

# Crashversuche

Spielerei oder Notwendigkeit?

# Crashversuche – Spielerei oder Notwendigkeit?



## Auszug aus einer DEKRA-Rechnung für eine Unfallrekonstruktion

Vermeidbarkeitsbetrachtungen	01:15
Zusammenstellen von Gutachtenanlagen	01:10
Verifizierung durch Vergleich mit Crashversuchen	00:55
Diktat Gutachten	01:30



- ▶ Die Spurenlage
- ▶ Die Rekonstruktion
- ▶ Die Auflösung

# Crashversuche – Spielerei oder Notwendigkeit?



- ▶ **Die Spurenlage**
- ▶ Die Rekonstruktion
- ▶ Die Auflösung

# Die Spurenlage

Spuren am Kollisionsort



- Ausgebranntes, stark beschädigtes Fahrzeug

# Die Spurenlage

Spuren am Kollisionsort



- Ausgebranntes, stark beschädigtes Fahrzeug
- Schmutzspuren, ausgehend von einem Baum zum ausgebrannten Pkw
- Zwei beschädigte Bäume

# Die Spurenlage

Spuren am Kollisionsort

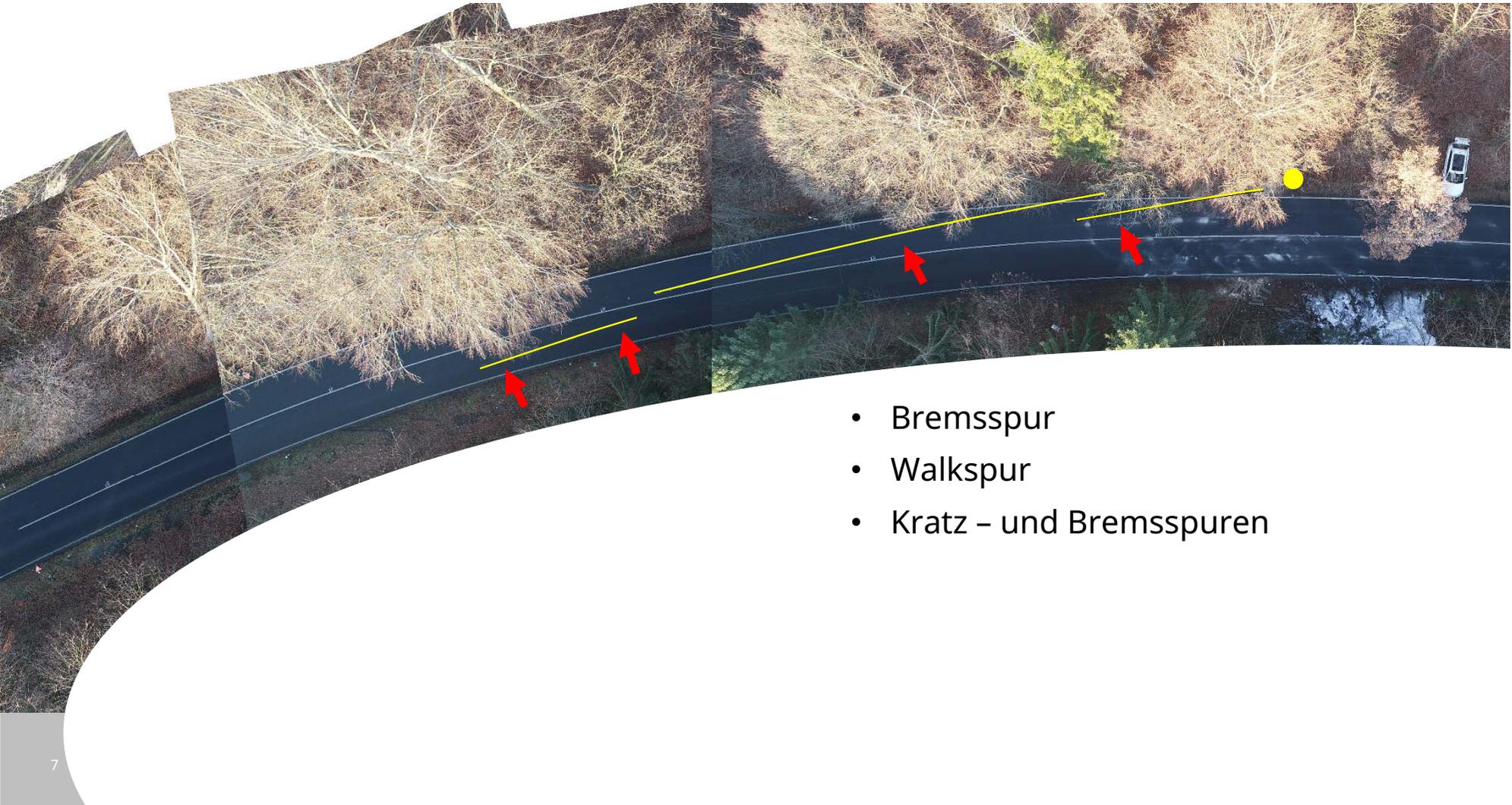


- Ausgebranntes, stark beschädigtes Fahrzeug
- Schmutzspuren, ausgehend von einem Baum zum ausgebrannten Pkw
- Zwei beschädigte Bäume



# Die Spurenlage

Spuren am Kollisionsort



- Bremsspur
- Walkspur
- Kratz - und Bremsspuren

# Die Spurenlage

Spuren des vorkollisionären Geschehens



- Annäherung an die Unfallstelle
- 4-5% Gefälle, Geschwindigkeitsbegrenzung auf 70 km/h

# Die Spurenlage

Spuren des vorkollisionären Geschehens



- Annäherung an die Unfallstelle
- 4-5% Gefälle, Geschwindigkeitsbegrenzung auf 70 km/h
- Frische Reifenspuren in der linksseitigen Bankette
- Spurbeginn in der Bankette mit Anstoßspuren am Kantstein
- Stein mit frischen Anstoßspuren



# Die Spurenlage

Spuren des vorkollisionären Geschehens



- Annäherung an die Unfallstelle
