



ipt

INSTITUT FÜR POLYMERTeCHNOLOGIEN e.V.
An-Institut der Hochschule Wismar

Thema: Das Quellverhalten von Holz in WPC

Autoren: M. Eng. Stefan Ofe, Dr. Hans Korte, Prof. Dr.-Ing. Harald Hansmann, Dipl.-Ing. Alexander Reichert

Adresse:

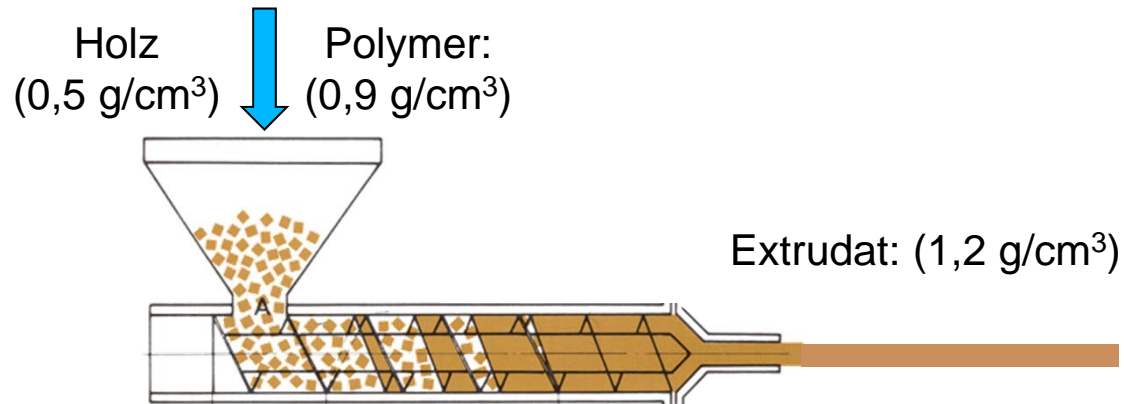
Institut für Polymertechnologien e. V.

Alter Holzhafen 19

23966 Wismar

Tel.: (0 38 41) 7 58-23 90

WPC-Extrusion



Verarbeitungsparameter:

- Temperatur: bis 210°C
- Druck: bis 300 bar
- Verweilzeit: bis 10 min

WPC-Einsatz

Extrudat nach Tag/Woche/Jahre

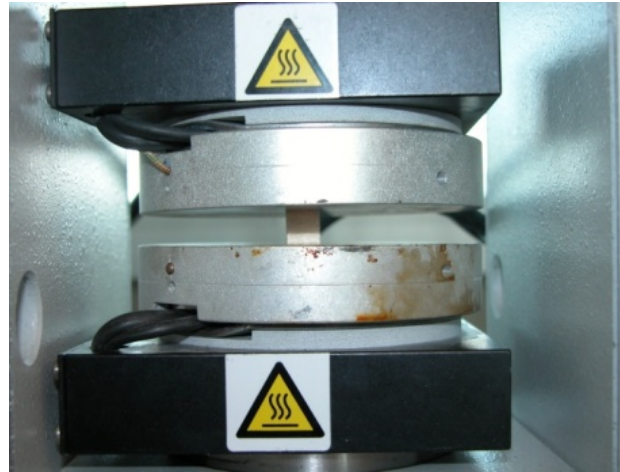
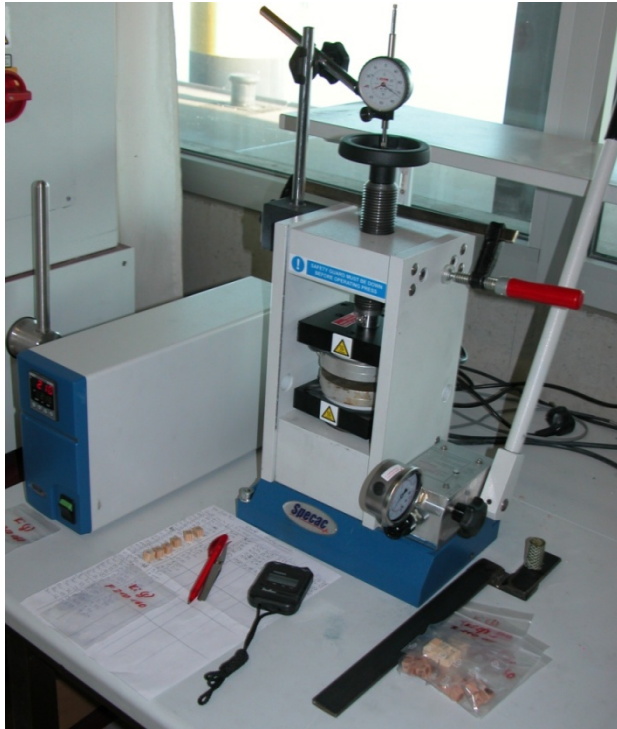
Einsatzbedingungen:

- Quellung durch Feuchtaufnahme

Resultierende Fragestellungen:

- >> Wie stark wird das Holz verdichtet?
- >> Wie stark ist die elastische Rückstellung?
- >> Wie stark ist die Quellung der komprimierten Holzbestandteile?

Versuchsaufbau



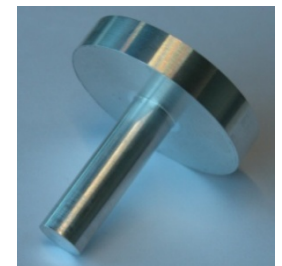
- **Pressplatten**

Versuche an Massiv-Holzproben



- **Presswerkzeug (dreiteilig)**

Versuche an Holzpulver / WPC

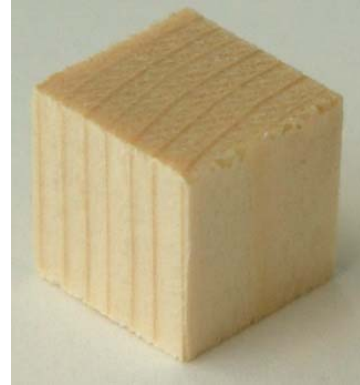


Versuchsparameter

Temperatur	Druck
23°C	106 bar
160°C	174 bar
210°C	233 bar

Untersuchte Materialien

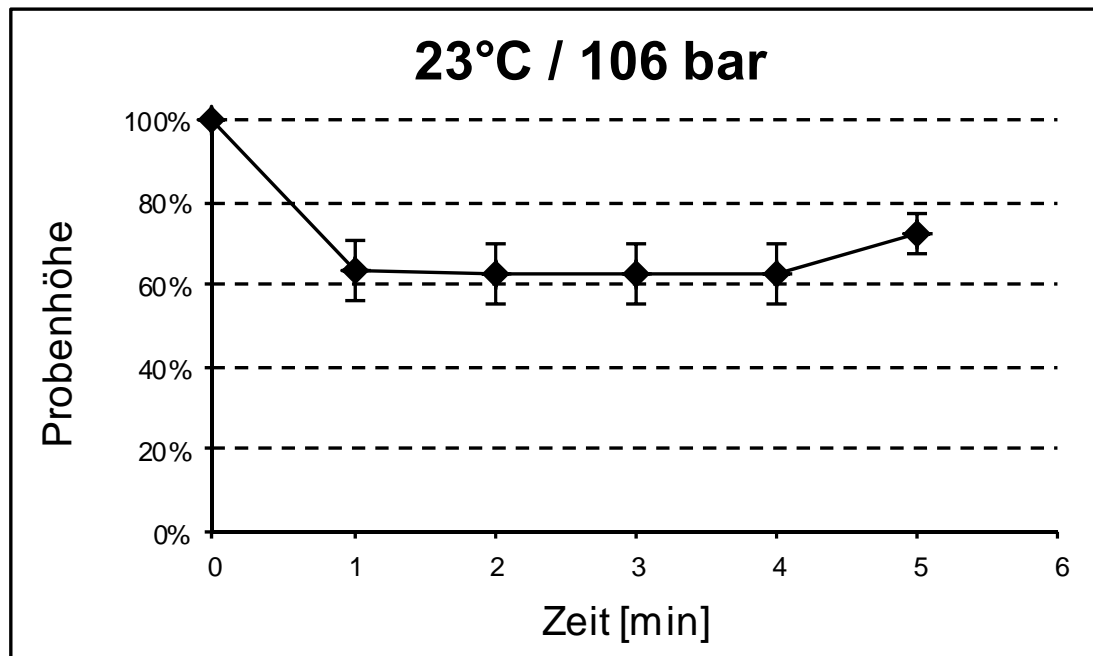
- Massiv-Holzproben
 - Druckbelastung in definierter Richtung (axial, radial, tangential)
- Holzpulver
 - Einwaage entspricht Würfelprobe
- WPC
 - Holzmassenanteil entspricht Würfelprobe



