



Zur "neuen Wissenschaftlichkeit" in der Baumstatik

Thomas Sinn

Nach unseren Gesetzen der Physik kann die Fliege nicht fliegen. Sie weiß es nur nicht" [18]. Diese tiefsinnige Weisheit will nicht grundsätzlich die Physik in Frage stellen, sie mahnt jedoch zur Vorsicht in der unkritischen Übernahme von Wissenschaftstheorien im Bereich lebender Systeme (Tiere und Pflanzen). So erweitern in der Baumstatik immer neue, scheinbar wissenschaftlich abgesicherte Erkenntnisse, das Verständnis.

Wie kommt es aber, daß trotz z.T. widersprüchlicher Auffassungen einzelner Wissenschaftler in Sachen Baum keine Kritik gegen die verkündeten "Tatsachen" geäußert wird.

Dafür lassen sich verschiedene Erklärungen finden:

1. Die Wissenslücke: Veröffentlichungen zu experimentell abgesicherten wissenschaftlichen Untersuchungen der Statik von Bäumen gibt es kaum. So fehlen zum einen Leitlinien für eine weitergehende wissenschaftliche Forschung und zum anderen fehlt das Maß, an dem die Glaubwürdigkeit neuer Erkenntnisse gemessen werden kann.
2. Der Zeitfaktor: Bäume sind Lebewesen, die i.d.R. über sehr lange Zeiträume auf äußere Einflüsse reagieren, d.h. Wissenschaftstheorien lassen sich in natura nicht sofort überprüfen.
3. Das Gefühl der Frustration: Die neuen Sachverständigen aus dem Wissenschaftslager, die sich z.Zt. mit baumstatischen Fragestellungen hervortun, sind im Grunde fachfremd und entmündigen mit unbekannter Terminologie aus ihrer Wissenschaftsdisziplin und mit nicht nachvollziehbaren Erkenntnisgewinnungsprozessen sowie mit höherer mathematischer Gewalt nicht nur die Baumfachleute an der Basis.
4. Das Gefühl der Erleichterung: Zu einem Problembereich (Verkehrssicherheit von Bäumen), der die Fachmeinung schon seit langem bewegt, werden jetzt endlich relativ einfach handhabbare, "wissenschaftlich abgesicherte" Problemlösungen angeboten.
5. Der Glaube: Eine gewisse Wissenschaftsgläubigkeit steckt in jedem von uns, obgleich im vorliegenden Fall kein Grund dazu besteht.

Im folgenden werden die Grundlagen korrekten wissenschaftlichen Arbeitens dargelegt. Dies erscheint aufgrund der aktuellen Sachlage notwendig und kann als Maß für die Bewertung bisheriger wissenschaftlicher Untersuchungen in der Baumstatik genommen werden. Zudem soll verdeutlicht werden, inwieweit sich die Baumfachleute an der Basis im bisherigen meinungsgeprägten Vorgehen bei der Beurteilung der Verkehrssicherheit von Bäumen von den Wissenschaftlern unterscheiden und welche Folgerungen aus der "Neuen Wissenschaftlichkeit" zu ziehen sind.

Wie unterscheidet sich Wissenschaft von Meinung und wodurch ist dieser Unterschied gegeben ?

"Unser alltägliches, individuelles Verhalten wird weitgehend von unseren Erwartungen über die gewohnten, regelmäßigen und gesicherten Vorgänge in der Wirklichkeit bestimmt. Diese Erwartungen entstehen einerseits durch gesellschaftliche und kulturelle Überlieferungen und andererseits durch unsere eigenen Erfahrungen. Durch Erfahrungsaustausch mit anderen und



durch unsere eigenen Lernprozesse entwickeln wir ganz bestimmte Auffassungen über die Verhältnisse in der Wirklichkeit. Auf diese Weise entsteht bei jedem einzelnen ein Modell der sachlichen, häufig auch eines der metaphysischen Realität" [17].

