

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse
Herausgeber: Schweizerischer Forstverein
Band: 137 (1986)
Heft: 8

Artikel: Eigenschaften und Sortiermöglichkeiten von Schweizer Fichtenholz
Autor: Marchand, Gustave, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-765179>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 02.02.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Eigenschaften und Sortiermöglichkeiten von Schweizer Fichtenholz¹

Von *Gustave E. Marchand*
CH-3005 Bern

Oxf.: 815(494):174.7 Picea

Im Rahmen des Nationalen Forschungsprogrammes 12 «Holz» wurde das Projekt «Eigenschaften des Schweizer Holzes» eingegeben und bewilligt.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Erfassung der Auswirkungen der unterschiedlichen Wuchsbedingungen auf die Eigenschaften des schweizerischen Fichtenholzes, um, auf diesen Erkenntnissen basierend, ein neues, den schweizerischen Besonderheiten angepasstes Sortierkonzept zu entwickeln.

Welches waren denn die Beweggründe, die zu diesem Forschungsvorhaben führten?

Auf der einen Seite war es die Skepsis der Planer gegenüber den Festigkeitseigenschaften von Schweizer Holz und auf der anderen Seite die vorhandenen internationalen Prüfnormen. Diese Prüfnormen bestimmten die Festlegung von Festigkeitseigenschaften auf Grund von Versuchen an kleinen, fehlerfreien Proben. Diese Versuchswerte wurden dann mit einem Korrekturfaktor, einem sogenannten Strukturstörungsfaktor, der alle Einflüsse der Wuchsmerkmale wie Äste usw. berücksichtigen sollte, versehen.

Dieser Hintergrund löste denn 1980 die ersten Versuche mit Schweizer Fichtenholz an der ETH Lausanne aus, mit dem Ziel, folgende Fragen zu beantworten:

1. Wie lassen sich die Versuchswerte von kleinen, fehlerfreien Prüflingen auf das effektive Verhalten von praxisgerechten Tragelementen extrapolieren?
2. Wie sind die Festigkeitseigenschaften von Schweizer Fichtenholz tatsächlich?
3. Wie trennscharf sind die bestehenden Sortiervorschriften?

Für die Untersuchungen musste man sich auf die im Bauwesen dominierende Holzart Fichte beschränken. Von der Beanspruchung her wird das grösste Bauvolumen von biegebeanspruchten Bauteilen gebildet. Sämtliche Versuche wurden deshalb auf das Biegefestigkeitsverhalten ausgerichtet.

¹ Vortrag, gehalten am 11. November 1985 im Rahmen der forst- und holzwirtschaftlichen Kolloquien an der ETH Zürich.

Für die Versuche wählte man die in der Praxis häufig vorkommenden Querschnittsabmessungen: 80/140, 100/180 und 140/200 mm. Sie wurden anhand eines 4-Punkt-Biegeversuchs mit einer Spannweite von 18 mal die Querschnittshöhe geprüft. Die kleinen, fehlerfreien Proben wurden aus demselben Holz geschnitten und hatten die von der ISO vorgeschriebenen Querschnittsabmessungen von 20 x 20 x 300 mm.

Auf Grund der vergleichenden Versuche kann für das Biegefestigkeitsverhalten die erste Frage wie folgt beantwortet werden:

Eine Extrapolation der Versuchswerte von kleinen, fehlerfreien Prüflingen auf das effektive Verhalten von praxisgerechten Biegeträgern ist sehr problematisch. Die Bestimmung eines Strukturstörungsfaktors, der alle Einflüsse der Wuchsmerkmale auf das Festigkeitsverhalten abdeckt, ist eine sehr komplexe Aufgabe (G. E. Marchand 1982).

So zeigte sich, dass dieser Strukturstörungsfaktor sowohl von der Festigkeitsklasse des Holzes und von der Holzfeuchtigkeit als auch vom gewählten Fraktilwert abhängig ist.

Die zweite Frage nach den tatsächlichen Festigkeitseigenschaften von Schweizer Fichtenholz liess sich anhand von Versuchen mit praxisgerechten Biegebalken beantworten (Natterer, Marchand, Fux 1983).

In *Abbildung 1* sind die Versuchsergebnisse von rund 200 Biegebalken mit einer Holzfeuchtigkeit von 15 % dargestellt. Auffallend sind zwei Punkte:

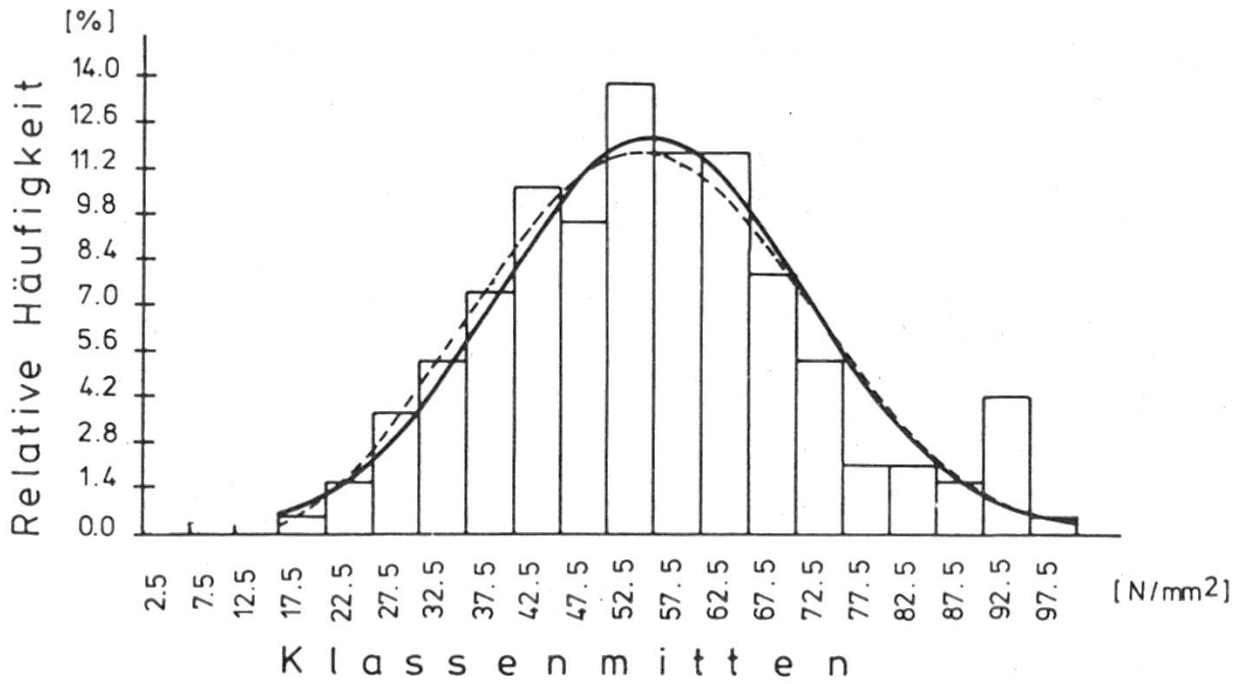
Erstens: Die Versuchsergebnisse liefern hervorragende Werte. Zweitens: Die Streuung der Festigkeitswerte ist sehr gross. Enttäuschend dagegen war die Antwort auf die dritte Frage nach der Trennschärfe der bestehenden Sortiervorschriften. In *Abbildung 2* sind die Häufigkeitskurven graphisch dargestellt; sie zeigen, dass auf der für die Norm massgebenden 5 %-Fraktilstufe die Kurven sich kaum unterscheiden.