Holzprobe (10x10x10 mm)



Holzpulver



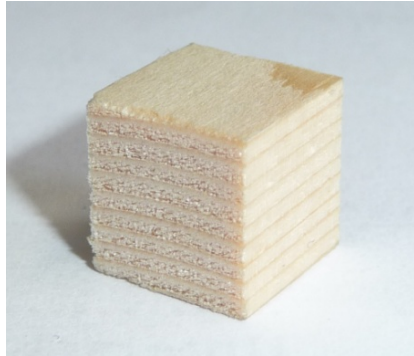
Durchführung

- 1. Aufheizphase
- 2. Druckbeaufschlagung (4 Minuten)
- 3. Abkühlphase (1 Minute)

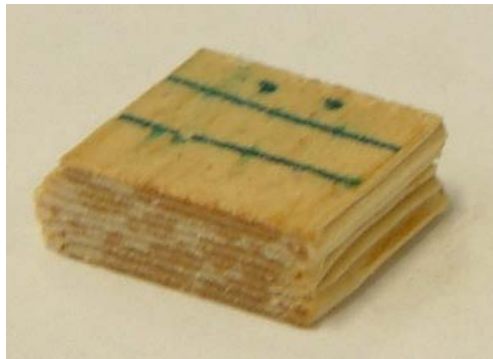
>> Verdichtungsverhalten

>> elastisches Rückstellverhalten

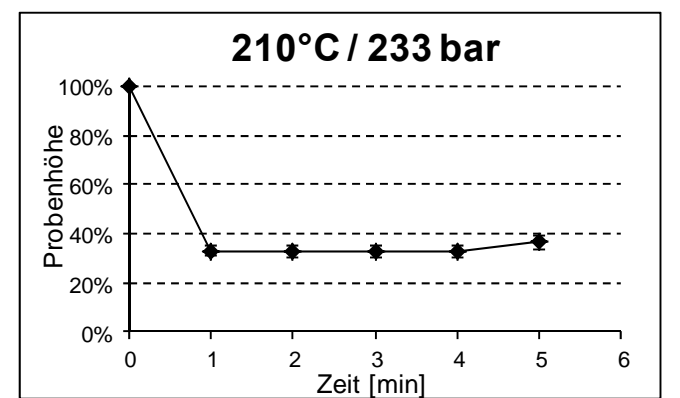
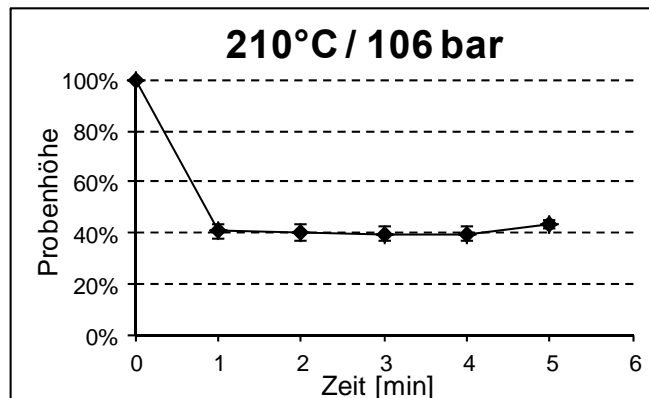
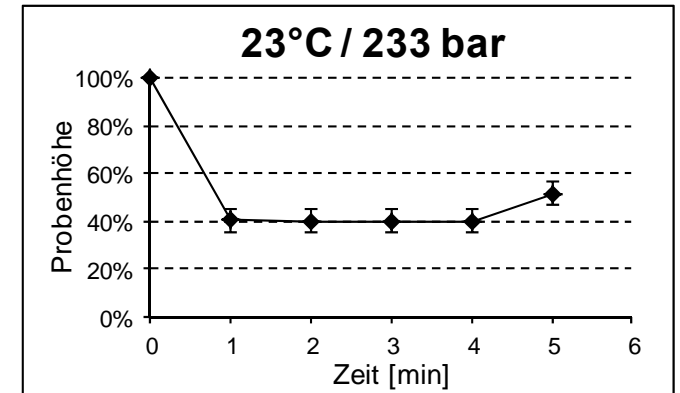
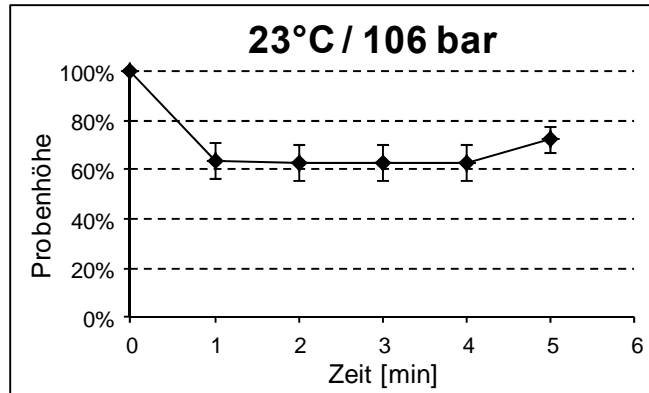
Beispiel Kompressionsversuche: Fichte (radiale Druckbelastung) (Diagrammbetrachtung der Parameter - Extrema)



