

ENDBERICHT:

HASELFICHTEN PROJEKT TIROL

**POTENTIALABSCHÄTZUNG UND VERGLEICH MECHANISCHER
UND AKUSTISCHER MATERIALKENNWERTE SOWIE SUBJEKTIVER
QUALITÄTSEINSTUFUNG MIT NORMALWÜCHSIGEM
FICHTENHOLZ (PICEA ABIES) MIT SPEZIELLEM BEZUG ZUR
ANWENDUNG IM MUSIKINSTRUMENTENBAU.**

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna
Department of Material Sciences and Process Engineering
Institute of Wood Science and Technology
Peter Jordanstr. 82 , A-1190 Wien

Dipl.-Ing. Christoph Buksnowitz - tel.: +43 47654 4276 – mobile: +43 699 150 49 217 –

christoph.buksnowitz@boku.ac.at

Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.tech. Alfred Teischinger – tel: +43 47654 4251 –

alfred.teischinger@boku.ac.at



1. Projektkurzübersicht
2. Probenmaterial
3. Probenpräparation
4. Subjektive Qualitätseinstufungen durch Geigenbauer
5. Subjektive Akustische Bewertung
6. Subjektive Optische Bewertung
7. Subjektives Gesamturteil
8. Zug-Elastizitätsmodul
9. Druck-Elastizitätsmodul
10. Biege-Elastizitätsmodul, 3-Punkt Prüfung
11. Biege-Festigkeit, 3-Punkt Prüfung
12. Biege-Elastizitätsmodul tangential
13. Biege-Festigkeit tangential
14. Logarithmisches Dämpfungsdekrement longitudinal
15. Logarithmisches Dämpfungsdekrement radial
16. Ultraschallgeschwindigkeit longitudinal
17. Ultraschallgeschwindigkeit radial
18. Schlussfolgerungen
19. Projektpartner / Acknowledgement

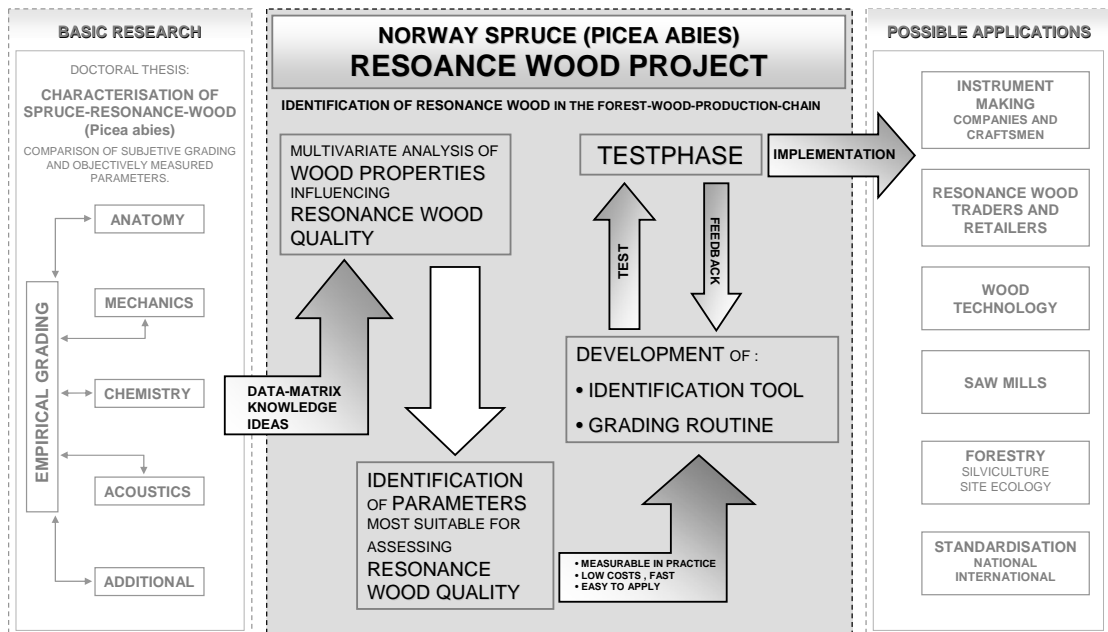
1. PROJEKTKURZÜBERSICHT

Das **Haselfichtenprojekt Tirol** stellt eine Kooperation zwischen dem Holzcluster Tirol und der Institut für Holzforschung der universität für Bodenkultur Wien dar. Im Kontext eines umfassenden Projektes zur grundlegenden Charakterisierung von Fichten-Resonanzholz (Graphik 1) sollen folgende Projektziele verfolgt werden:

- **Potentialabschätzung** von **Haselfichtenholz** bezüglich grundlegender mechanischer und akustischer Parameter.
- **Vergleich von Tiroler Haselfichtenholz** mit Resonanzhölzern aus anderen Europäischen Klangholzregionen (normalwüchsig und haselwüchsig).

Dem Probenkollektiv wurden 14 speziell ausgewählte Haselfichtenproben hinzugefügt (41% der gesamten haselwüchsiges Proben).

Die Messergebnisse wurden im Hinblick auf die Projektziele ausgewertet und im vorliegenden Bericht dargestellt.



Graphik 1: Resonanzholzprojekt BOKU – grundlegende Charakterisierung.

2. PROBENMATERIAL

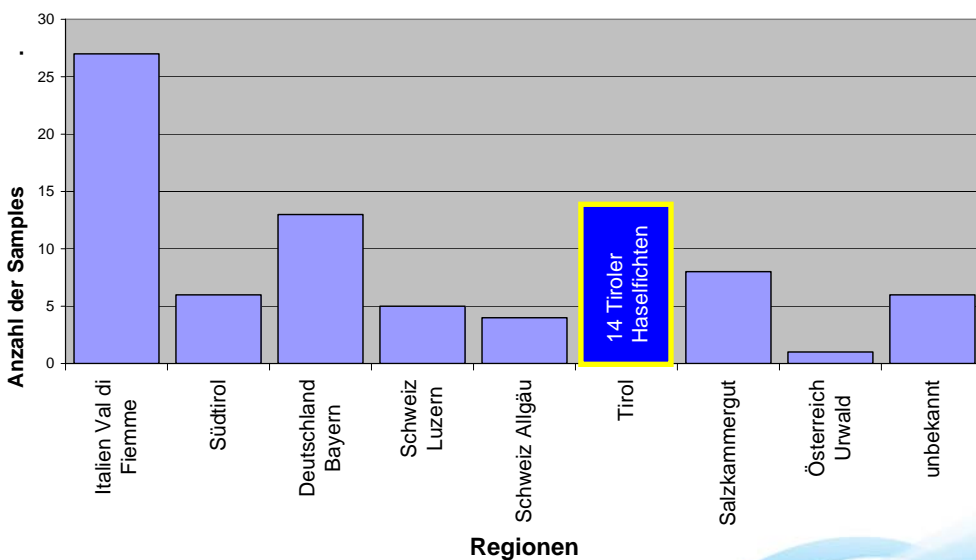
Als Probenmaterial dienten durchwegs für den Bau von Geigen-Resonanzdecken bestimmte radial orientierte, gesägte oder gespalten keilförmige Bretter – siehe **Abb. 1**. Die Abmaße der Roh-Decken lagen bei ca. 40 cm in longitudinaler, 15 cm in radialer und wenigen Zentimetern in tangentialer Richtung. Die luftgetrockneten Resonanzholz-Proben wurde zwischen 1996 und 2004 geerntet. Das 84 Proben umfassende Kollektiv wurde aus Holzstücken zahlreicher Klangholzregionen Europas und unterschiedlicher Qualitäten zusammengestellt und beinhaltete auch 6 nicht als Resonanzholz deklarierte Proben aus Tischlerware – **Abb. 2**.



Abb.1: Resonanzholzproben

Abb.2: Verteilung der Proben auf die Herkunftsregionen in Europa

Probenherkunft



3. PROBENPRÄPARATION

Aus den Geigendecken-Rohlingen wurden Bretter mit gleichen Abmessungen ausgeformt – siehe **Abb. 3**. Es wurden die Oberflächen wurden gehobelt und besonderes Augenmerk auf stehende Jahrringe gelegt.