Vom Wissenschaftler wird verlangt, daß er das Individuelle, das seinen Geist prägte, aus seiner wissenschaftlichen Arbeit heraushält. Dies ist sehr schwierig und ständig muß die Vorgehensweise auf größtmögliche Objektivität überprüft werden. Eine Richtschnur bilden die Schemata zum wissenschaftlichen Arbeiten; diese geben eine bestimmte Vorgehensweise nach anerkannten methodischen Regeln vor, d.h. Sammeln von Tatsachen (Daten) und deren Organisation zu Systemen.

Dabei muß der Wissenschaftler frei von Vorurteilen und Emotionen sein, Sachlichkeit und Objektivität werden ebenso gefordert wie ausreichendes Tatsachenmaterial (jedoch ohne einseitige Auswahl), das immer nachprüfbar sein muß (d.h. keine Aufstellung von Behauptungen).

Gesammelte Daten werden gedeutet. Erst durch die Deutung wird aus der Datensammlung eine Wissenschaft und es kommt zur Bildung von Theorien und Systemen und zwar durch direkte Beobachtung sowie aus anderen Erfahrungen oder Voraussetzungen. Die Wahl dieser über die direkte Beobachtung hinausgehenden Faktoren darf aber nicht willkürlich erfolgen, sie muß vernünftig sein und einen Realitätsbezug haben.

Bei dieser methodischen Vorgehensweise zur wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung müssen außerdem noch folgende Punkte beachtet werden:

- + Das zu Beweisende darf nicht Voraussetzung der Beweisführung sein
- + Wissenschaft ruht auf Logik, Aussagen dürfen einander nicht widersprechen und müssen eindeutig sein
- + Mögliche Fehlerquellen sind auszuschalten (d.h. Beachtung von Variabilität und Multiplizität der beteiligten Faktoren)
- + Wissenschaft darf nicht dogmatisch sein, d.h. der Wissenschaftler muß sich der Diskussion mit der Öffentlichkeit und mit Fachleuten stellen
- + Wissenschaft muß wertfrei sein (d.h. zum Beispiel darf sie nicht zum Vorteil eines Auftraggebers ausgelegt oder zur eigenen Profilierung durchgeboxt werden)
- + Wissenschaft sollte nicht unkritisch bereits vorhandene Lehrmeinungen übernehmen

Durch die Beachtung all dieser Punkte wird (theoretisch) wissenschaftliches Arbeiten gewährleistet. Die große Gefahr bei all dem ist, daß der Wissenschaftler eben Mensch ist, d.h. daß seine persönliche Meinung und sein Streben nach Erfolg mit hinein spielen.

Zusätzlich wird exaktes wissenschaftliches Arbeiten noch durch die Spekulation und die Ideologie des Einzelnen in Frage gestellt.

Die Spekulation ist in gewissem Sinne der Anfang jeder wissenschaftlichen Fragestellung, jedoch nicht die Antwort auf die Frage. Dabei versucht die Spekulation eine Theorie auf rein gedanklichem Wege aufzubauen, ohne sich jedoch an die Methodik der Wissenschaft zu halten und jeden Gedankenschritt an den Tatsachen zu prüfen.

Die Ideologie, ob nun politisch oder kulturell, wirkt bei der Auswahl von Tatsachen selektiv, da sie diese im Sinne ihrer Glaubenssätze deutet. Vereinfacht gesehen kann man also unterscheiden zwischen der Meinungsbildung des "Normalbürgers" zu alltäglichen oder auch



speziellen Fragestellungen, die zum Großteil durch Meinungen und subjektive Ansichten über die Gegebenheiten und Vorgänge in der Realität geprägt wird und der Meinungsbildung des wissenschaftlich arbeitenden Menschen besonders zu speziellen Fragestellungen, die vor allem aus Gesetzen und objektiven Wahrheiten besteht.