Fichtenprobe: *Ausgangszustand*



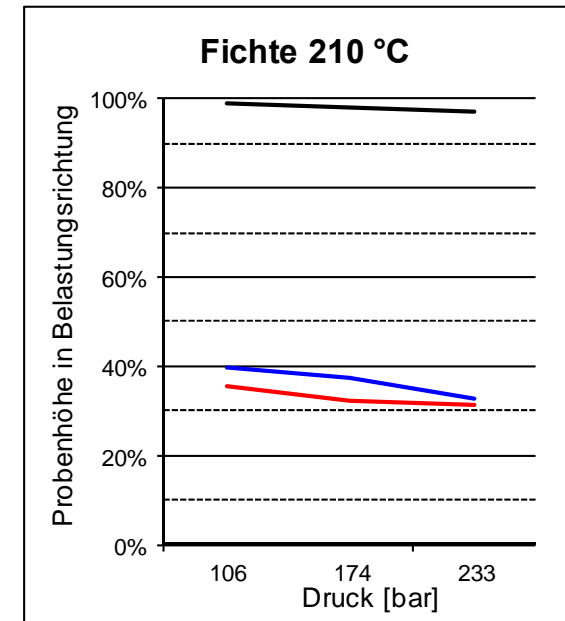
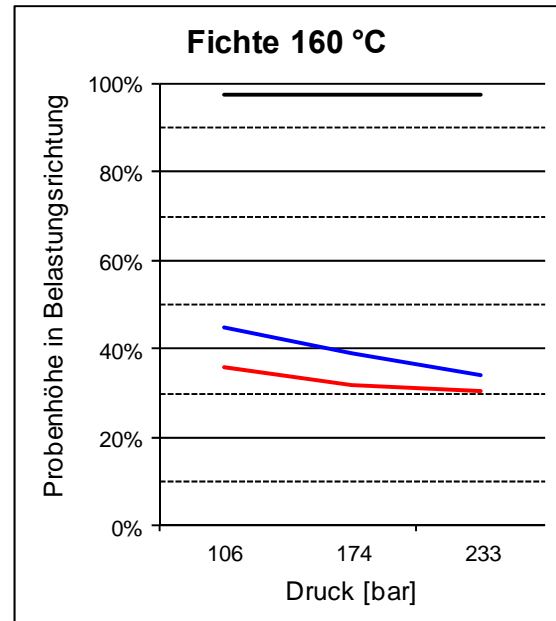
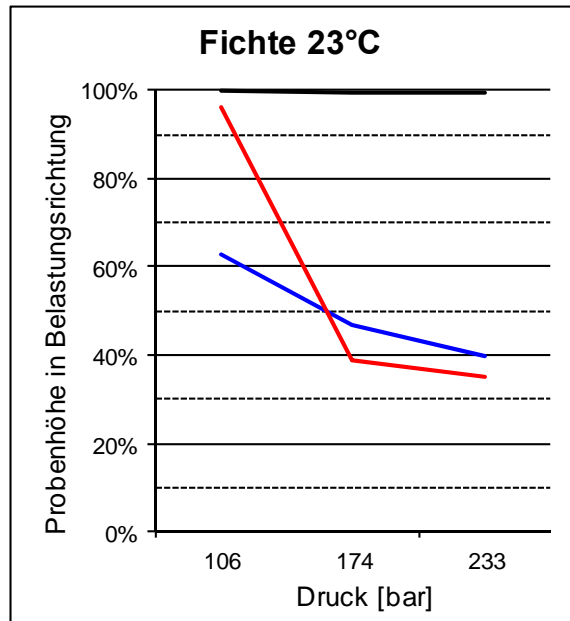
Fichtenprobe: *radial verdichtet*



Fichte radial Mittelwerte (4 min)		Druck		
		106 bar	174 bar	233 bar
Temperatur	23°C	63%	47%	40%
	160°C	45%	40%	34%
	210°C	40%	38%	33%

Zusammenfassung Kompressionsversuche: Fichte

>> Darstellung der Probenhöhe in A-, R- und T-Belastungsrichtung
(Mittelwerte nach 4 Minuten Kompression)

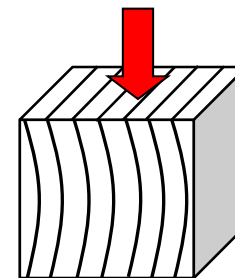
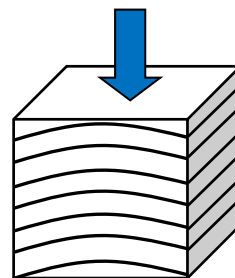
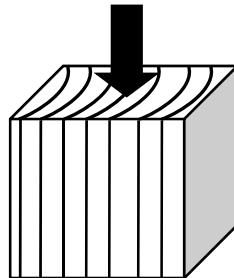


Belastungsrichtungen:

axial (**schwarz**)

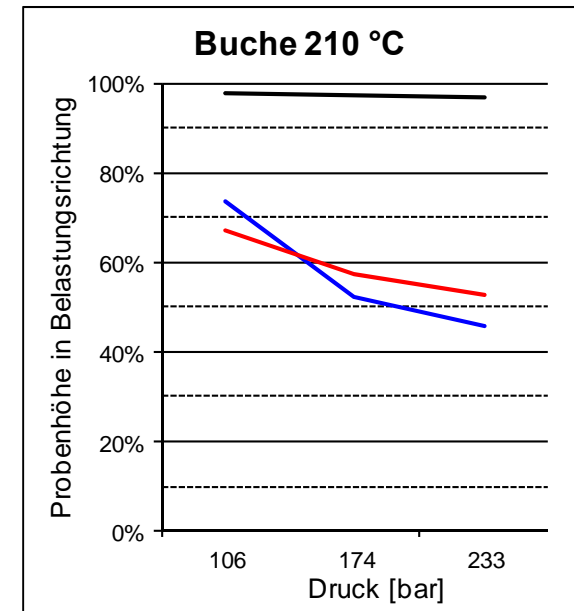
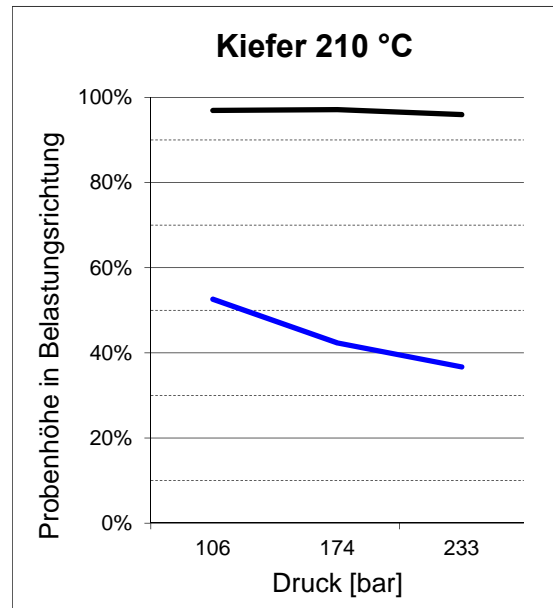
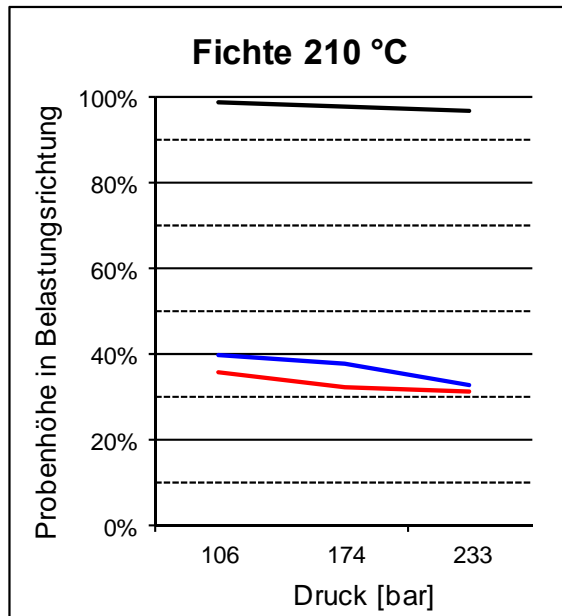
radial (**blau**)

tangential (**rot**)



Zusammenfassung Kompressionsversuche: unterschiedliche Holzarten bei 210°C

>> Darstellung der Probenhöhe in A-, R- und T-Belastungsrichtung
(Mittelwerte nach 4 Minuten Kompression)