Abb.3: Bretter zur Subjektiven Bewertung durch die Geigenbauer.

Die Bretter wurden von 16 erfahrenen Geigenbauern nach einem vorgegeben Schlüssel bewertet (siehe Kapitel .) bevor sie entsprechend dem nebenstehenden Schnittplan (**Abb. 4**) in die einzelnen Prüfkörper konvertiert wurden.

Tab. 1: Häufigkeitsaufteilung auf die Wuchsformen

Haselwuchs	34
normalwüchsig	47
nicht zuordenbar	3

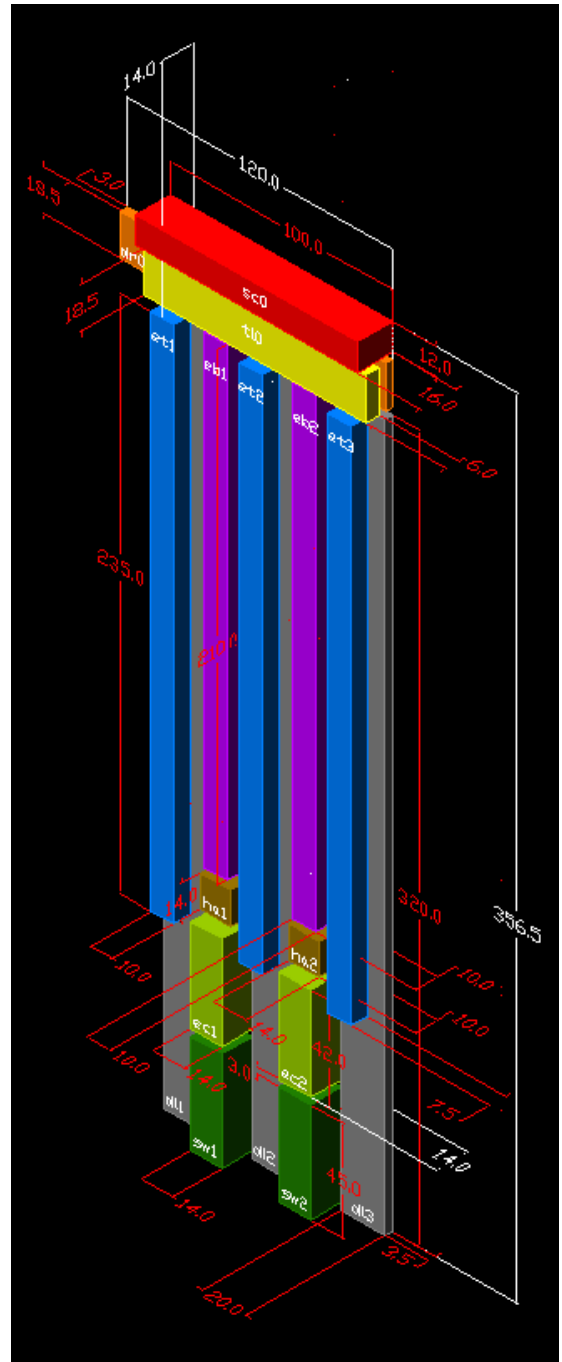


Abb.4: Schnittplan

4. SUBJEKTIVE QUALITÄTSEINSTUFUNGEN DURCH ERFAHRENE GEIGENBAUER



Eignung für den **Geigenbau** in Bezug auf **klangliche Aspekte** - Entsprechende Box ankreuzen.

Eignung für den **Geigenbau** in Bezug auf das **optische Erscheinungsbild**

Zusammenfassende Bewertung aller, für den **Geigenbau wichtigen Aspekte**.

Zeit je Probe 1-2 min

PROBEN NUMMER	AKUSTISCHE EIGNUNG					ÄSTHETISCHE EIGNUNG				GESAMTE BEWERTUNG				KONTROLLE			
001	OPTIMAL GEEIGNET	SEHR GUT GEEIGNET	GUT GEEIGNET	BEDINGT GEEIGNET	NICHT GEEIGNET	OPTIMAL GEEIGNET	SEHR GUT GEEIGNET	GUT GEEIGNET	BEDINGT GEEIGNET	NICHT GEEIGNET	OPTIMAL GEEIGNET	SEHR GUT GEEIGNET	GUT GEEIGNET	BEDINGT GEEIGNET	NICHT GEEIGNET	Bewertung angepasst	Bewertung belassen
ANMERKUNG	Besonders gut geeignet, weil .../ ... stellt einen Nachteil dar. Hinweise, falls besondere Merkmale zu der Entscheidung beigetragen haben.																

Möglichkeit für Hinweise – in Stichworten.
Muss nicht verwendet werden.

Abschließende Durchsicht der Proben – gegebenen Falls Bewertung anpassen und entsprechende Box ankreuzen



Abb.4: Gruppenfoto Geigenbauertreffen zur Bewertung der Resonanzholzproben

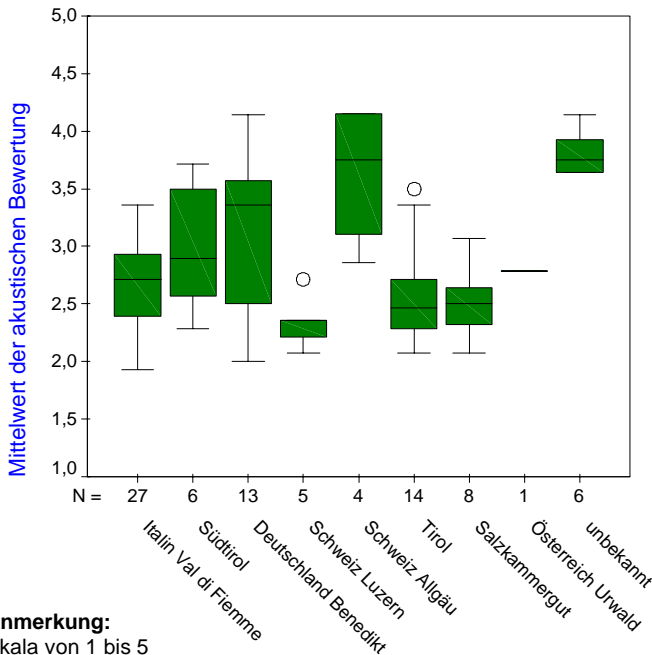
Die Beurteilung der akustischen und optischen Eignung sowie das Gesamturteil über die Klangholzproben dient in weiterer Folge als Verbindungsglied zwischen wissenschaftlichen Untersuchungen und dem Erfahrungswissen aus der Praxis.

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna
Department of Material Sciences and Process Engineering
Institute of Wood Science and Technology
Peter Jordanstr. 82 , A-1190 Wien

Dipl.-Ing. Christoph Buksnowitz - tel.: +43 47654 4276 – mobile: +43 699 150 49 217 – christoph.buksnowitz@boku.ac.at
Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.tech. Alfred Teischinger – tel: +43 47654 4251 – alfred.teischinger@boku.ac.at

Endbericht:
**Haselfichten
Projekt
Tirol**
BOKU Vienna

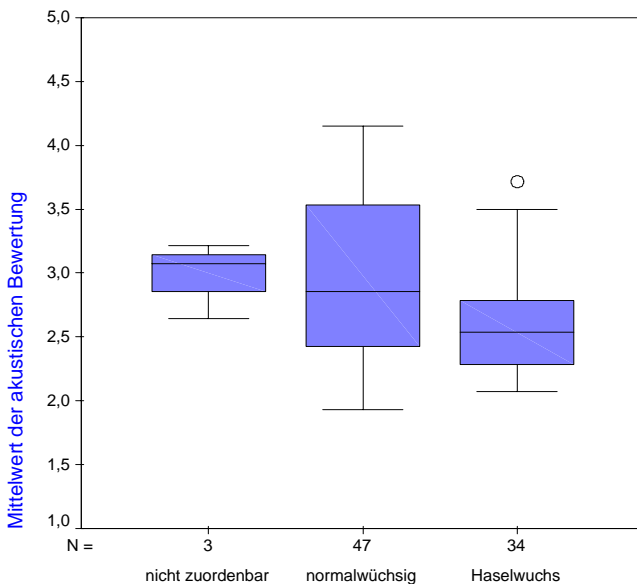
5. SUBJEKTIVE AKUSTISCHE BEWERTUNG DURCH ERFAHRENE GEIGENBAUER



Anmerkung:

Skala von 1 bis 5 entsprechen den Schulnoten mit "1"...sehr gut, bis "5"... bedingt geeignet (siehe auch Kapitel 4)

REGION



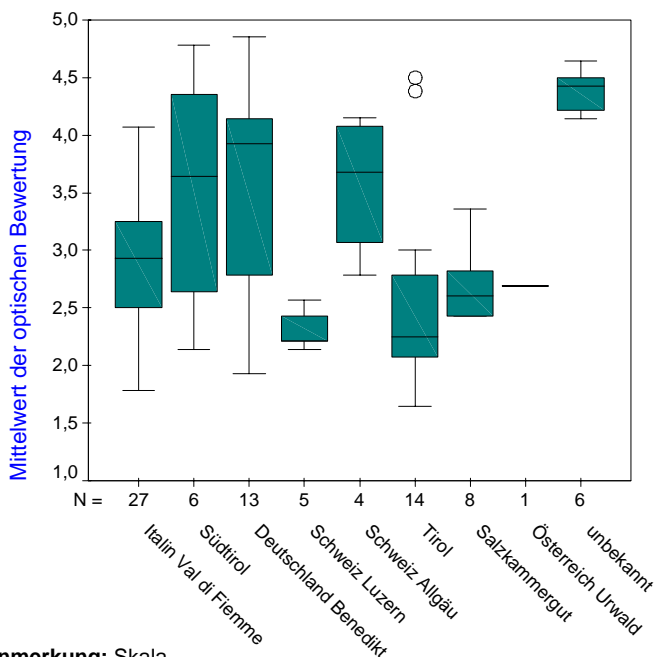
Wuchsform

Die Resonanzholzproben aus Tirol wurden von den Geigenbauer hinsichtlich ihrer akustischen Eignung für den Geigenbau überdurchschnittlich gut bewertet. Diese Einschätzung beruht auf Berufserfahrung, Ergebnissen der taktilen und optischen Bewertung sowie der Anwendung von Klopfest. Der subjektive Eindruck wurde in einer fünfteiligen Skala entsprechend den Schulnoten umgesetzt.

Für jede Probe wurden die Einzelbewertungen aller Geigenbauer gemittelt. Dadurch werden Bewertungen einer Probe im Bereich von „sehr gut“ (1) sehr selten, da selbst bei außergewöhnlicher Qualität persönliche Präferenzen eine mittelmäßige Bewertung nicht ausschließen.

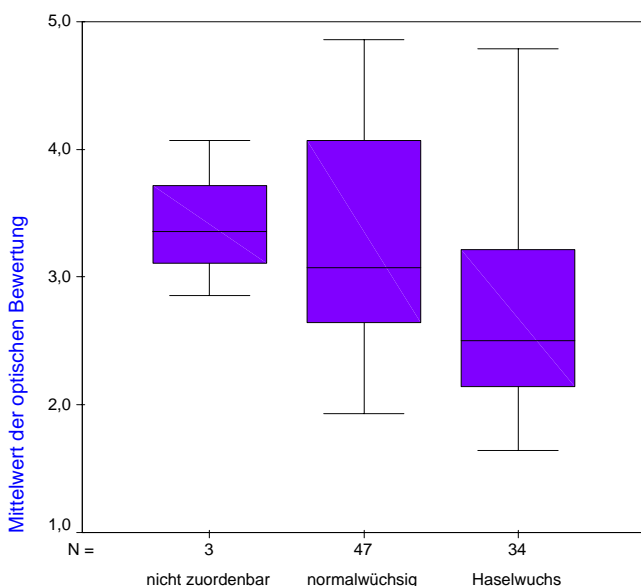
Auch die Gesamtheit der haselwüchsig Proben wurde hinsichtlich ihrer akustischen Eigenschaften besser eingeschätzt als der normalwüchsig Teil des Probenkollektives.

6. SUBJEKTIVE OPTISCHE BEWERTUNG DURCH ERFAHRENE GEIGENBAUER



Anmerkung: Skala von 1 bis 5 entsprechen den Schulnoten mit "1"...sehr gut, bis "5"...bedingt geeignet (siehe auch Kapitel 4)

REGION



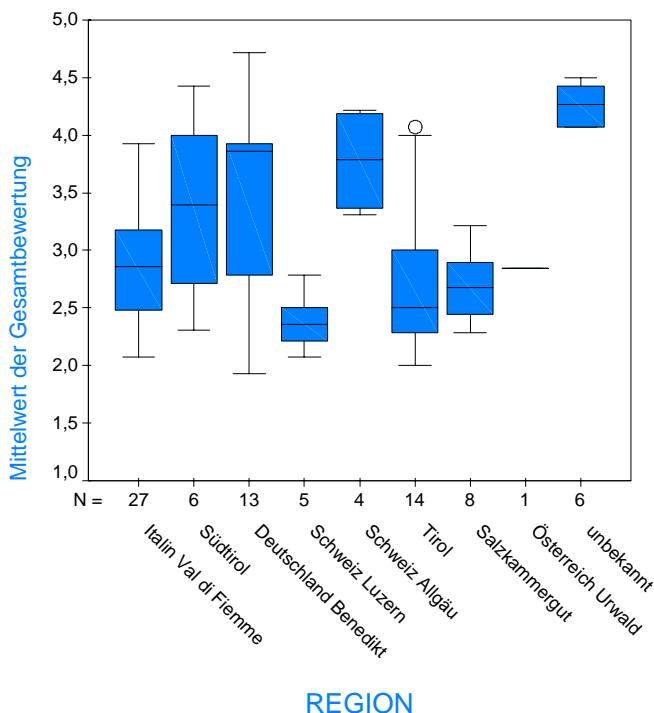
Wuchsform

Bei Einschätzung der optischen Qualität wurde die positive Bewertung der Resonanzholzproben aus Tirol noch deutlicher.

Bei allen Betrachtungen ist zu bedenken, dass ein nicht unwesentliche Teil der Variabilität in der Zusammenstellung des Probenkollektiv begründet ist. Es wurde bewusst eine große Spreitung hinsichtlich Qualität und Wuchsmerkmalen angestrebt, um eine für die Modellierung geeignete Datenmatrix zu generieren. Die Wechselwirkungen und indirekten Einflüssen sollen in nachfolgenden Analysen noch detailliert erschlossen werden.

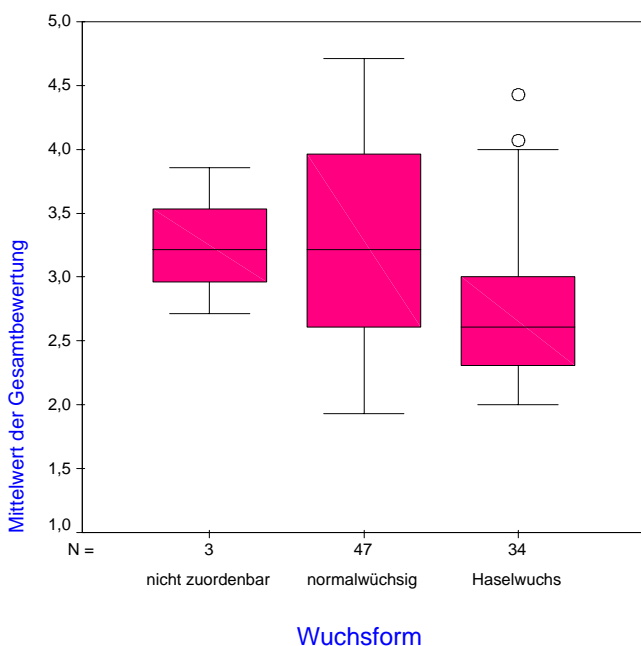
Die Aufgliederung nach der Wuchsform zeigt auch bezüglich diesem Parameter eine deutlich bessere Bewertung der haselwüchsig Proben.