So sollte man eigentlich trotz aller genannten Einschränkungen annehmen, daß es zwischen diesen beiden Wegen zur Meinungsbildung fundamentale Unterschiede gibt. Wenn man jedoch die Wege und Möglichkeiten betrachtet, mit denen die einzelnen Wissenschaften zu ihren "Wahrheiten" gelangen, dann findet man zwischen diesen beiden Erkenntniswegen nur wenige graduelle und eigentlich nur einen wesentlichen Unterschied: Das ist die SYSTEMATIK, die METHODIK, mit der der Wissenschaftler an Fragestellungen herangeht. Die Denkmuster zur Konstruktion wissenschaftlicher Theorien sind hingegen mit denen unseres alltäglichen Wissensaufbaus identisch: "Schluß von einzelnen Erfahrungen auf eine allgemeine Gesetzmäßigkeit (Induktion) und Ableitung spezifischer Aussagen aus schon bestehenden, allgemein akzeptierten, generellen Ansichten über die Realität (Deduktion). Mit den Denkmethode der Induktion und der Deduktion versuchen wir sowohl im alltäglichen als auch im wissenschaftlichen Erkenntnisprozeß zu gesicherten, "endgültigen Wahrheiten" zu gelangen" [17].

Folgerungen und Diskussion:

Was läßt sich nun daraus für die bisherigen "wissenschaftlichen" Untersuchungen zur Erkenntnisgewinnung in der Baumstatik schlußfolgern? Dem aufmerksamen Beobachter fällt auf, daß in vielen Fällen wesentliche Grundzüge wissenschaftlichen Arbeitens nicht ausreichend beachtet wurden und werden. So läßt sich ein hohes Maß an Objektivität vermissen. Das persönliche (z.B. mechanistische) Weltbild des jeweiligen Wissenschaftlers beeinflusst maßgeblich die wissenschaftlichen Untersuchungen und den Erkenntnisgewinnungsprozeß. Es mangelt an ganzheitlichem ökologischem Denken. Ein gutes Beispiel für die Newton'sche Anschauungsweise (das Universum als mechanisches System) ist die Behauptung, der Stammdurchmesser richte sich ausschließlich nach der Windlast, die ein Baum erfährt.

Die genetische Veranlagung und die entscheidenden physiologischen Einflüsse sowie die des Klimas auf das Dickenwachstum des Stammes werden bei dieser Betrachtungsweise nicht erfaßt. Da das sekundäre Dickenwachstum und damit der Stammdurchmesser je nach Baumart, Standort (Boden- und Umgebungsbedingungen), Vitalität, (verdeckten) Holzfehlern etc. unterschiedlich ist, kann diese lineare Ableitung: Stammdurchmesser = Windlast nicht stimmen (ein extremes Beispiel hierfür ist der afrikanische Affenbrotbaum mit außergewöhnlich dickem Stamm im Verhältnis zur windbelasteten Krone).

Richtig ist, daß als Folge der mechanischen Wirkung des Windes dort Material angelagert wird, wo maximale Biegespannungen herrschen. Dies wird z.B. in der Ovalisierung des Stammes deutlich (Schaftformtheorie von METZGER, 1893 - Bezug: Fichtenstämme!). Rein mechanisch gesehen müßte ein Baum mit beschnittener oder verlichteter Krone und verringerter Windlast in seinem Stammdurchmesser wieder schrumpfen (siehe hierzu auch die Kraftflußtheorie bezüglich eines angebundenen Stammes [10]).

Die Variabilität und die Multiplizität der beteiligten Faktoren werden nicht genügend beachtet. Wenn dies auch nur ansatzweise der Fall wäre, so würde es über viele Jahre dauernde und



sehr umfangreiche Forschungen erfordern. So werden bei allen Messungen (als solche sind bei näherer Betrachtung auch die "Neuen Sichtkontrollen" zu werten) zur Quantifizierung der Bruchsicherheit die eigentlichen Charakteristika des Altbaumes, wie Unrundheit der Stammform und andere morphologische Eigenheiten, Abholzigkeit, (verdeckte) Holzfehler, im Baumstamm wechselnde Materialeigenschaften usw., sowie das Zusammenspiel all dieser Faktoren und deren entscheidender Einfluß auf die Bruchsicherheit, nicht genügend oder gar nicht beachtet. Nicht zu vergessen die unbestimmbare Ausdehnung von Fäulen, die bis heute nicht zufriedenstellend erfaßt werden können.

