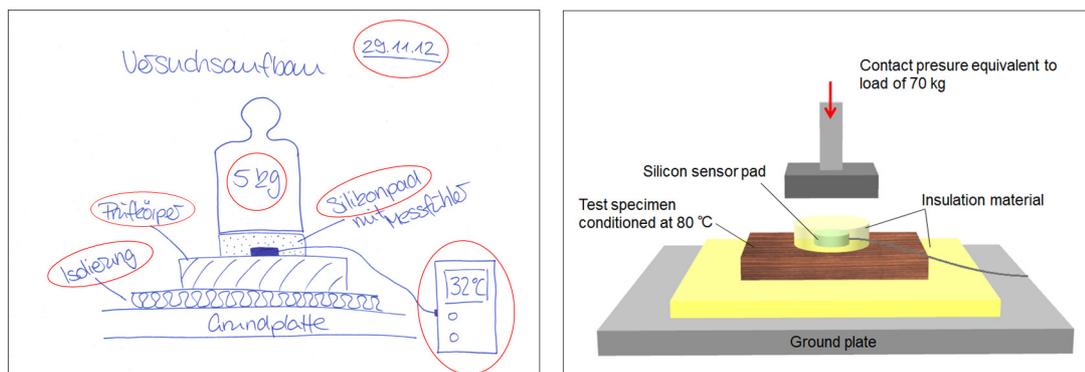


# 1 Statistische Versuchsauswertung in Excel

## 1.1 Wichtige Daten zur Versuchsdurchführung

Neben den reinen Versuchsergebnissen, sollten bei der experimentellen Durchführung eines Versuchs Daten zum Versuchsaufbau/-design, den verwendeten Materialien, Geräten und vielen weiteren wichtigen Messdetails erhoben werden. Abbildung 1 stellt eine Skizze eines Versuchsaufbaus dar, die wichtige Informationen zur späteren Beschreibung des Versuchs, sowie zur Auswertung der Ergebnisse enthält.



**Abbildung 1:** Links: Skizze des Versuchsaufbaus, Rechts: Zeichnung auf Grundlage der zuvor erstellten Skizze

Schon vor der Erhebung von Daten sollte hierbei gedanklich durchgespielt werden, welche Informationen für eine spätere Auswertung des Versuchs notwendig sind. Mithilfe von Tabellenblättern oder handschriftlich verfassten Versuchsprotokollen können die Versuchsergebnisse festgehalten werden. Hierbei ist es besonders wichtig alle anfallenden Informationen schriftlich festzuhalten (z.B. Materialien, Datum, Raumtemperatur, Messzeitraum, Besonderheiten) (Abbildung 2). Alle Notizen sollten sauber, lesbar und tabellarisch festgehalten werden. Es ist besonders wichtig, dass nur eindeutige Abkürzungen verwendet werden und, wenn notwendig, ein Schlüssel zu diesen Abkürzungen notiert wird.

27.11.12

Farbwerte & abtflächenemperatur

Fichte

	L*	a*	b*	T [°C]
F1	81,79	3,67	19,27	78,3
F2	81,32	4,89	20,86	77,4
F3	83,76	5,23	20,93	73,9
F4	80,92	5,87	20,21	67,5
F5	81,37	3,95	19,83	69,3
F6	81,95	3,76	19,88	70,1
F7	81,76	3,95	19,76	79,3
F8	79,93	4,23	19,39	65,5
F9	83,95	4,78	18,24	63,7
F10	76,39	5,92	18,73	69,8

Buche

B1	58,29	7,36	15,93	80,9
B2	53,58	8,94	19,65	82,3
B3	57,83	8,57	18,36	78,6
B4	53,86	8,33	19,75	79,9
B5	59,72	7,98	18,37	82,3
B6	54,88	7,63	18,42	81,9

Seite 1/5

15.11.12

Wasseraufnahme  
Versuch Buche

15:30h bis 16:45h

Nr.	m <sub>0</sub>	m <sub>1</sub>
B1	5,4863	9,4824
B2	5,2981	9,3961
*B3	5,2971	10,2701
B4	4,8928	8,6629
*B5	4,8867	9,0267
*B6	4,8716	9,1238
B7	5,0043	9,7258
B8	5,1023	8,7587
B9	5,3677	8,8763
B10	6,4506	10,2910
B11	4,9226	8,0734
*B12	5,1299	9,2676
B13	5,2679	8,8671
*B14	5,2925	8,8362
B15	5,7689	9,9867
B16	4,8840	9,2762
B17	4,8971	8,7665
B18	5,7686	8,9082
B19	5,2993	9,5763
B20	5,2757	9,6318

\*Luftlösen

Abbildung 2: Handschriftliche Notizen zu Versuchsergebnissen

## 1.2 Erstellen eines Excel Datenblattes

### 1.2.1 Legende

Wird zur Verarbeitung der Rohdaten ein Datenverarbeitungsprogramm wie Excel verwendet, sollten alle zum Verständnis der Ergebnisse zugehörigen Daten in einer Datei festgehalten werden. Das heißt dass zusätzlich zu den Rohdaten weitere relevante Daten in Form einer Legende festgehalten werden, welche im Arbeitsblatt als erstes angelegt wird (Abbildung 3). Folgende Informationen sollten in einer Legende enthalten sein:

- Bearbeitungszeitraum
- Art und Titel der Arbeit
- Bearbeiter und Betreuer
- Versuchsbezeichnung
- Übergeordnete Zielstellung
- Ziel dieses Versuches
- Angabe der Versuchsparameter

- Prüfkörpercodierung
- Eingesetzte Methoden
- Zeitlicher Versuchsablauf
- Besonderheiten während der Versuchsdurchführung
- Beschreibung der Ergebnisse

	A	B	C	D
1	<b>Bearbeitungszeitraum</b>	15.10.2012 bis 15.05.2013		
2	<b>Projekt</b>	Bachelorarbeit Holztechnik		
3	<b>Bearbeiter / Anleiter</b>	Heini Müller / Linda Meyer		
4	<b>Versuchsbezeichnung</b>	Holzfeuchtemessung an unterschiedlich exponierten Hölzern		
5	<b>zugehörige Versuche</b>	Bestimmung der Wasseraufnahme		
6	<b>Zielstellung</b>	Es soll die Holzfeuchte unterschiedlich exponierter Hölzer bestimmt werden, um den Einfluss der jeweiligen Exposition auf das feuchteinduzierte Befallsrisiko zu bestimmen. Hierzu werden sowohl native als auch thermisch und chemisch modifizierte Holzarten vergleichend untersucht.		
7	<b>Materialien</b>	Holzart	Behandlung	Abkürzung
8		Fichte	unbehandelt	F0
9		Fichte	thermisch modifiziert	F1
10		Fichte	acetyliert	F2
11		Fichte	furfuryliert	F3
12		Buche	unbehandelt	B0
13		Fichte	thermisch modifiziert	B1
14		Fichte	acetyliert	B2
15		Fichte	furfuryliert	B3
16	<b>Prüfkörpercodierung</b>	Abkürzung & Parallele (A,B)		z.B. F.0.1 bis F.0.10
17	<b>Messmethode</b>	Die Wasseraufnahme wurde durch das gravimetrische Verfahren ermittelt. Die Prüfkörper wurden bei $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ für 24 h gedarrt und anschließend auf 0,01 g genau gewogen. Nach einer Lagerung für 24 Stunden in a) $20^\circ\text{C}$ und 100% rLF und b) untergetaucht in vollentsalztem Wasser		
18	<b>Versuchsdurchführung</b>	Datum	Tätigkeit	
19		14.-15.10.2012	Darren und Wiegen der Prüfkörper ( $m_0$ )	
20		15.10.2012	Lagerung der Prüfkörper für 24h über 100% rLF	
21		16.11.2012	Wiegen zur Bestimmung der Wasserdampfaufnahme	
22		17.11.2012	Darren und Wiegen der Prüfkörper ( $m_0$ )	
23			Lagerung der Prüfkörper für 24h in Wasser	
24		18-19.11.2012	Wiegen zur Bestimmung der Wasseraufnahme	
25	<b>Bemerkungen</b>	Prüfkörper F.3.4. verloren!		
26	<b>Ergebnis</b>	Es zeigte sich, dass die Flüssigwasseraufnahme bei den acetylierten Hölzern am höchsten war. Die thermisch modifizierten Hölzer wiesen die geringsten Feuchtezunahmen auf.		

Abbildung 3: Legende mit allen wichtigen Informationen

Informationen und Hilfestellungen zu den Grundlagen zur Datenverarbeitung mit der Anwendersoftware Excel werden in regelmäßigen Abständen über das LUIS (Leibniz Universität IT Services, <https://www.luis.uni-hannover.de/buecher>) bereitgestellt. Im Folgenden werden hilfreiche Funktio-

nen dargestellt, die das Erstellen eines Datenblattes und die Datenverarbeitung in Excel erleichtern.

### 1.2.2 Fortlaufende Nummerierung

Um eine Fortlaufende Nummerierung automatisch einzufügen wird die Zelle mit dem Startwert markiert und anschließend am Ausfüllkästchen (Abbildung 4) nach unten gezogen. Soll eine gleichbleibende Nummerierung eingefügt werden, muss währenddessen die Steuerungstaste gedrückt gehalten werden. Diese Funktion lässt sich auch für Formeln anwenden, welche dann automatisch in die gewählten Zellen übertragen wird. Hierbei sind aber besonders die Hinweise zu den absoluten Zellenbezügen zu beachten (Kapitel 1.2.3).