7. SUBJEKTIVE GESAMTBEWERTUNG DURCH ERFAHRENE GEIGENBAUER

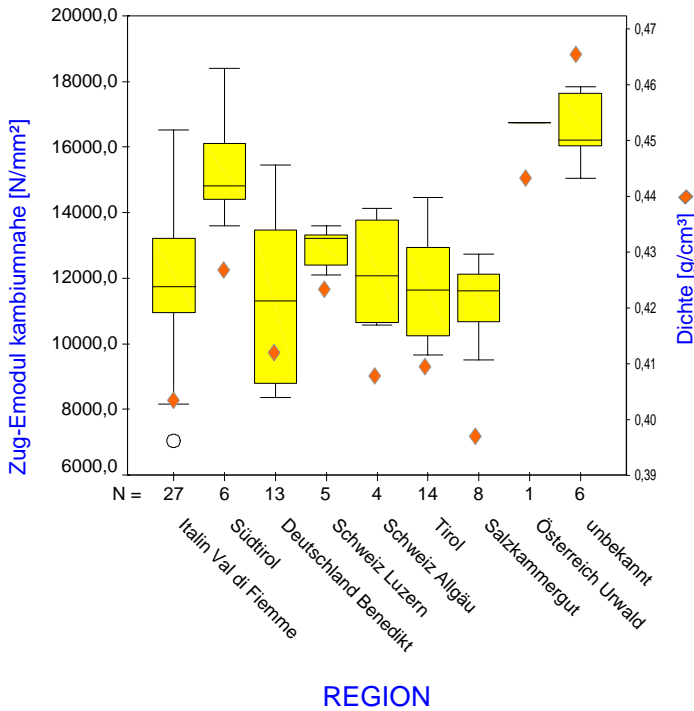


Die gesamtheitliche Bewertung spiegelt im wesentlichen die Ergebnisse aus den akustischen und den optischen Einstufungen wieder, und unterstreicht die konsequente Umsetzung des Bewertungsschlüssels durch die Geigenbau-Meister.

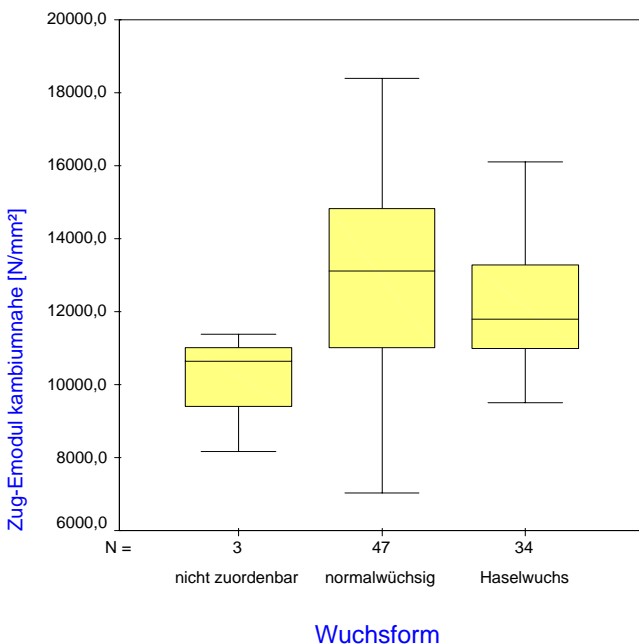
Anmerkung: Skala von 1 bis 5 entsprechen den Schulnoten mit "1"...sehr gut, bis "5"... bedingt geeignet (siehe auch Kapitel 4)



8. ZUG-ELASTIZITÄTSMODUL

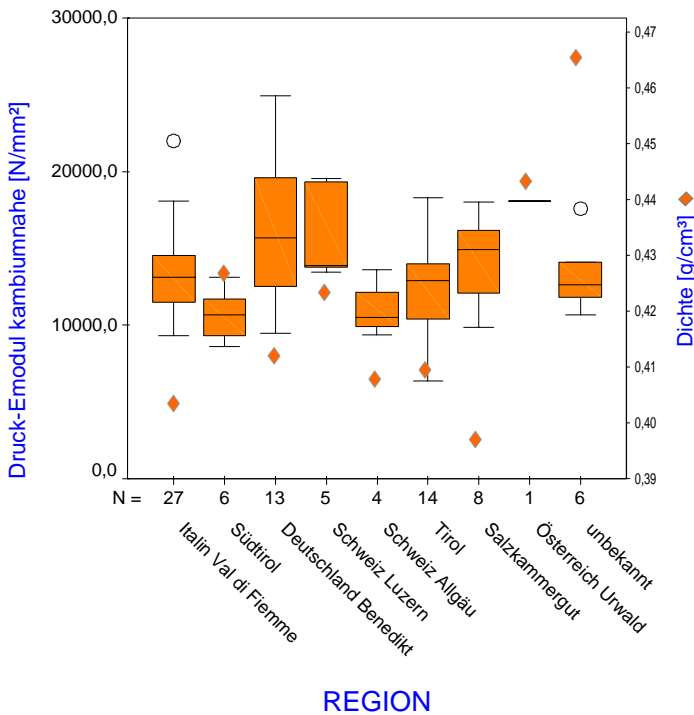


Gliedert man das Probenkollektiv nach Herkunftsregionen so zeigen die Fichten Resonanzholzproben aus Tirol bei relativ niedriger Dichte mittlere Werte für den Zug-Elastizitätsmodul. Ein möglicher Erklärungsansatz dafür lässt sich aus unten stehender Graphik ableiten, die das Probenkollektiv nach der Wuchsform einteilt.

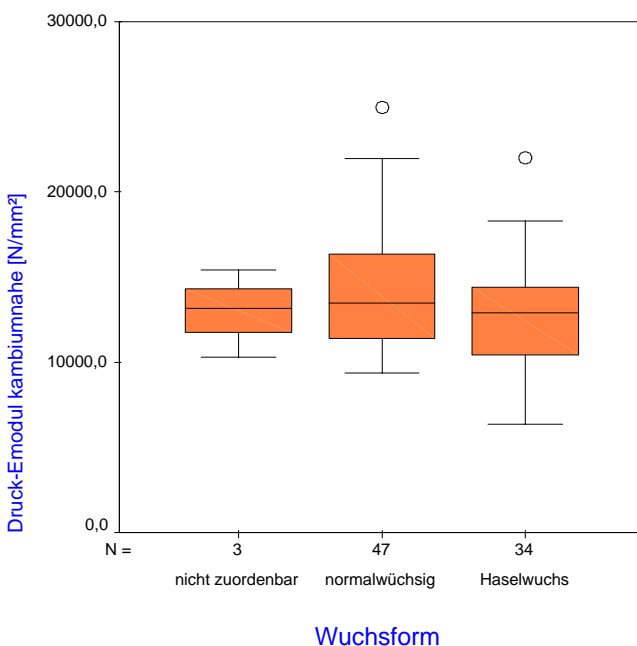


Jene Proben mit Haselwuchs zeigten im Zugversuch etwas niedrigere Werte für den Zug-Emodul. Neben nicht erschließbaren Ursachen, die in der Inhomogenität des Probenkollektives begründet sind, bietet der wellige Faserverlauf einen Erklärungsansatz. Unter Zugbelastung richten haben die Tracheiden die Bestrebung sich parallel zur Richtung der Krafteinwirkung auszurichten, was zu verhältnismäßig hohen Dehnung führt.