Eine öffentliche Diskussion zur Baumstatik ist u.a. aus den eingangs genannten Gründen (Ziff. 1 - 5) noch nicht aufgekommen. Die Lehre vom Fortschritt wirkt hier sehr dogmatisch. Erschwert wird dies zusätzlich durch den Mangel an veröffentlichtem und nachprüfbarem Tatsachenmaterial. Bisher wurden in der Mehrzahl lediglich Behauptungen aufgestellt und Meinungen dargelegt. Einige der bisher publizierten Erkenntnisse sind realitätsfern. Falls die Theorien überhaupt in der Praxis anwendbar sind, so nur unter Einbeziehung übergroßer Sicherheitsabstände ("Man wende sämtliche Versagenskriterien auf den Baum an und nehme das gefährlichste Ergebnis - niedrigste Bruchlast - für die Beurteilung, womit man nach Wahl eines Sicherheitsfaktors auf der sicheren Seite liegt. Einfach gesagt, hat man dabei den Schadensablauf unterstellt, der den Baum am leichtesten zerstört. Damit ist seine Verkehrssicherheit maximiert" - [11]).

Außerdem widersprechen sie häufig den wissenschaftlich abgesicherten Erkenntnissen zur Biologie des Baumes. Diese Divergenz ist unlogisch (z.B. ist das Wachstum nicht rein mechanisch gesteuert, sondern ein zirkulärer Vorgang, bei dem ebenfalls physiologische Abläufe und klimatische Einflüsse sowie die des Standortes eine wesentliche Rolle spielen, siehe hierzu [14], [15]).

So werden aus plausiblen, seit langem bekannten Phänomenen (z.B. der Gestaltoptimierung - siehe hierzu Literatur von W. FOBO [1], J.E. GORDON [2], W. NACHTIGALL [5-7], W. RICHTER [12], u.a.) falsche Schlüsse gezogen (ein angebundener - nicht strangulierter - Stamm zeigt keine Verjüngung nach unten - Kraftflußtheorie [10] -. Brettwurzelbildung erfolgt anders als beschrieben. Die Entstehungstheorie und die Vorschläge zur Steuerung der Brettwurzelbildung nach MATTHECK [9] sind irreal).

Die Übertragung von Erkenntnissen aus der Bruchmechanik, z.B. von Leitungsrohren auf hohle Bäume, ist nicht vorbehaltlos möglich. Lebende Systeme kann man nicht, wie Rohrleitungen o.ä., aufgrund ihrer molekularen Mechanismen und des Verhaltens der Einzelteile beschreiben. "Denn das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile" (ARISTOTELES). Der Baumbruch folgt in unvorhersehbarer Weise eigenen Gesetzen, das Schadensbild erklärt nicht den Schadensablauf. Ein wesentlicher Mangel ist auch die Tatsache, daß Erkenntnisse insbesondere zum Bruch- und Schwingungsverhalten von Fichten-Waldbäumen (aufgrund ihrer relativen Gleichförmigkeit und der unproblematischen Verfügbarkeit schon immer ein Lieblingskind der Waldbaumforschung) allgemeingültig auch auf Laub-Stadtbäume übertragen werden.

Computersimulationen, z.B. zum Bruchverhalten von Bäumen, können dieses simplifiziert veranschaulichen, aber nicht beweisen. Wendet man sie dennoch als Beweismittel an, so muß man sich klar darüber sein, daß das zu Beweisende zur Voraussetzung der Beweisführung gemacht wird. Die Ergebnisse sind nämlich immer nur so realitätsbezogen wie die Qualität und die Fülle der eingegebenen Daten.



