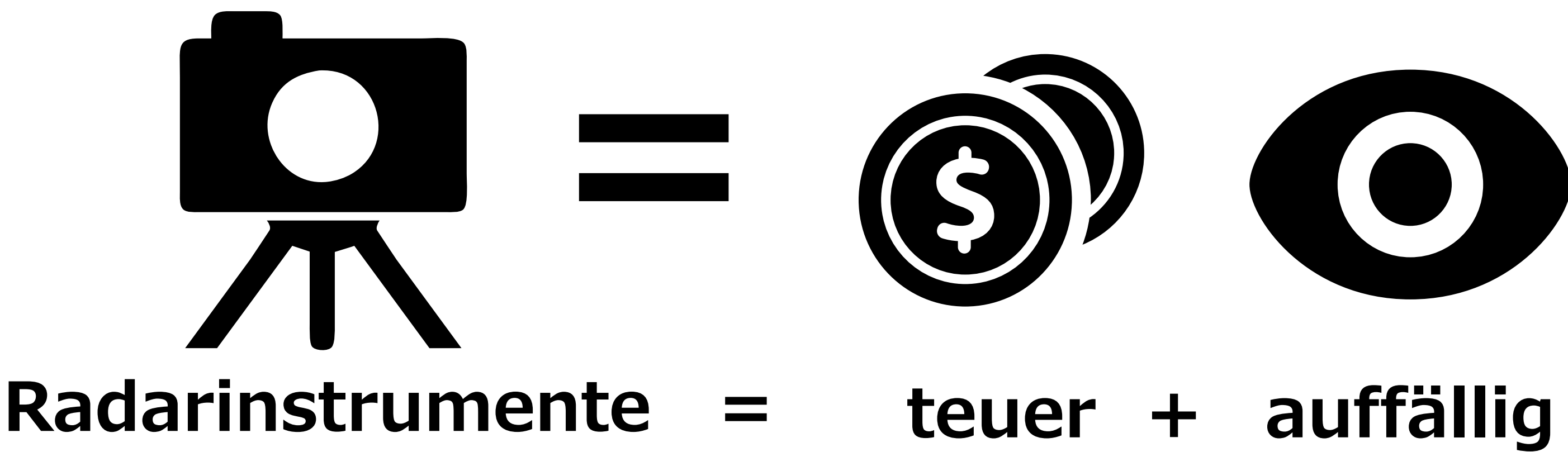
**Begrenzte Nutzbarkeit:** fehleranfällig, teilweise ungenau



# Geschwindigkeitsmessung von Fahrzeugen durch Audio-Analyse

Jugend forscht / Physik, Levin Fober

## IDEE



LÖSUNG



## ANSÄTZE

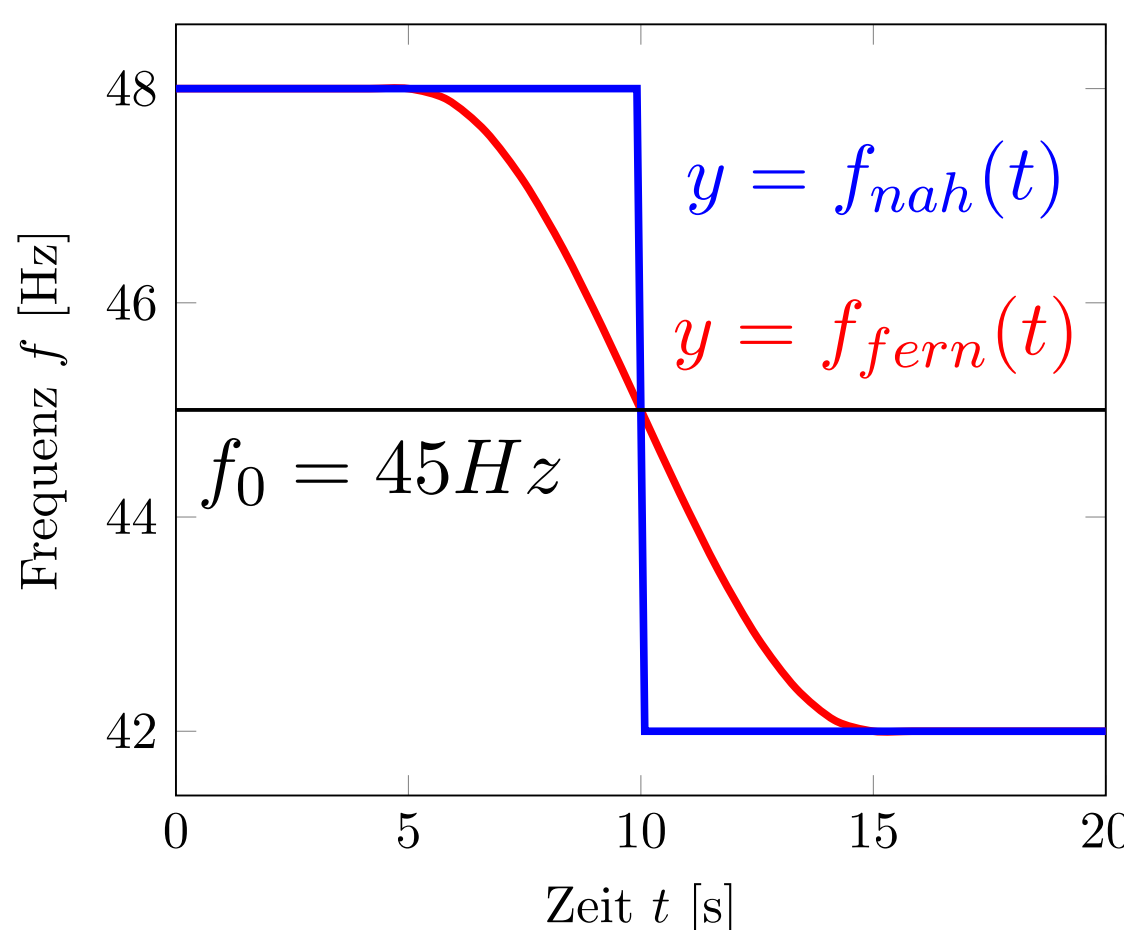
### DOPPLEREFFEKT

#### Konzept

Annäherung ⇒ Höherer Ton ( $f_1$ )  
Entfernung ⇒ Tieferer Ton ( $f_2$ )  
(vgl. Martinshorn)

$$v = \frac{k-1}{k+1} \cdot c \quad \text{mit} \quad k = \frac{f_1}{f_2}$$

$v$ : Geschwindigkeit des Fahrzeugs  
 $c$ : Schallgeschwindigkeit (343 m/s)