- 4-5% Gefälle, Geschwindigkeitsbegrenzung auf 70 km/h
- Frische Reifenspuren in der linksseitigen Bankette
- Spurbeginn in der Bankette mit Anstoßspuren am Kantstein
- Stein mit frischen Anstoßspuren
- Kontaktspuren an der Leitplanke

# Die Spurenlage

Spuren des vorkollisionären Geschehens



- Annäherung an die Unfallstelle, ca. 200 m vor Baumanprall
- 4-5% Gefälle, Geschwindigkeitsbegrenzung auf 70 km/h
- Frische Reifenspuren in der linksseitigen Bankette
- Spurbeginn in der Bankette mit Anstoßspuren am Kantstein
- Stein mit frischen Anstoßspuren
- Kontaktsuren an der Leitplanke
- Kurvenbeginn vor Leitplankenprall

# Die Spurenlage

## Technische Fahrzeuguntersuchung



- Stark verformter Frontbereich

# Die Spurenlage

Technische Fahrzeuguntersuchung



- Stark verformter Frontbereich
- Deformationstiefe ca. 65 bis 70 cm

# Die Spurenlage

## Technische Fahrzeuguntersuchung



- Stark verformter Frontbereich
- Deformationstiefe ca. 65 bis 70 cm
- Deformierte linke Fahrzeugseite

# Die Spurenlage

## Technische Fahrzeuguntersuchung



- Stark verformter Frontbereich
- Deformationstiefe ca. 65 bis 70 cm
- Deformierte linke Fahrzeugseite
- Linkes Vorderrad: Kratzspuren am Felgenhorn

# Die Spurenlage

## Technische Fahrzeuguntersuchung



- Stark verformter Frontbereich
- Deformationstiefe ca. 65 bis 70 cm
- Deformierte linke Fahrzeugseite
- Linkes Vorderrad; Kratzspuren am Felgenhorn
- Stahlfelge des linken Hinterrades deutlich deformiert

# Crashversuche – Spielerei oder Notwendigkeit?

- ▶ Die Spurenlage
- ▶ **Die Rekonstruktion**
- ▶ Die Auflösung



# Die Rekonstruktion

Energieerhaltung – wie war das noch??

