



Abb.: Hunger

Umgesetzt und neu aufgebaut: die Mühlen zu Reibitz und Hohenroda ...

... vor der Sanierung: die Mühle in Cammer

Immer im Wind

Bockwindmühlen: Sicherung und Sanierung aus statischer Sicht

Bockwindmühlen sind technische Erinnerungen an vergangene Zeiten. Der Artikel schildert Erfahrungen, die bei der Sanierung dieser Objekte gemacht wurden, unter besonderer Beachtung der Statik.

Dr.-Ing.
Hans-Reinhard
Hunger
Weimar

Besonders in Mitteldeutschland sind Bockwindmühlen in mehr oder weniger gutem Zustand erhalten geblieben. Diese Windmühlen eignen sich gar nicht oder nur bedingt für eine Wohnnutzung. Aus diesem Grunde wurden nur wenige dieser Mühlen während der

DDR-Zeit instand gesetzt. Innerhalb der letzten zehn Jahre gelang es jedoch, unter anderem die folgenden Mühlen umzusetzen und weitestgehend neu aufzubauen oder zu sanieren (Objekt Cammer):

□ die Bockwindmühle im Landschulheim in Reibitz (Sachsen-Anhalt)

□ die Bockwindmühle in Hohenroda (Sachsen-Anhalt)
□ die Bockwindmühle in Cammer (Brandenburg)

Sie dienen vornehmlich als Schaumühlen, bei denen mit Besucherzahlen von bis zu 25 Personen pro Führung ausgegangen wird. Diese öffentliche Nutzung erforderte vor Umsetzung, Neuaufbau oder Sanierung eine eingehende Überprüfung der tragenden Konstruktionsteile und der Standsicherheit.

Die grundsätzliche Funktionsfähigkeit und Tauglichkeit der Konstruktion von Bockwindmühlen steht außer Zweifel, werden doch solche Konstruktionen seit vielen Jahrhunderten errichtet.

Die Frage ist nur: Kann man nach heutigen Normen die Standsicherheitsnachweise

Bockwindmühlen

Das kulturelle Erbe eines Landes besteht aus baugeschichtlicher Sicht nicht nur aus sakralen und profanen, sondern auch aus technischen Gebäuden. Eine herausragende Rolle spielen dabei die Mühlen, welche schon seit Jahrtausenden genutzt werden. Neben Mühlen, die durch Muskelkraft bewegt werden, sind schon frühzeitig solche entwickelt worden, die Wasser oder Wind als Antriebsquelle verwenden. Bei der Sonderform »Bockwindmühle« handelt es sich um Windmühlen in Holzbauweise, welche auf einer speziellen Holzkonstruktion – dem Bock – aus Schwellen, Streben und dem Hausbaum drehbar aufsitzen und somit immer optimal in Windrichtung ausgerichtet werden können. Dieser Windmühlentyp ist der älteste in Europa [1].

Voruntersuchungen

Als Voruntersuchungen zur statisch-konstruktiven Einschätzung der Mühlen waren im Wesentlichen erforderlich:

- geometrische Bestandsaufnahme (Aufmaß) der Konstruktion
- holzschutztechnische Untersuchung, mit besonderer Zustandsanalyse der statischen Haupttragglieder, (wie Bockstuhl, Hausbaum und Mehlbalken)
- eventuelle Baugrundgutachten wegen der Gründungssituation.

erbringen und das auch unter dem Ansatz höherer Verkehrslasten?

Nämlich solcher, wie es etwa 25 Personen à 0,75 kN an ungünstigster Stelle entspricht. Die Ermittlung des Eigengewichtes ergab in etwa den gleichen Wert von knapp 300 kN für die Mühlen.

