GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

Dashcam-Videos als Kontext im Mechanikunterricht

Prof. Dr. Thomas Wilhelm, Max Dittewig
Institut für Didaktik der Physik
Goethe-Universität Frankfurt

Dashcam-Videos

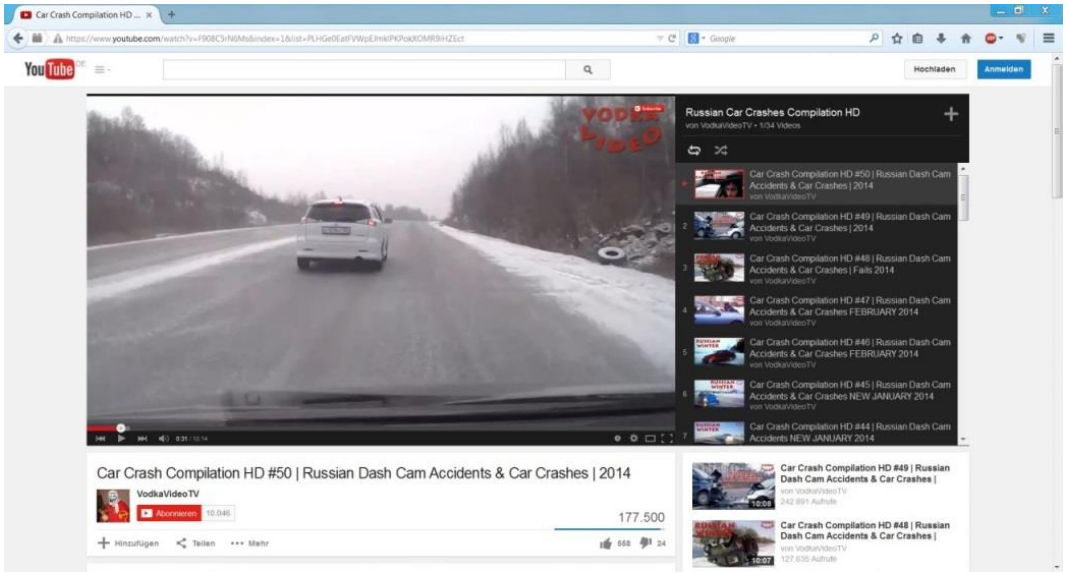
Gliederung:

1. Grundideen

2. Drei Beispiele

1.1 Definitionen

- Dashcams:
  - digitale Videokameras, die im Straßenverkehr eingesetzt werden, um Videoaufnahmen von Unfällen zu machen und sie vor Gericht als Beweismittel nutzen zu können
- Dashcam-Videos:
  - Videos von Dashcams, die im Internet häufig in Form von Zusammenschnitten veröffentlich werden.
  - Sie zeigen meistens Szenen aus dem russischen Straßenverkehr.



1.2 Unterrichtseinsatz

- Kontextorientierter Physikunterricht:
  - Einbettung von Inhalten aus der Dynamik und Kinematik in sinnstiftende Kontexte
  - Die Videoanalyse erlaubt, reale Abläufe zu untersuchen.
- Verkehrserziehung:
  - Möglichkeiten zur Erkennung und Vermeidung von Gefahren
- Fachliche Inhalte:
  - Anhalteweg, Überholvorgang und Kurvenfahrt

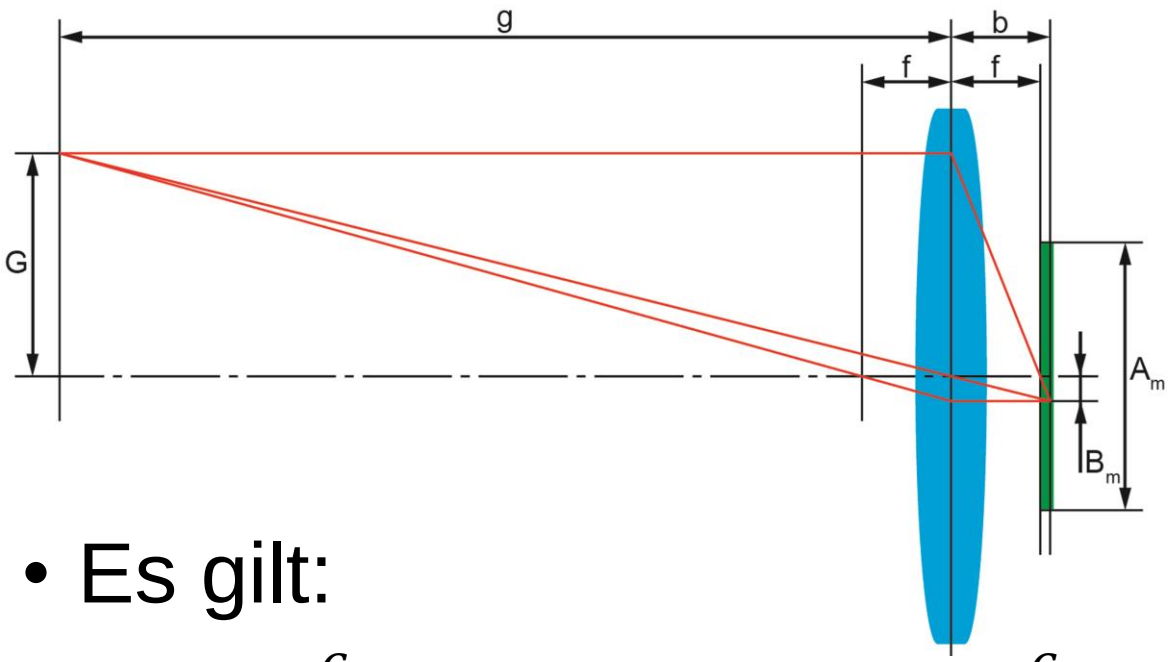
1.3 Informationen aus Videos

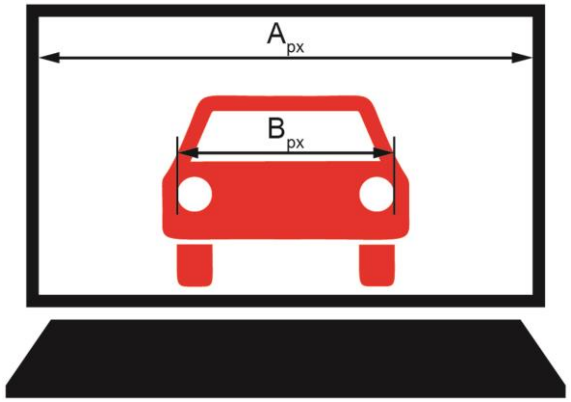
- Akustische Informationen:
  - Reaktion von Verkehrsteilnehmern (z.B. Rufen, Hupen sowie Geräusche von Motor und Bremse)
- Optische Informationen:
  - Verkehrszeichen und Fahrbahnmarkierung
  - Bestimmung der Abstände zu Gegenständen mit bekannter Größe (z.B. Fahrzeuge und Verkehrsschilder) für verschiedene Zeiten durch Videoanalyse