Das Bruchverhalten des Baumes z.B. hängt unter anderem von seiner individuellen Gestaltausprägung und vom Wechselspiel der individuellen Materialeigenschaften ab, in die kein Einblick gegeben ist und die nicht reproduzierbar und simulierbar sind. So führt der grundsätzliche Lapsus, das Holz des Baumes für Berechnungen quasi als homogenen Baustoff betrachten zu müssen (Finite-Elemente-Methode und daraus abgeleitete Verfahren [3]), ebenso wie die Reduzierung der natürlich gewachsenen Struktur mit Hilfe der Geometrie auf berechenbare Körper zu erheblichen Fehlerquellen, die nur über hohe Sicherheitsabstände ausgeglichen werden können.

Die Rechnung zahlt der Baum. Ein einmal gefällter Baum kann nicht mehr beweisen, daß er doch verkehrssicher war; wohl aber Lastfall-orientierte Zugversuche bis zum tatsächlichen Versagen. Die Wissenschaft ist aufzufordern, solche Tests durchzuführen und daran ihre Theorien zu messen !

Fazit:

Aufgrund der Gegebenheiten muß davon ausgegangen werden, daß die Bäume unter dem Zwang der Verkehrssicherheit mit den herkömmlichen Sichtkontrollen erfahrener Baumfachleute billiger zu beurteilen sind und bessere Überlebenschancen haben, als mit den z.T. undurchschaubaren und von Seiten der Wissenschaft diktierten, "wissenschaftlich abgesicherten" und "fortschrittlichen neuen Erkenntnissen" (hier sind vor allem die "Neuen Sichtkontrollen" zu nennen, die in letzter Konsequenz wiederum nicht ohne aufwendigen Geräteeinsatz auskommen).

So wünschenswert aus rechtlicher Sicht eine Normung im Bereich der Verkehrssicherheit von Bäumen auch wäre, so fatal lassen sich schon jetzt die Folgen für die eigentlich betroffenen - die Bäume - einschätzen. Insbesondere nach den neuen "biomechanischen Methoden zur Untersuchung der Bruchsicherheit von Bäumen", deren Anwendung von ihren Erfindern z.Zt. vehement gepriesen wird, ist so mancher Baum aufgrund überhöhter Sicherheitsabstände als bruchgefährdet einzustufen, der es in der Realität, unter natürlichen äußeren Einflüssen, gar nicht ist. Denn Baum ist Natur und "die Natur ist keine Ansammlung elementarer berechenbarer Einheiten, sondern ein dynamisches Gewebe innerlich zusammenhängender Geschehnisse" [13].

Die neuen Wissenschaftstheorien - insbesondere zur Bruchsicherheit von Bäumen - können, wenn überhaupt, nur sehr begrenzt gültig sein. Dies wird spätestens bei der Anwendung klar. Die Frage ist: Wo bleiben hier der Fortschritt und die Kostenminimierung ? Für Anregungen und Kritik danke ich meinem Vater, Günter Sinn.

LITERATUR:

- [1] FOBO, WOLFGANG: Zum Tragverhalten der Bäume. Konzepte des Sonderforschungsbereich 230 der Universität Stuttgart und Tübingen, Heft 11 (1986)
- [2] GORDON, J.E.: Strukturen unter Stress - Mechanische Belastbarkeit in Natur und Technik. Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg (1989)
- [3] GERHARDT, H.; MATTHECK, C.: Persönliche Mitteilung (1991)



