

# Ermittlung der Grundsicherheit mittels der statisch integrierten Baumbeurteilung – SIA (SIB-Schweiz)

Die SIA-Methode berücksichtigt als einzige Analysemethode des Praktikers alle drei Elemente der Statik und erfüllt somit das Ergebnis des Tortendiagramms und international gebräuchliche Regeln beim Einsatz der Statik.

## **SIB – SIA: Ein paar Worte zum Namen**

*In Deutschland ist diese Methode unter dem Namen 'Statisch Integrierte Abschätzung' SIA eingeführt worden. Nachdem jedoch festgestellt worden ist, daß diese Abkürzung nebst dem Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverband, der Singapore Airlines, dem Lustgarten Stockholm oder der Schweizer Schmirgel- und Schleifindustrie AG weltweit noch ca. 20 weitere Organisationen, Reisebüros etc. dieses Kürzel verwenden, begann man, um Mißverständnissen und Urheberrechtsverletzungen vorzubeugen, nach einem neuen Kürzel zu suchen: Die 'Statisch integrierte Baumbeurteilung - SIB' weicht den obengenannten Problemen elegant aus und vermag diese Methode zumindest für die Schweiz noch treffender zu umschreiben.*

*Im englischen Sprachraum heißt diese Methode Statics Integrated Assessment - SIA.*

Mit der SIA-Methode gelingt bei allen freistehenden Bäumen eine brauchbare Abschätzung des statischen Zustandes, gleichgültig, ob unbeschnitten, beschnitten oder freigestellt.

Die Beurteilung der Grundsicherheit ist ein Vergleich der Stärke der Last, die auf die Krone wirken kann, mit der Stärke der lastabtragenden Teile, dem Stamm und dem Wurzelanlauf. Wenn die Grundsicherheit als Einheit gesehen wird, muß berücksichtigt werden, daß die Schwankungsbreite von Last = Belastungen der Krone / Form = Kronen-, Stammform, -dicke / Material = Eigenschaften der verschiedenen Hölzer sehr unterschiedlich ist.

## **Die Funktion der SIA - Methode**

Die SIA-Methode vergleicht Kronengröße und -form mit der lastabtragenden Stammdicke über eine spezielle Kurve in der  $c_w$  - Wert, Winddruck und Materialeigenschaften des grünen Holzes unter Kurzzeitbelastungen, wie sie im Orkan vorkommen, berücksichtigt sind.

Die Belastung durch einen Sturm ist beim Baum abhängig von seiner Größe, seiner Kronenform und der eventuellen Winddurchlässigkeit. Die SIA-Methode geht von einer Sturmbelastung bei Windstärke 12 aus. Es hat sich herausgestellt, daß mit vier Grundformen des Kronenerscheinungsbildes gut gearbeitet werden kann: Eine schlanke Walze auf Stütze, eine Kugel auf Stütze, ein Ellipsoid auf Stütze und eine Herzform. Desweiteren konnten Baumarten in Gruppen zusammengefaßt werden, da sich die Festigkeitsunterschiede des Holzes und der Windwiderstandsbeiwert ausgleichen.

Der Baumstandort wurde nach den Gleichungen von Davenport für die Bodengrenzschicht des natürlichen Windes berücksichtigt: Es wird also miteinberechnet, ob der Baum auf freiem Feld, im Dorf oder in einer Stadt steht. Es ist klar, daß der freistehende Baum auf dem Feld einen größeren Stammdurchmesser benötigt, als der in der Stadt geschützt stehende. Wegen der höheren Böigkeit in der Stadt ist dieser Unterschied jedoch weniger gravierend als erwartet. Die Lastanalyse folgt den Regeln der DIN 1055, Teil 5, speziell angepaßt für Bäume.

Wie erwähnt muß die Windbelastung vom Stammholz abgetragen werden können. Die Druckfestigkeiten der einzelnen Hölzer nach dem Stuttgarter Festigkeitskatalog sind ebenso Grundlage der SIA-Methode wie die unterschiedliche Winddurchlässigkeit der Kronen. Vorausgesetzt wird immer, der Baum sei normal belaubt.