Theoretischer Verlauf

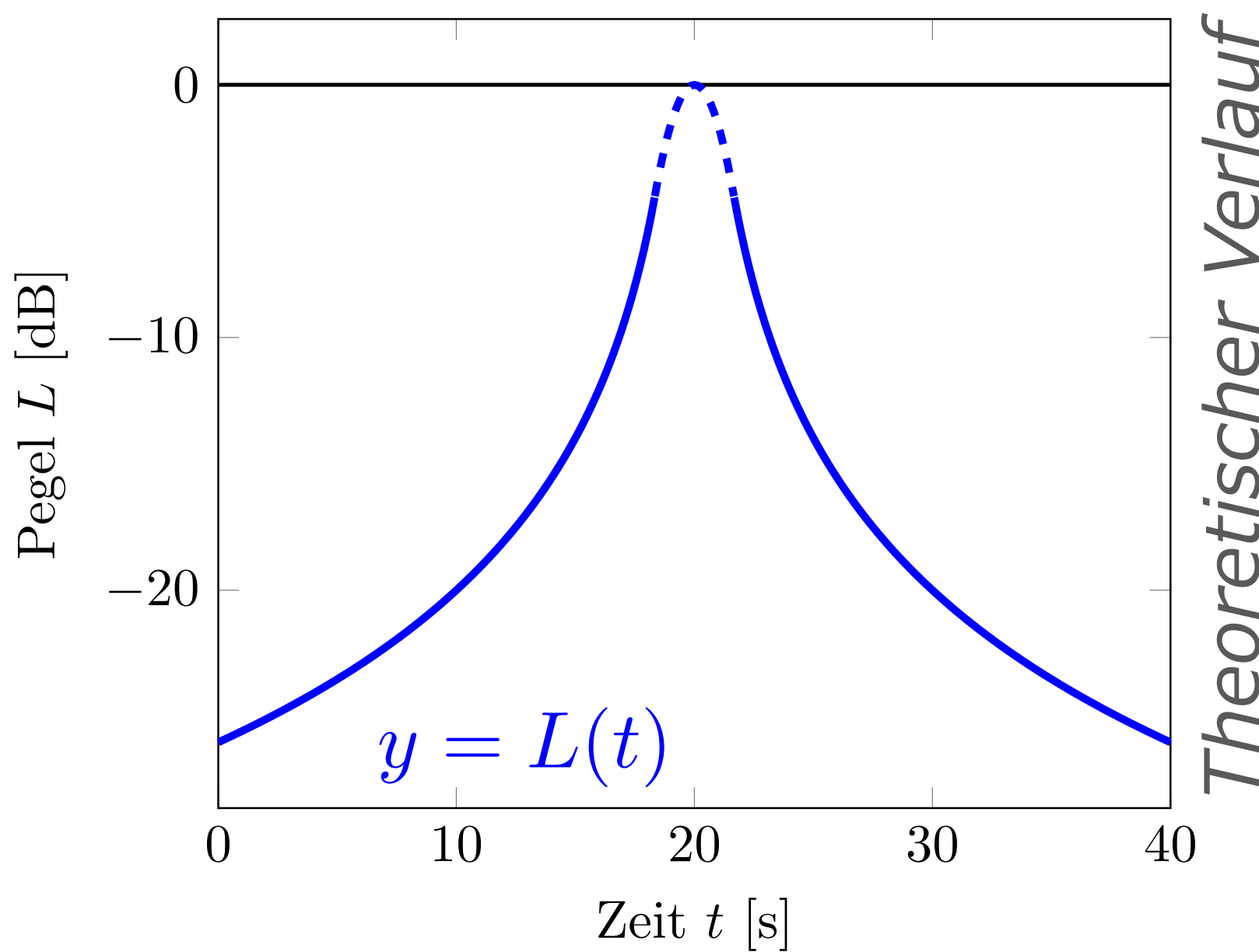
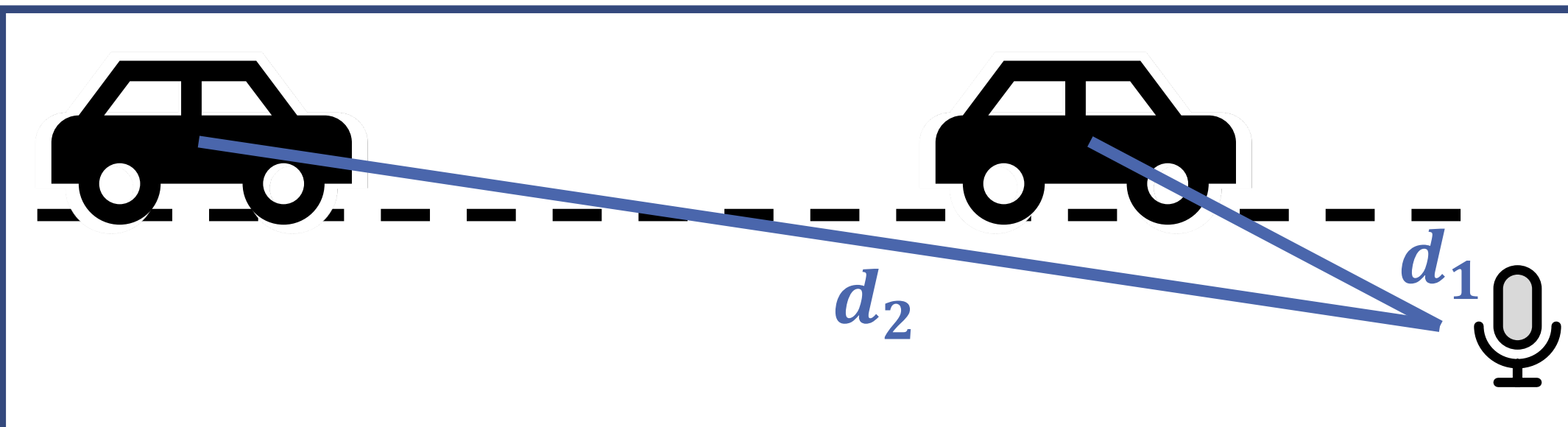


Spektrogramm einer Aufnahme

### LAUTSTÄRKE-ÄNDERUNG

#### Konzept

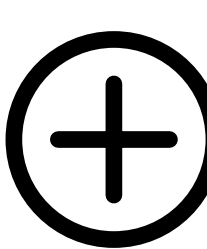
„Je näher, desto lauter“  
⇒ Pro Abstandsverdopplung:  
Pegel nimmt um 6 dB ab



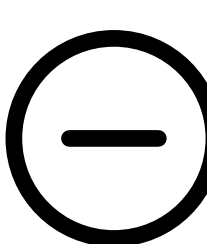
Theoretischer Verlauf

$$d_2 = d_1 * 10^{\left(\frac{|L_1-L_2|}{20}\right)} \quad \text{und} \quad v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

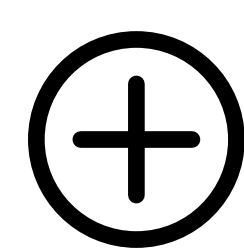
## ERGEBNISSE



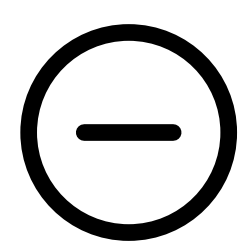
- Akkurate Berechnung
- Keine Konstanten notwendig



- Klares Geräusch notwendig; Rauschen nicht ausreichend (z. B. lauter Auspuff anstatt Reifengeräuschen)
- Geringer Messfehler ⇒ große Ungenauigkeit



- Bei Elektroautos nutzbar (keine Motorgeräusche notwendig)



- Konstanteneingabe notwendig (Abstand Mikrofon – Straße)
- Sehr anfällig für Messfehler (z. B. starker Wind)