1.4 Messprinzip

- Grundidee:
  - Gesucht: Abstände zu Gegenständen
  - Idee:
    - Abbildung durch Kameralinse auf Sensor
    - Anwendung des Strahlensatzes und der Linsen-Abbildungsgleichung
  - Bekannt: Breite von Fahrzeugen und Größe von Verkehrsschildern (= Gegenstandsgröße), Brennweite der Linse, Größe des Sensors
  - Gesucht: Gegenstandsweite

1.4 Messprinzip





- Es gilt:

$g = b \cdot \frac{G}{B}$ und $b \approx f$, also: $g = f \cdot \frac{G}{B}$

$B_m = B_{px} \cdot \frac{A_m}{A_{px}}$

Für russische Dashcams: f = 2,8 mm, A_m = 6,2 mm,
A_m = 1280 px

Aus G und B_{px} wird g berechnet.

1.5 Test des Messprinzips

- Nachstellen einer alltäglichen Verkehrssituation:
  - Anhalten eines fahrenden Autos hinter einem stehenden Autos

- Aufnahme aus zwei verschiedenen Perspektiven:
  - Aufnahme mit Kamera von Seite und Videoanalyse
  - Aufnahme mit Dashcam und Videoanalyse

1.5 Test des Messprinzips

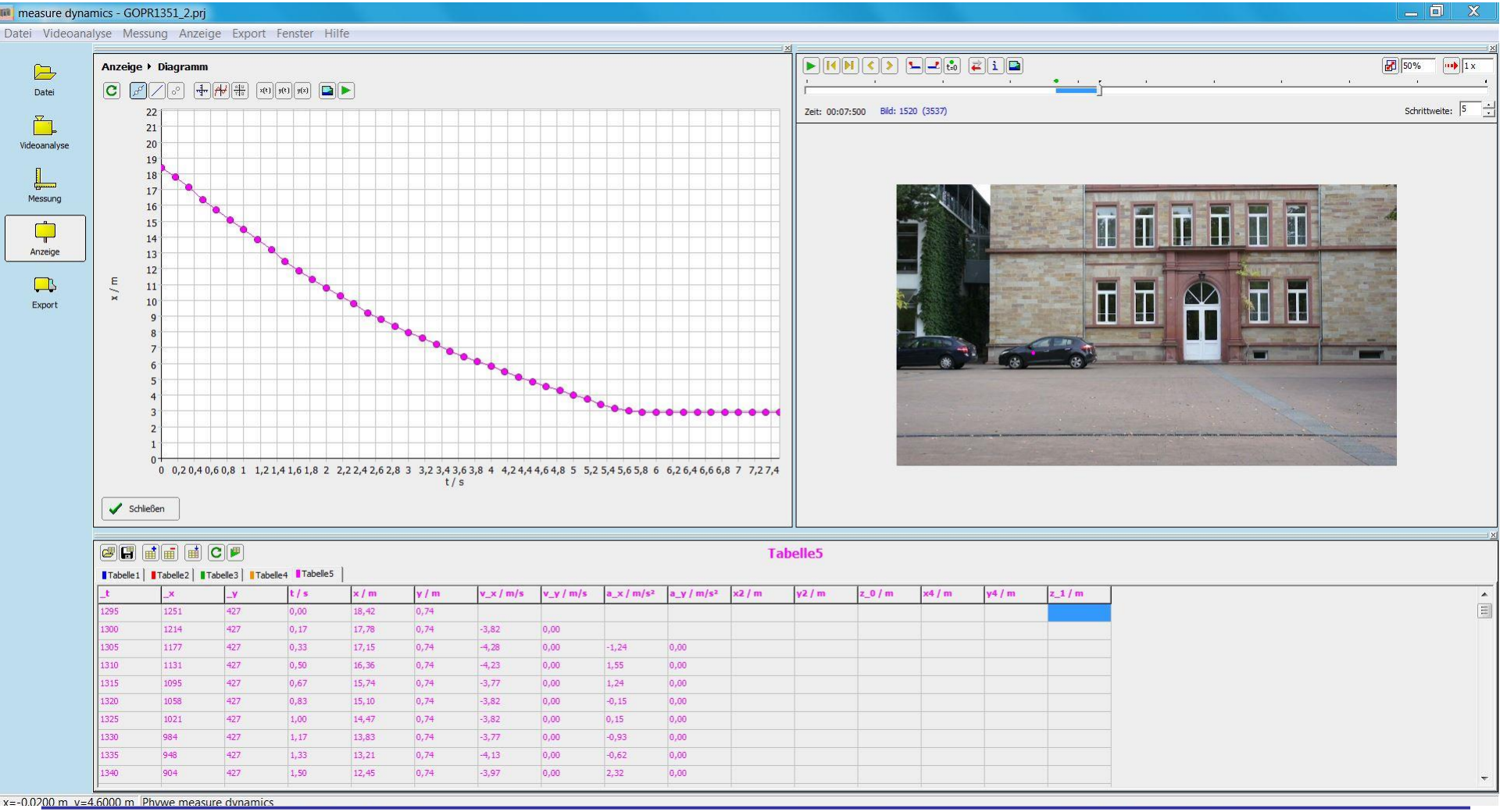
- Videoaufnahme von Seite und Videoanalyse:

1.5 Test des Messprinzips

- Videoaufnahme mit Dashcam aus fahrendem Auto und Videoanalyse:

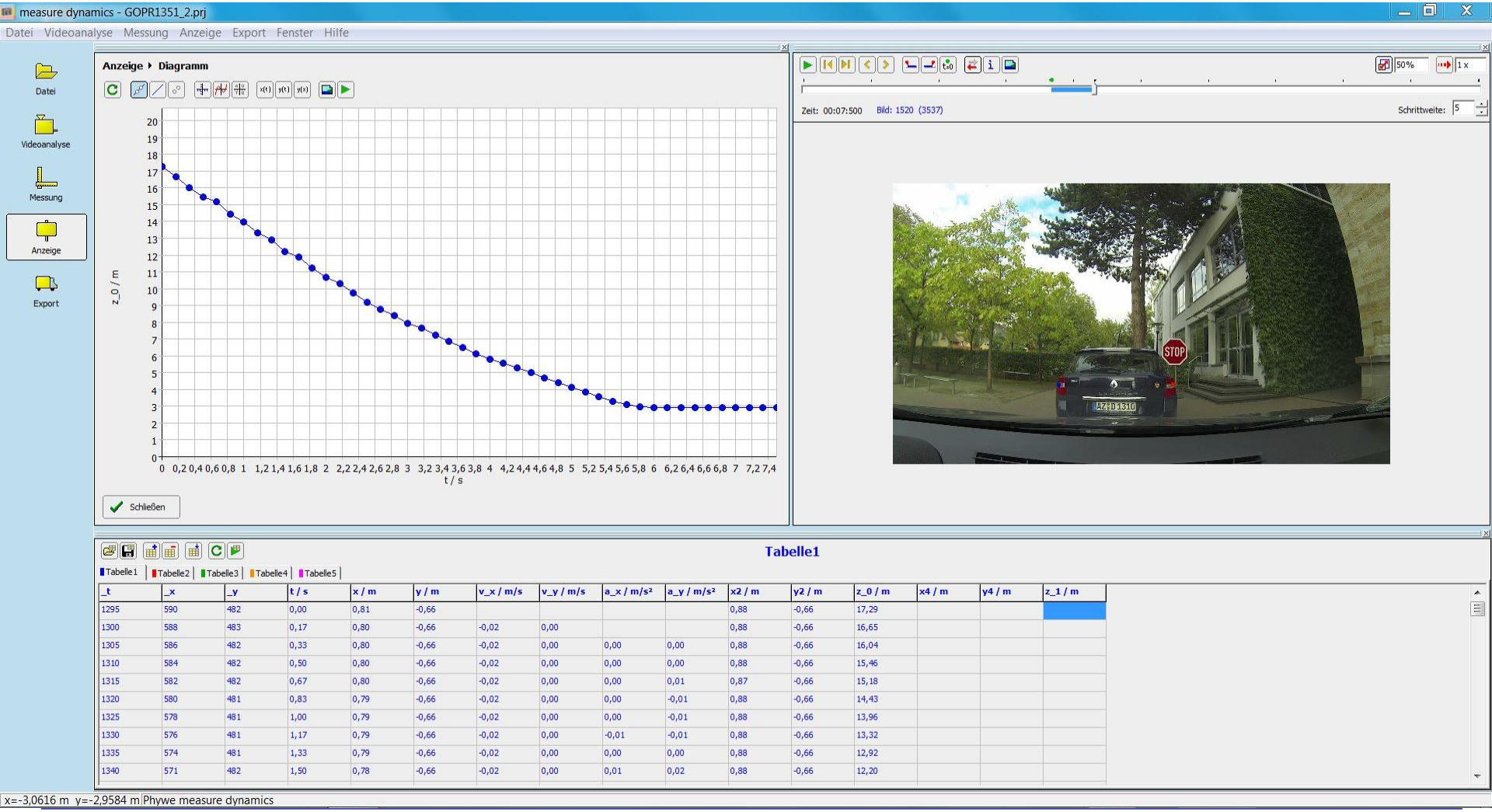
1.5 Test des Messprinzips

- Abstand der Autos, Ergebnis Kamera 1:



1.5 Test des Messprinzips

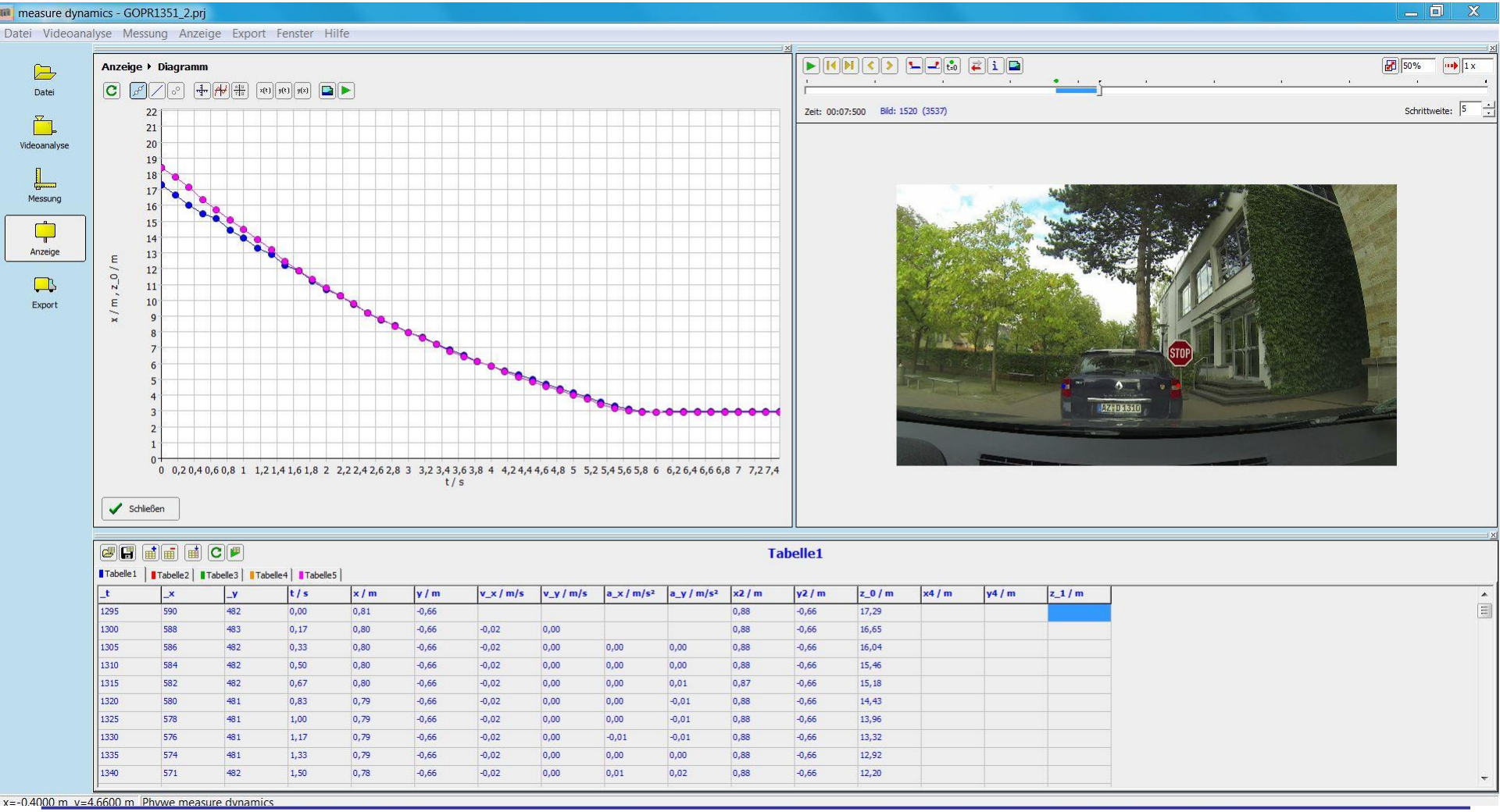
- Abstand der Autos, Ergebnis Dashcam:



_t	_x	_y	t / s	x / m	y / m	v_x / m/s	v_y / m/s	a_x / m/s²	a_y / m/s²	x2 / m	y2 / m	z_0 / m	x4 / m	y4 / m	z_1 / m
1295	590	482	0,00	0,81	-0,66					0,88	-0,66	17,29			
1300	588	483	0,17	0,80	-0,66	-0,02	0,00			0,88	-0,66	16,65			
1305	586	482	0,33	0,80	-0,66	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,88	-0,66	16,04			
1310	584	482	0,50	0,80	-0,66	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,88	-0,66	15,46			
1315	582	482	0,67	0,80	-0,66	-0,02	0,00	0,00	0,01	0,87	-0,66	15,18			
1320	580	481	0,83	0,79	-0,66	-0,02	0,00	0,00	-0,01	0,88	-0,66	14,43			
1325	578	481	1,00	0,79	-0,66	-0,02	0,00	0,00	-0,01	0,88	-0,66	13,96			
1330	576	481	1,17	0,79	-0,66	-0,02	0,00	-0,01	-0,01	0,88	-0,66	13,32			
1335	574	481	1,33	0,79	-0,66	-0,02	0,00	0,00	0,00	0,88	-0,66	12,92			
1340	571	482	1,50	0,78	-0,66	-0,02	0,00	0,01	0,02	0,88	-0,66	12,20			

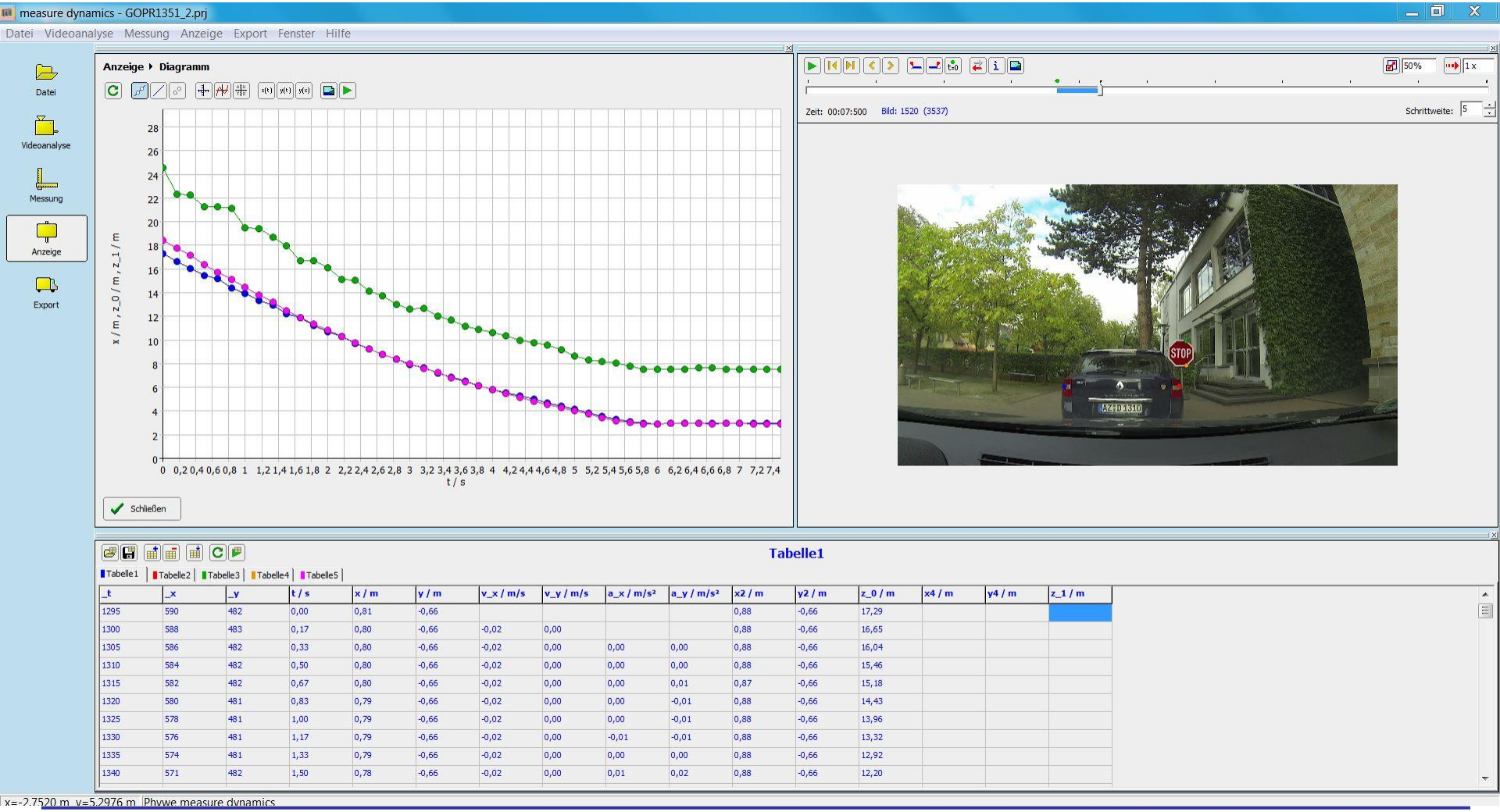
1.5 Test des Messprinzips

- Vergleich beider Abstands-Messungen:



1.5 Test des Messprinzips

- Mit Abstand zum STOP-Schild (grün):