9. DRUCK-ELSTIZITÄTSEMODUL



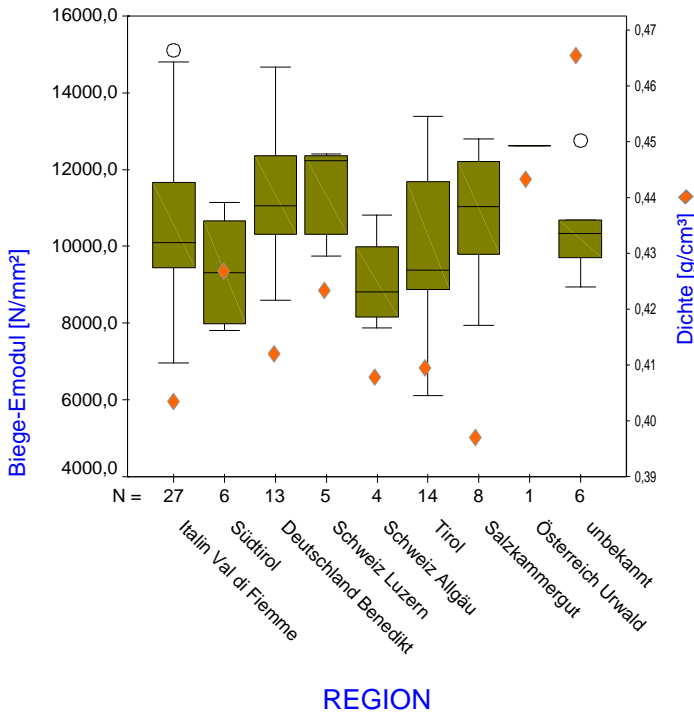
Bei der Darstellung des Druck-Emoduls gegliedert nach Regionen wird anhand der Beispiele „Salzkammergut“ und „unbekannt“ (Tischlerware) eine Diskrepanz zwischen mittlerer Dichte und den E-Modul werten ersichtlich. Die Tiroler Proben zeigen bei relativ niedriger Dichte etwas unterdurchschnittliche Werte.



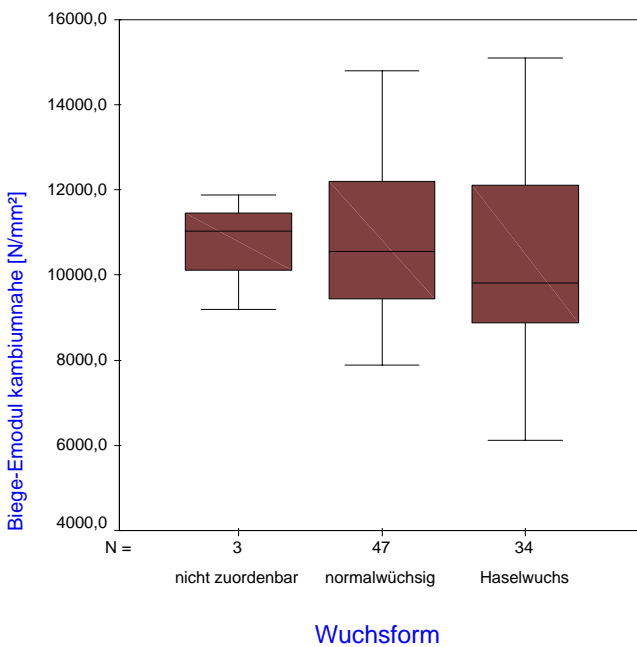
Die Druck-Emodul-Werte für haselwüchsiges Fichtenresonanzholz sind erkennbar niedriger als bei den normalwüchsigem Proben. Ein früheres Ausknicken der Fasern, die im Bereich der Jahrringeinbuchtungen nicht wellig und nicht kraftparallel verlaufen könnte die Ursache hierfür sein.

10. BIEGE-ELASTIZITÄTSMODUL

3-Punkt-Biegeprüfung



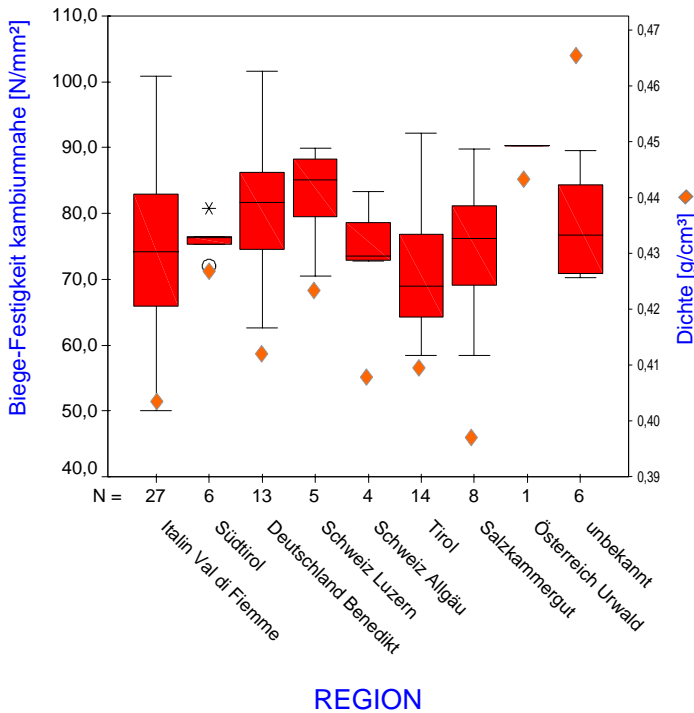
Die nebenstehende Darstellung des Biege-Elastizitätsmoduls zeigt ein unterdurchschnittliches Abschneiden der Proben aus Tirol gegenüber den Resonanzhölzern der anderen europäischen Regionen.



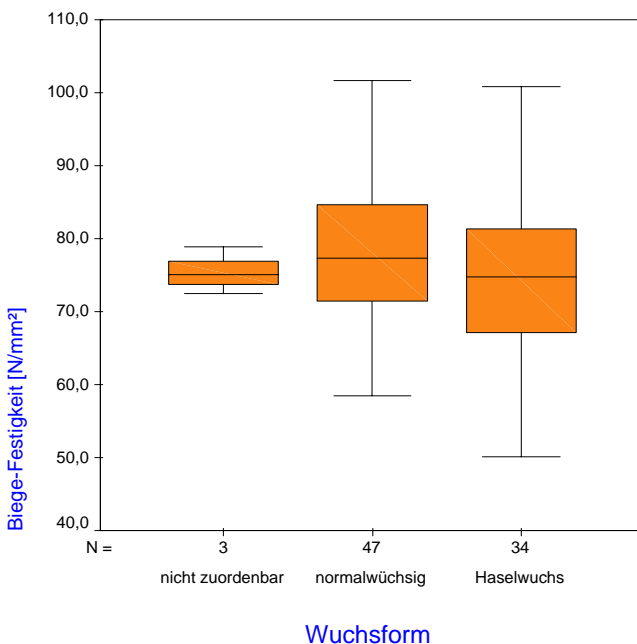
Die aus der 3-Punkt-Biegeprüfung ermittelten E-Modul-Werte zeigen für die Haselfichten eine deutlich höhere Streuung. Eine mögliche Erklärung liegt in dem Zusammenhang der kleinen Probendimension mit der sehr variablen Anzahl, der unterschiedlich starken Ausprägung sowie der variierenden Lage der Jahrringeinbuchtungen im Prüfkörper.

11. BIEGE-FETSIGKEIT

3-Punkt-Biegeprüfung

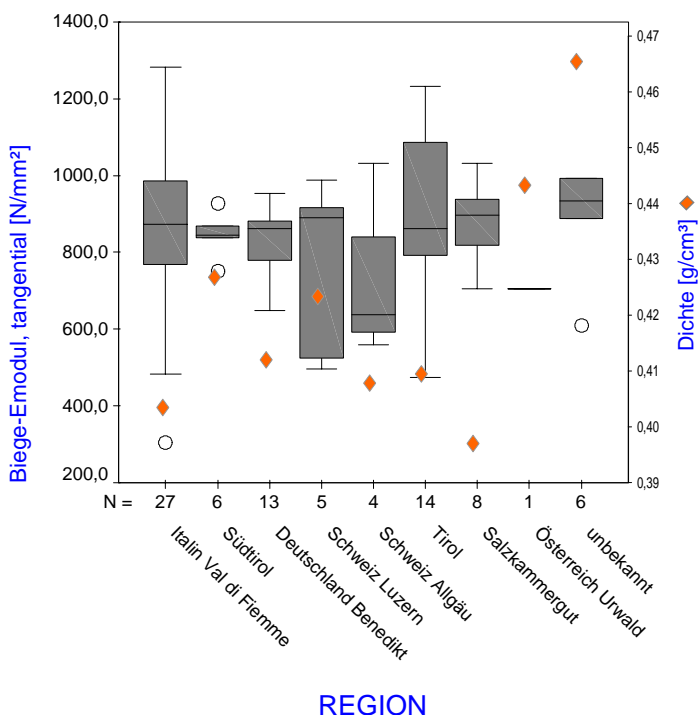


Betreffend die Biegefestigkeit aus der 3-Punkt Prüfung zeigt der Tiroler Anteil des Probenkollektives bei geringer Streuung vergleichbare Werte wie Italien und das Salzkammergut.