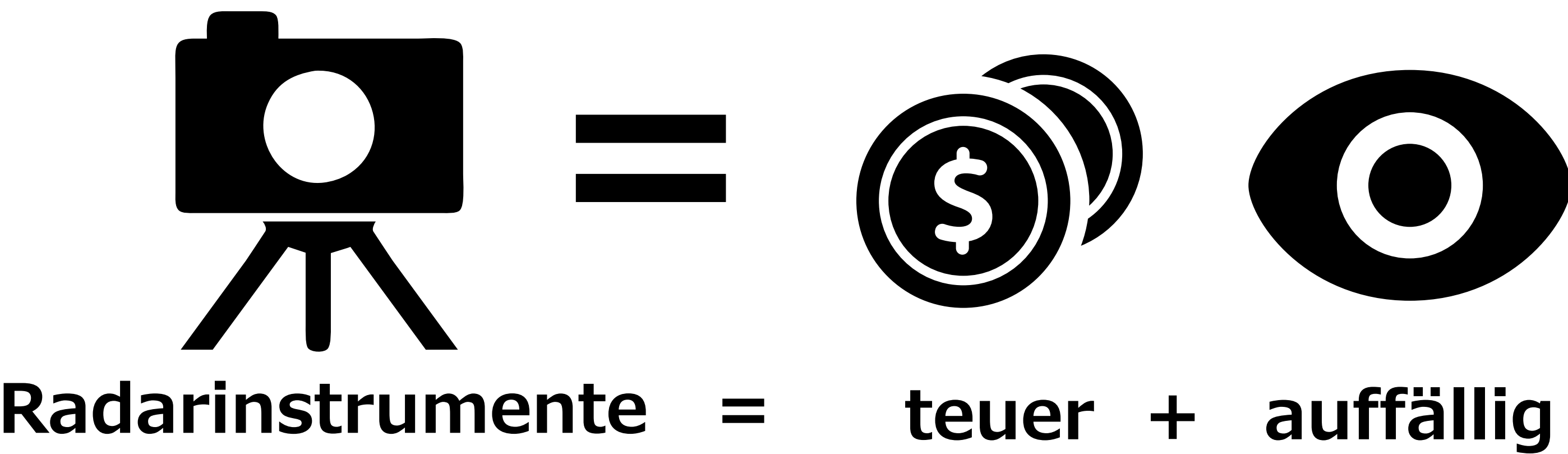
**Begrenzte Nutzbarkeit:** fehleranfällig, teilweise ungenau