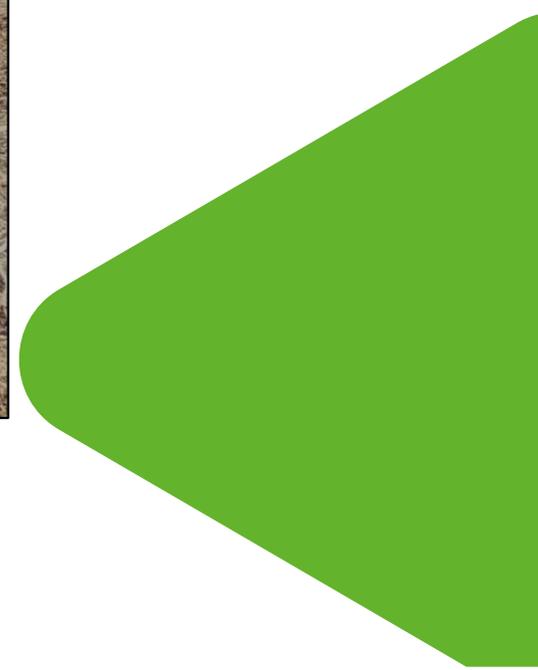


$$E_{kin,Pkw\ Einlauf} + E_{kin,Baum\ Einlauf} = E_{kin,Pkw\ Auslauf} + E_{kin,Baum\ Auslauf} + E_{Def,Pkw} + E_{Def,Baum} + E_{Rest}$$

$$E_{kin,Pkw\ Einlauf} = E_{kin,Pkw\ Auslauf} + E_{Def,Pkw} + E_{Def,Baum}$$

# Die Rekonstruktion

Der nachkollisionäre Auslauf



# Die Rekonstruktion

Energieerhaltung – wie berechnet sich der Baum?



$$E_{kin.,Pkw} = E_{kin.,Pkw \text{ Auslauf}} + E_{Def,Pkw} + E_{Def,Baum}$$



# Die Rekonstruktion

Energieerhaltung – und der Pkw?