Untersucht man das Bestimmtheitsmass für das Festigkeitsverhalten (siehe *Abbildung 3*), so stellt man folgendes fest: Mit den am Balken messbaren Wuchsmerkmalen wie Rohdichte, Astigkeit, Drehwuchs und Jahrringbreite lassen sich knapp 30 % des Festigkeitsverhaltens erklären. Nimmt man noch zwei Kennwerte wie Baumdurchmesser oder Höhe über Meer des Wuchsstandortes hinzu, so lassen sich noch einmal 10 % mehr erklären.

Diese Erkenntnisse veranlassten uns dann zur Eingabe eines Forschungsprojektes im Rahmen des Nationalfonds-Programmes 12 mit folgenden Voraussetzungen:

1. Die Versuche müssen an praxisgerechten Prüflingen durchgeführt werden.
2. Es darf nicht mehr nur ein Teilaspekt untersucht werden, sondern die Zusammenhänge vom Baum im Walde bis hin zum Endprodukt müssen analysiert werden.

Basierend auf diesen Voraussetzungen liess sich das Versuchskonzept erarbeiten (vergleiche *Abbildung 4*).



Biegebruchspannung grosser Proben des ersten Klimas

Abbildung 1. Biegebruchspannung von Pfetten aus Schweizer Fichtenholz mit 15 % Holzfeuchtigkeit (EPFL).

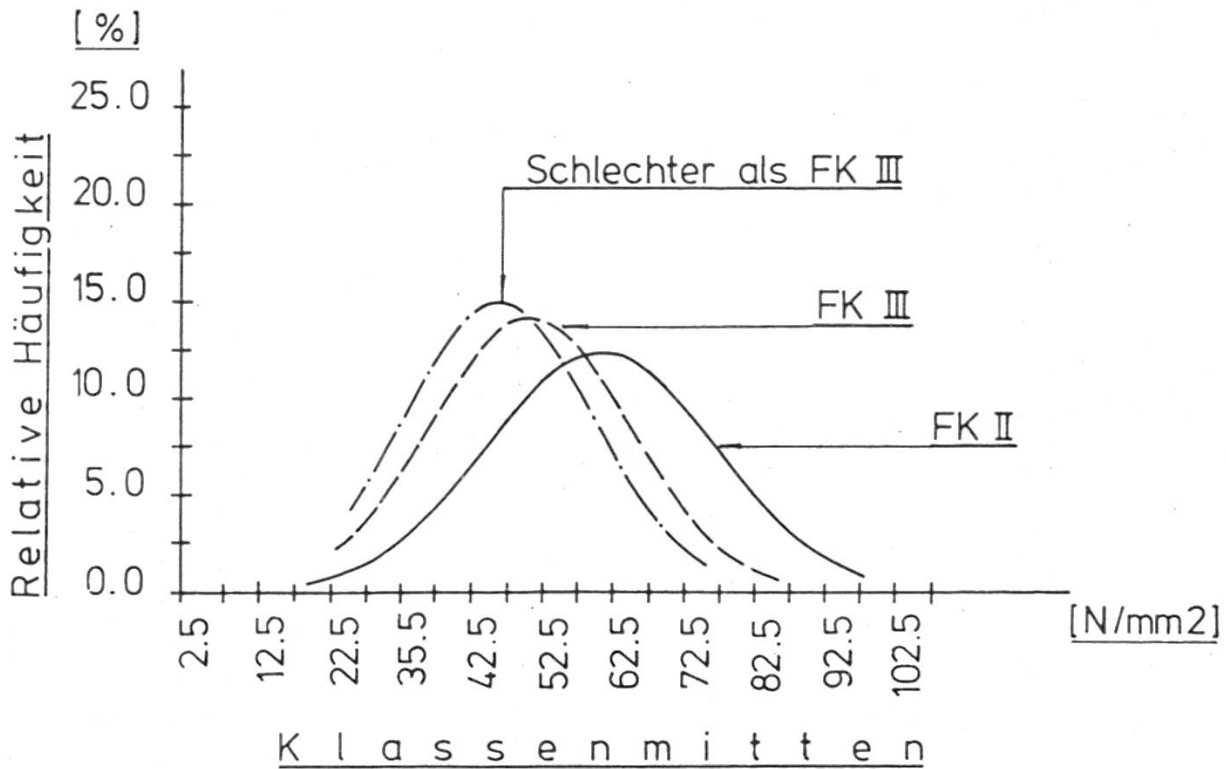


Abbildung 2. Bildung von Festigkeitsklassen FK von Schweizer Fichtenholz nach SIA-Norm 164 (EPFL).