# Geschwindigkeitsmessung von Fahrzeugen durch Audio-Analyse

Jugend forscht / Physik, Levin Fober

## IDEE

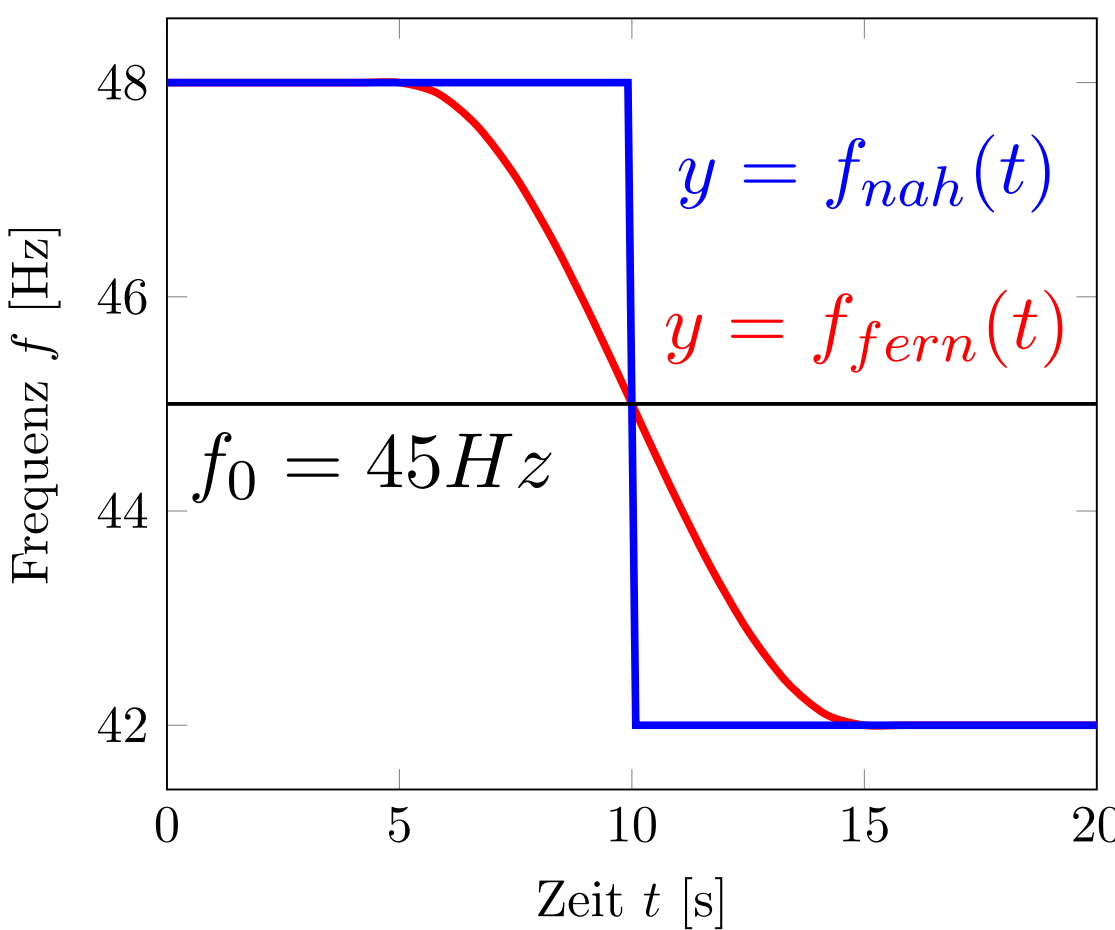


## ANSÄTZE

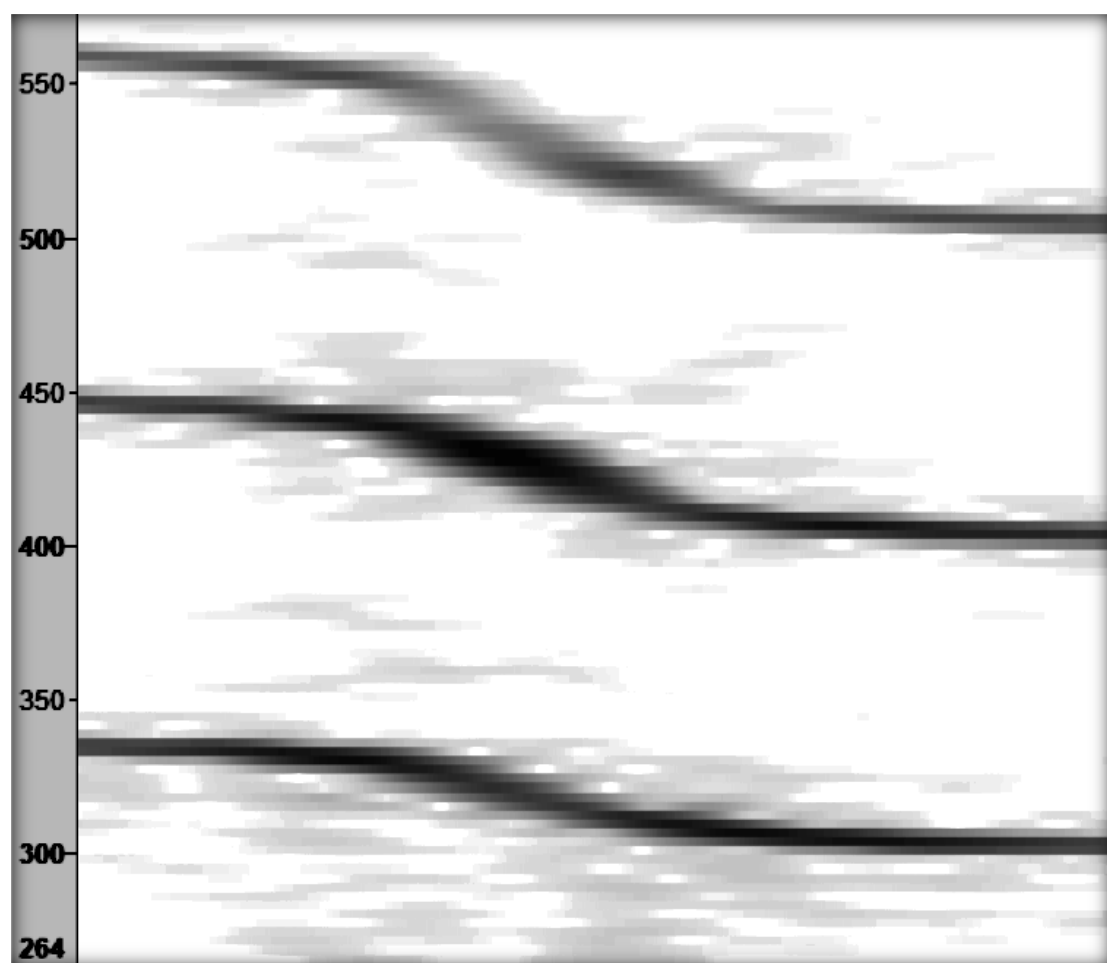
### DOPPLEREFFEKT

**Konzept**

Annäherung  $\Rightarrow$  Höherer Ton ( $f_1$ )  
Entfernung  $\Rightarrow$  Tieferer Ton ( $f_2$ )  
(vgl. Martinshorn)



Theoretischer Verlauf



Spektrogramm einer Aufnahme

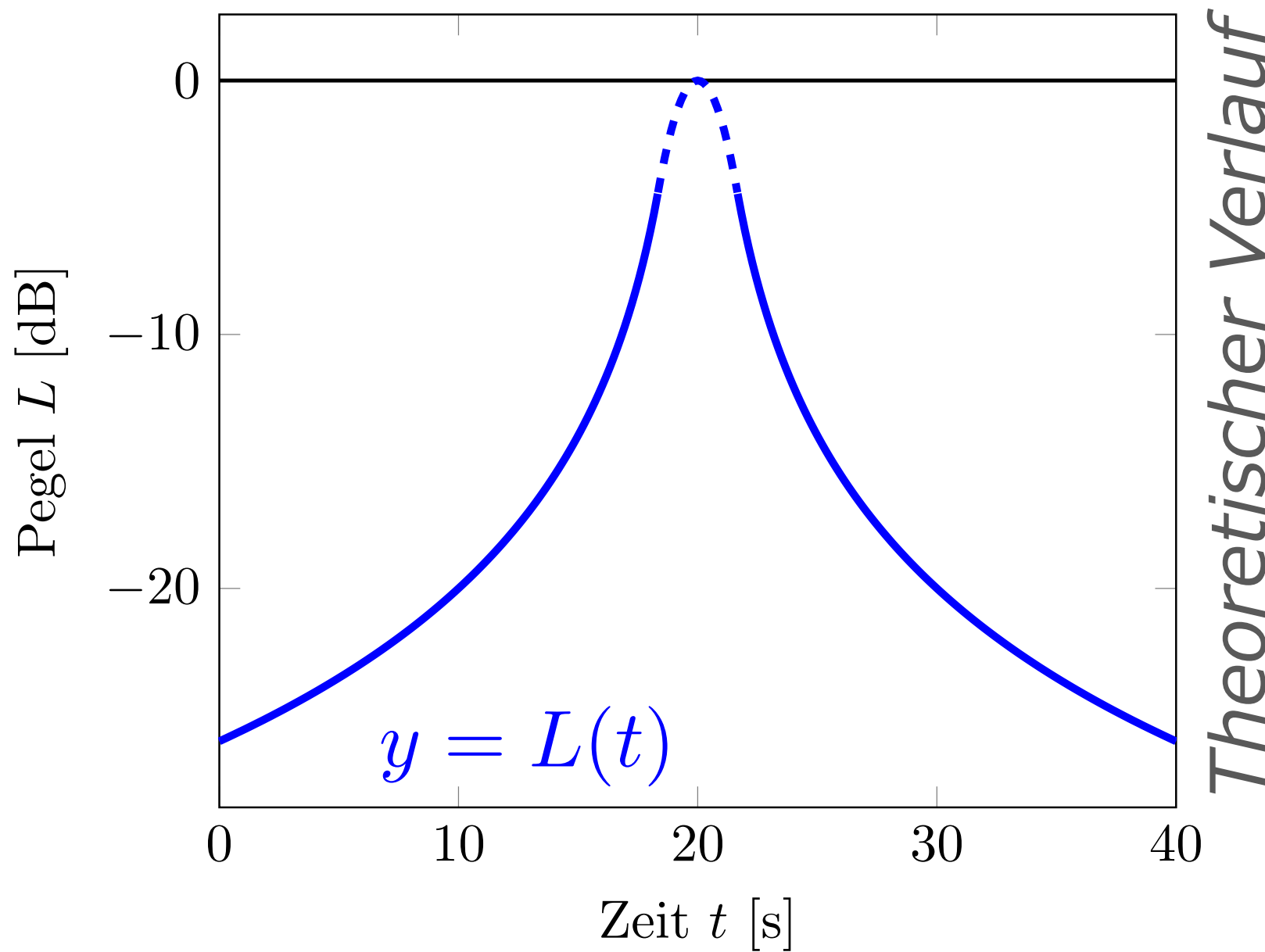
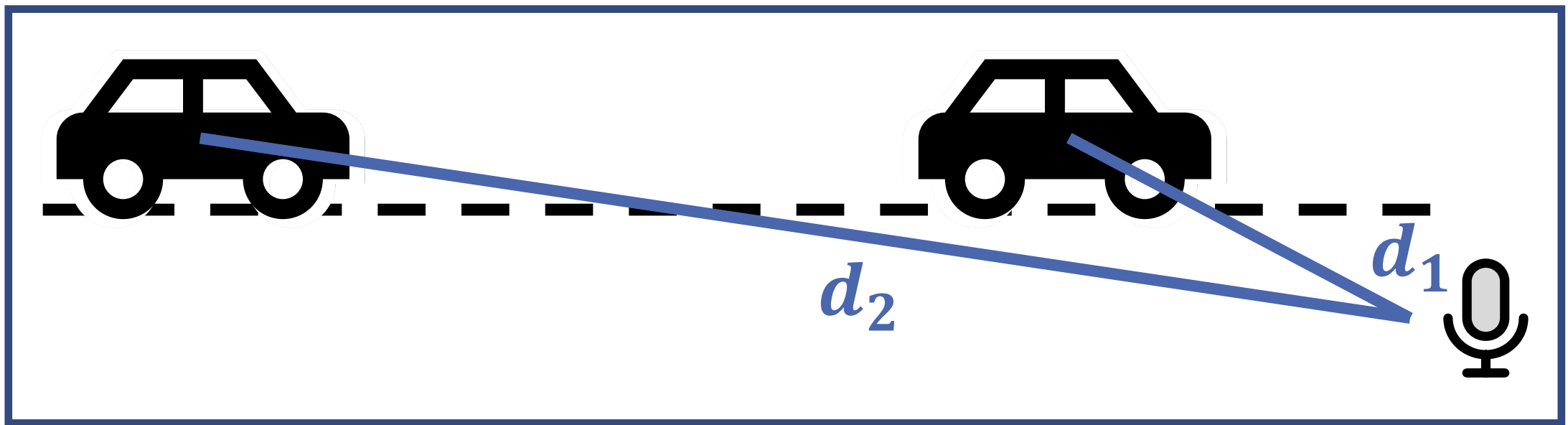
$$v = \frac{k-1}{k+1} \cdot c \quad \text{mit} \quad k = \frac{f_1}{f_2}$$