Diese Methode beruht auf der Erfahrung von über 2000 Gutachten über die Sicherheit von Bäumen und längjähriger wissenschaftlichen Forschungen über Sturmreaktionen von Bäumen und über Materialeigenschaften grüner Hölzer in Europa.

## Die einzelnen Schritte der SIA-Methode

### a) Messung von Kronengröße und Stammdurchmesser

Mit einem präzisen Höhenmeßgerät wird die Baumhöhe ermittelt, danach bestimmt man die Kronenform. Als letztes wird mit einer Kluppe der Stammdurchmesser bestimmt. Der lastabtragende Nettostammdurchmesser ist der Stammdurchmesser minus doppelte Rindendicke. Dieser Abzug ist notwendig, weil die Rinde an der Lastabtragung nicht beteiligt ist.

Die Grundfrage lautet: Welchen Stammdurchmesser benötigt ein Baum einer bestimmten Größe an seinem Standort, damit er einem Orkan mit Sicherheit widerstehen kann? Hat er einen größeren Durchmesser als benötigt, besitzt er genügend Substanz, einen Schaden auszuhalten. Ist er durch Freistellung und Konkurrenzwachstum so schlank, daß er gerade ausreichend sicher ist, kann ihm keine Schadstelle und auch keine größere Höhlung zugebilligt werden.

Anhand der Baumhöhe und der Kronenform kann auf dem SIA-Diagramm A für die entsprechende Art (Diagramm A gibt es für die gängigsten Baumarten) der Stammdurchmesserbedarf bei Windstärke 12 abgelesen werden.