$$E_{transl.,Pkw} = E_{kin.,Pkw} \text{ Auslauf} - E_{Def,Pkw} - E_{Def,Baum}$$

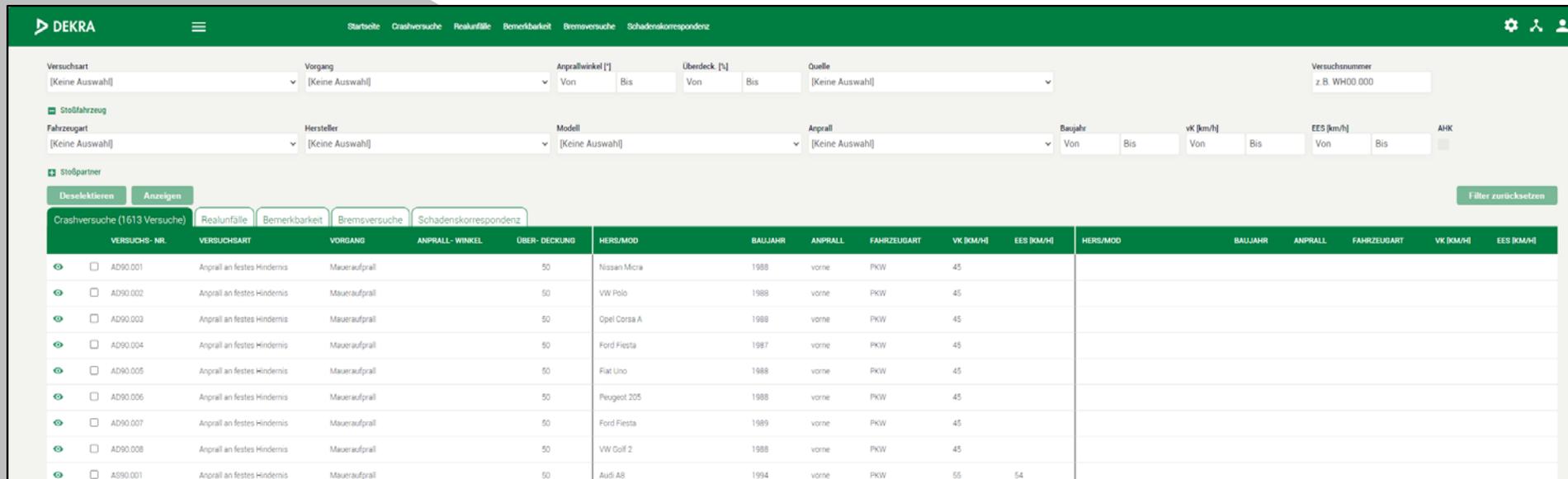
The equation is annotated with green checkmarks above  $E_{kin.,Pkw}$  and  $E_{Def,Baum}$ , and a red circle around  $E_{Def,Pkw}$ .

# Die Rekonstruktion

## Abschätzung der Beschädigungsenergie

- Die Beschädigungsenergie wird in einem Vergleichswert angegeben „Energy Equivalent Speed“ (EES)
- Verwendung der DEKRA-Datenbank Digikat

*„Das ist die Geschwindigkeit, mit der ein Fahrzeug gegen ein geeignetes, starres, unverrückbares Hindernis prallen muss, um ohne nennenswerten Auslauf die festgestellten Beschädigungen zu erzeugen.“*



The screenshot displays the DEKRA Digikat database interface. At the top, there is a navigation bar with the DEKRA logo and a menu icon. Below the navigation bar, there are several filter tabs: 'Startseite', 'Crashversuche', 'Realunfälle', 'Bemerkbarkeit', 'Bremsversuche', and 'Schadenskorrespondenz'. The main content area is divided into sections for 'Stoßfahrzeug' and 'Stoßpartner'. The 'Stoßfahrzeug' section includes filters for 'Fahrzeugart', 'Hersteller', 'Modell', 'Anprall', 'Baujahr', 'vK [km/h]', 'EES [km/h]', and 'AHK'. The 'Stoßpartner' section has buttons for 'Deselektieren' and 'Anzeigen', and a 'Filter zurücksetzen' button. Below these filters is a table with 16 columns: 'VERSUCHS- NR.', 'VERSUCHSART', 'VORGANG', 'ANPRALL- WINKEL', 'ÜBER- DECKUNG', 'HERS/MOD', 'BAUJAHR', 'ANPRALL', 'FAHRZEUGART', 'VK [KM/H]', 'EES [KM/H]', 'HERS/MOD', 'BAUJAHR', 'ANPRALL', 'FAHRZEUGART', 'VK [KM/H]', and 'EES [KM/H]'. The table contains 9 rows of data, each representing a different crash test.

VERSUCHS- NR.	VERSUCHSART	VORGANG	ANPRALL- WINKEL	ÜBER- DECKUNG	HERS/MOD	BAUJAHR	ANPRALL	FAHRZEUGART	VK [KM/H]	EES [KM/H]	HERS/MOD	BAUJAHR	ANPRALL	FAHRZEUGART	VK [KM/H]	EES [KM/H]
AD90.001	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	Nissan Micra	1988	vorne	PKW	45							
AD90.002	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	VW Polo	1988	vorne	PKW	45							
AD90.003	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	Opel Corsa A	1988	vorne	PKW	45							
AD90.004	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	Ford Fiesta	1987	vorne	PKW	45							
AD90.005	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	Fiat Uno	1988	vorne	PKW	45							
AD90.006	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	Peugeot 205	1988	vorne	PKW	45							
AD90.007	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	Ford Fiesta	1989	vorne	PKW	45							
AD90.008	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	VW Golf 2	1988	vorne	PKW	45							
A590.001	Anprall an festes Hindernis	Maueraufprall		50	Audi A8	1994	vorne	PKW	55	54						