- [4] HOLL, OSKAR: Wissenschaftskunde 1
- [5] NACHTIGALL, WERNER: Phantasie der Schöpfung - Faszinierende Entdeckungen der Biologie und Biotechnik. Hrsg.: Hoimar von Ditfurth. Wilhelm Heyne Verlag, München (1983)
- [6] NACHTIGALL, WERNER: Biostrategie - Eine Überlebenschance für unsere Zivilisation. Verlag Hoffmann und Campe, Hamburg (1983)
- [7] NACHTIGALL, WERNER: Erfinderin Natur - Konstruktionen der belebten Welt. Rasch und Röhring Verlag, Hamburg - Zürich (1984)
- [8] MATTHECK, CLAUS: Engineering Components Grow like Trees. Report KfK 4648 des Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Institut für Material- und Festkörperforschung (1989)
- [9] MATTHECK, CLAUS: Mechanisches Versagen von Bäumen durch Windbruch. In: Physik in unserer Zeit, 23. Jahrg. (1992) Nr. 2, S. 79-83
- [10] MATTHECK, C.; ERB, D.; SCHRÖDER, K.: Axialrisse an Strangulationskerben nach vergessener Anbindung. In: Das Gartenamt 40 (1991) S. 666-670
- [11] MATTHECK, CLAUS; BRELOER, HELGE: Wie bricht ein Baum. In: Das Gartenamt 40 (1991) S. 746-748
- [12] RICHTER, WOLFRAM: Pflanzen - Vorbilder der Technik. Landbuch- Verlag GmbH, Hannover (1985)
- [12] SINN, GÜNTER: Messmethoden zur Stand- und Bruchssicherheit von Bäumen - Die Entwicklung der Baumstatik, Vorzüge und Schwachpunkte der Neigungs- und Dehnungsmeßverfahren (Teil II). In: Das Gartenamt 40 (1991) S. 794-800
- [13] SINN, GÜNTER: AfB-INFO AKTUELL - zu wissenschaftlichen Theorien (Kurzmitteilung, 1992)
- [14] SINN, THOMAS: Ökologische Untersuchungen zur Ausbildung der Wurzelsysteme von Pflanzen arider Gebiete (Diplomarbeit). Referent: Prof. Dr. R. Bornkamm. Technische Universität Berlin, Fachbereich 14 (Landschaftsentwicklung), 1991
- [15] SINN, THOMAS: Estudio sobre la forma del sistema radicular de los arboles: Vision morfologica y las diferentes influencias en este. Studienarbeit an der Technischen Universität Berlin, Fachbereich 14. In: Zona Verde - Boletín de la Asociación Española de Parques y Jardines Públicos, Num. 23 (1990) S. 12-19
- [16] THEIMER, WALTER: Was ist Wissenschaft ?
- [17] WELLHÖFER, PETER R.: Grundstudium Sozialwissenschaftliche Methoden und Arbeitsweisen (1984)
- [18] WITT, ARMIN: Das Galilei Syndrom - unterdrückte Entdeckungen und Erfindungen. Universitas Verlag, München (1991)



ABBILDUNGSUNTERSCHRIFTEN:

Abb. 1 Eine Birke beim "Bruchsicherheitstest" im Eisregen. Hätte der Baum aufgrund seiner genetischen Veranlagung nicht genügend Elastizitätsreserven gegen diesen Fall extremer äußerer Belastung, so wäre er abgebrochen. Bäume wachsen primär, genetisch bedingt, nach ihren biologischen und statischen Erfordernissen. Erst sekundär reagieren sie auf äußere Einflüsse und bessern im Einzelfall ihre Gestalt nach den jeweiligen biologischen und statischen Erfordernissen nach. Das Vernachlässigen dieser Tatsache stellt laufende wissenschaftliche Untersuchungen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse in Frage (Foto: Verfasser).

Abb. 2 und 3 Etwa 400-jährige "Hohle Eiche" (Naturdenkmal) am Gotischen Haus in Bad Homburg v.d.H. Trotz des schweren Stammschadens konnte Bruchsicherheit festgestellt werden. Diese Tatsache widerspricht den neuesten Theorien zur rechnerischen Einschätzung der Bruchsicherheit von Bäumen, die in solchen Problemfällen als eindeutiges Votum gegen den Baum bezeichnet werden müssen (Fotos: Verfasser)