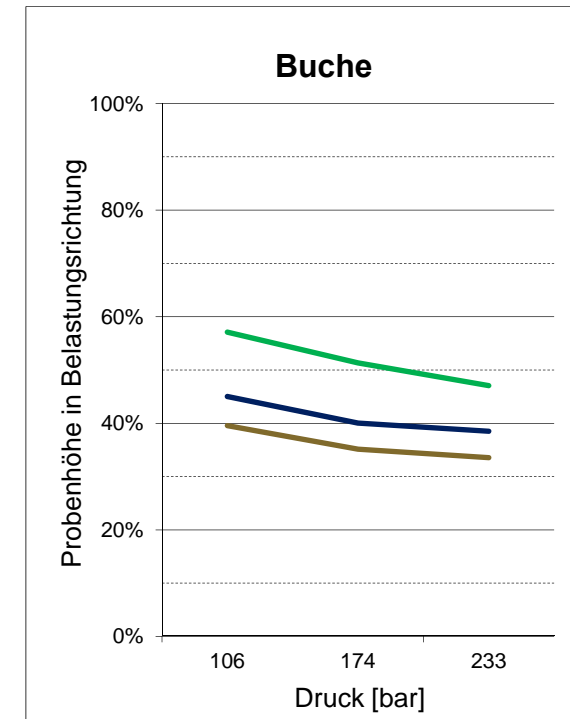
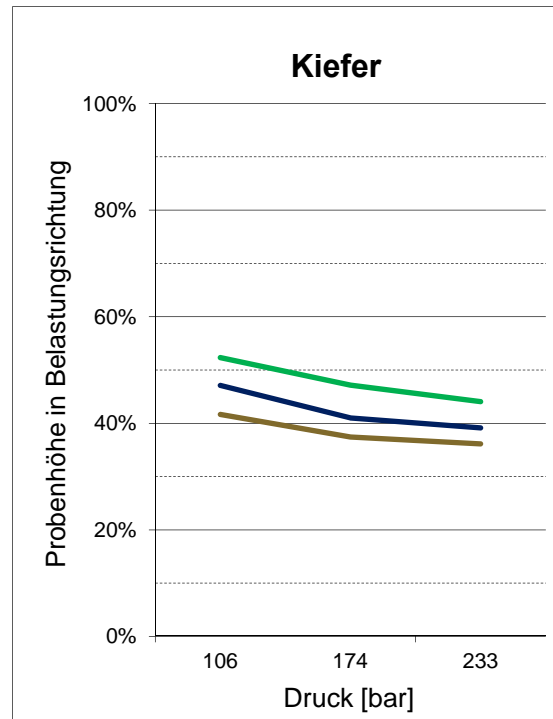
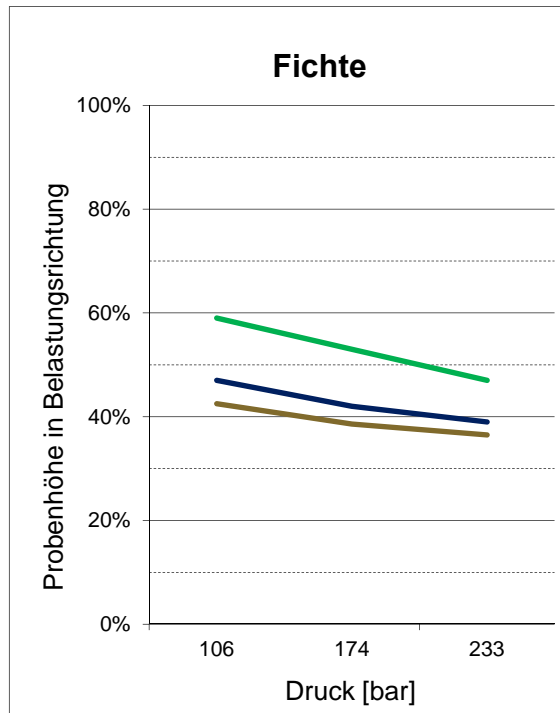
Belastungsrichtungen:
axial (**schwarz**), radial (**blau**), tangential (**rot**)



Kiefernprobe: tangential

Zusammenfassung Kompressionsversuche: unterschiedliche Holzpulver

- >> Darstellung der Probenhöhe (im Werkzeug) in Belastungsrichtung
konstante Holzpulver-Einwaage (Dichtenormierung)
(Mittelwerte nach 4 Minuten Kompression)



Versuchstemperatur:

23°C (grün), 160°C (dunkelblau), 210°C (braun)

Zusammenfassung Kompressionsversuche: WPC - BK4090/PP (70/30 Gew.%) unterschiedliche Herstellung der WPC-Ausgangsmaterialien

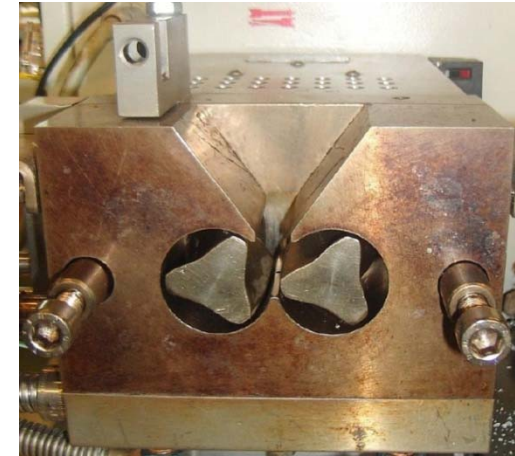
- Trockenmischung



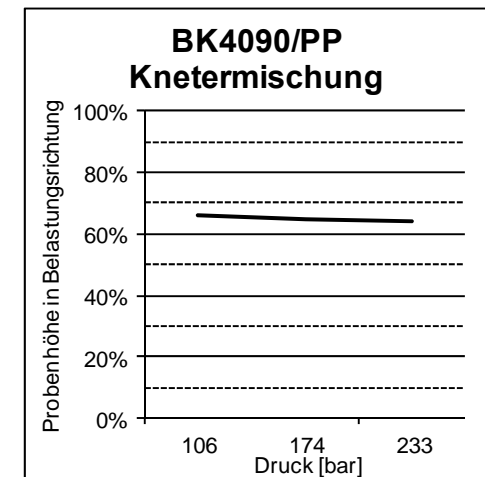
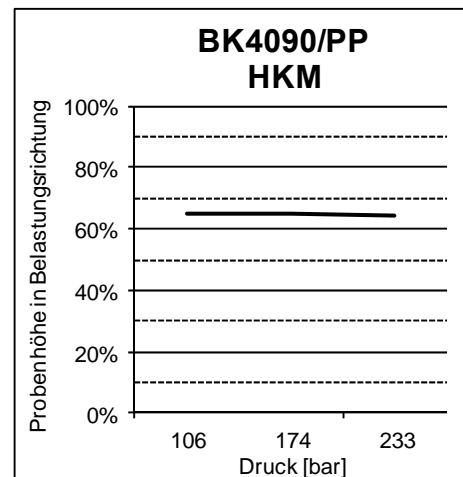
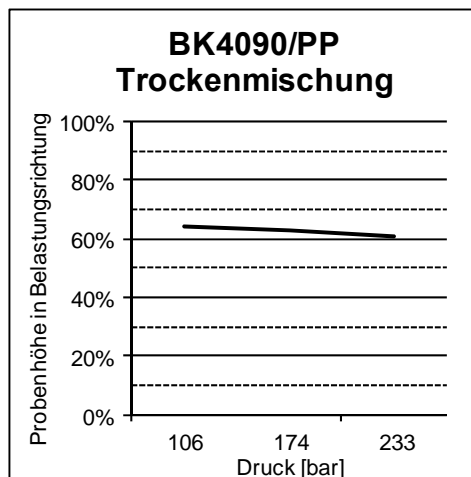
- Heiz-Kühl-Mischer (HKM)



- Tangential-Kneiter



>> Darstellung der Probenhöhe (im Werkzeug) in Belastungsrichtung bei 210 C und 233 bar
(Mittelwerte nach 4 Minuten Kompression)



Quellversuche: Einlagerung der verdichteten Proben (Holzwürfel, Holzpulver, WPC)



