

Wie gefährlich sind Windkraftanlagen?

Gefahren für Leib und Leben werden meist unterschätzt

Die Gefahren, die von Windkraftanlagen ausgehen können, werden einerseits aus Unwissenheit unterschätzt und andererseits – wissentlich - nicht nur unterschätzt, sondern bewusst verschwiegen. Dabei könnte und sollte die Anzahl bekannt gewordener Unfälle und gefährlicher Ereignisse längst ausgereicht haben, um die zuständigen Ämter und Behörden wachzurütteln oder auch aufzuschrecken.

Im folgenden wird nicht von den spektakulären Unfällen die Rede sein, sondern von den mehr oder weniger **verborgenen** und auch **verheimlichten** Vorfällen mit **herabgefallenen** oder **weit geschleuderten Eisbrocken**.

Es sind wohl 2 Gefahrenmomente und 2 Gefahrenzonen zu unterscheiden:

(1) Der erste Bereich bezieht sich auf eine **Windkraftanlage im Stillstand**. Von der Gefahr **herabfallender Eisbrocken** betroffen ist eine Kreisfläche, deren Durchmesser dem **Rotordurchmesser** entspricht.

Aus einer Höhe von z.B. 100 m erreicht ein Eisbrocken eine Endfallgeschwindigkeit am Boden von ca. **160 km/h**. Es braucht wahrlich nicht allzu viel Phantasie, um sich die **fatale Wirkung** eines mehrere Kilogramm schweren Eisbrockens vorzustellen. Selbst diesem ersten Gefahrenmoment könnte man ja, wenn man nur wollte und wenn entsprechende Vorschriften existieren würden, durch Installation eines Zaunes leicht begeben.

(2) Der zweite Bereich ist der eigentliche und der viel gefährlichere, jedoch bisher fast überhaupt nicht beachtete Gefahrenbereich; dieser bezieht sich auf eine **Windkraftanlage in Betrieb**. Es ist die Kreisfläche, deren Radius der maximalen Eiswurfweite entspricht. Innerhalb dieses Gefahrenbereichs hat man es nun nicht mit simplen Fallgeschwindigkeiten wie unter (1) zu tun, sondern mit „**Geschossgeschwindigkeiten**“ von mehreren **100 km/h**, die allein vom Rotordurchmesser und der Rotordrehungszahl abhängig sind.

In Büchern der Physik finden wir die allgemeine Formel für eine Bahnkurve (schräger Wurf):

$$y = x \operatorname{tg} \varphi - \frac{g x^2}{2 v_a^2 \cos^2 \varphi}$$

Für die weiteren Betrachtungen und Überlegungen von Interesse sind nur die Anfangsgeschwindigkeit v_a , die wir aus der Rotordrehungszahl und dem Rotordurchmesser ermitteln, und die Wurfweite x_w , die sich durch Berechnung aus folgender Formel ergibt:

$$x_w = \frac{v_a^2 \sin 2 \varphi}{g}$$

Dabei bedeuten φ der Abwurfwinkel gegen die Horizontale und g die für unsere Breiten geltende Erdbeschleunigung von $9,81 \text{ m/s}^2$.

Für die Bestimmung der Größe der kreisförmigen Gefahrenzone sind nun allein jene Parameter und Bedingungen bestimmend, unter denen der jeweils weiteste Wurf möglich wird.

Dies ist der Fall mit einem Abwurfwinkel von 45° (bekanntlich ist der Wert für $\sin 0^\circ$ gleich 0 und für $\sin 90^\circ$ gleich 1, demnach für $\sin 2\varphi = \sin 2 \times 45^\circ = \sin 90^\circ$ ebenfalls gleich 1 und der Geschwindigkeit der Rotorblattspitze.

Die nachfolgende Tabelle enthält die Geschwindigkeiten der Rotorblattspitzen für Rotordurchmesser zwischen 20 und 100 m und für 15, 20 und 25 Rotordrehungen pro Minute und die mit diesen Abwurfgeschwindigkeiten erzielbaren maximalen Wurfweiten für Abwurfwinkel von 45°.