# Die Rekonstruktion

## Abschätzung der Beschädigungsenergie



- Vergleichsversuche heraussuchen

DEKRA

Startseite Crashversuche Realunfälle Bemerkbarkeit Bremsversuche Schadenskorrespondenz

Versuchsart: Anprall an festes Hindernis | Vorgang: Baumanprall | Anprallwinkel [°]: Von: Bis: | Überdeck. [°]: Von: Bis: | Quelle: [Keine Auswahl] | Versuchsnummer: z. B. WH00.000

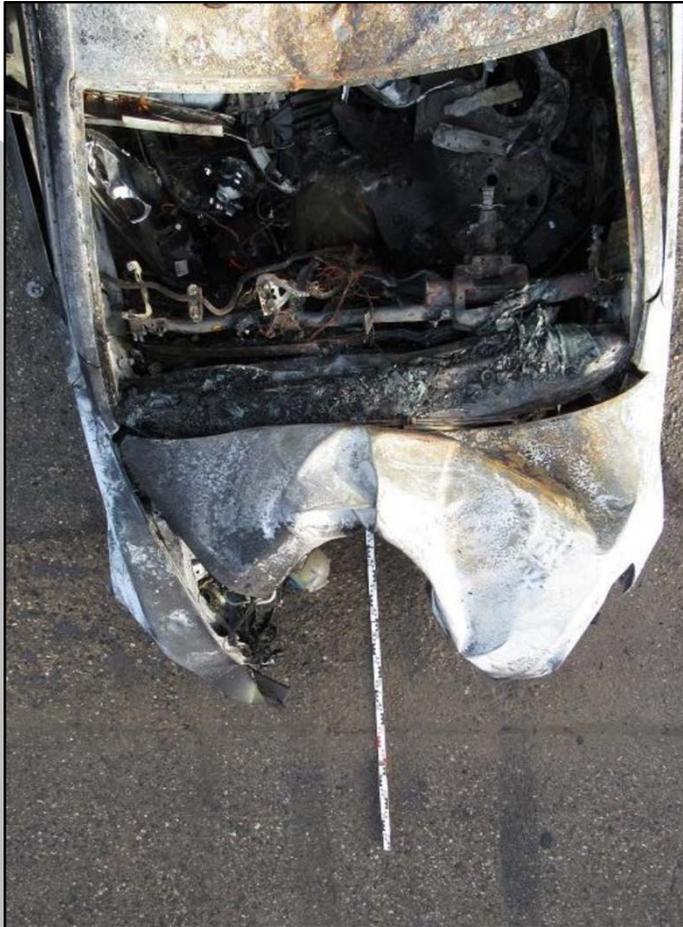
Stoßfahrzeug: Fahrzeugart: [Keine Auswahl] | Hersteller: [Keine Auswahl] | Modell: [Keine Auswahl] | Anprall: [Keine Auswahl] | Baujahr: Von: Bis: | VK [km/h]: 55 75 | EES [km/h]: Von: Bis: | AHK: [ ]