Exsikkator



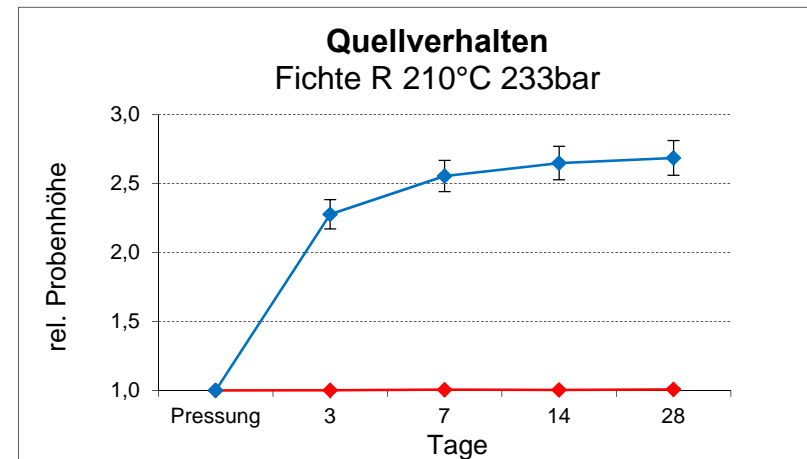
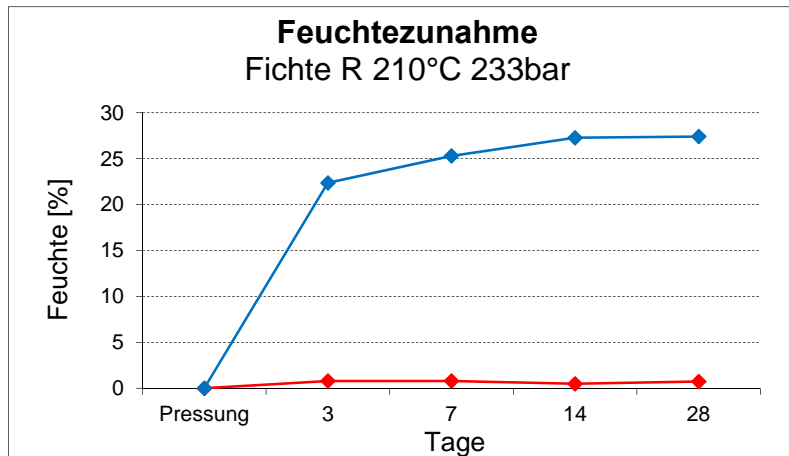
Wasserbad

definierte Lagerbedingungen

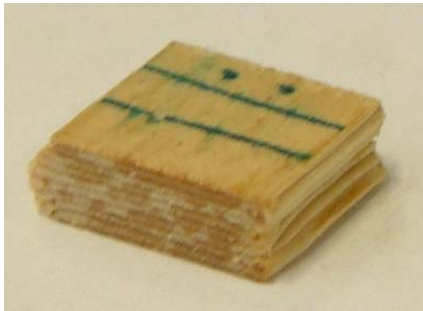
(Digitalhygrometer)

- Trockenlagerung im Exsikkator
23°C bei geringer r.F.
(Silica Gel-Füllung)
- Feuchtlagerung im Behälter
23°C bei 98% r.F.
(Lagerung über Wasser)

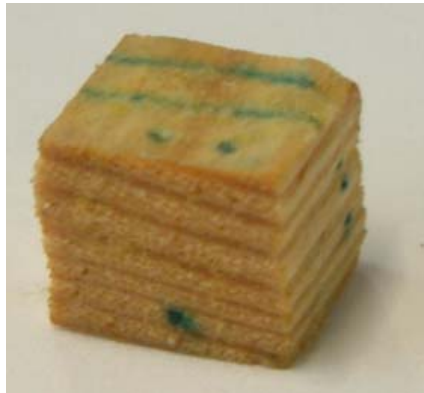
>> Gegenüberstellung: Feuchtezunahme / Quellverhalten
rel. Probenhöhe bezogen auf verdichtete Probe „1“
(Wertermittlung nach 3, 7, 14 und 28 Tagen Lagerung)



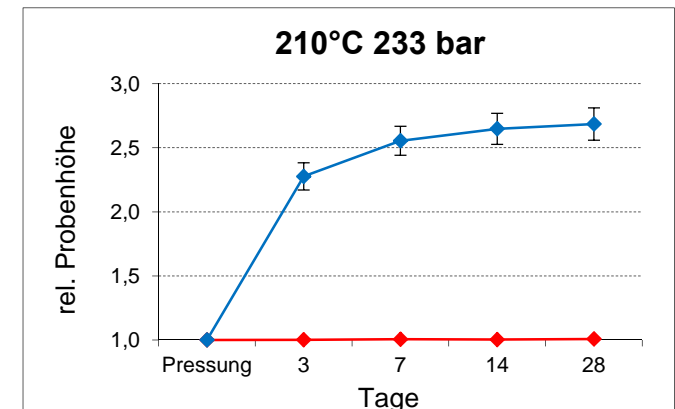
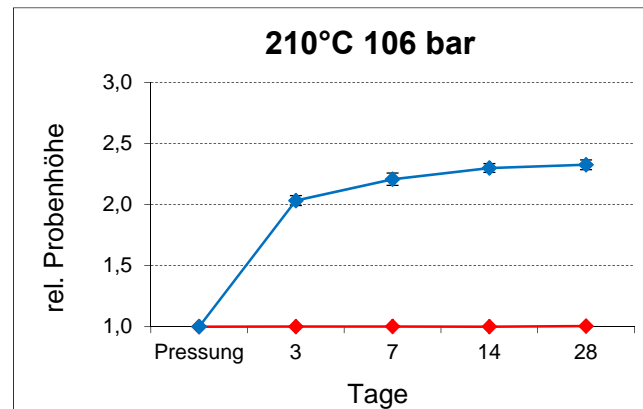
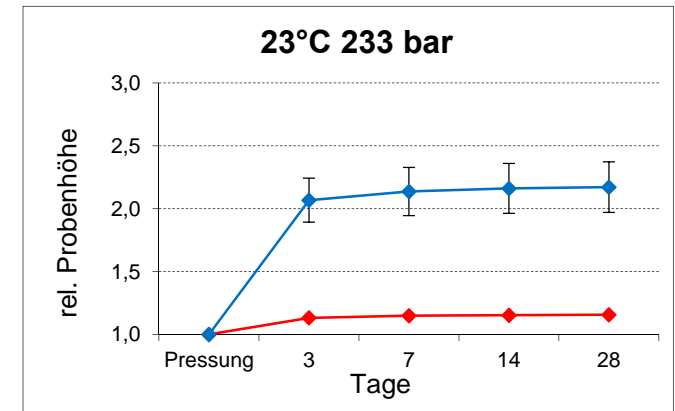
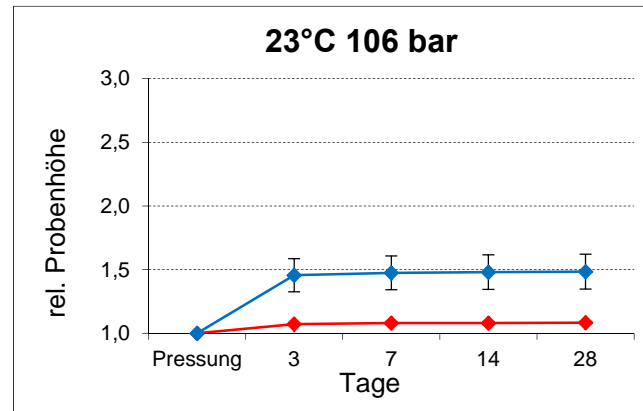
Quellverhalten in Abhängigkeit der Kompressionsbedingungen: radial verdichtete Fichtenproben