Rotationen/ Minute	15 rpm		20 rpm		25 rpm	
Rotor Ø in Meter	km/h	Wurfweite in Meter	km/h	Wurfweite in Meter	km/h	Wurfweite in Meter
20	56,55	25,15	75,4	44,71	94,25	69,87
30	84,82	56,59	113,1	100,61	141,37	157,2
40	113,09	100,61	150,8	178,86	188,5	279,47
50	141,37	157,2	188,5	279,47	235,62	436,66
60	169,65	226,37	226,19	402,43	282,74	628,8
70	197,92	308,11	263,89	547,75	329,87	855,86
80	226,19	402,43	301,59	715,43	376,99	1117,86
90	254,47	509,32	339,29	905,47	424,12	1414,79
100	282,74	628,8	376,99	1117,86	471,24	1746,66

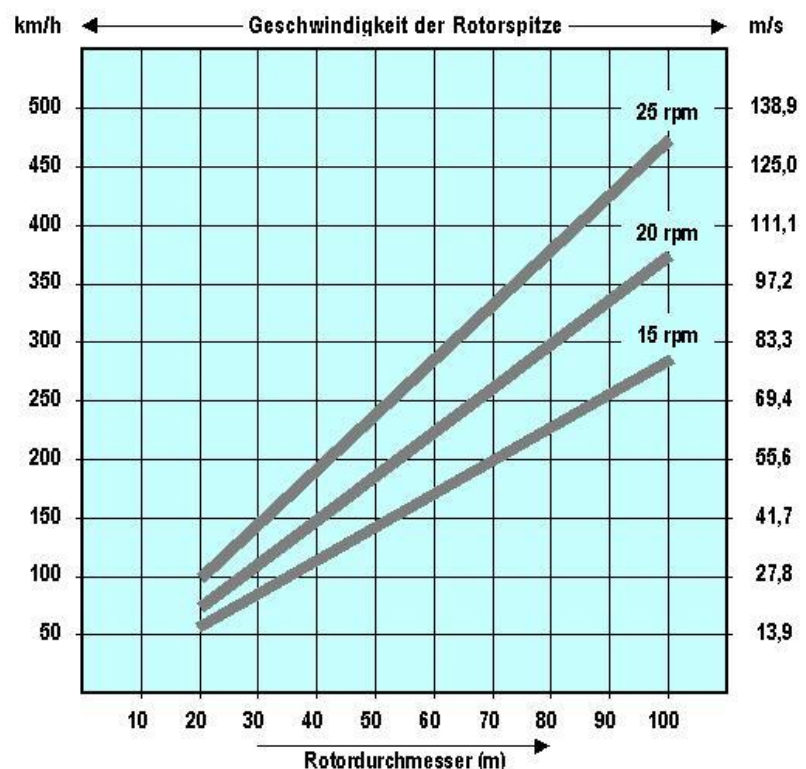
Nabenhöhen und Rotorblattlängen wurden bei der Berechnung der obigen Wurfweiten noch nicht berücksichtigt. Bei einem Winkel von 45° erhöht sich die Wurfweite um die Nabenhöhe plus Rotorblattlänge. Der Durchmesser der Gefahrenzone für eine WKA mit z.B. 90 m Nabenhöhe, 70 m Rotordurchmesser und 20 rpm beträgt dann

$$D = 2 \times (547,75 + 90 + 35) = 1.345,50 \text{ m}$$

bei einer maximalen Abwurf- und Aufschlaggeschwindigkeit von ca. 260 km/h.