Diagramm A

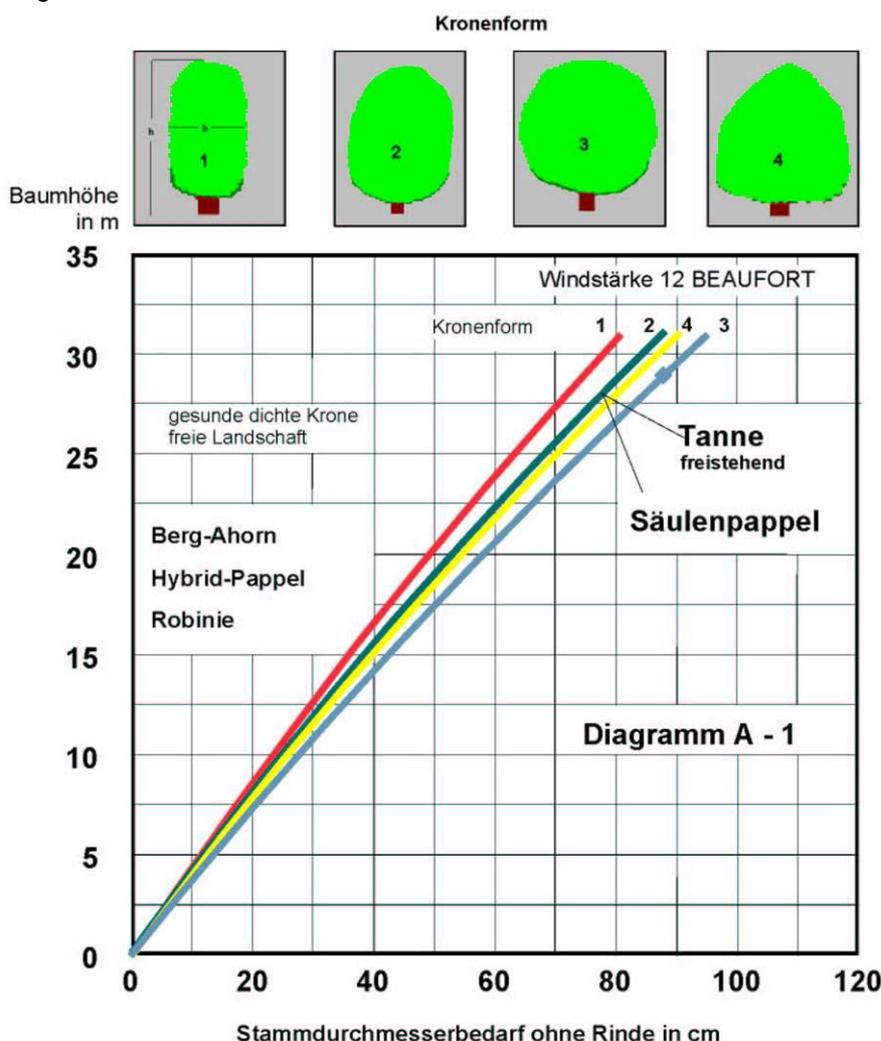


Diagramm A. Welchen Stammdurchmesser benötigt der Baum bei einer bestimmten Größe und Kronenform an seinem Standort? Man mißt exakt den Stammdurchmesser in Brusthöhe und die Baumhöhe. Auf der Senkrechten suche man die entsprechende Höhe und ziehe von dort eine Verbindung zur zugehörigen Kurve. Von dort senkrecht nach unten liest man den Stammdurchmesserbedarf ohne Rinde ab. Jetzt vergleicht man den gemessenen mit dem erforderlichen Durchmesser und bildet das Verhältnis beider Werte. Mit diesem Zahlenwert geht man ins Diagramm B.

## b) Ermittlung der prozentualen Bruchsicherheit bei Windstärke 12

Aus Diagramm B, das für alle Bäume gültig ist, kann nun anhand des Verhältnisses von vorhandenem Nettodurchmesser zu dem errechneten Durchmesserbedarf die prozentuale Bruchsicherheit bei Windstärke 12 abgelesen werden. Ist der Wert größer als 150 %, genügt die Sicherheit. Ist er sehr weit darüber, kann der Baum Substanz dem Pilz überlassen. Wieviel, läßt sich in Diagramm C ablesen. Dieses gibt den Verlauf der geometrischen Tragfähigkeit bei zunehmender Höhlung an. Hier kann man ablesen, wie groß die erforderliche Restwandstärke sein muß, daß der Baum noch sicher gegen Bruch ist.

### Wie hohl darf der Baum sein?

Der Höhlungsgrad selber ist nicht der bestimmende Faktor für die Baumsicherheit. Wesentlich ist seine Grundsicherheit (als Vollstamm betrachtet). Ist sein Sicherheitspolster groß, kann die Restwandstärke gering sein. Die SIA-Methode bietet hier den Einstieg in die statische Beurteilung der Sicherheit von hohlen Bäumen.

Jetzt kann der Praktiker nach Indizien suchen, die Auskunft darüber geben, ob der Baum die erforderliche Wandstärke aufweist. Bei vielen alten Bäumen ist die so ermittelte erforderliche Wandstärke so gering, daß schon die Kenntnis biologisch-mykologischer Zusammenhänge genügt, nach Augenschein zu urteilen. Ein Beispiel: Wenn eine alte Eiche wegen der hohen statischen Grundsubstanz nach SIA eine Restwandstärke von 3 cm benötigt, ist häufig schon von bloßem Auge zu beurteilen, ob sie noch über eine solche verfügt. Auch weiß man, daß der Pilz je nach Baumart im Splintholz wegen der hohen Feuchtigkeit die größten Schwierigkeiten hat, voranzukommen.

Wenn die Höhlung so groß ist, daß sie sicherheitsrelevant wird, ist in der Mehrzahl der Fälle zwischen den Wurzelanläufen eine Öffnung vorhanden, durch die der Pilz nach außen tritt. Zu sehen ist das an einer Wachstumsdepression, einer Furche oder an Pilzfruchtkörpern. Durch diese Pforte läßt sich das Höhlenmaß ertasten, ohne daß gesundes Gewebe zerstört wird. Hierzu kann man dann einen langen Bohrer verwenden.