radial verdichtet Fichtenprobe:
Ausgangszustand



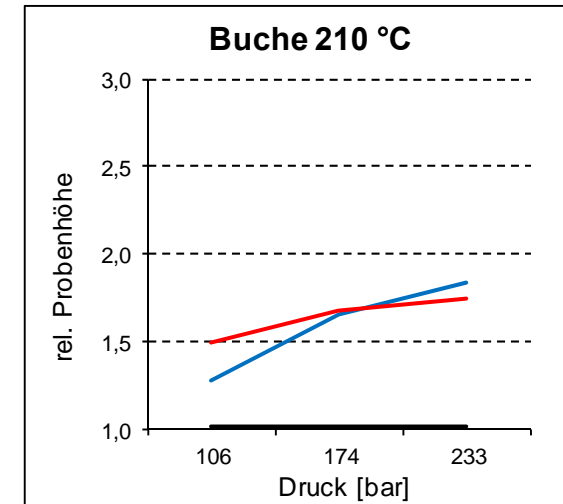
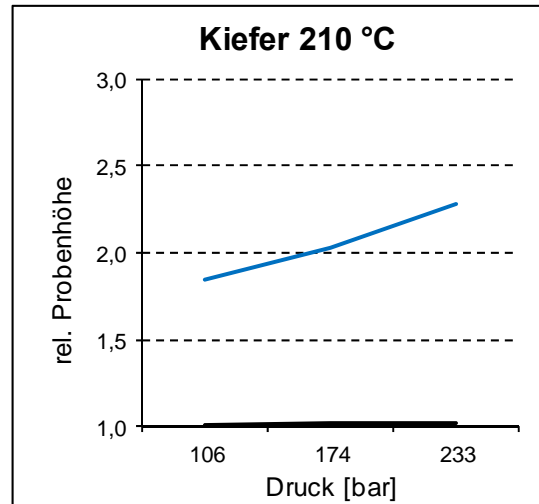
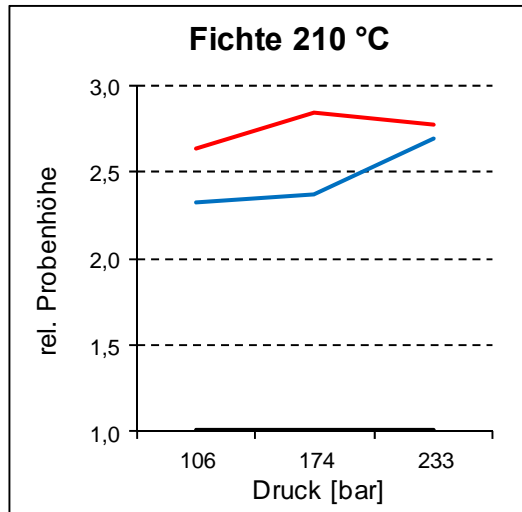
Fichtenprobe nach 28 Tagen
feuchter Lagerung



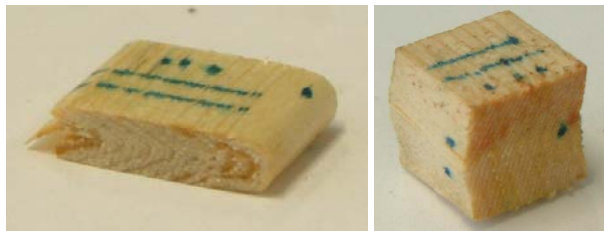
Quellung: Fichte radial (Nach 28 Tagen feuchter Lagerung)		Druck		
		106 bar	174 bar	233 bar
Temperatur	23°C	1,5	1,8	2,2
	160°C	2,1	2,3	2,6
	210°C	2,3	2,4	2,7

Quellverhalten in Abhängigkeit der Kompressionsbedingungen: unterschiedliche Holzarten

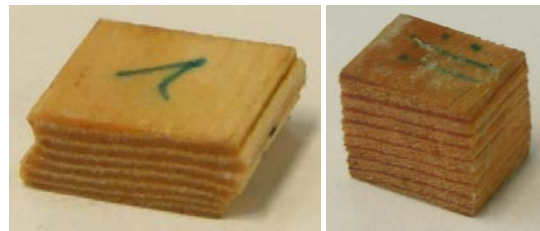
>> rel. Probenhöhe in Belastungsrichtung nach 28 Tagen feuchter Lagerung (Mittelwerte)



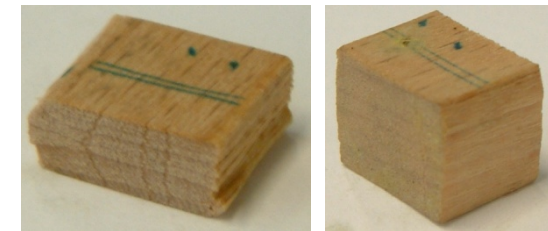
Quellrichtungen:
axial (**schwarz**), radial (**blau**), tangential (**rot**)



Fichte: Quellung (tangential)



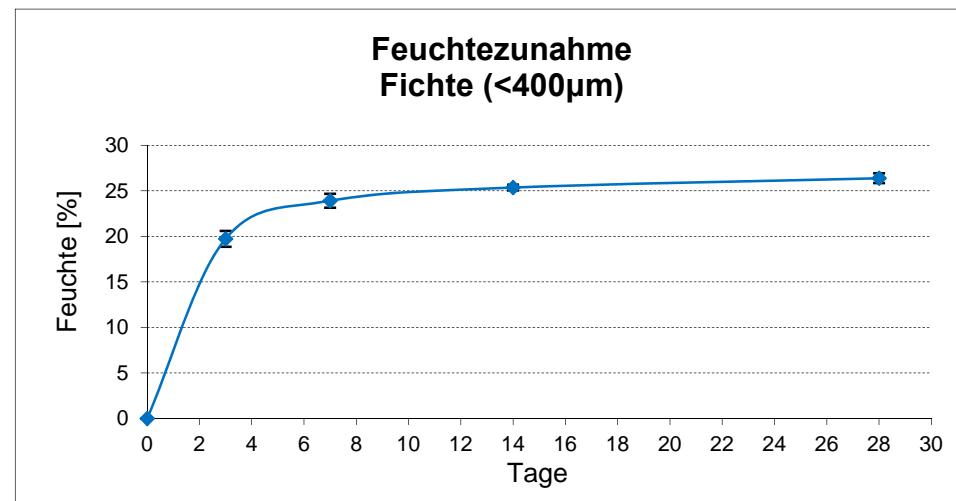
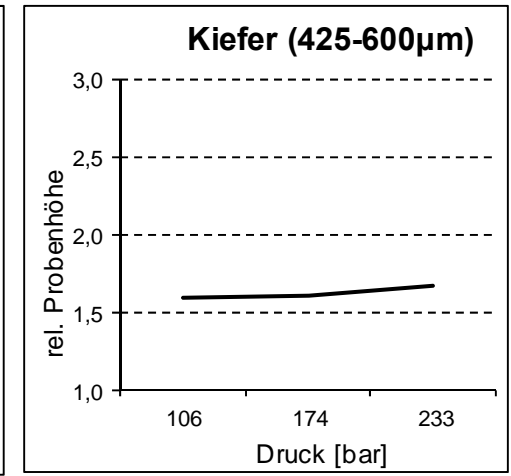
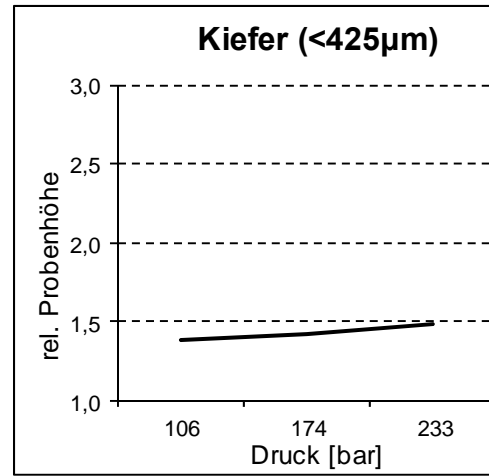
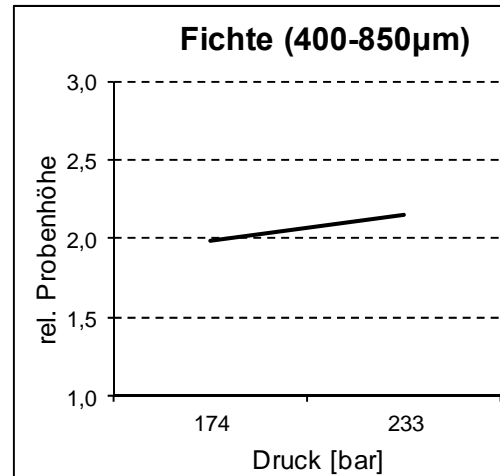
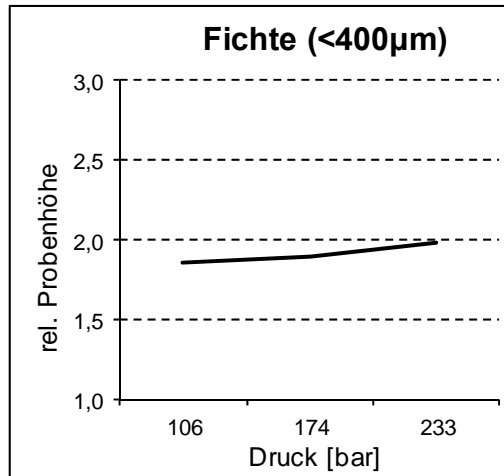
Kiefer: Quellung (radial)