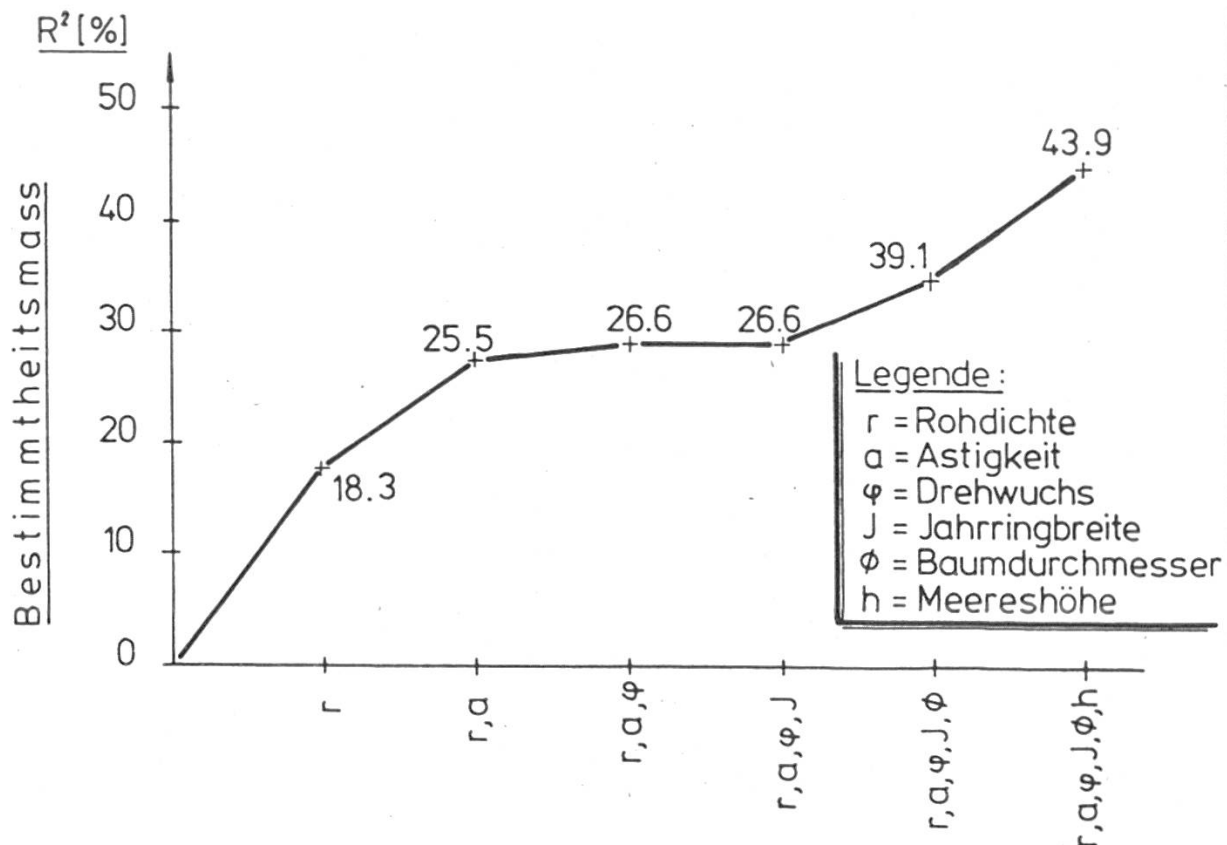


Abbildung 3. Bestimmtheitsmass R^2 für die Biegebruchspannung von Schweizer Fichtenholz in Abhängigkeit der berücksichtigten Kenngrössen (EPFL).

Zuerst musste eine für schweizerische Verhältnisse repräsentative Stichprobe definiert werden. Die so bestimmten Bäume wurden im Walde bezüglich Wuchsbedingungen und Erscheinungsbild beschrieben, anschliessend gefällt, eingemessen und auf den Rundholzplatz der Sägerei gebracht. Hier wurden die Stämme respektive Trämel auf ihre Wuchsmerkmale hin untersucht und die Ergebnisse auf Datenblättern festgehalten. Die Abschnitte wurden nun nach einem vorgegebenen Schema entweder als Kanthölzer oder Bretter eingeschnitten. Die Bretter dienen der Erfassung der Eigenschaften des Fichtenholzes im Hinblick auf den Innenausbau. Mit den Kanthölzern dagegen soll der Einfluss der Wuchsmerkmale auf das Biegefestigkeitsverhalten untersucht werden. Diese sehr umfassende Datenmenge muss nun auf vertikale Zusammenhänge untersucht werden, um neue Sortierkriterien zu definieren. Damit sich die Ergebnisse der ganzen Untersuchungen nicht auf rein theoretische Forschungsarbeiten abstützen und somit den Bezug zur Praxis verlieren, wurden einerseits bei jeder Stufe Praktiker zur Mitarbeit eingeladen und andererseits die Berufsverbände von allem Anfang an konsultiert. Die Gegenüberstellung der rein wissenschaftlichen Aussagen mit den Erfahrungen der Praktiker sollte für die Praxis brauchbare Resultate ergeben.