Sicherheitsnachweise für Stand und Haupttragglieder

Zwei Problemkreise mussten dazu genauer betrachtet werden: Der Nachweis der Standsicherheit der Mühle, das heißt, die Sicherheit gegen »Umkippen« der gesamten Mühle sowie der Sicherheitsnachweis für die Haupttragglieder der Mühle wie Hausbaum, Mehlbalken und Bockstuhl (also Bauteile, welche

beim Versagen zum Einsturz des Gebäudes führen, Abb. 4).

Für den Nachweis der Standsicherheit waren mehrere Richtungen des Windangriffes zu berücksichtigen, wobei der Wind-Staudruck und die aerodynamischen Beiwerte nach DIN 1055, Teil 4 angesetzt wurden.

Maßgebend war der Ansatz des Windes diagonal zum Grundriss (über Eck). Die ermittelte Sicherheit betrug 1,26 bis 1,31 und liegt damit unter dem gebräuchlichen Wert von 1,50.

Unberücksichtigt blieb dabei, dass der Stert, (der Balken, mit dem die Mühle manuell in den Wind gedreht wird), bei größeren Windstärken abgestützt und das Mühlenhaus unter allen vier Ständern fest unterkeilt werden muss [2], so

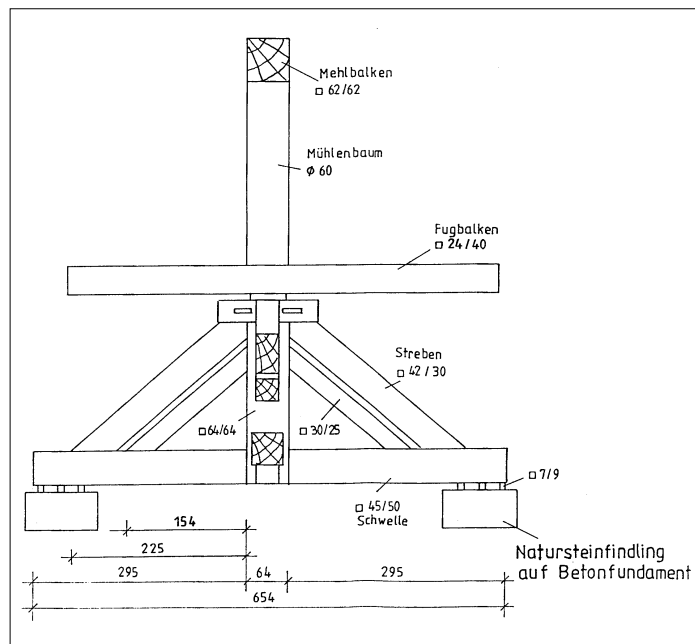


Abb. 4: Schema: Beispiel Bock-Konstruktion Mühle Reibitz

dass die tatsächliche Sicherheit höher ist als die berechnete Sicherheit.

Für Nachrechnungen bestehender Gebäude darf in Abstimmung mit der Prüfbehörde in begründeten Fällen das Sicherheitsniveau bis auf 1,00 abgesenkt werden. Aus den genannten Gründen erachteten die Verantwortlichen die Sicherheit als ausreichend, und

es erfolgte keine weitere Untersuchung oder Nachbesserung der Konstruktion (vgl. Tabelle) bei den Bockwindmühlen Reibitz, Hohenroda und Cammer.

Berücksichtigung der Lastfälle

Für den Nachweis des Hausbaumes, der meist aus Eiche besteht, müssen nach DIN 1052 die Lastfälle H und HZ berücksichtigt werden. In beiden Lastfällen treten Längskräfte und Momente auf.

Die maßgebende Nachweisstelle liegt an der Einspannstelle des Hausbaumes im Bock.