Stoßpartner: Deselektieren Anzeigen Filter zurücksetzen

VERSUCHS-NR.	VERSUCHSART	VORGANG	ANPRALL- WINKEL	ÜBER- DECKUNG	HERS/MOD	BALLJAHR	ANPRALL	FAHRZEUGART	VK [KM/H]	EES [KM/H]	HERS/MOD	BALLJAHR	ANPRALL	FAHRZEUGART	VK [KM/H]	EES [KM/H]
<input type="checkbox"/> DG12.005	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall	180		Fiat Marea	1997	vorne	PKW	71							
<input type="checkbox"/> EU98.013	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall	0	15	Ford Escort		vorne	PKW	62							
<input type="checkbox"/> SH04.095	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall	0		Mercedes-Benz A-Klasse W168	1998	vorne	PKW	61	60						
<input type="checkbox"/> SH19.075	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall			Nissan Leaf		Seite	PKW	75							
<input type="checkbox"/> SH20.073	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall	90		Skoda Octavia Kombi	2012	Seite	PKW	71	71						
<input checked="" type="checkbox"/> SH21.047	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall	0		Ford Focus Turnier	2014	vorne	PKW	69	68						
<input type="checkbox"/> SH97.017	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall			BMW 3er E30	1985	vorne	PKW	63	62						
<input type="checkbox"/> SH97.022	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall			BMW 3er E30	1983	vorne	PKW	62	62						
<input type="checkbox"/> SH97.024	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall			BMW 3er E30	1984	vorne	PKW	61	60						
<input type="checkbox"/> SH98.051	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall		90	VW Golf 2	1990	Seite	PKW	61	51						
<input type="checkbox"/> SH98.052	Anprall an festes Hindernis	Baumanprall		90	Mazda Xedos	1994	Seite	PKW	63	56						