1.6 Hinweise

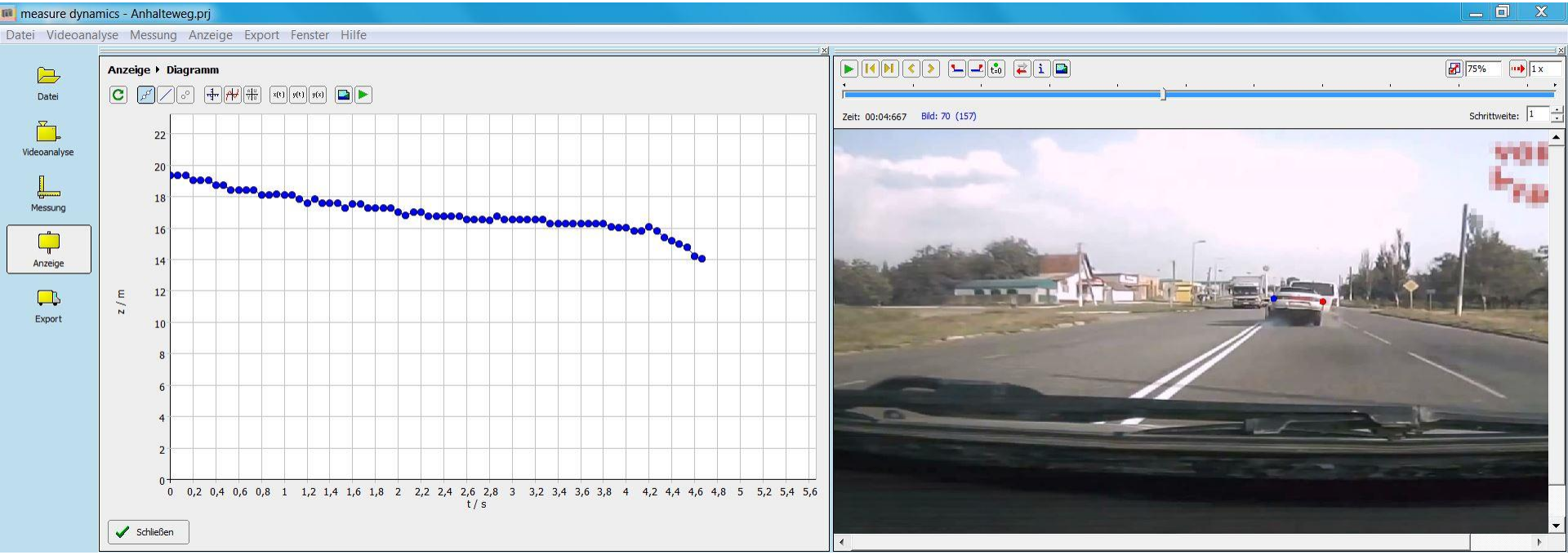
- Russische Videos dürfen verwendet werden!
- Deutsche Videos dürfen **nicht** verwendet werden, wenn Personen identifiziert werden können.
- In Russland ist vor allem ein Kameramodell sehr verbreitet, für den Brennweite und Größe des Bildsensors bekannt ist.

2.1 Beispiel: Anhalteweg

- Video:
  - Plötzliches Hindernis
  - Es wird ausgewichen
- Problem:
  - Hätte ein Zusammenstoß auch durch Abbremsen verhindert werden können?
  - Lösung durch Berechnen des Anhaltewegs
- Analyse:
  - Bestimmung des Abstands zum Hindernis und des Anfangstempos

2.1 Beispiel: Anhalteweg

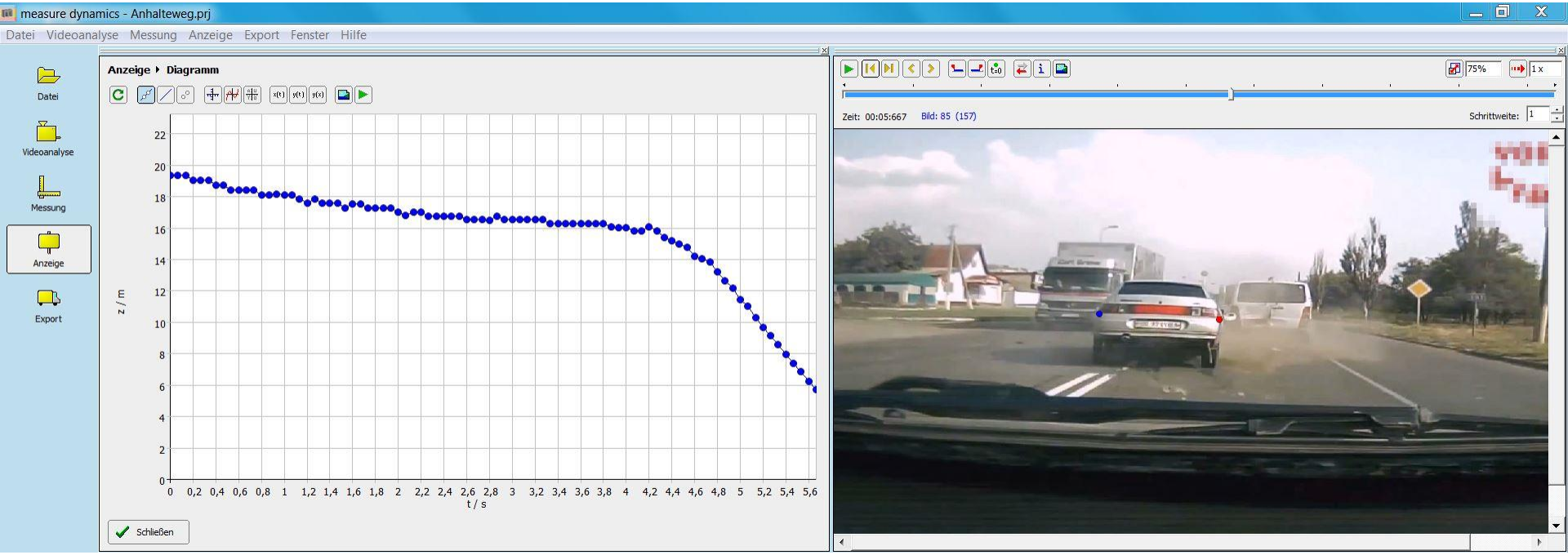
- Vorausfahrendes Auto kommt plötzlich durch Auffahrunfall zum Stillstand, Bremslichter leuchten auf:



- Bremsen oder Ausweichen?

2.1 Beispiel: Anhalteweg

- Dashcam-Auto fährt ca. 1 Sekunde mit konstanter Geschwindigkeit weiter:



  - Tempo 30 km/h, Reaktionsweg 8,3 m, nötiger Bremsweg 4,3 m, verfügbarer Bremsweg 8 m

2.1 Beispiel: Anhalteweg

- Möglichkeiten zur Erkennung und Vermeidung von Gefahren:
  - „Halber Tacho“:
    Hilfe: Leitpfosten zählen
  - „zwei Sekunden-Regel“:
    Hilfe: Zeit bei markanten Wegpunkten zählen

2.1 Beispiel: Anhalteweg

- Vorausfahrendes Auto fährt in Schatten

- Eigenes Auto fährt in Schatten

- Zeitdifferenz 1,3 s reicht hier zum Anhalten aus.