$v$ : Geschwindigkeit des Fahrzeugs  
 $c$ : Schallgeschwindigkeit (343 m/s)

### LAUTSTÄRKE-ÄNDERUNG

**Konzept**

„Je näher, desto lauter“  
 $\Rightarrow$  Pro Abstandsverdopplung:  
Pegel nimmt um 6 dB ab



Theoretischer Verlauf

$$d_2 = d_1 * 10^{\left(\frac{|L_1-L_2|}{20}\right)} \quad \text{und} \quad v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

## ERGEBNISSE

- $\oplus$   $\rightarrow$  Akkurate Berechnung
- $\oplus$   $\rightarrow$  Keine Konstanten notwendig
- $\ominus$   $\rightarrow$  Klares Geräusch notwendig; Rauschen nicht ausreichend (z. B. lauter Auspuff anstatt Reifengeräuschen)
- $\ominus$   $\rightarrow$  Geringer Messfehler  $\Rightarrow$  große Ungenauigkeit

- $\oplus$   $\rightarrow$  Bei Elektroautos nutzbar (keine Motorgeräusche notwendig)
- $\ominus$   $\rightarrow$  Konstanteneingabe notwendig (Abstand Mikrofon – Straße)
- $\ominus$   $\rightarrow$  Sehr anfällig für Messfehler (z. B. starker Wind)

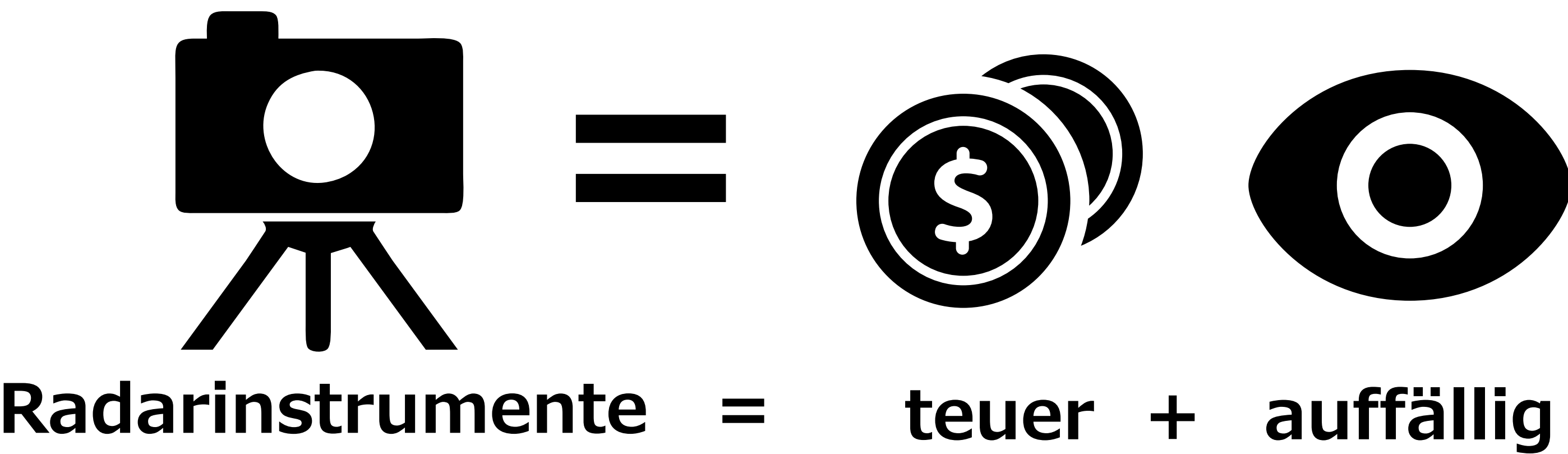
**Begrenzte Nutzbarkeit:** fehleranfällig, teilweise ungenau



# Geschwindigkeitsmessung von Fahrzeugen durch Audio-Analyse

Jugend forscht / Physik, Levin Fober

## IDEE



LÖSUNG



## ANSÄTZE

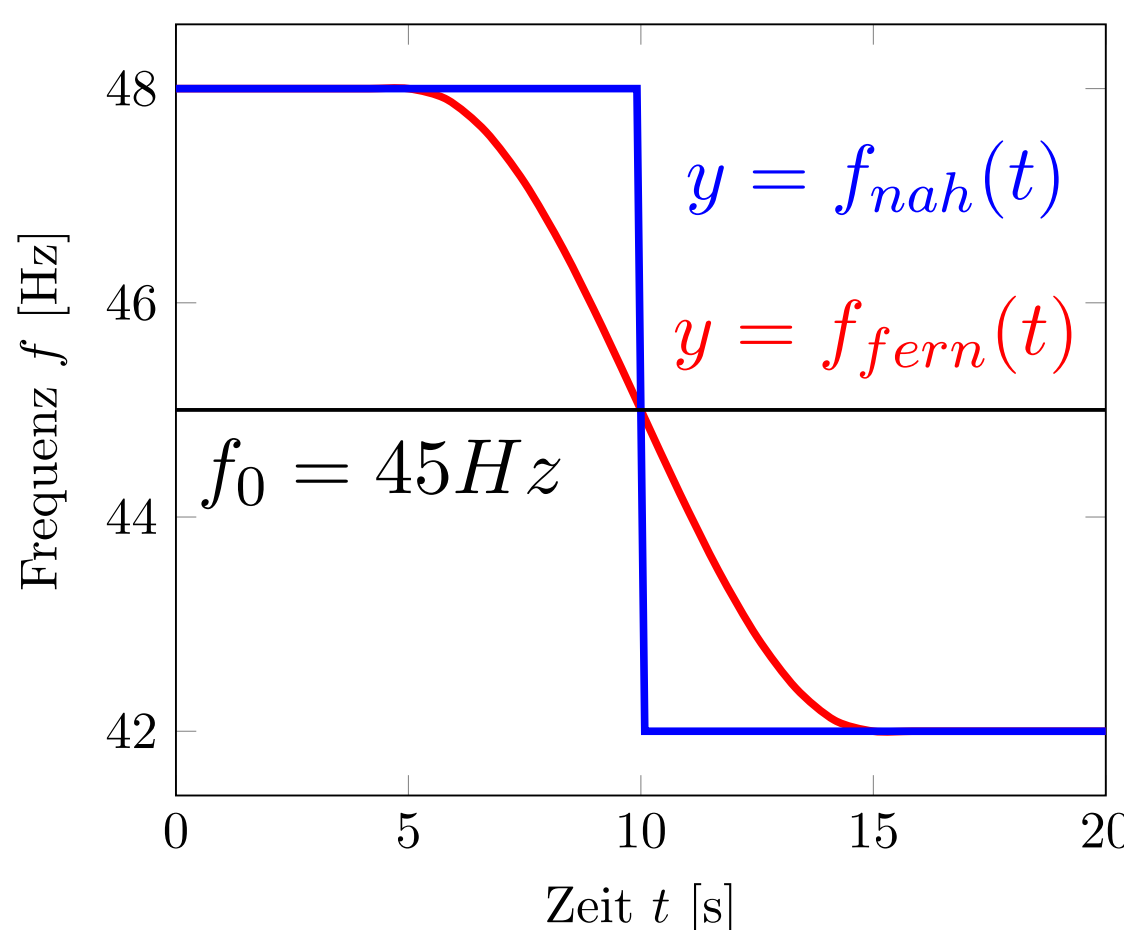
### DOPPLEREFFEKT

#### Konzept

Annäherung ⇒ Höherer Ton ( $f_1$ )  
Entfernung ⇒ Tieferer Ton ( $f_2$ )  
(vgl. Martinshorn)

$$v = \frac{k-1}{k+1} \cdot c \quad \text{mit} \quad k = \frac{f_1}{f_2}$$

$v$ : Geschwindigkeit des Fahrzeugs  
 $c$ : Schallgeschwindigkeit (343 m/s)