Buche: Quellung (radial)

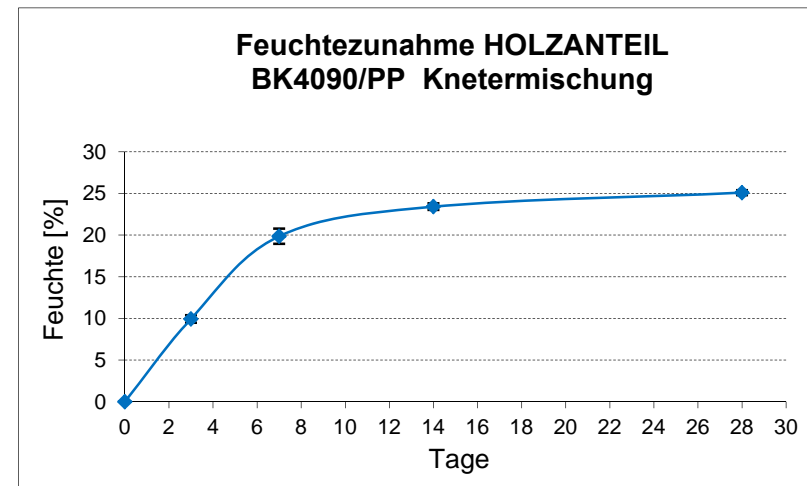
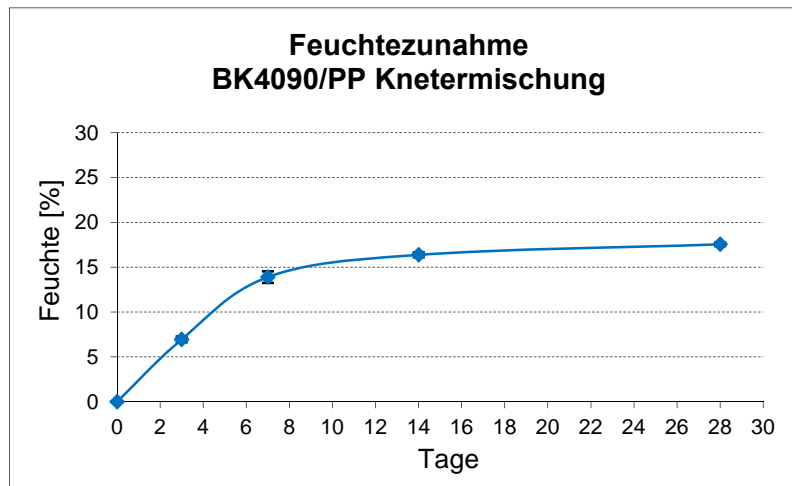
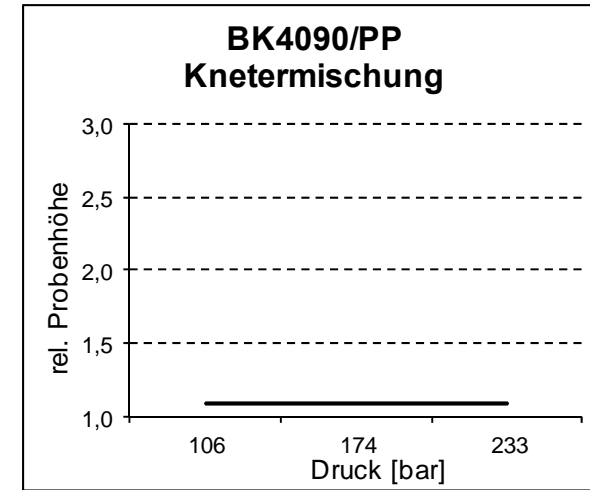
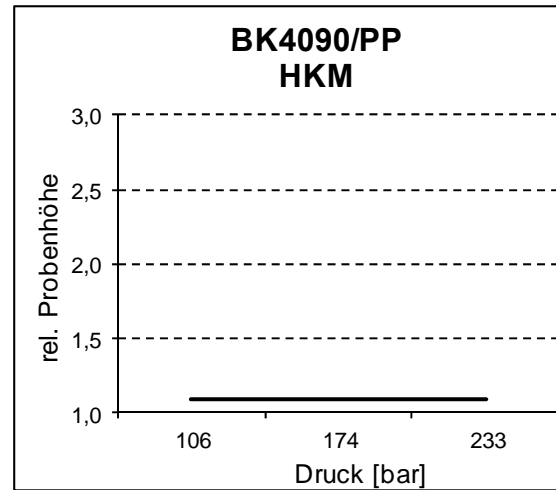
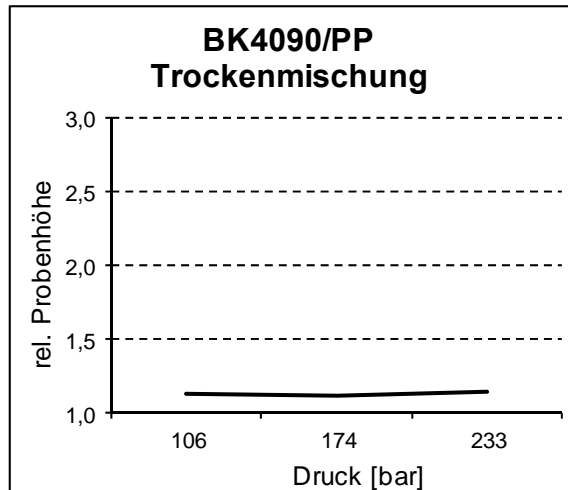
Quellverhalten in Abhängigkeit der Kompressionsbedingungen: unterschiedliche Holzpulver

>> rel. Probenhöhe in Belastungsrichtung nach 28 Tagen feuchter Lagerung (Mittelwerte 210°C)



Quellverhalten in Abhängigkeit der Kompressionsbedingungen: WPC - BK4090/PP (70/30 Gew.%) unterschiedliche Herstellung der WPC-Ausgangsmaterialien

>> rel. Probenhöhe in Belastungsrichtung nach 28 Tagen feuchter Lagerung (Mittelwerte)