2.2 Beispiel: Überholvorgang

- Video:
  - Auto überholt zwei LKWs.

- Problem:
  - Ist der Abstand zum entgegenkommenden Auto groß genug, um auch den zweiten Lkw zu überholen?
- Analyse:
  - Bestimmung des Tempos relativ zu dem Auto und dem Lkw.

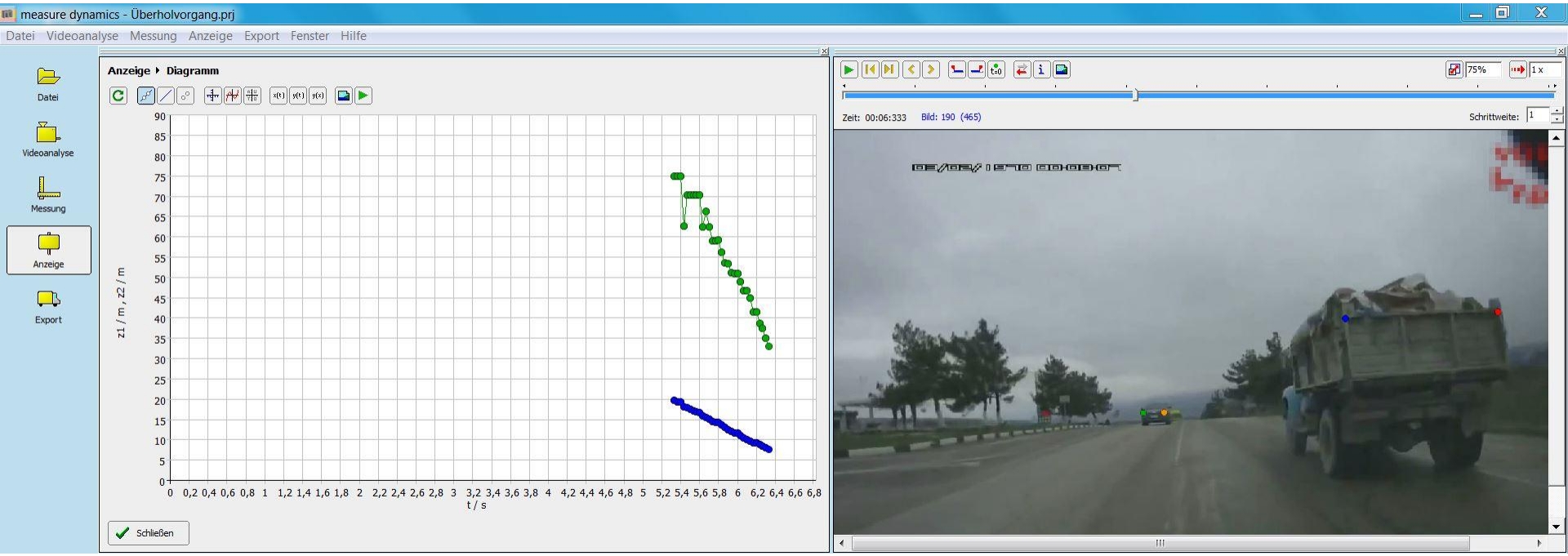
2.2 Beispiel: Überholvorgang

- Erster LKW erfolgreich überholt
- Abstandbestimmung zu zweitem LWK und entgegenkommendem Auto

- Annahmen:
  - LKW 2,55 m breit
  - Scheinwerfer 1,5 m Abstand

2.2 Beispiel: Überholvorgang

- Einscheren oder überholen?



- $v_{rel,Lkw}$ = 43 km/h, $v_{rel,Auto}$ = 150 km/h
- Annahme: beide Autos gleich schnell
  $\Rightarrow v_{Auto}$ = 75 km/h, v_{LKW} = 32 km/h

2.2 Beispiel: Überholvorgang

- Relativer Überholweg:

$$s_{rel} = s_{vorher} + s_{nachher} + l_{Laster} + l_{Auto} = 39\ \mathrm{m}$$

- Überholzeit:

$$t = \frac{s_{rel}}{v_{rel,LKW}} = 3{,}2\ s$$

- Abstand zum Gegenverkehr:

$$31\ m$$

- Zeit bis Zusammenstoß:

$$0{,}75\ s$$

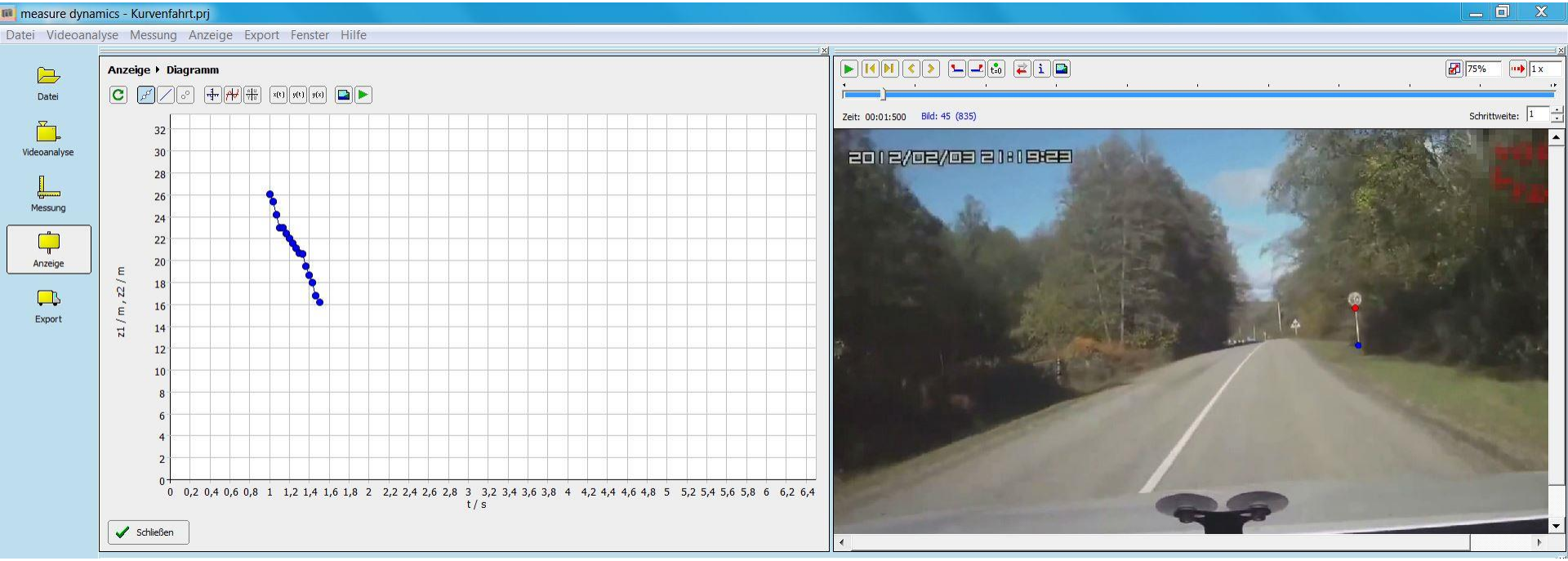
2.3 Beispiel: Kurvenfahrt

- Video:
  - Auto „fliegt“ aus der Kurve

- Problem:
  - Mit welchem maximalen Tempo wäre ein Fahren durch die Kurve noch möglich gewesen?
- 1. Analyse:
  - Bestimmung des Tempos beim Vorbeifahren an den Straßenschildern, die die zulässigen Höchstgeschwindigkeiten angeben.

2.3 Beispiel: Kurvenfahrt

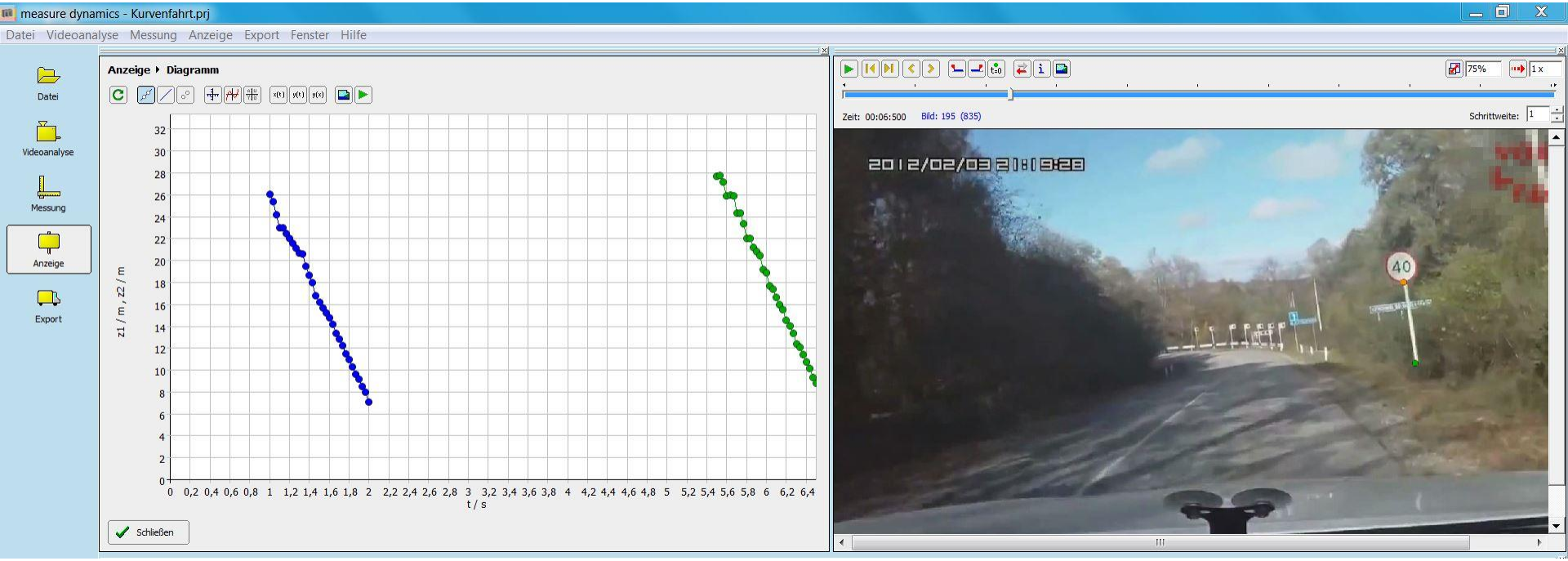
- Abstand zum ersten Verkehrsschild:



- Tempo: 77 km/h (erlaubt: 60 km/h)

2.3 Beispiel: Kurvenfahrt

- Abstand zum zweiten Verkehrsschild:



- Tempo: 71 km/h (erlaubt: 40 km/h)
- Kaum langsamerwerdend

2.3 Beispiel: Kurvenfahrt

- 2. Analyse: Bestimmung des Kurvenradius

  a) über die Positionen der Richtungstafeln,

  b) mit einem Screenshot aus Google Maps.