Theoretischer Verlauf

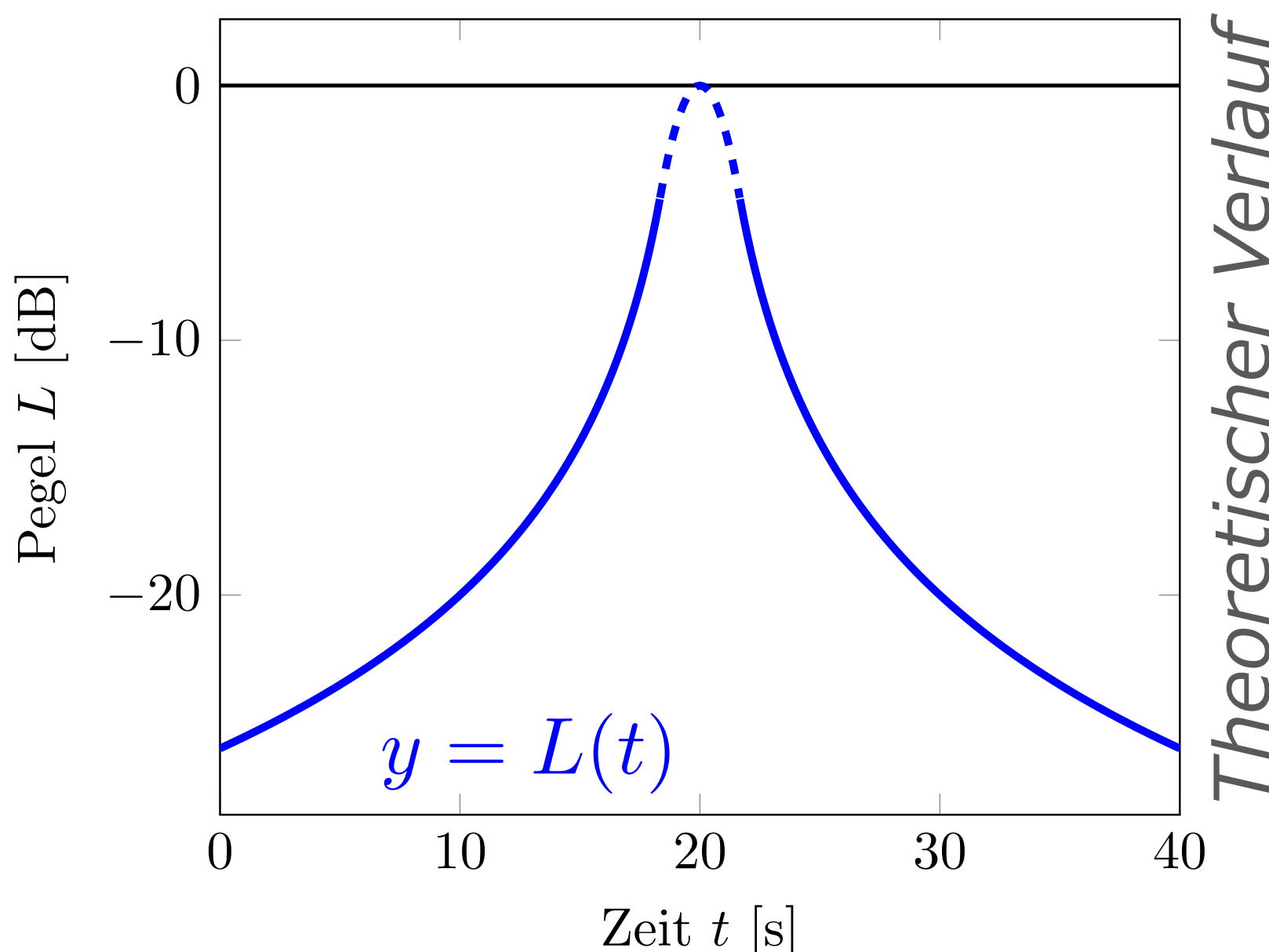
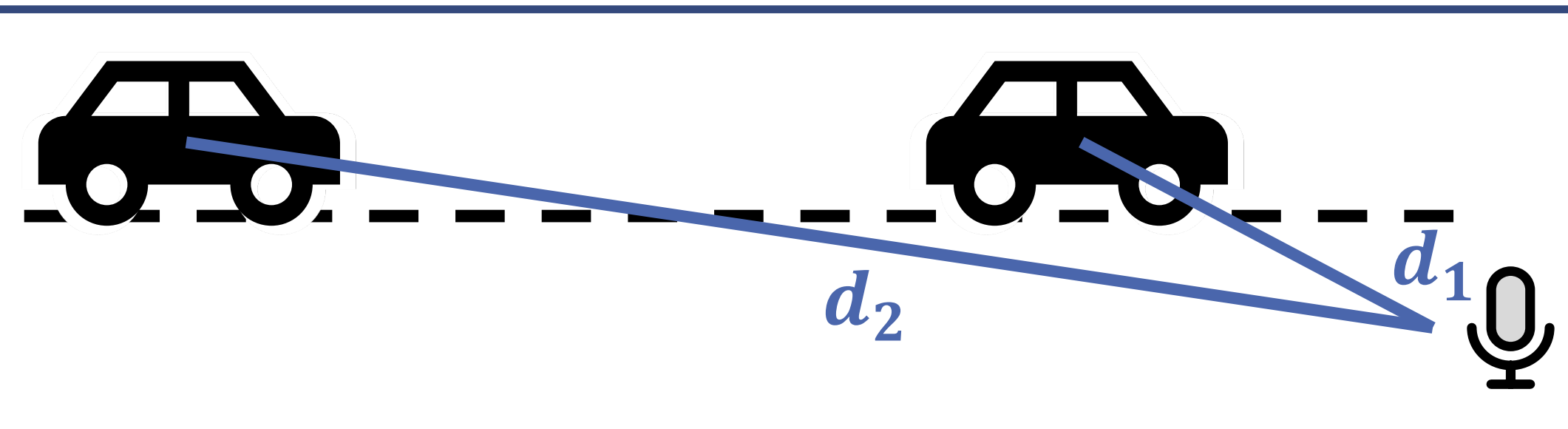


Spektrogramm einer Aufnahme

### LAUTSTÄRKE-ÄNDERUNG

#### Konzept

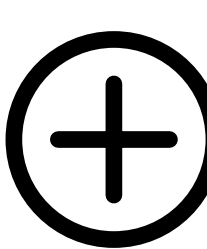
„Je näher, desto lauter“  
⇒ Pro Abstandsverdopplung:  
Pegel nimmt um 6 dB ab



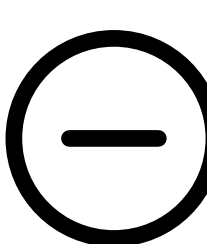
Theoretischer Verlauf

$$d_2 = d_1 * 10^{\left(\frac{|L_1-L_2|}{20}\right)} \quad \text{und} \quad v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