### Auflösung der Tragstruktur durch innere Fäule

Generell ist die Form eines Stamm- oder Astquerschnitts gleichgültig für die Lastabtragung bei einer Biegebelastung. Voraussetzung ist allerdings, daß die Holzfasern seitlich alle gut miteinander durch Lignin verklebt sind. Da nämlich Zug oder Druck auf die Fasern bei Biegung nicht gleichmäßig verteilt sind – wir haben gesehen, daß die Faser in der Stammachse überhaupt nicht belastet ist –, muß die Kraftübertragung durch nachbarschaftlichen Schub erfolgen. So kann die Faser einen Teil ihrer Belastung auf die Nachbarn übertragen und umgekehrt: 'Einigkeit macht stark', so ein geflügeltes Wort. Eine innere Fäule ist in der Lage, den Stammantel auf einer vertikalen Strecke am Stamm zu durchbrechen. Der Baum reagiert mit Wulstbildung. Geschieht dies nur an einer Stelle, ist das für die Biegung egal. Torsion hingegen verträgt der Stamm dann weniger gut, denn er besteht immer noch aus einem zusammenhaltenden sichelmondförmigen Teil. Bricht allerdings der Pilz an der gegenüberliegenden Seite auch noch durch, sinkt die Tragfähigkeit schlagartig auf die Hälfte. Bei einem statisch stark ausgereizten Baum, zum Beispiel bei der Fichte, kann das schon zuviel sein. Ganz kritisch wird es dann, wenn ringsum Wülste zu sehen sind. Der Stamm ist dann pinselweich und eine Gefahr.

Bei Bäumen mit sehr starken Stammdurchmessern muß diese Gefährdung nicht zutreffen, wenn ihre statische Grundsubstanz hoch ist. Man denke hier auch an die aufgelöste Tragstruktur des breit dastehenden Eiffelturms.

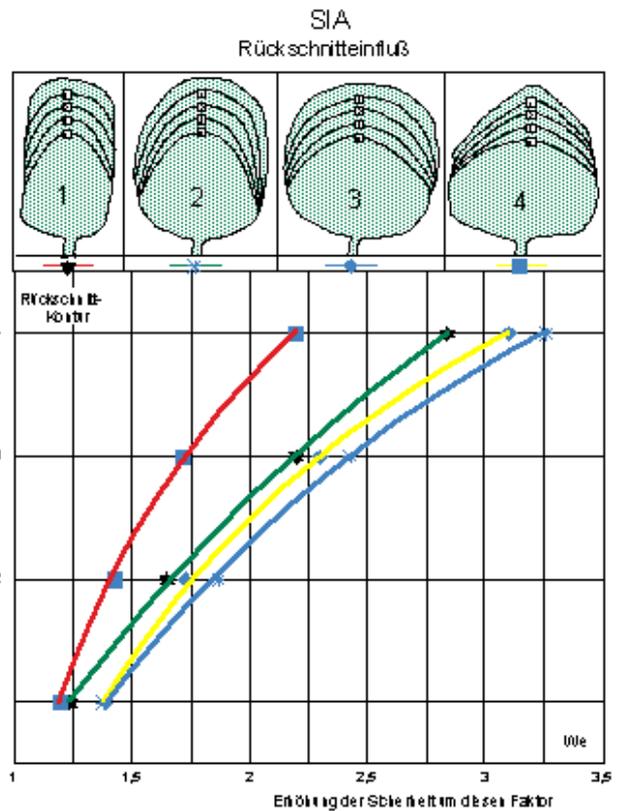
### Wirkung des Schnittes auf die Grundsicherheit

Ist die Sicherheit geringer als 150 %, muß die Krone etwas reduziert werden. Wieviel, läßt sich nach Diagramm D grob abschätzen. Das Diagramm D ist also lediglich ein grober Hinweis auf die Wirkung des Rückschnitts, weil der Schnitt natürlich stark von den Gegebenheiten vor Ort abhängt.

Diagramm D

Diagramm D. Hier findet sich ein grober Hinweis auf die Wirkung eines Rückschnitts. Wenn die Projektionsfläche des Baumes reduziert werden soll, muß der Schnitt so weit oben wie möglich erfolgen.

Hier ist der Effekt am größten, weil der Hebelarm zum Boden am größten ist und der Sturm in größerer Höhe mehr Kraft hat.



