

Analyse des Schadenherganges am ATV Thomas Peuckert

MICHAEL SCHREITER*

10. April 2016

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Geschwindigkeit	2
3	Rollwiderstand	3
4	Aufprallenergie	4
5	Zusammenfassung	4

*Michael_Schreiter@gmx.de

1 Einleitung

Höhenunterschied: 14,45 m

Entfernung direkt: 44,3 m

Entfernung incl. Höhenprofil: 60 m geschätzt

Gewicht ATV: 400 kg

2 Geschwindigkeit

Siehe [Wikipedia](#)¹. Da die Anfangsgeschwindigkeit 0 km h^{-1} beträgt wird im folgenden v_0 durch 0 ersetzt.

Die Endgeschwindigkeit wird mit Hilfe des Geschwindigkeits-Zeit-Gesetzes berechnet:

$$v = at$$

Da die Geschwindigkeit nach einer bestimmten Wegstrecke berechnet werden soll, muss die Zeit mit Hilfe des Weg-Zeit-Gesetzes ersetzt werden:

$$s = \frac{a}{2}t^2$$

Nach t umgestellt, ergibt sich folgendes:

$$t = \sqrt{\frac{2s}{a}}$$

Zusammen mit dem Geschwindigkeits-Zeit-Gesetz ergibt sich

$$v = \sqrt{2as}$$

Für den Höhenunterschied von $s = 14,45 \text{ m}$ und der Erdbeschleunigung $a = 9,81 \text{ m s}^{-2}$:

$$v \approx 16,8 \text{ m s}^{-1} \approx 60,6 \text{ km h}^{-1}$$

¹https://de.wikipedia.org/wiki/Gleichm%C3%A4%C3%9Ffig_beschleunigte_Bewegung

3 Rollwiderstand

Siehe [Wikipedia](#)².

$$F_R = c_R \cdot F_N$$

Der Rollwiderstandskoeffizienten c_R kann nur geschätzt werden. Für ein ATV erscheint ein Wert von 0,2 realistisch.

Für eine exakte Berechnung müsste für jeden Punkt des abgefahrenen Weges die exakte Beschleunigung incl. Rollwiderstand und aktueller Geschwindigkeit berechnet werden. Da kein exaktes Höhenprofil vorliegt, wird hier Näherungsweise von einer 60 m langen Strecke mit einem gleichmäßigen Abfall der Strecke um 14,45 m ausgegangen. Die Strecke von 60 m ist hierbei ebenfalls großzügig geschätzt.

Zunächst berechnen wir die Beschleunigung die für diese angenommene Strecke gelten würde. Dazu stellen wir die Gleichung aus Abschnitt 2 wir folgt um:

$$a_{\text{alt}} = \frac{v_{\text{alt}}^2}{2s}$$

Da eine Beschleunigung nichts anderes ist als Kraft pro Gewichtseinheit, die auf einen Gegenstand einwirkt, kann der Rollwiderstandskoeffizient auch direkt auf die Beschleunigung angewendet werden. Da uns aber nicht der Verlust an Beschleunigung interessiert, sondern der wirksame Anteil an Beschleunigung können wir diesen wie folgt beschreiben:

$$\begin{aligned} a_{\text{neu}} &= a_{\text{alt}} \cdot (1 - c_R) \\ &= \frac{v_{\text{alt}}^2}{2s} \cdot (1 - c_R) \end{aligned}$$

Zusammen mit der Gleichung aus Abschnitt 2 können wir für unsere hier angenommene Strecke, folgendes berechnen:

$$\begin{aligned} v_{\text{neu}} &= \sqrt{2a_{\text{neu}}s} \\ &= \sqrt{2s \cdot \frac{v_{\text{alt}}^2}{2s} \cdot (1 - c_R)} \\ &= \sqrt{v_{\text{alt}}^2 \cdot (1 - c_R)} \end{aligned}$$

Für unsere Geschwindigkeit von $v_{\text{alt}} = 16,8 \text{ m s}^{-1}$ ergibt sich die näherungsweise um den Rollwiderstand korrigierte Geschwindigkeit von $v_{\text{neu}} \approx 15,1 \text{ m s}^{-1} \approx 54,2 \text{ km h}^{-1}$.

²<https://de.wikipedia.org/wiki/Rollwiderstand>

4 Aufprallenergie

Siehe [Wikipedia](#)³.

Die freigesetzte Energie beim Aufprall berechnet sich wie folgt:

$$E_{\text{kin}} = \frac{1}{2}mv^2$$

Für die Geschwindigkeit von $v = 15,1 \text{ m s}^{-1}$ und $m = 400 \text{ kg}$ ergibt sich $E_{\text{kin}} = 45\,350 \text{ J}$.

5 Zusammenfassung

Das Fahrzeug ist nach einer ca. 60 m langen Fahrt, mit 14,45 m Höhenunterschied gegen einen Baum mit 32 cm Umfang geprallt und hat diesen vollständig entwurzelt. Die ungefähre Endgeschwindigkeit betrug dabei ca. $54,2 \text{ km h}^{-1}$ und die dabei freigesetzte Energie ungefähr 45 350 J. Mit diesen Angaben und den vorhandenen Bildern sollte überprüfbar sein, dass die vorhandenen Schäden am Fahrzeug mit den hier gemachten Angaben übereinstimmen.

³https://de.wikipedia.org/wiki/Kinetische_Energie