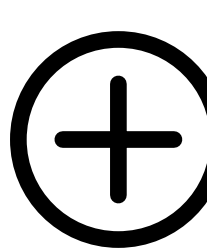
## ERGEBNISSE



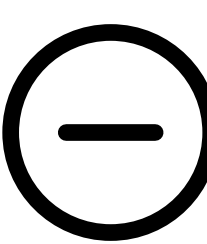
- Akkurate Berechnung
- Keine Konstanten notwendig



- Klares Geräusch notwendig; Rauschen nicht ausreichend (z. B. lauter Auspuff anstatt Reifengeräuschen)
- Geringer Messfehler ⇒ große Ungenauigkeit



- Bei Elektroautos nutzbar (keine Motorgeräusche notwendig)



- Konstanteneingabe notwendig (Abstand Mikrofon – Straße)
- Sehr anfällig für Messfehler (z. B. starker Wind)

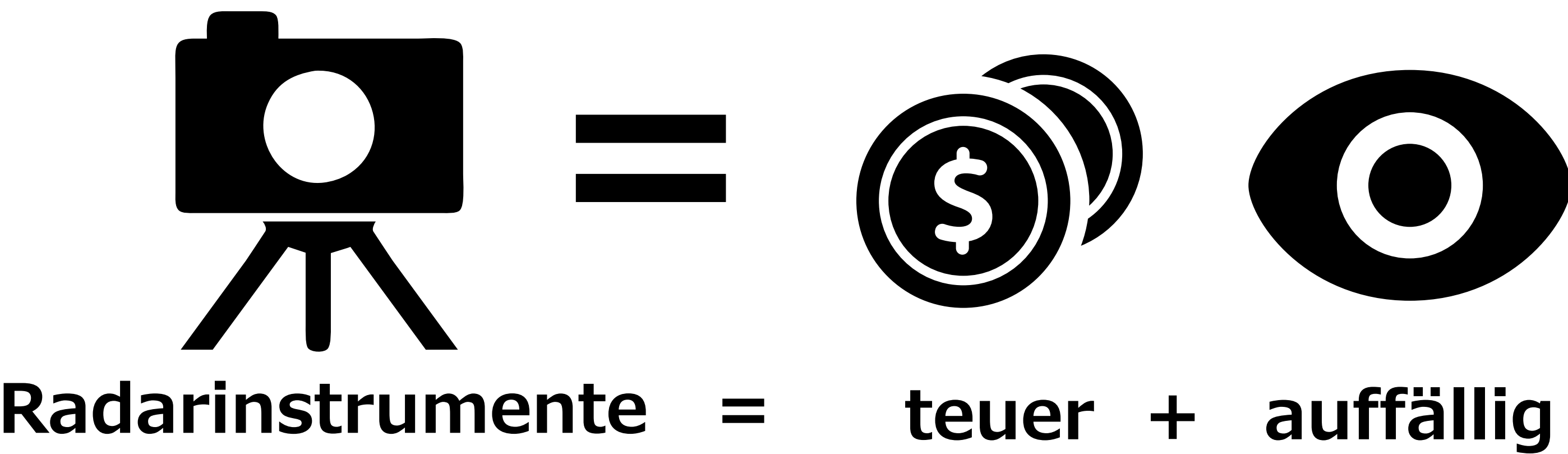
**Begrenzte Nutzbarkeit:** fehleranfällig, teilweise ungenau



# Geschwindigkeitsmessung von Fahrzeugen durch Audio-Analyse

Jugend forscht / Physik, Levin Fober

## IDEE



LÖSUNG



## ANSÄTZE

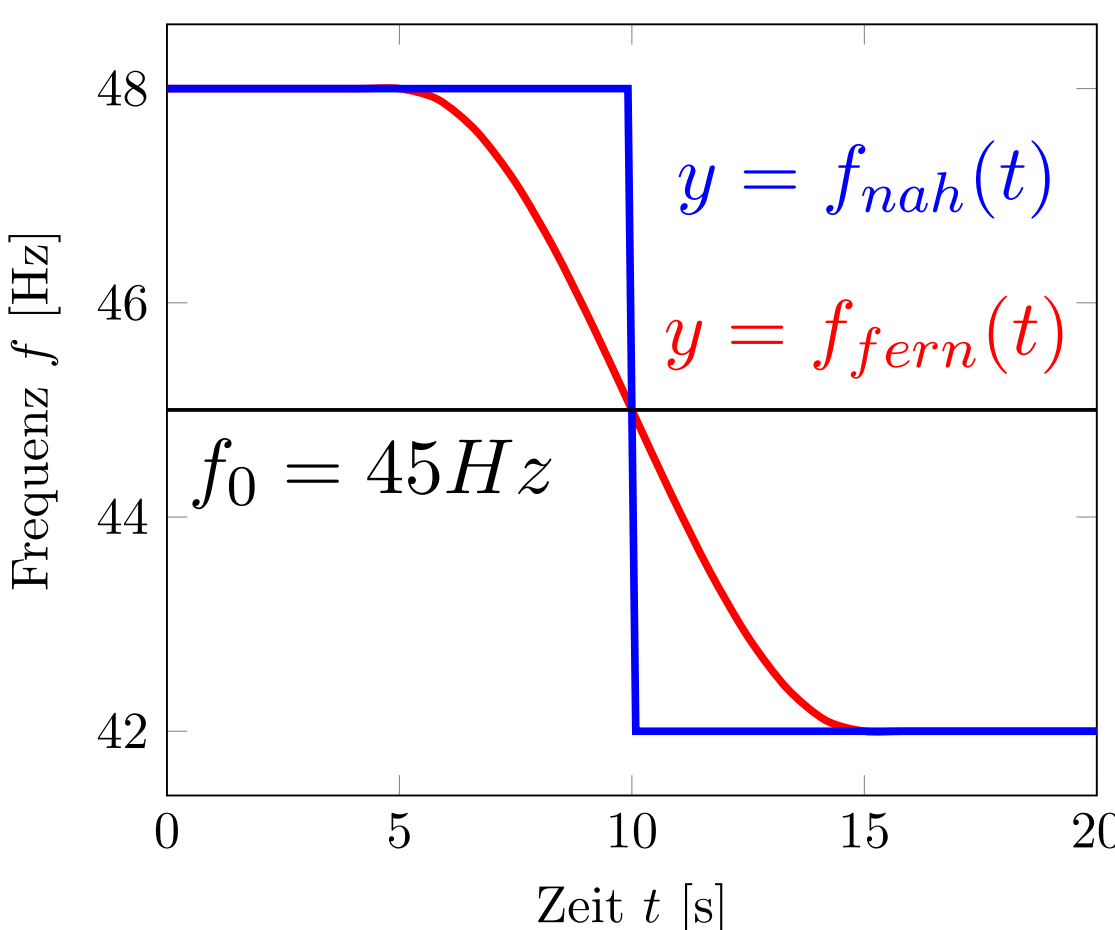
### DOPPLEREFFEKT

#### Konzept

Annäherung ⇒ Höherer Ton ( $f_1$ )  
Entfernung ⇒ Tieferer Ton ( $f_2$ )  
(vgl. Martinshorn)

$$v = \frac{k-1}{k+1} \cdot c \quad \text{mit} \quad k = \frac{f_1}{f_2}$$

$v$ : Geschwindigkeit des Fahrzeugs  
 $c$ : Schallgeschwindigkeit (343 m/s)