# Die Rekonstruktion

Abschätzung der Beschädigungsenergie



- Vergleichsversuche heraussuchen
- Beschädigungen vergleichen



Quelle: DEKRA

# Die Rekonstruktion

Abschätzung der Beschädigungsenergie



- Vergleichsversuche heraussuchen
- Beschädigungen vergleichen



# Die Rekonstruktion

Abschätzung der Beschädigungsenergie



- Vergleichsversuche heraussuchen
- Beschädigungen vergleichen

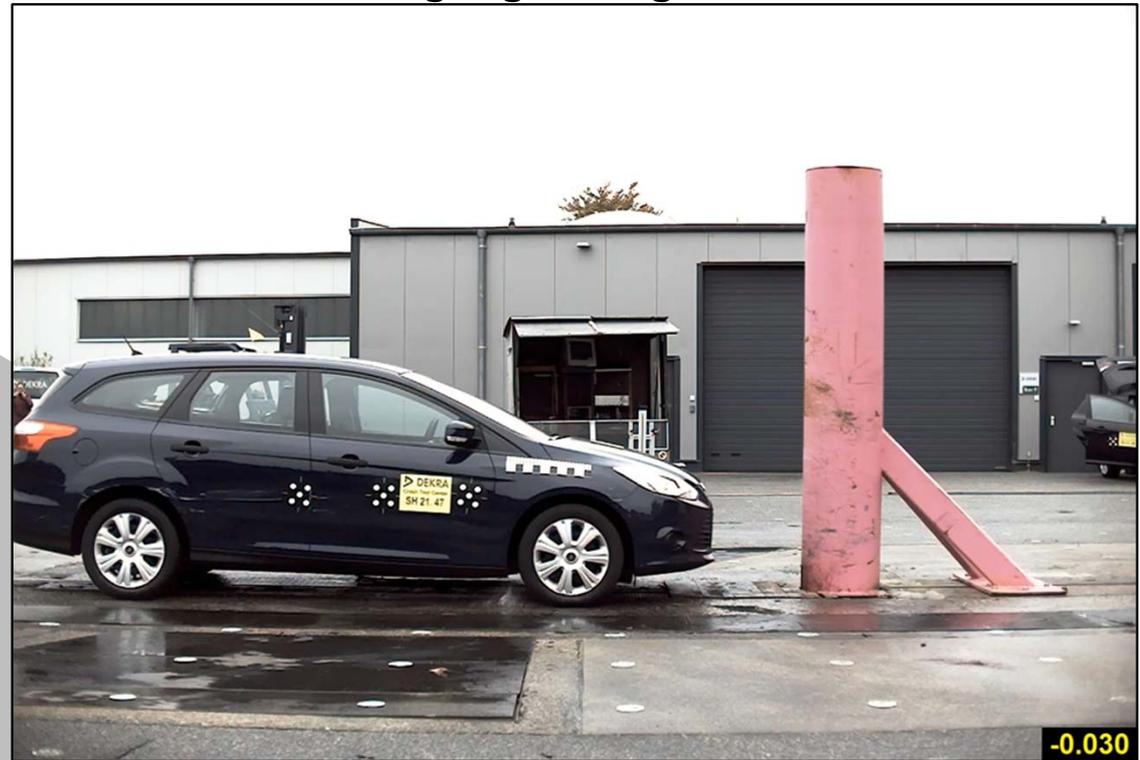


# Die Rekonstruktion

Abschätzung der Beschädigungsenergie



- Vergleichsversuche heraussuchen
- Beschädigungen vergleichen



# Die Rekonstruktion

## Abschätzung der Beschädigungsenergie



- Vergleichsversuche heraussuchen
- Beschädigungen vergleichen
- EES abschätzen **65 – 70 km/h**

Stoßfahrzeug			
Fahrzeugart PKW	Hersteller Ford	Modell Focus Turnier	Baujahr 2014
Anprall vorne	vK 69 km/h	EES 68 km/h	
Geschwindigkeiten		PKW	
vK	69 km/h		
v'	12 km/h		
$\Delta v$	57 km/h		
EES	68 km/h		
Stoßdaten			
k-Faktor	0,17		
Stoßdauer	0,10 s		
Gesamte dyn. Eindringtiefe	m		
Max. Eindringung	m		
Mittl. Verzögerung / Beschleunigung	m/s <sup>2</sup>		
Steifigkeit (UDS)	kN/m		
Radstandsverkürzung	m		
Bemerkungen			

# Die Rekonstruktion

Energieerhaltung – wie geht es weiter?



$$E_{transl.,Pkw} = E_{kin.,Pkw\ Auslauf} + E_{Def,Pkw} + E_{Def,Baum}$$

$$\frac{1}{2} m_{Fzg} v_{k,Pkw}^2 = \frac{1}{2} m_{Fzg} v_{k',Pkw}^2 + \frac{1}{2} J_{Fzg} \omega_{k',Pkw}^2 + \frac{1}{2} m_{Fzg} EES_{Pkw}^2 + E_{Def,Baum}$$

$$v_{k,Pkw} = 75 - 85 \text{ km/h}$$



# Die Rekonstruktion

Und ohne Crashversuch??