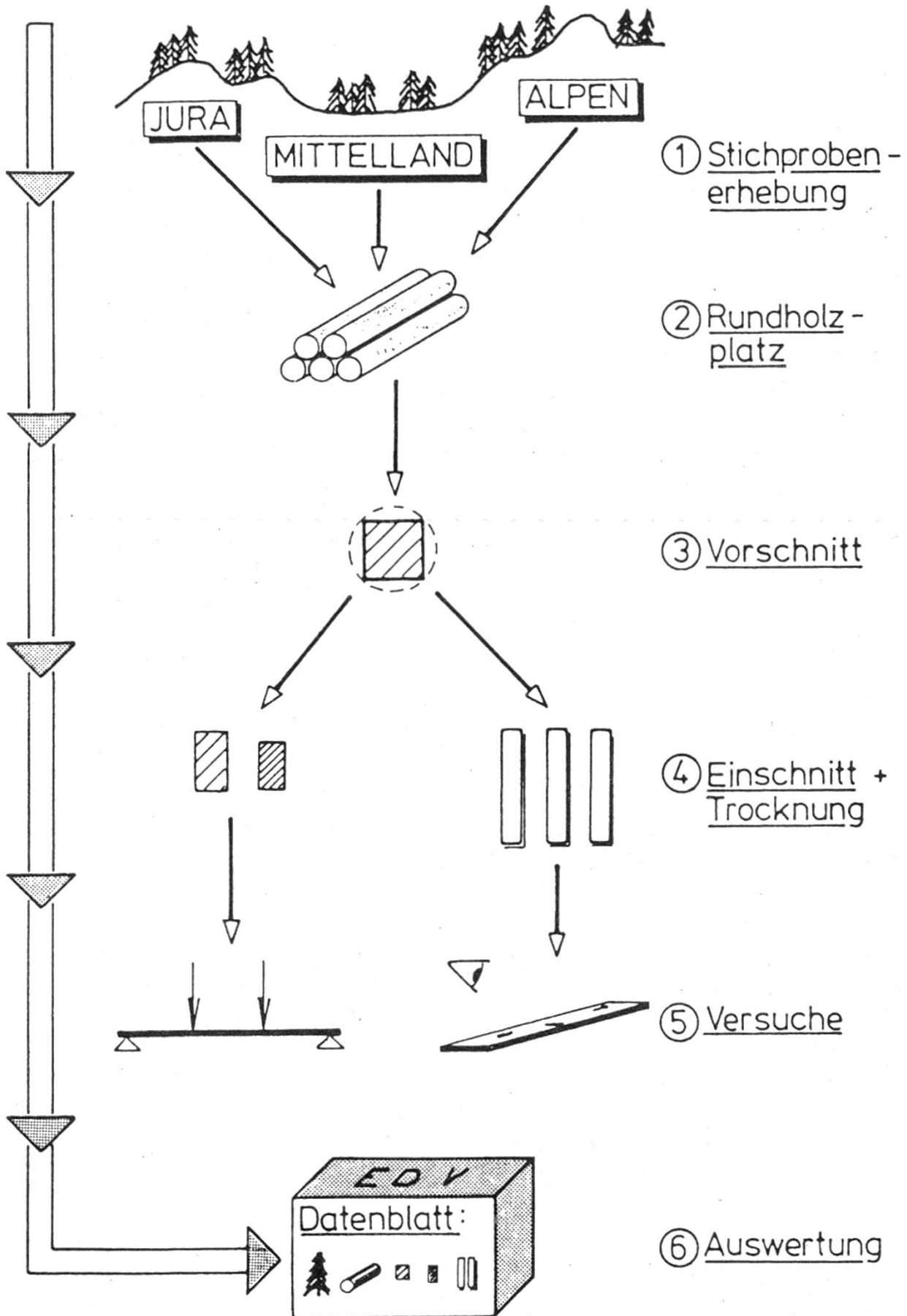


Abbildung 4. Schematische Darstellung des Untersuchungsablaufes.

An diesem interdisziplinären Projekt arbeiten zusammen:

Wald:	Oberförster Staudenmann, unterstützt durch EAFV (Dr. W. Keller)
Rundholzplatz und Einschnitt:	(SHS) Schweizerische Holzfachschule (Nationalrat M.-A. Houmard, H. Rutz, Ch. Stauffer)
Ästhetische Untersuchungen:	(LWB) Lehrwerkstätten der Stadt Bern (Direktor W. Schärer, F. Scheidegger, H. Kaufmann)
Festigkeitsuntersuchungen und Datenbank:	(IBOIS) Lehrstuhl für Holzkonstruktionen ETH (Prof. J. Natterer, Dr. Kessel, Sandoz)
Projektleitung:	Dr. G. E. Marchand

Im folgenden werden nun die einzelnen Teilaspekte näher vorgestellt.

Um eine Aussage über die Eigenschaften des schweizerischen Fichtenholzes machen zu können, müssen die Untersuchungen an einer repräsentativen Stichprobe vorgenommen werden.

Eine Stichprobe ist dann repräsentativ, wenn jedes Element der Grundgesamtheit mit derselben Wahrscheinlichkeit in die Stichprobe aufgenommen werden kann. Dies wird durch das Prinzip der Zufallsentnahme erreicht. Ferner gilt zu berücksichtigen, dass die Eigenschaften des schweizerischen Fichtenholzes durch die geologisch und klimatisch unterschiedlichen Wuchsbedingungen sehr heterogen sind. Die grosse Streuung der Eigenschaftswerte bedingt einen Mindestumfang der Stichprobe, um überhaupt verlässliche Aussagen machen zu können. Basierend auf ausländischen Forschungsergebnissen sind mindestens 300 unabhängige Prüflinge notwendig, um die starke Wertestreuung in den Griff zu bekommen. Diese Voraussetzungen bildeten nun die Basis für das in unserem Projekt gewählte Stichprobenkonzept.

Die unterschiedlichen Wuchsbedingungen lassen sich vereinfachend durch die drei Regionen Jura, Mittelland und Voralpen/Alpen erfassen.

Aus organisatorischen Gründen beschränkte man sich auf den Kanton Bern, der die drei genannten Regionen enthält. Man legte ferner fest, 100 Entnahmestellen à drei Bäume zu definieren, um den Aufwand in Grenzen zu halten, ohne die Statistik zu verfälschen. Die rund 100 Entnahmestellen teilen sich denn auf in 16 im Jura, 27 im Mittelland und 58 in den Voralpen/Alpen und entsprechen so dem Waldflächenanteil einer jeden Region.

Auf der Karte des Kantons Bern wurde ein regelmässiger Raster eingetragen und anhand des Zufallsprinzips die Entnahmefelder für jede Region bestimmt (vergleiche *Abbildung 5*).