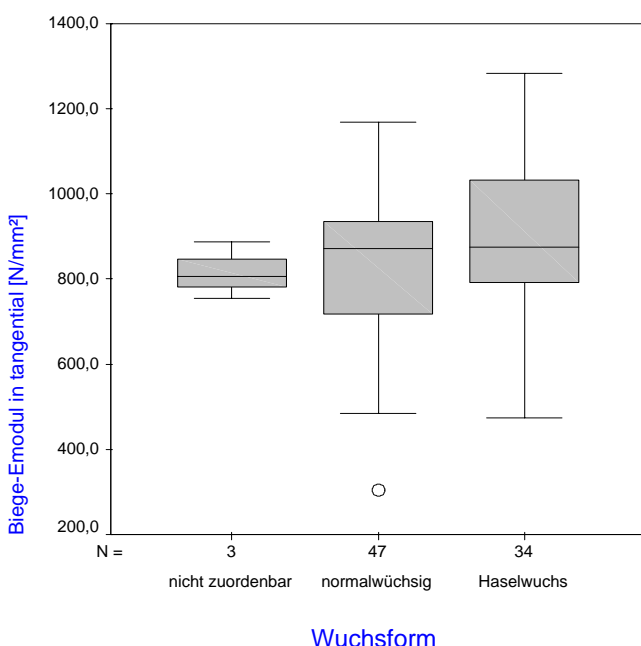


Im Falle der Biegeprüfung kommen ähnliche, im Faserverlauf begründete, Wirkmechanismen zum Tragen wie bei Zug- und Druckprüfung.

12. BIEGE-ELASTIZITÄTSMODUL IN TANGENTIALER BELASTUNGSRICHTUNG



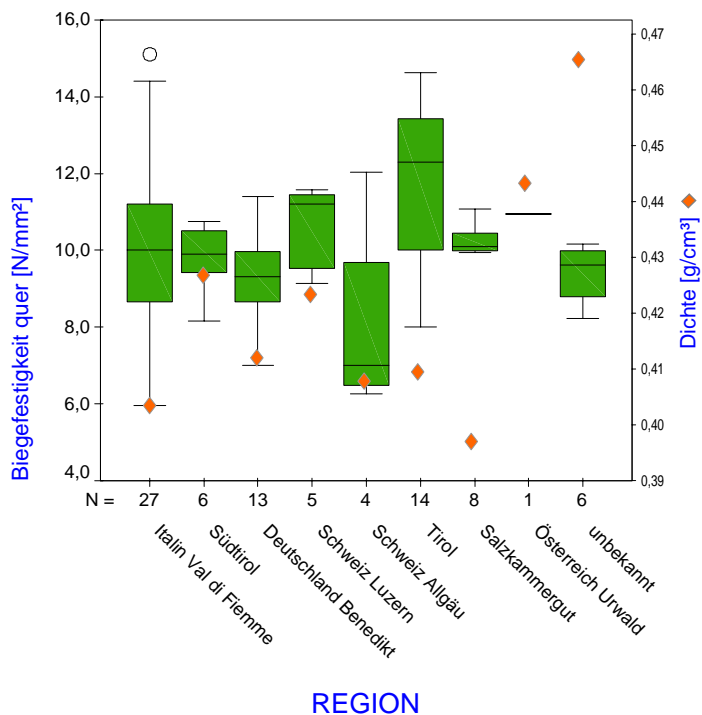
Der Biege-Elastizitätsmodul bei tangentialer Belastungsrichtung stellt eine für den Instrumentenbau wichtige mechanische Kenngröße dar. Er entspricht der Belastung der Resonanzdecke durch die, vom Steg übertragene, Saitenspannung und hat wesentlichen Einfluss auf die Schwingungskopplung zwischen Steg und Korpus. Bezüglich dieses Parameters zeigen die Proben aus Tirol trotz der relativ geringen Dichte sehr gute Werte im Vergleich zu anderen Regionen.



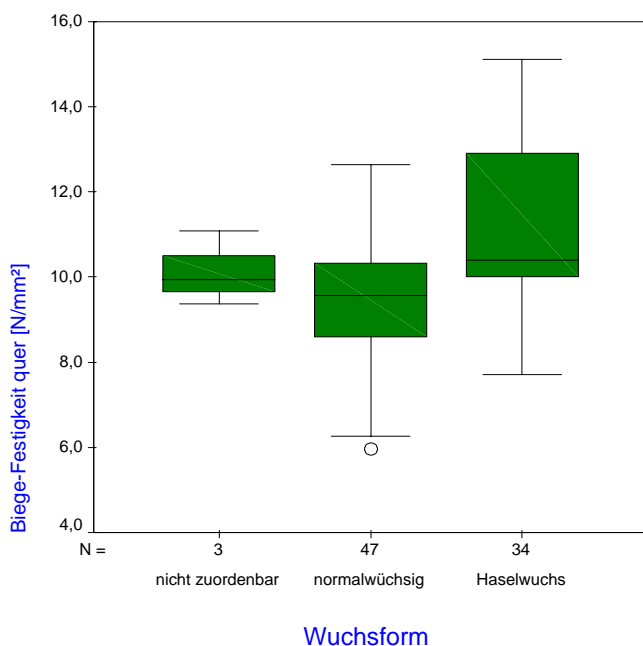
Die Probenorientierung bei der Prüfung des Quer-Biege-Emoduls lässt den unregelmäßigen Faserverlauf der Haselfichte zum Vorteil werden.