$$E_{kin,Pkw\ Einlauf} = E_{kin,Pkw\ Auslauf} + E_{Def,Pkw} + E_{Def,Baum}$$

$$v_{k,Pkw} = v'_{k,Pkw}$$

$$v_{k,Pkw} = 35 - 40\ km/h$$



# Crashversuche – Spielerei oder Notwendigkeit?

- ▶ Die Spurenlage
- ▶ Die Rekonstruktion
- ▶ **Die Auflösung**



# Die Auflösung

Der vorkollisionäre Ablauf



Zurückrechnung über die vorangegangenen Phasen

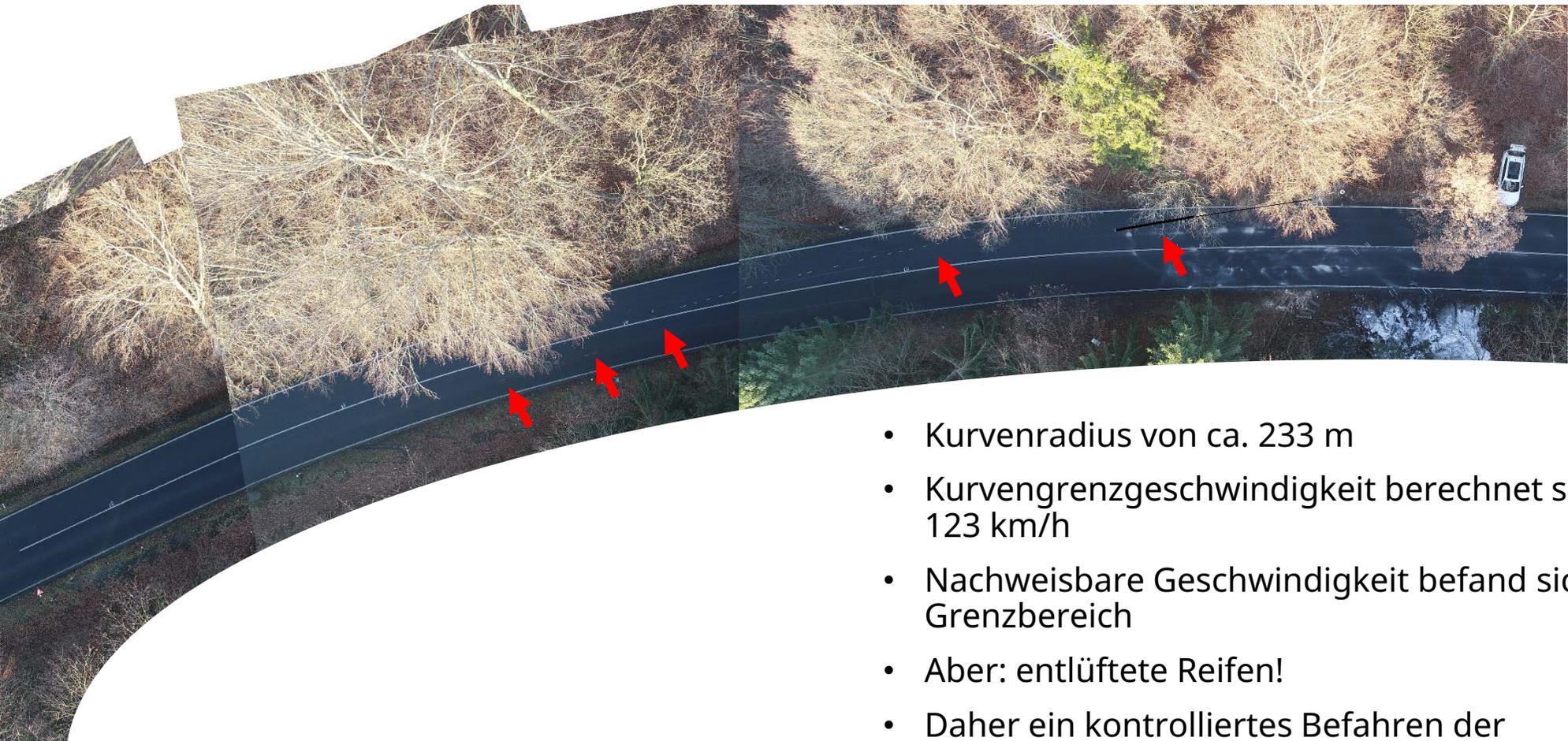
- Vollbremsung
- Walkspur
- Kratzspur
- Teilbremsung

Geschwindigkeit zu Kurvenbeginn

**115 – 125 km/h**

# Die Auflösung

Der vorkollisionäre Ablauf



- Kurvenradius von ca. 233 m
- Kurvengrenzgeschwindigkeit berechnet sich zu 123 km/h
- Nachweisbare Geschwindigkeit befand sich im Grenzbereich
- Aber: entlüftete Reifen!
- Daher ein kontrolliertes Befahren der Rechtskurve **technisch nicht möglich!**

# Die Auflösung

Die Frage der Vermeidbarkeit



- Entlüftung der linken Räder wahrnehmbar? ✓
- Anhalten trotz entlüfteter Räder möglich? ✓

Das Unfallgeschehen war damit technisch vermeidbar.



Fragen??