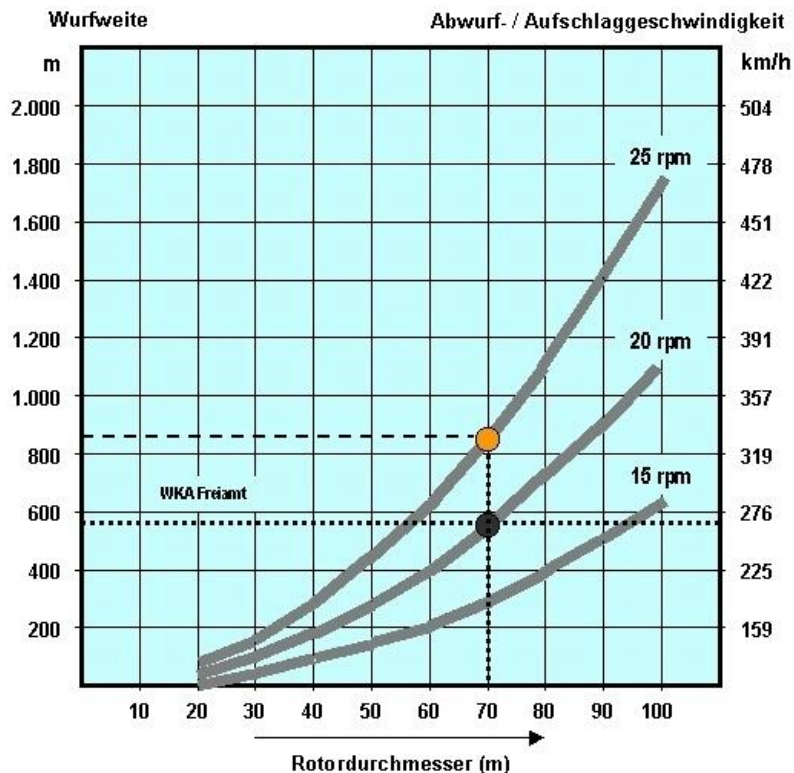
Das nachfolgende Diagramm dokumentiert den Zusammenhang zwischen Rotordurchmesser und Geschwindigkeit (in km/h und m/s) der Rotorblattspitzen (gleich maximale Abwurfgeschwindigkeit) für Umdrehungszahlen von 15, 20 und 25 rpm. In der Regel werden WKA mit ca. 20 rpm betrieben. Mit den derzeit projizierten WKA werden also „Geschossgeschwindigkeiten“ von über 300 km/h erreicht!

Nun könnte man einwenden, dass die berechneten Geschwindigkeiten und damit auch die Wurfweiten nur rein theoretische Bedeutung hätten, da doch der Luftwiderstand und die Grösse bzw. Masse und Form eines Eisbrockens zu berücksichtigen wären. Und für einen Eisbrocken, der sich aus der Flügelmitte löst, müsste ein anderer Geschwindigkeitswert angenommen werden. Andererseits könnte aber auch argumentiert werden, dass die Elastizität und Schwingung eines Rotorflügels eine grössere Wurfweite bedingen könnte, wie z.B. auch ein starker Rückenwind.



Solche Einwände sind verständlich, jedoch vollkommen unerheblich, weil es nicht um die Vorhersage eines ganz bestimmten fatalen Ereignisses geht, sondern um die Ermittlung der äußersten Grenze einer Gefahrenzone, innerhalb der ein fatales Ereignis, d.h. der Einschlag eines mehr oder weniger großen Eisbrockens, erfolgen könnte.

Das nachfolgende Diagramm verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Rotordurchmesser und Wurfweite wie auch den Zusammenhang zwischen Rotordurchmesser und Abwurf- bzw. Aufschlaggeschwindigkeit.



Zu beachten ist, dass sich die Wurfweite, die vom Quadrat der Geschwindigkeit direkt abhängig ist, von z.B. 547 m auf 857 m erhöht, wenn die Umdrehungszahl von 20 rpm auf 25 rpm geändert wird (was bei einem Defekt des Bremssystems jederzeit geschehen kann).

Im übrigen kann es auch nicht darum gehen abzuschätzen, unter welchen Wetterbedingungen und wie oft ein solches fatales Ereignis eintreten könnte. Genauso wenig zulässig ist die Abschätzung eines möglichen (und wahrscheinlich tödlichen) Restrisikos, das dann ja von Mensch und Tier, die sich innerhalb der Gefahrenzone aufhalten, zu tragen wäre.

Windkraftanlagen und deren Betrieb besitzen innerhalb einer für jede WKA spezifischen Gefahrenzone ein unter keinen Umständen tolerierbares Gefährdungspotential. Wer hier Bau- und Betriebsgenehmigungen ohne sicherheitsrelevante Auflagen erteilt, macht sich u.U. nicht nur zivilrechtlich, sondern auch strafrechtlich haftbar.

Martin Lauffer

<http://wilfriedheck.tripod.com/eiswurf1.htm>