Die Umsetzung dieser theoretischen Festlegung des Stichprobenkonzeptes in die Praxis erfolgte durch einen erfahrenen Oberförster. Die Zentrumskoordinate eines Entnahmefeldes wurde den Kreisforstämtern bekanntgegeben. Der

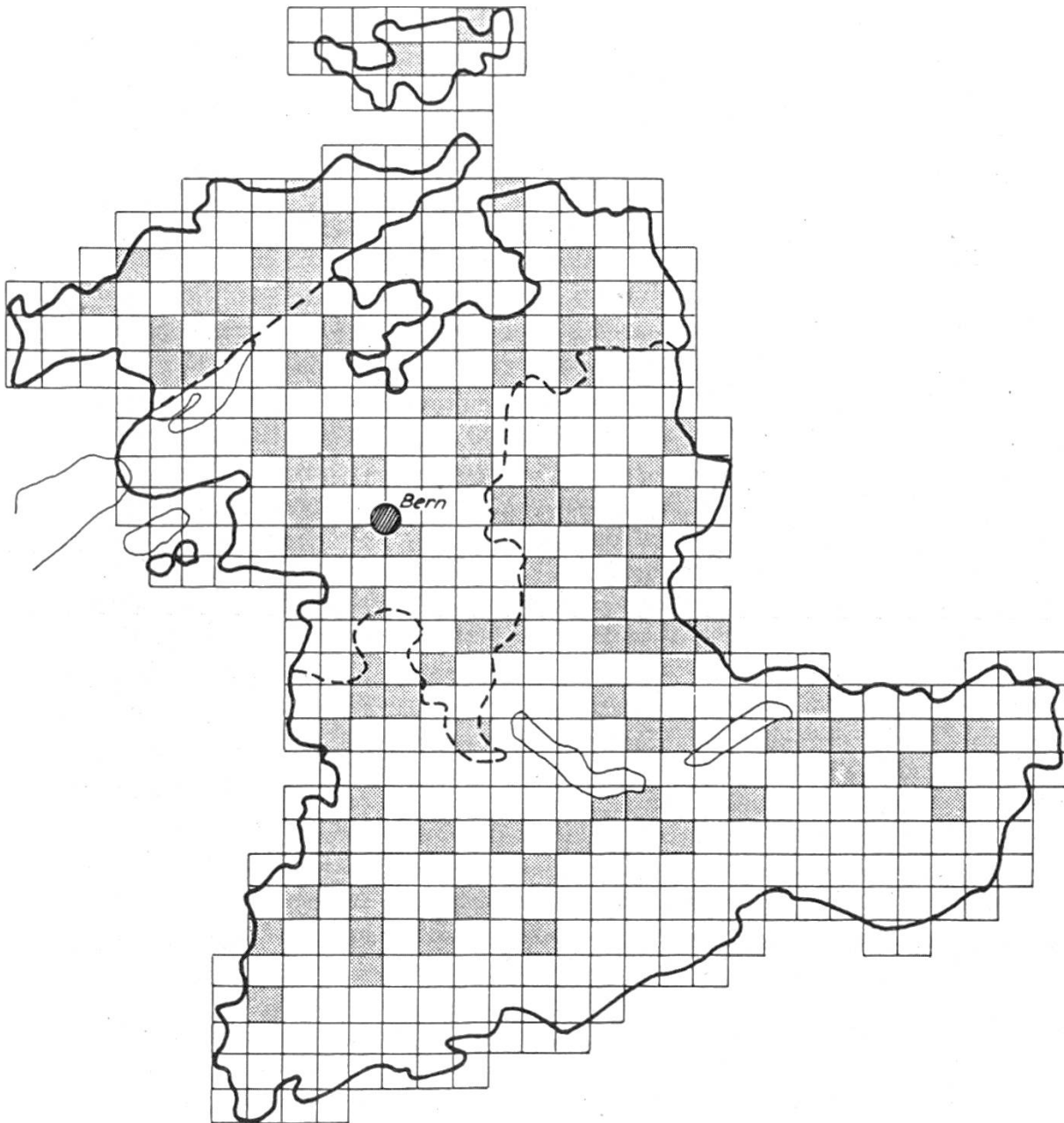


Abbildung 5. Stichprobenentnahme vom Jura bis zu den Alpen.

gewählte Bestand musste möglichst nahe der Zentrumsordinate liegen, erschlossen sein und mindestens Baumholz I (BHD 25 \times 35 cm) enthalten. Nach dem Einholen des Einverständnisses der Waldbesitzer konnte mit der Holzanzzeichnung begonnen werden. Dabei wurden die örtlichen Verhältnisse und waldbaulichen Gesichtspunkte berücksichtigt, damit die Probestämme einem normalen Ernteergebnis entsprachen. Auf einem Datenblatt wurden der Standort des Baumes, der Bestand und die Erscheinung des Baumes beschrieben. Mit den Aufnahmen der Bäume konnte am 1. Oktober 1984 im Oberland begonnen und dank hervorragender Zusammenarbeit mit den Forstämtern Ende November 1984 abgeschlossen werden.

Je nach Region wurde das Holz aus dem Walde als Lang-, Mittellangholz oder Trämel auf den Rundholzplatz der Holzfachschule in Biel gebracht. Als erstes wurde der Stamm als Lang- oder Mittellangholz nachgemessen, und anschliessend wurden seine Erscheinung und seine Wuchsmerkmale rein visuell erfasst. Damit eine einheitliche Beurteilung möglich war, mussten die Stämme, die als Trämel geliefert wurden, wieder zu einem Ganzen zusammengefügt werden. Die visuelle Beurteilung eines Stammes in entrindetem Zustand ist einfacher, da die einzelnen Wuchsmerkmale besser erkennbar sind. Um einen Vergleich der Beurteilungen in Rinde und ohne Rinde machen zu können, wurden 20 Stämme zuerst in Rinde und anschliessend ohne Rinde aufgenommen. Die restlichen Stämme wurden jedoch alle in entrindetem Zustand beurteilt. Anschliessend wurden die Stämme in Abschnitte aufgeteilt, eingemessen und die Wuchsmerkmale nun genau erfasst und festgehalten.