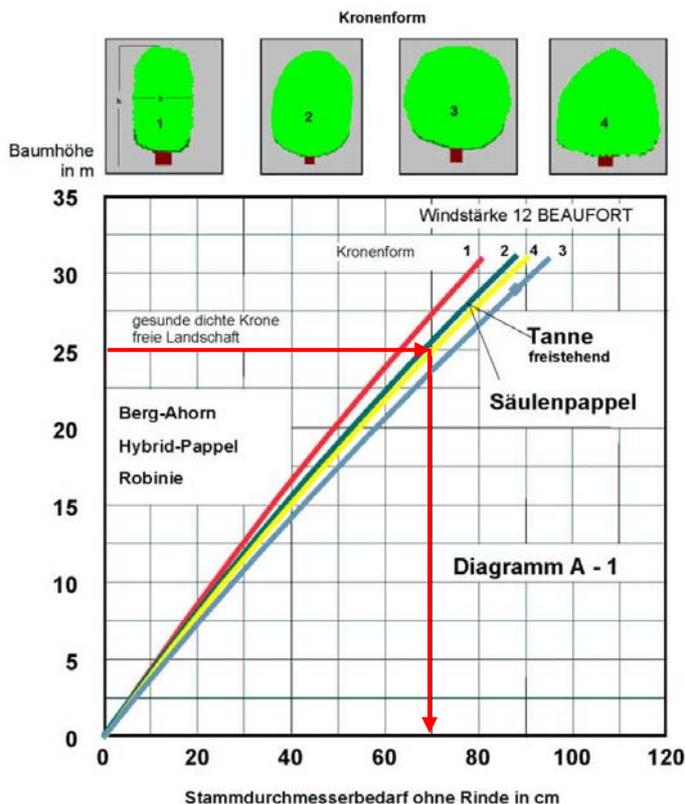
### SIA - Beispiel

Diagramm (D)

Von Diagramm A wurde nur ein Beispiel herausgegriffen, während die Diagramme B und C geometrische Sachverhalte beinhalten und somit für alle Bäume gültig sind.

Der Ahorn in unserem Beispiel ist 25 Meter hoch, steht als Naturdenkmal in offener Landschaft, ihre Krone ist normal dicht belaubt und besitzt die Form 4 des Diagramms A. Er hat einen Stammdurchmesser von 93 cm und eine Rindendicke von ca. 2 cm. Der Nettodurchmesser beträgt also 93 cm minus 2 x die Rindendicke von 4 cm = 89 cm.

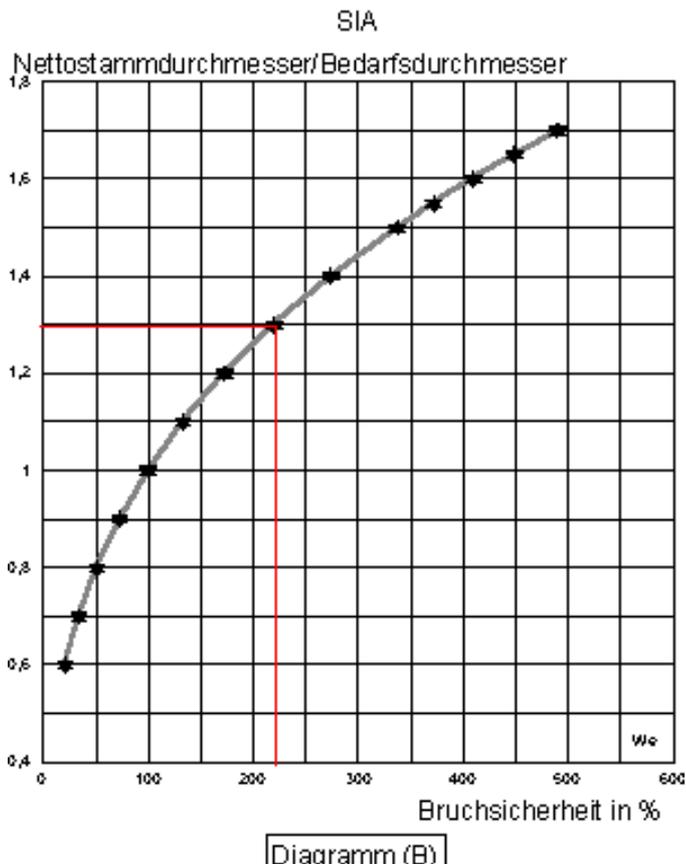
Diagramm A



Mit der Form 4 im Diagramm A ergibt sich bei der Baumhöhe von 25 m ein Voll-Stammdurchmesserbedarf von 70 cm.