- Aus: $m \cdot \frac{v_{max}^2}{r} = \mu_H m\, g$

  folgt: $v_{max} = \sqrt{r \mu_H g}$

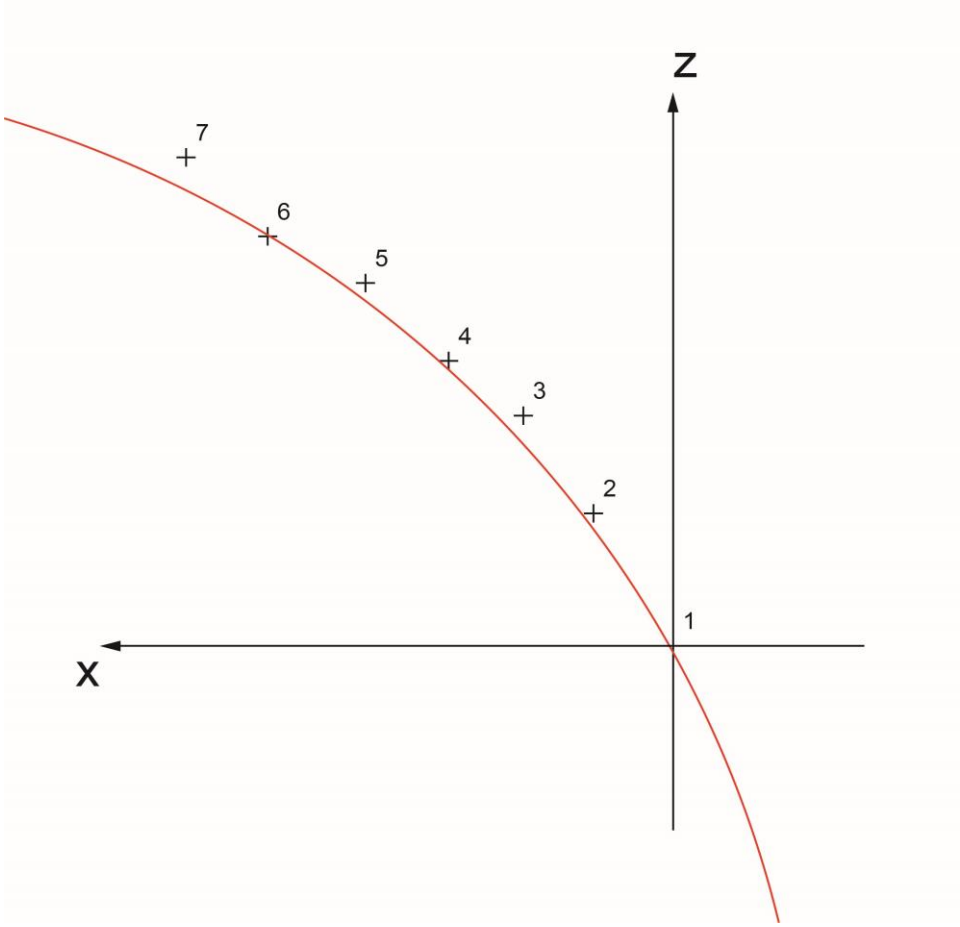
2.3 Beispiel: Kurvenfahrt

- Bestimmung des Abstandes zu den einzelnen Richtungs-tafeln (in Fahrtrichtung)

- Bestimmung des seitlichen Abstandskomponente zwischen den Richtungs-tafeln:

2.3 Beispiel: Kurvenfahrt

- Auto fährt näherungsweise geradeaus.
- Abstände in ein Koordinatensystem
- Kreis anpassen
- Radius: 30 m



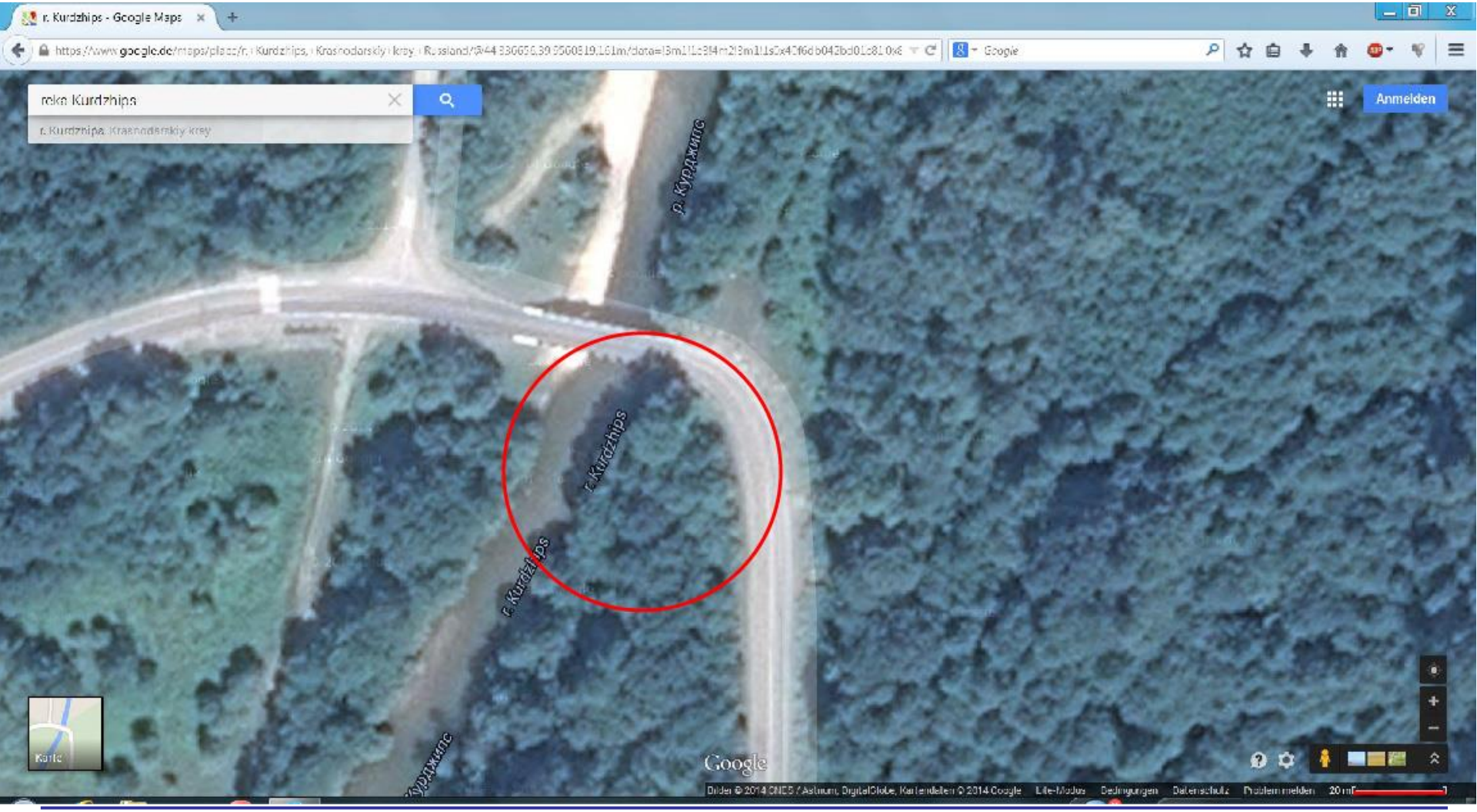
- Maximal mögliches Tempo: 56 km/h
- Tatsächlich: 70 km/h

2.3 Beispiel: Kurvenfahrt

- Ort wird angegeben:

2.3 Beispiel: Kurvenfahrt

- Radius-Bestimmung mit Google Earth:



Fazit

- Dashcam-Videos eignen sich für einen kontextorientierten Unterricht.
- Die Videoanalyse liefert sinnvolle Werte.
- Für gut geeignete Videos muss man suchen.
- Die Beispiele werden zur Verfügung gestellt.

Danke

- Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!

- Kontaktmöglichkeit:

Prof. Dr. Thomas Wilhelm
Institut für Didaktik der Physik
Max-von-Laue-Str. 1
60438 Frankfurt am Main
E-Mail: wilhelm@physik.uni-frankfurt.de
Web: www.thomas-wilhelm.net