Die durch Zufallsprinzip bestimmten Abschnitte (von jedem Stamm ein Abschnitt) wurden zu Kantholz eingeschnitten. Dabei wurden nach dem ersten Schnitt an der Schnittfläche des Modells Wuchsmerkmale sowie Harzgallen und Äste noch einmal detailliert erfasst (Häufigkeit und Ort). Danach wurden die Modelle nach den vorgeschriebenen Querschnittsabmessungen in Kanthölzer eingeschnitten. Der Einschnitt erfolgte dabei grundsätzlich nach praxisüblichen Gesichtspunkten. Von den Kanthölzern wurden jeweils in sägefrischem Zustand die effektiven Querschnittsabmessungen und Verformungen festgehalten, um eine Aussage über ihr Verhalten beim Trocknen machen zu können.

Die anderen Abschnitte wurden alle zu Brettern eingeschnitten und, wie die Kanthölzer, im Freien gestapelt und luftgetrocknet.

Die Auswirkungen der Wuchsbedingungen auf die Eigenschaften des Schweizer Fichtenholzes können an der Brettware sehr gut untersucht werden.

Um den Aufwand einer solchen Untersuchung in vernünftigen Grenzen zu halten, konnten nicht alle Bretter der 300 Bäume erfasst werden. Es wurde deshalb auch hier ein Entnahmemodus definiert, der eine repräsentative Stichprobe gewährleistet. Da sich das Erscheinungsbild eines Brettes je nach Entnahmeort in bezug auf die Stammlängsachse als auch den Stammdurchmesser ändert, wurde folgendes Stichprobenkonzept gewählt:

Von jedem Stammabschnitt respektive Trämel – mit Ausnahme derjenigen, die für Festigkeitsversuche bestimmt waren – wurden mittels Zufallsvariablen in Funktion des Stammdurchmessers ein Mittelbrett und je Seite ein Brett entnommen. Die Entnahme zweier Seitenbretter ermöglicht das Erfassen von unterschiedlichen Erscheinungsbildern im Falle einer asymmetrischen Krone.

Die Datenerfassung an den Brettern wird nur auf einer Seite vorgenommen (Zufallsprinzip) und berücksichtigt neben der Beschreibung der Wuchsmerkmale auch deren Häufigkeit und Position. Ergänzend werden bei 30 Stämmen aus den drei Regionen Jura, Mittelland und Voralpen/Alpen alle Bretter untersucht. Diese «Intensiv-Stichprobe» erlaubt unter anderem die Definition der Wachstumsgrenzen im Stamme (tote und verwachsene Äste), um einerseits

den Zusammenhang zwischen Astlage und Erscheinungsbild des Baumes zu untersuchen und andererseits den Anschluss an internationale Projekte zu ermöglichen. Konkret wird dabei an die Arbeit Löffler/Dürrstein von München gedacht, die, basierend auf der Wachstumsgrenze, Modelle für die computerunterstützte Beurteilung eines Stammes für den Einschnitt in der Sägerei entwickelt.

Gemäss Versuchsplanung liefert jede der 300 Fichten ein Kantholz für die Festigkeitsuntersuchungen. Beim Aufstellen des Versuchskonzeptes für die Festigkeitsuntersuchungen mussten vorgängig die aus eigenen und internationalen Arbeiten bekannten Einflüsse auf das Festigkeitsverhalten erfasst und mit denjenigen Einflüssen ergänzt werden, die speziell durch die schweizerischen Verhältnisse bedingt sind (Madsen 1981). So macht sich zum Beispiel der Einfluss der Querschnittsabmessungen auf die Bruchfestigkeit auf zwei Arten bemerkbar:

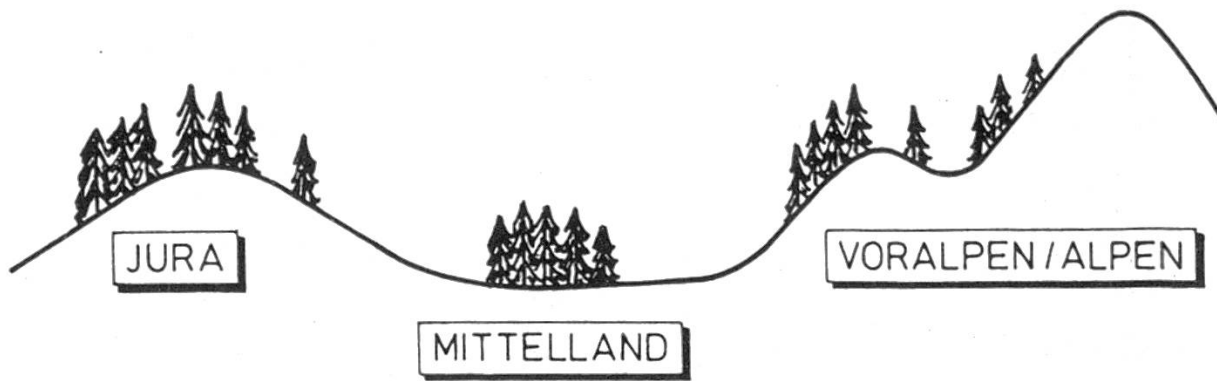
Eine Zunahme der Querschnittshöhe bedingt eine Abnahme der Biegebruchfestigkeit = Höheneffekt, und eine Zunahme der Querschnittsfläche bedingt eine Zunahme der Biegebruchfestigkeit = Volumeneffekt. Von Interesse ist auch die Entnahmestelle des Kantholzes bezogen auf den Stammquerschnitt. So kann ein Kantholz markgetrennt sein, stehende oder liegende Jahrringe aufweisen oder das Mark voll enthalten. Ferner ist der Einfluss der Provenienz und somit der unterschiedlichen Wuchsbedingungen auf das Festigkeitsverhalten zu überprüfen. Letztlich sollten noch die Auswirkungen der Probenentnahme bezogen auf die Stammlängsachse und somit der Fragenkomplex über Einfluss von schwarzen oder verwachsenen Ästen auf das Festigkeitsverhalten untersucht werden.

Mit folgendem Versuchskonzept werden die oben erwähnten Versuchsparameter berücksichtigt: Von jedem Stamm wird mittels Zufallsprinzip der Abschnitt für die Probenherstellung bestimmt. Dabei hat mit Ausnahme des ersten Abschnittes (= Schreinerware) jeder Abschnitt die gleiche Wahrscheinlichkeit, berücksichtigt zu werden.