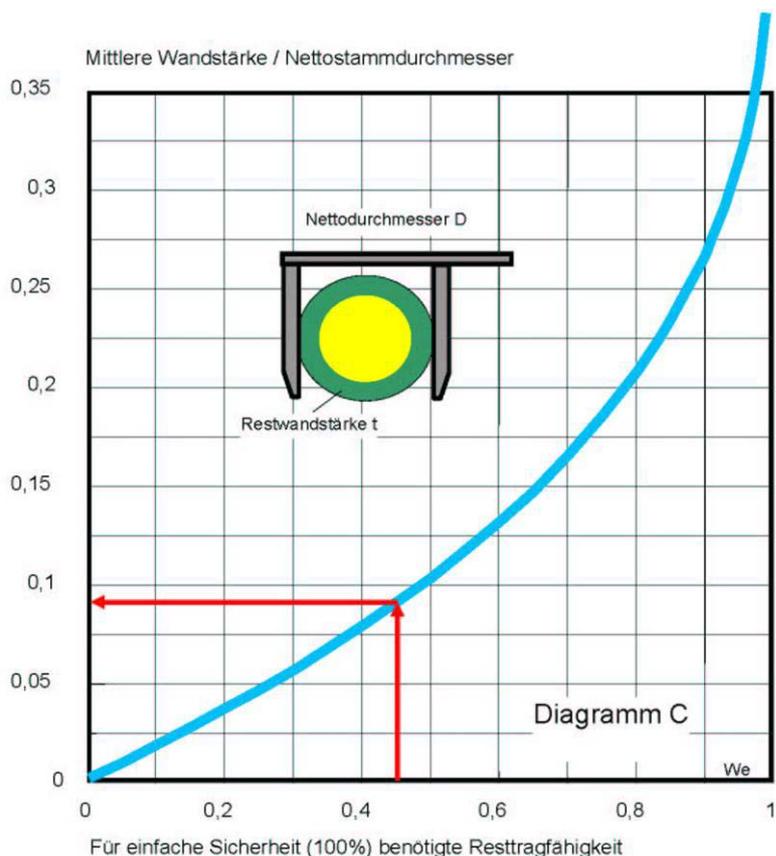
Aus dem Vergleich mit dem tatsächlich gemessenen Nettodurchmesser errechnet sich  $(89 : 70)$  der Faktor rund 1,3.

Diagramm B



Aus dem Faktor 1,3 lässt sich auf dem Diagramm B eine Grund-Bruchsicherheit von 220 % ablesen. Unser Baum hat also gute Reserven. Besteht der Verdacht auf Fäulnis im Stamminnern, kann auf dem Diagramm C ein Richtwert, wie hohl der Baum sein darf, abgelesen werden. Damit bekommt man ein Gespür für die statischen Notwendigkeiten.

Diagramm C



Wird die mindestens geforderte Bruchsicherheit durch die ermittelte Sicherheit geteilt (100 :220) erhält man einen Wert von 0.45.

Diese 0.45 ergeben über die Kurve im Diagramm C einen Tragfähigkeitsfaktor von etwa 0,09.

Dieser Faktor wird mit dem vorhandenen Stammdurchmesser multipliziert und ergibt die notwendige Restwandstärke:  $0,09 \times 89 = \text{rund } 8 \text{ cm}$ .

Wenn der Baum diese Restwandstärke aufweist, hat er eine Bruchsicherheit von 100 %. Man kann natürlich statt 100 oben auch 150 einsetzen, dann erhält man die Wandstärke, die der Baum bei dieser Sicherheit benötigt. Sie ist in Wahrheit natürlich meist größer.

Wenn unser Ahorn einen geschlossenen Stamm hat, besteht kein Anlaß, eine geringere Wandstärke als 5 cm anzunehmen, da das Splintholz bei normalem Zuwachs immer so dick ist und zum Beispiel der Schuppige Porling es kaum durchdringen kann. Häufig ist bei sehr alten Bäumen die errechnete benötigte Wandstärke noch geringer. Man kann also bei Kenntnis der speziellen Holzbiologie und Betrachtung der Gesamtvitalität ohne zu Bohren die Sicherheit abschätzen.