Da es sich bei dem Hausbaum um ausgesuchte Hölzer mit sehr hoher Festigkeit han-

Tabelle: Ergebnisse der Berechnung

Mühlenstandort	Eigen-gewicht kN	Stand-sicherheit		Mühlenbau Durchmesser cm	Spannungs-auslastung	
		seitlich	über Eck		LF H	LF HZ
Reibitz	293	1,78	1,26	60	0,58	1,07
Hohenroda	295	2,03	1,30	60	0,67	1,00
Cammer	310	1,79	1,31	60	0,64	0,99

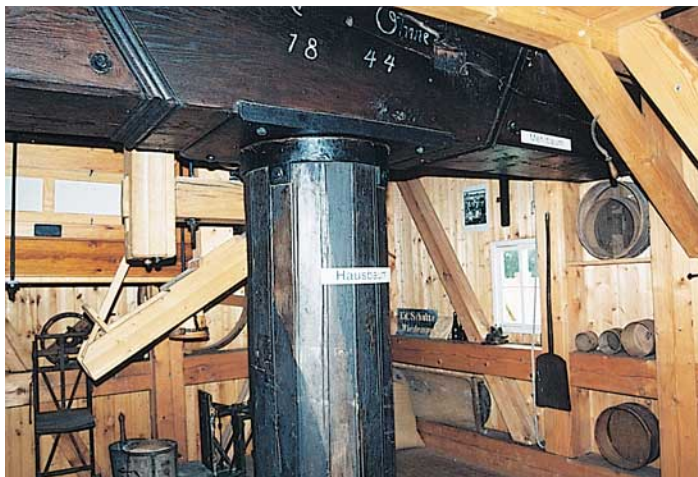


Abb. 5: Unverändert belastbar: Hausbaum und Mehlbalken in Reibitz



Abb. 6: Neu errichteter Bockstuhl in Reibitz



Abb. 7: Wiederaufbau des Mühlenhauses Reibitz ...



Abb. 8: ... hier mit eingesetzter Rutenwelle und Kammrad

delte, wurden die zulässigen Werte nach DIN 1052 (Ausgabe 1969) für eine Güteklasse I herangezogen.

Danach ergaben sich keine oder nur geringe rechnerische Überlastungen, welche toleriert werden können (vgl. Tabelle).

Selbstverständlich musste der alte Hausbaum (Abb. 5) sowohl aus holzschutztechnischer Sicht als auch visuell genau untersucht werden, damit der Ansatz höherer zulässiger Spannungen gerechtfertigt werden konnte.

Neu-Ausführung für Umsetzung

Die Neukonstruktion des Bockstuhles, aus den Kreuzschwellen und den Streben bestehend, wurde für alle Fälle ausreichend dimensioniert (Abb. 6).



Abb. 9: Nach abgeschlossener Sanierung: Windmühle in Cammer

Die Gründung der Mühlen erfolgte frostfrei auf tragfähigem Baugrund durch Einzel Fundamente aus Beton. Alle Bauteile des Gründungskörpers oberhalb des Erdreiches bestehen aus Ziegel- oder Natursteinmauerwerk.

Besondere Sorgfalt war beim Umsetzen der Bauausführung (Abb. 7+8) zu widmen in puncto Holzfeuchte.

Diese durfte bei den einzubauenden neuen Hölzern nur bis zu 3% von der vorhandenen Holzfeuchte abweichen, und alle Verbindungen mussten sehr passgenau ausgeführt sein.

Fazit

Die baugeschichtlich bedeutenden Windmühlen müssen auch in Zukunft in unserem Landschaftsbild erhalten bleiben. Der vorliegende Beitrag hat dazu einige wichtige Aspekte aus statischer Sicht aufgezeigt. Auf der Grundlage geltender Vorschriften ist es mithilfe ingenieurtechnischer Überlegungen möglich, historische Gebäude nachzuweisen (Abb. 9) und in unser gültiges Sicherheitsniveau einzuordnen.

Literatur

- [1] Schnelle, Windmühlenbau, Verlag für Bauwesen Berlin 1991
- [2] Kirchner, Firma Fuchs + Girke, wichtige Hinweise zur Sicherung einer Windmühle (Bockwindmühle), unveröffentlicht