Um sowohl den Volumen- als auch den Höheneffekt zu berücksichtigen, wurden drei verschiedene Querschnittsabmessungen gewählt. Mit den drei Querschnittsabmessungen 100/140, 100/180 und 100/220 mm verändern sich sowohl die Querschnittsfläche als auch die Querschnittshöhe. Mit der Wahl einer konstanten Querschnittsbreite von 100 mm wird dadurch eine eindeutige Interpretation der Resultate möglich. Die gewählten Querschnittsabmessungen entsprechen auch praxisüblichen Abmessungen von Sparren, Pfetten und Balken.

Dadurch, dass der Säger die Abschnitte nach praxisüblichen Gesichtspunkten einschneiden konnte, entstanden automatisch verschiedene Einschnittstypen, das heisst Querschnitte mit unterschiedlicher Jahrringstellung. Um den Einfluss der Provenienz zu berücksichtigen, mussten die Prüflinge nach den gleichen Gesichtspunkten wie beim Stichprobenkonzept aufgeteilt werden.

Von dreihundert unabhängigen Prüflingen wurden je hundert den drei



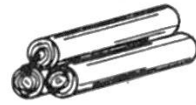
mindest Anzahl Bäume

50

80

170

mind. 300



JURA

je mind. 16

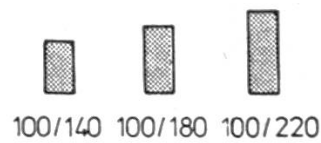
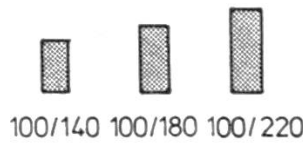
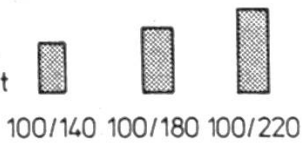
MITTELLAND

je mind. 27

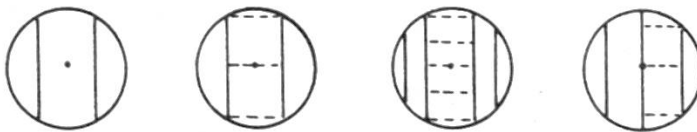
VORALPEN/ALPEN

je mind. 58

Querschnitt



Einschnitttypen : (von jedem möglichen Typ mind. 35 je Querschnitt)



ERGÄNZUNGSVERSUCHE

(A) Astansammlung in Druckzone

(B) Biegung mit Normalkraft

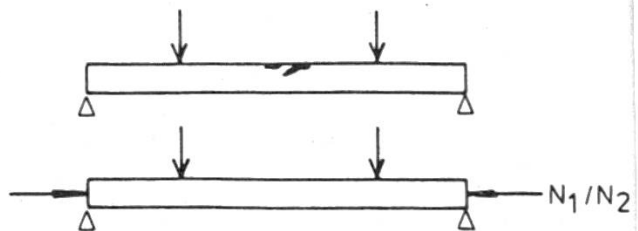


Abbildung 6. Festigkeitsversuchskonzept.