Theoretischer Verlauf

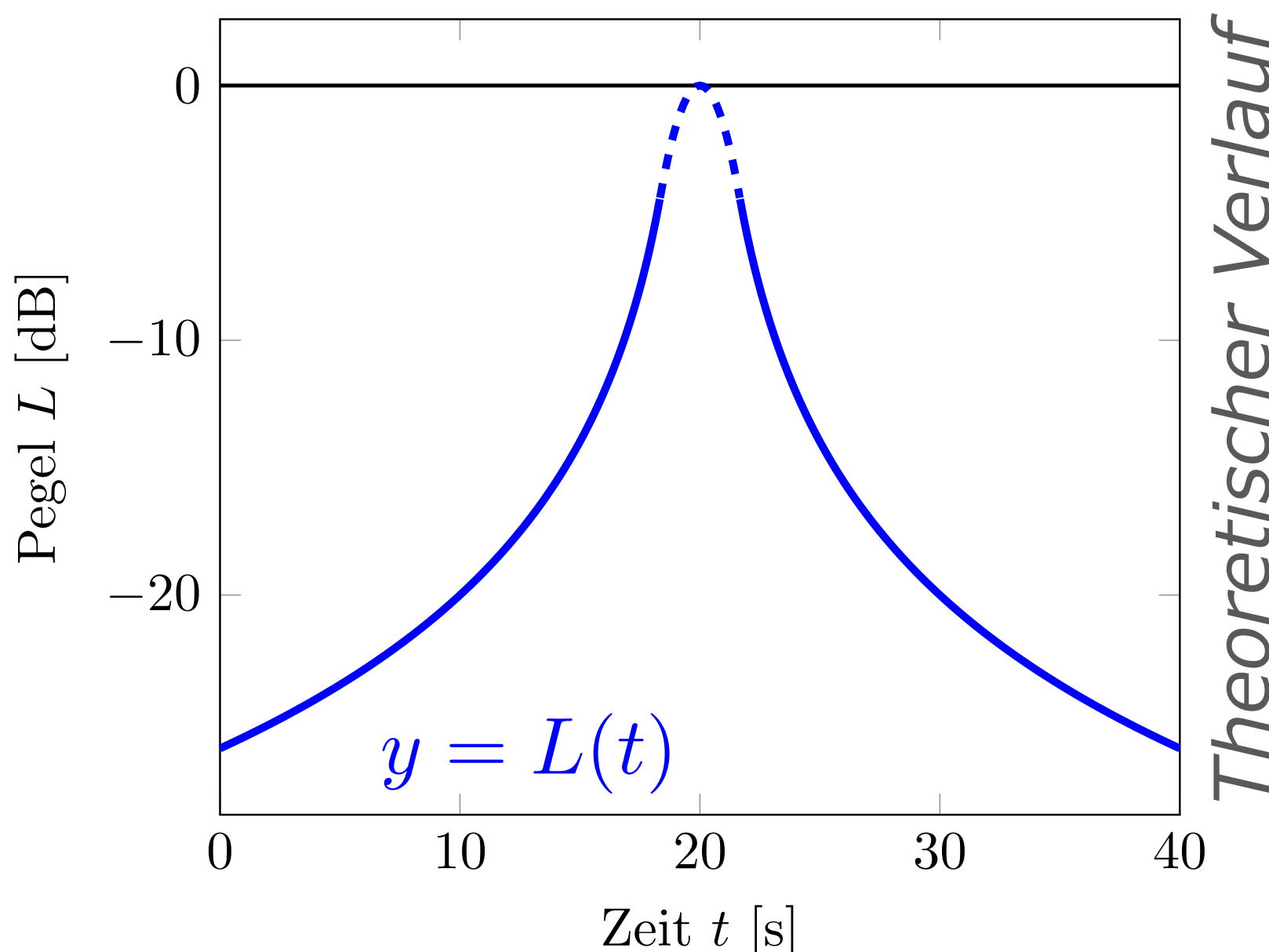
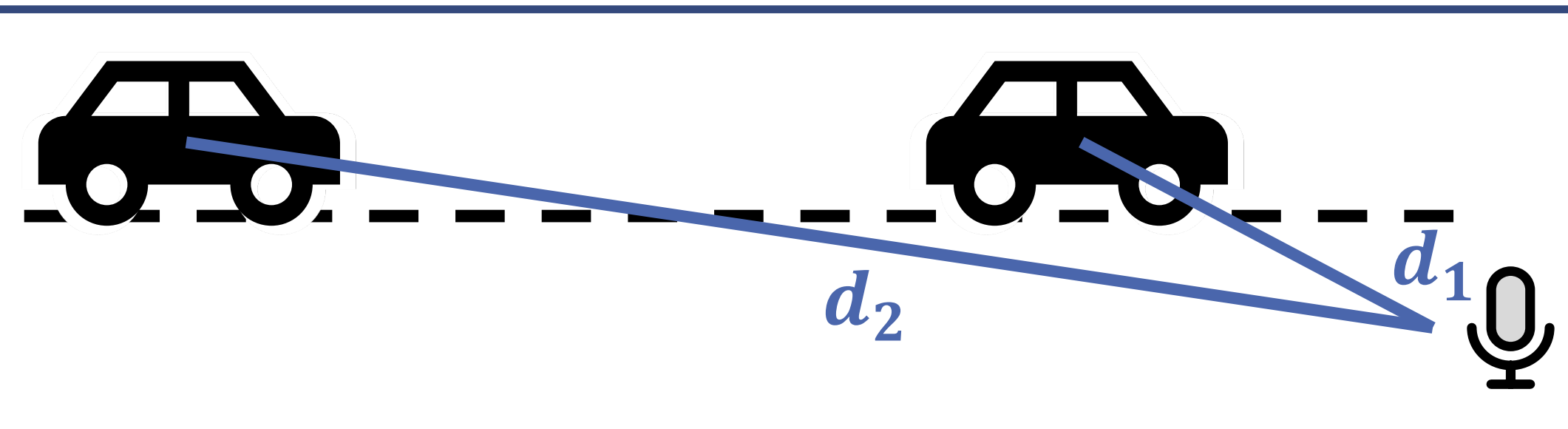


Spektrogramm einer Aufnahme

### LAUTSTÄRKE-ÄNDERUNG

#### Konzept

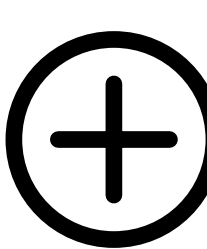
„Je näher, desto lauter“  
⇒ Pro Abstandsverdopplung:  
Pegel nimmt um 6 dB ab



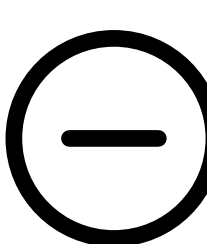
Theoretischer Verlauf

$$d_2 = d_1 * 10^{\left(\frac{|L_1-L_2|}{20}\right)} \quad \text{und} \quad v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$$

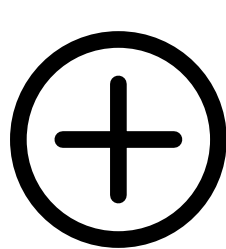
## ERGEBNISSE



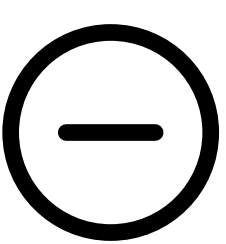
- Akkurate Berechnung
- Keine Konstanten notwendig



- Klares Geräusch notwendig; Rauschen nicht ausreichend (z. B. lauter Auspuff anstatt Reifengeräuschen)
- Geringer Messfehler ⇒ große Ungenauigkeit



- Bei Elektroautos nutzbar (keine Motorgeräusche notwendig)



- Konstanteneingabe notwendig (Abstand Mikrofon – Straße)
- Sehr anfällig für Messfehler (z. B. starker Wind)

**Begrenzte Nutzbarkeit:** fehleranfällig, teilweise ungenau