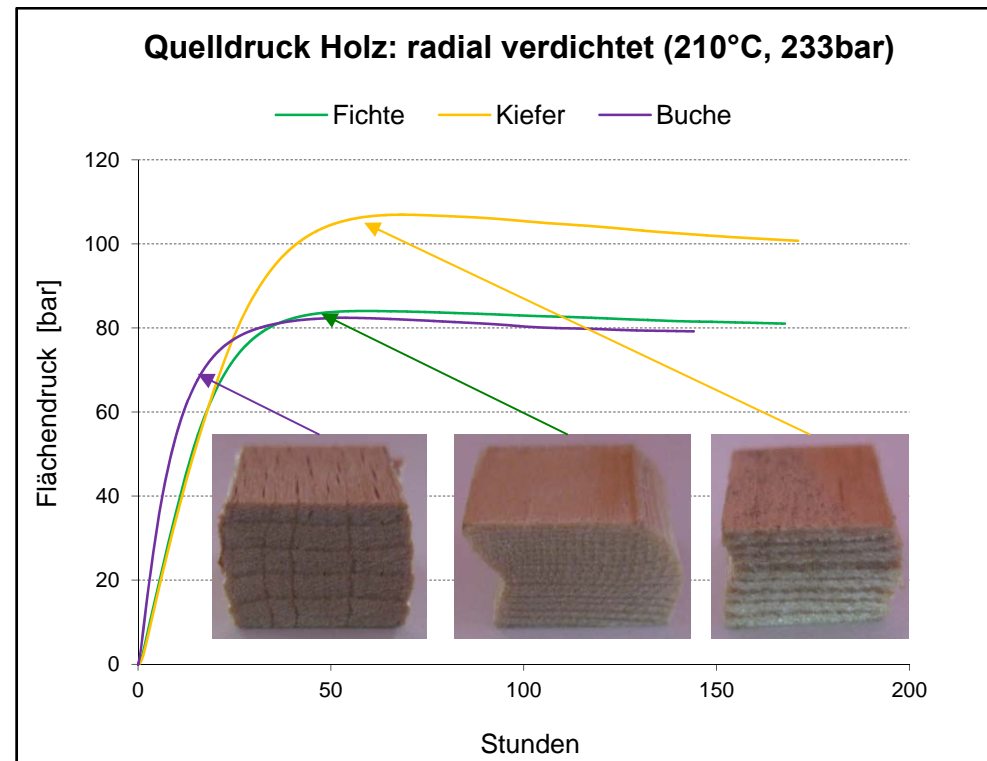
Quelldruckbestimmung von verdichtetem Holz, Holzpulver und WPC bei Feuchtigkeitsaufnahme



Kraftmessstand

- Proben-Einspannung
- DMS-Kraftsensor/Datenlogger
- Definierte Lagerbedingungen
 - Temperatur ca. 27 C
 - relative Luftfeuchte ca. 98% (Lagerung über Wasser)

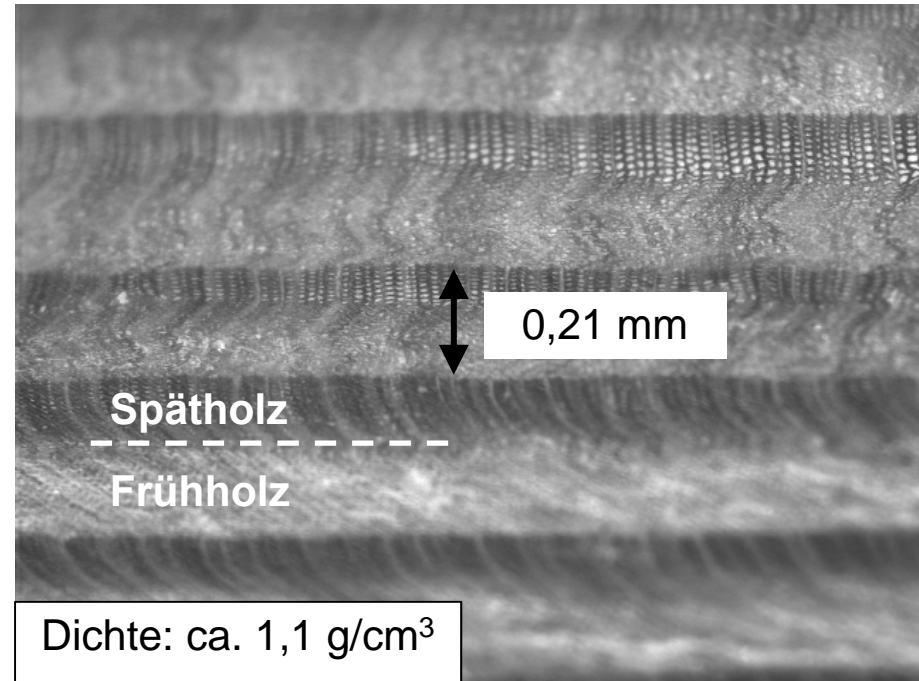
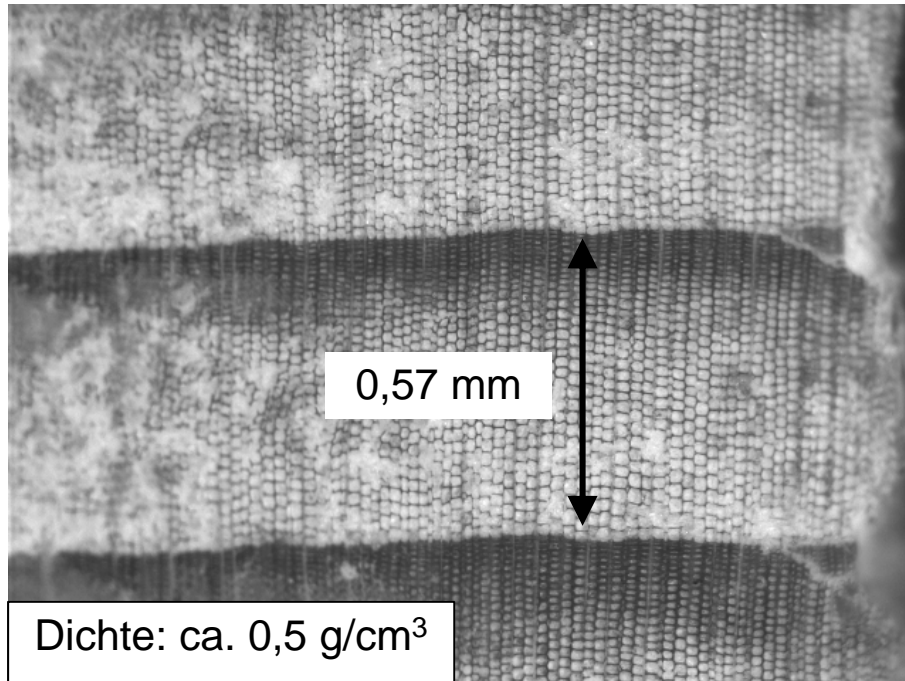
verdichtete Probe (210°C/233bar)		Quelldruck [bar]
Fichte	A	40
	R	84
	T	49
Kiefer	A	19
	R	107
	T	26
Buche	A	32
	R	82
	T	97
WPC		65



Schliffbilder (Auflichtmikroskop): Vergleich Holzproben mit WPC

Beispiel:

Fichtenprobe vor und nach Kompressionsversuch (radial 210°C /233 bar)



- Spätholz wird nicht bzw. sehr gering komprimiert
- Stauchung von Jahrring entspricht Gesamtstauchung der Probe (63 %)

Kompressionsversuche:

>> Verdichtungsverhalten Holz

- starke Druck- und Temperatur-Abhängigkeit
- starker Einfluss der Holzart / Belastungsrichtung

>> Rückstellvermögen der verdichteten Holzbestandteile

- Einfluss auf Schrumpfung von WPC

temperatur- u. zeitabhängige Kopplung:

- Schrumpfung (Polymermatrix)
- dem entgegen wirkt das elastische Rückstellverhalten (Holz)

Daraus resultieren „eingefrorene“ Spannungen in der Polymermatrix, welche im Laufe der Zeit durch Kriechprozesse abgebaut werden können.



Quellversuche / Quelldruck:

>> Quellverhalten von verdichtetem Massivholz / Holzpulver

→ hoher Quelldruck → große Volumenquellung

>> Quellverhalten von WPC

→ hoher Quelldruck → kleine Volumenquellung

Quellung der verdichteten Holzbestandteile führt zu Spannungen und Dehnungen in der Polymermatrix.

Bei Überschreitung von kritischen Dehngrenzen kann es zu Materialversagen kommen!



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !**



ipt

INSTITUT FÜR POLYMERTechnologien e.V.
An-Institut der Hochschule Wismar