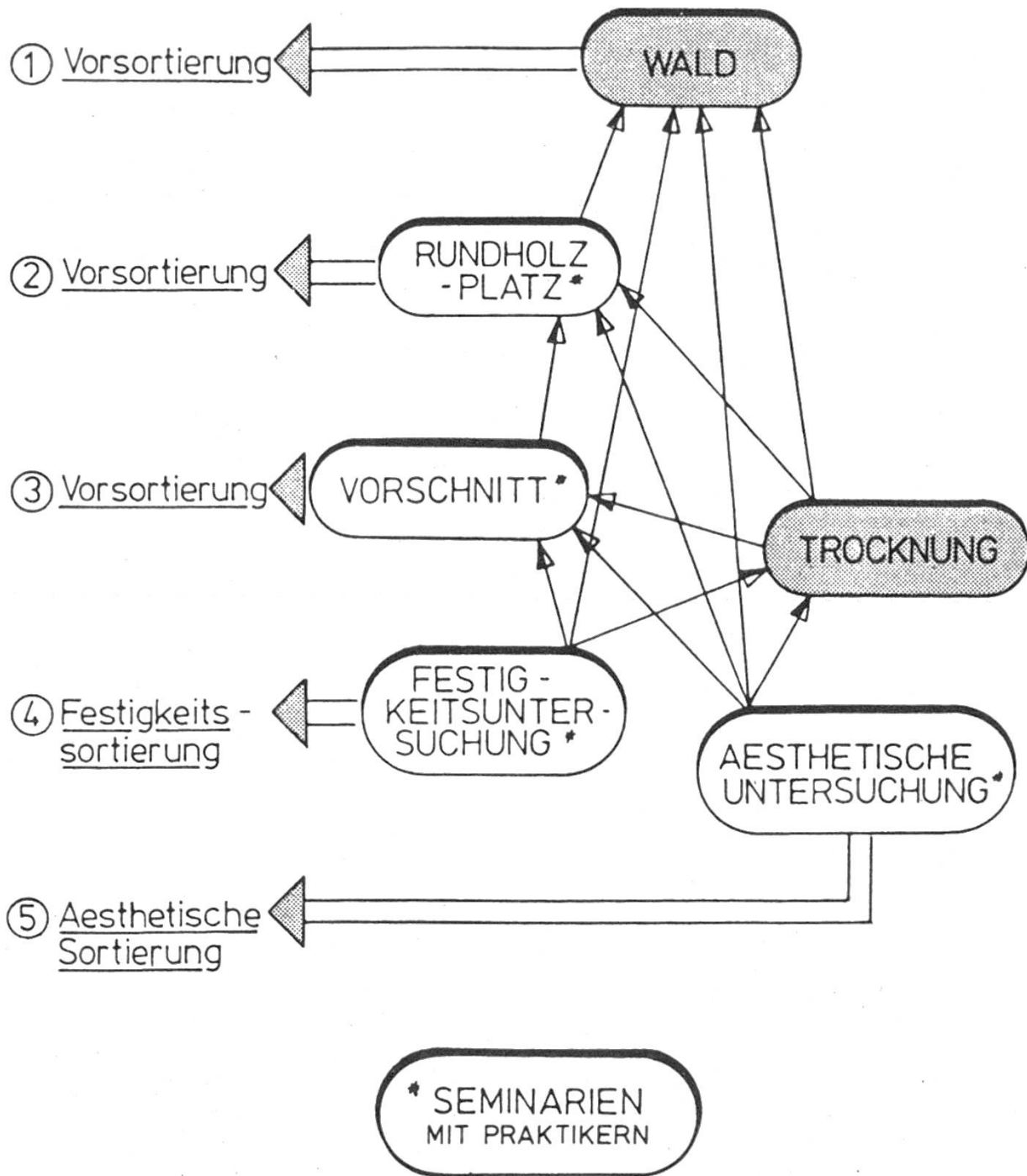


Abbildung 7. Zusammenhänge und erwartete Resultate.

Querschnittsabmessungen zugeteilt. Die Aufteilung innerhalb einer Querschnittsabmessung musste nun entsprechend der Provenienz auf 16 Proben aus dem Jura, 27 aus dem Mittelland und 58 aus den Voralpen/Alpen erfolgen. Damit die möglichen Einschnittstypen je Querschnittsabmessung ausgewertet werden können, mussten mindestens 35 Prüflinge eines Einschnittstypes vorhanden sein. Diese komplexe Probenaufteilung wurde in *Abbildung 6* schematisch dargestellt.

Das Hauptanwendungsgebiet des Kantholzes liegt statisch betrachtet in biegebeanspruchten Bauteilen. Daneben wird aber ein beachtlicher Teil auf kombinierte Art durch Biegung mit Normalkraft beansprucht (Sparrendach, Fassadenstützen). Ausländische Arbeiten zeigen, dass im Bereich einer Beanspruchung mit grossem Biegemoment und kleiner Normalkraft das Holz ein rund 30 % besseres Festigkeitsverhalten aufweist, als nach heutigen Normen zulässig wäre.

Dieses von anderen Baustoffen her längst bekannte Phänomen wird in einem Ergänzungsversuch mit zwei verschiedenen Normalkräften überprüft.

Da die Versuche zwecks Vergleichs mit dem Ausland nach der RILEM-CIB geprüft werden, muss aus sicherheitstheoretischen Gründen das ärgste Astbild in die Zugzone des Maximalmomentes gelegt werden. Konkret heisst das, dass die Versuche tendenziell schlechte Ergebnisse liefern müssen. Interessant erscheint deshalb die durch einen Ergänzungsversuch zu beantwortende Frage, welche Festigkeitseinbusse dadurch bewirkt wird oder, anders gesagt, welche Steigerung man erreicht, wenn dieses arge Astbild gezielt in die Druckzone verlegt wird.

Damit das unheimlich grosse Zahlenmaterial aus den Untersuchungen überhaupt noch ausgewertet werden kann, musste eine zentrale Datenbank erstellt werden. Durch eine nach neuesten statistischen Methoden vorgenommene Auswertung werden nun die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Verarbeitungsstufen untersucht (vergleiche *Abbildung 7*).

Von Interesse sind dabei die Wachstumsmerkmale, die eine stufenweise verwendungsbezogene Vorsortierung ermöglichen. Dadurch könnte einerseits die Streuung der Eigenschaftswerte des Endproduktes eingeschränkt und andererseits die unwirtschaftliche Bearbeitung von minderwertiger Ware verhindert werden.

Da wir mitten im Projektablauf sind, können keine abschliessenden Ergebnisse vorgelegt werden. Ich möchte aber betonen, dass mit diesem Unterfangen eine Art Pilotprojekt gestartet wurde.

Es wird somit möglich sein, viele offene Fragen zu beantworten, aber ebenso werden viele Fragen- und Problemkomplexe neu aufgezeigt, und wir hoffen, damit Anregungen zu weiteren Untersuchungen geben zu können.

Résumé

Qualités et possibilités de classement du bois d'épicéa suisse

Les différentes normes ou usances du commerce ne donnent que la possibilité de classer le bois comme produit final sans respecter les conditions climatiques ou géologiques.

Pour le projet on a choisi 300 arbres, selon la méthode du hasard, du Jura, du Plateau et des Alpes. Un forestier a caractérisé les conditions de la croissance de chaque arbre, comme l'altitude, l'emplacement social et l'apparition de l'arbre.

Les troncs donc arrivent à la place de la scierie de l'ESB. Ici un scieur décrit les caractéristiques du tronc comme par exemple les nœuds. Après le bois est scié comme bois équarri et comme planches et il va être séché naturellement.

A chaque pas de la production on mesure toutes les caractéristiques possibles. D'une part on fait des essais de résistance avec le bois équarri et d'autre part un jugement esthétique des planches.

En cherchant les relations entre les différentes caractéristiques de chaque pas de la production jusqu'au produit final, on espère trouver deux ou trois caractéristiques qui nous permettent de faire un triage opportun et de continuer la production seulement avec du bois élevé. Avec la réduction du bois mineur dans la production on a, d'une part une production plus économique, et d'autre part des produits finals avec une qualité mieux définie.

Ça veut dire que nous n'examinons pas seulement le classement des normes et des usances du commerce pour les produits finals. Nous cherchons même une nouvelle méthode de classement pour réaliser une production plus économique.

Literatur

Madsen, B. (1981): Proposal for developing improved grading rules. University of British Columbia.

Marchand, G.E. (1982): Vergleichende Untersuchungen des Biegefestigkeitsverhaltens von kleinen fehlerfreien Fichtenholzproben und grossen Fichtenbalken. Diss. Nr. 456 ETH Lausanne.

Natterer, J., Marchand, G.E., Fux, W. (1983): Statistisch gesicherte Untersuchungen von Verformungskenngrössen biegebeanspruchter Bauteile aus Schweizer Holz. Schlussbericht NF-Projekt 2.483-0.79.