13. BIEGE-FESTIGKEIT

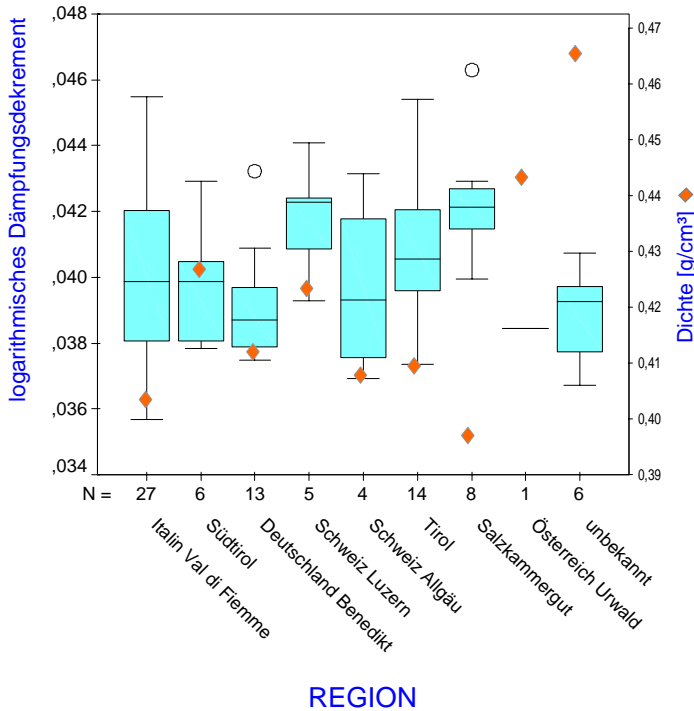
IN TANGENTIALER BELASTUNGSRICHTUNG



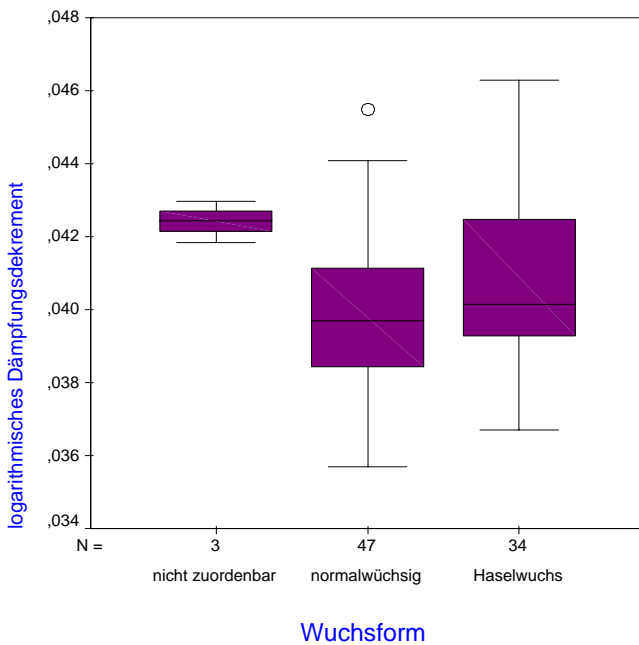
Im Falle der Biege-Festigkeit bei tangentialer Belastung werden die selben Tendenzen wie bei der Bestimmung des Emoduls im verstärkten Ausmaß sichtbar.



14. LOGARITHMISCHES DÄMPFUNGSDEKREMENT LONGITUDINAL



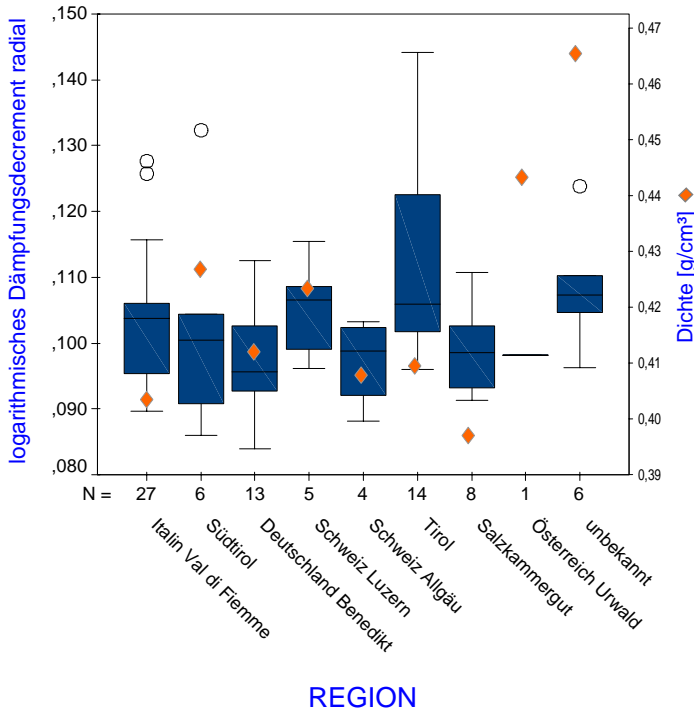
Das logarithmische Dämpfungsdekrement stellt eine der wichtigsten akustischen Kenngrößen dar. Es soll im Bereich der von Holz erzielbaren Werte möglichst klein sein. Die Tiroler Proben zeigen hier etwas höhere Werte als der Durchschnitt über das gesamte Probenkollektiv.



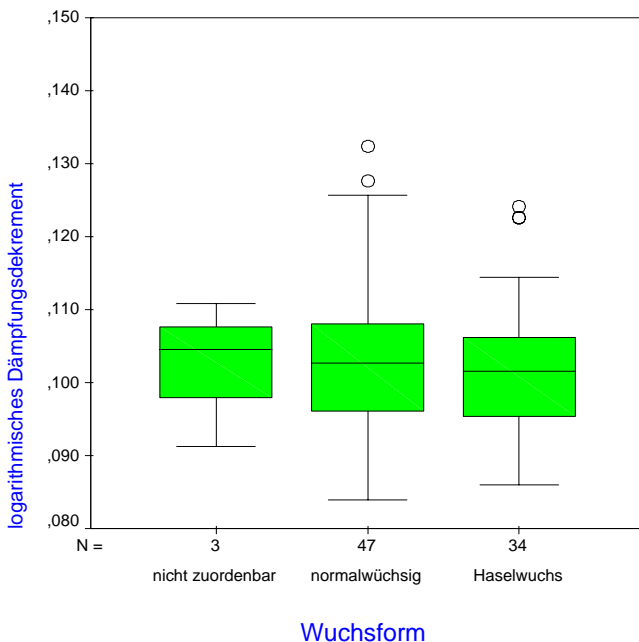
Im Falle der in Längsrichtung orientierten Prüfkörper zeigen haselwüchsige höhere Dämpfungswerte.

15. LOGARITHMISCHES DÄMPFUNGSDEKREMENT

RADIAL



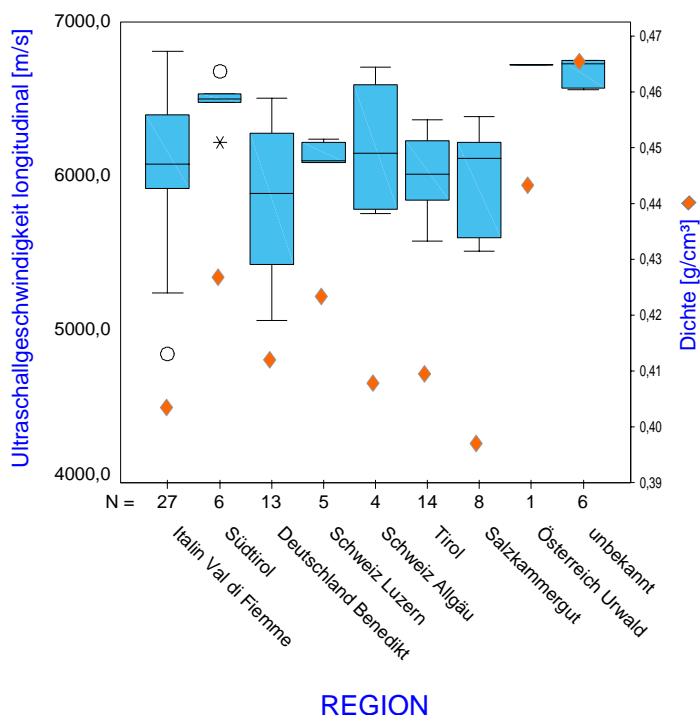
Bei der Bestimmung des logarithmischen Dämpfungsdrekrements bei radialer Orientierung der Probenkörper liegen die Proben aus der Region „Tirol“ deutlich über den sonstigen Herkünften und weisen zusätzlich ein deutlich höhere Streuung auf.



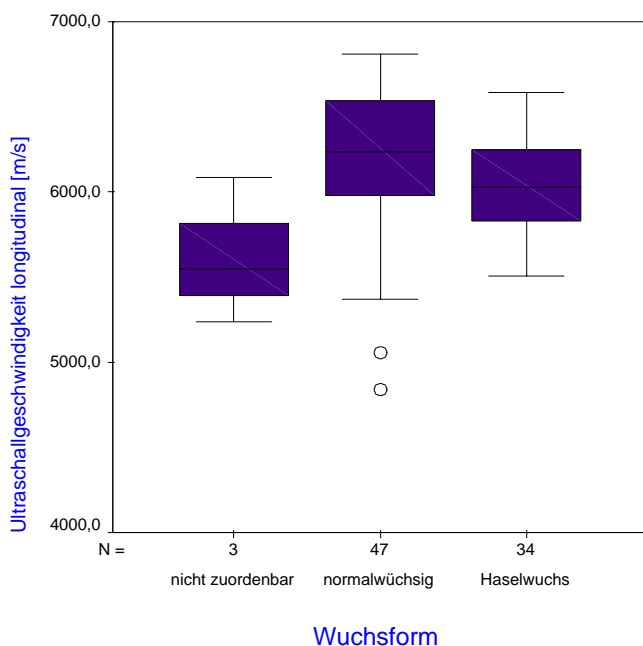
Im Gegensatz zur Längsorientierung sind hasel- und normalwüchsig Fichtenholzproben bezüglich dieses Parameters nahezu gleichwertig mit nicht signifikant besseren Werten für Haselfichte.

16. ULTRASCHALLGESCHWINDIGKEIT

LONGITUDINAL

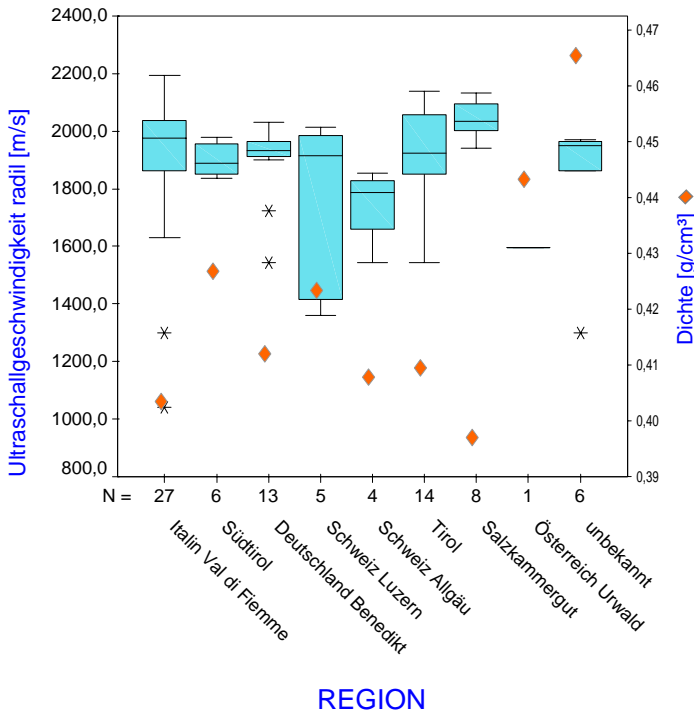


Generell zeigen viele Proben (auch für Resonanzholz) sehr hohe Schallgeschwindigkeiten. Die Tiroler Proben lieferten nicht die Maximalwerte liegen aber in dem klangholztypischen Bereich.

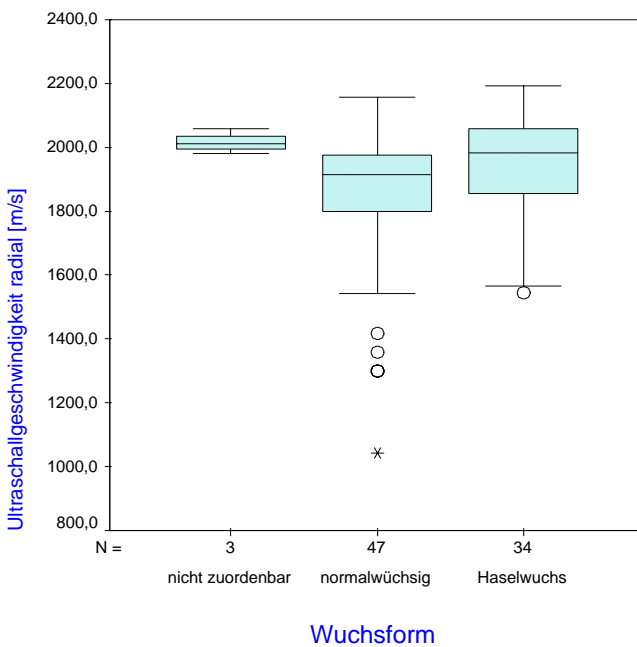


An den hier dargestellten Messergebnissen wird deutlich, dass der spezielle Faserverlauf des haselwüchsiges Fichtenholzes für die Schallausbreitung ein Hindernis darstellt.

17. ULTRASCHALLGESCHWINDIGKEIT RADIAL



Bezüglich der Ultraschallgeschwindigkeit differenziert sich Tirol nicht wesentlich von anderen Regionen mit Ausnahme der Schweiz.



Haselfichte zeigte im Rahmen dieser Untersuchungen nicht signifikant höhere Werte für die Ultraschallgeschwindigkeit in radialer Richtung.

18. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das im Rahmen des Projektes „Charakterisierung von Fichtenresonanzholz“ mit der Unterstützung des Holzclusters Tirol generierte Datenmaterial birgt das Potential haselwüchsiges Fichtenholz in seinen Eigenschaften von normalwüchsigem Fichtenholz zu differenzieren.

Bereits auf der ersten Auswertungsebene hat sich gezeigt, dass sich Haselfichtenholz generell sowie Resonanzholz aus der Region Tirol im speziellen in einigen wesentlichen Materialkennwerten von dem Rest des Probenkollektivs unterscheidet.

Klassische mechanische Größen wie Zug- Elastizitätsmodul, Biege- Elastizitätsmodul, und Biegefestigkeit aus der 3-Punkt Prüfung liegen bei Haselfichte etwas unter den normalwüchsige Proben. Diese Differenzen werden in der praktischen Anwendung nur bedingt limitierend zur Geltung kommen, wohingegen sie im Zusammenwirken mit deutlich höheren E-Modul-Werten von Haselfichten Holz die Anisotropie des Werkstoffes in erwünschter Weise verringern.

Bezüglich des Biege-Elastizitätsmoduls und der Biege-Festigkeit in tangentialer Richtung zeigten die Tiroler Proben überdurchschnittliche gute Werte.

Überraschend hingegen war das zurückbleiben hinter anderen Regionen im Bereich der Dämpfungseigenschaften.

Im Rahmen der subjektiven Qualitätsbeurteilungen durch erfahren Geigenbau-Meister aus Österreich wurde Haselfichtenholz generell und wieder die Tiroler Proben im Speziellen mit besonders guten Bewertungen belegt.

Die Betrachtung des speziellen Aspektes des Haselwuchses wird auch im Rahmen der nachfolgenden Analysen und Auswertungen des Datenmaterial im Fokus bleiben.

19. PROJEKTPARTNER / ACKNOWLEDGEMENTS



University of BOKU Vienna
Institute of Wood Science and Technology
<http://www.boku.ac.at/holzforschung/>



CSIRO Forestry and Forest products Australia
<http://www.ffp.csiro.au/>
Dr. Rob Evans



HFM Holzforschung München
<http://www.holz.forst.uni-muenchen.de/>
DI Andreas Pahler



**IVALSA CNR Consiglio Nazionale delle
Ricerche**
<http://host.ivalsa.cnr.it/>
Dr. Claudio Pollini
Dr. Martino Negri



**COST – European Cooperation in the field of
Scientific and Technical Research**
<http://cost.cordis.lu/src/home.cfm>



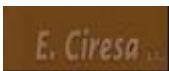
L. Bösendorfer Klavierfabrik GmbH
<http://www.boesendorfer.com/>



**Schaffer
Sägewerk-Holzexport GmbH**
<http://www.schaffer.co.at>



holzcluster Tirol
<http://www.holzinformation.at/holzcluster.html>



Ciresa s.r.l.
<http://www.ciresafiemme.it/>



Rivolta SNC
<http://www.riwoods.com/>



**Provincia Autonoma
di Trento**
<http://www.provincia.tn.it/>

University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna
Department of Material Sciences and Process Engineering
Institute of Wood Science and Technology
Peter Jordanstr. 82 , A-1190 Wien

Dipl.-Ing. Christoph Buksnowitz - tel.: +43 47654 4276 – mobile: +43 699 150 49 217 – christoph.buksnowitz@boku.ac.at
Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.tech. Alfred Teischinger – tel.: +43 47654 4251 – alfred.teischinger@boku.ac.at

**Endbericht:
Haselfichten
Projekt
Tirol
BOKU Vienna**