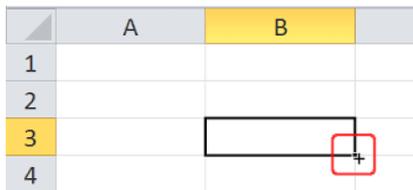


Abbildung 4: Ausfüllkästchen in Excel

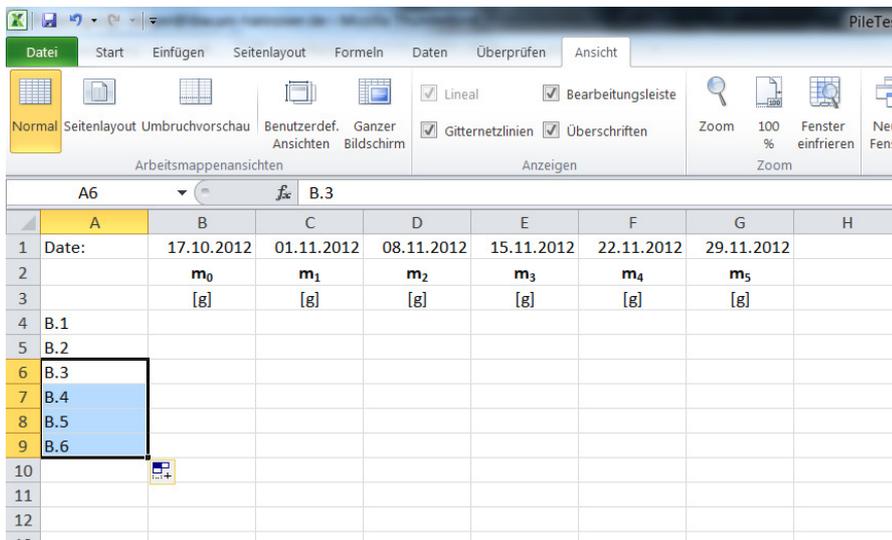


Abbildung 5: Einfügen einer fortlaufenden Nummerierung

### 1.2.3 Absolute Zellenbezüge

Beim Kopieren von Formeln in eine andere Zelle werden Zellbezüge relativ zur Zielposition angepasst. Abbildung 6 zeigt wie sich die Zellbezüge relativ zur Zielposition anpassen (Abbildung 6.3). Sollen Bezüge beim Kopieren nicht verändert werden, muss ein \$-Zeichen vorangestellt werden wie in Abbildung 6.4 zu sehen.

→ \$B4 = Bezug ist immer Spalte B

→ \$B\$4 = Bezug ist immer Zelle B4

1

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date:	17.10.2012	01.11.2012	08.11.2012	15.11.2012	22.11.2012	29.11.2012	06.11.2012	07.11.2012	
2		$m_0$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$m_5$	$u_0$	$\Delta u_1$	
3		[g]	[g]							
4	B.1	5,4193	9,4847	9,6867				=((C4-B4)/B4)*100		
5	B.2	5,2298	9,0669	9,0669				73,3699185		
6	B.3	5,359	9,1246	9,6266				70,2668408		
7	B.4	5,3953	9,1916	9,6966				70,3630938		
8	B.5	5,3009	9,1636	9,6636				72,8687581		

2

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Date:	17.10.2012	01.11.2012	08.11.2012	15.11.2012	22.11.2012	29.11.2012	06.11.2012	07.11.2012	
2		$m_0$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$m_5$	$u_0$	$\Delta u_1$	
3		[g]								
4	B.1	5,4193	9,4847	9,6867				75,0170686		
5	B.2	5,2298	9,0669	9,0669				73,3699185		
6	B.3	5,359	9,1246	9,6266				70,2668408		
7	B.4	5,3953	9,1916	9,6966				70,3630938		
8	B.5	5,3009	9,1636	9,6636				72,8687581		

3

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Date:	17.10.2012	01.11.2012	08.11.2012	15.11.2012	22.11.2012	29.11.2012	06.11.2012	07.11.2012
2		$m_0$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$m_5$	$u_0$	$\Delta u_1$
3		[g]							
4	B.1	5,4193	9,4847	9,6867				75,0170686	$=((D4-C4)/C4)*100$
5	B.2	5,2298	9,0669	9,0669				73,3699185	0
6	B.3	5,359	9,1246	9,6266				70,2668408	5,50161103
7	B.4	5,3953	9,1916	9,6966				70,3630938	5,49414683
8	B.5	5,3009	9,1636	9,6636				72,8687581	5,45637086

4

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Date:	17.10.2012	01.11.2012	08.11.2012	15.11.2012	22.11.2012	29.11.2012	06.11.2012	07.11.2012
2		$m_0$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$m_5$	$u_0$	$\Delta u_1$
3		[g]							
4	B.1	5,4193	9,4847	9,6867				75,0170686	$=((D4-$B4)/$B4)*100$
5	B.2	5,2298	9,0669	9,0669				73,3699185	73,3699185
6	B.3	5,359	9,1246	9,6266				70,2668408	79,6342601
7	B.4	5,3953	9,1916	9,6966				70,3630938	79,7230923
8	B.5	5,3009	9,1636	9,6636				72,8687581	82,3011187

Abbildung 6: Einfügen einer fortlaufenden Nummerierung

### 1.2.4 Fenster fixieren

Bei großen Tabellen ist es sinnvoll bestimmte Bereiche des Arbeitsblattes zu fixieren damit auch beim Arbeiten mit vielen Zellen in vertikaler oder horizontaler Richtung wichtige Informationen sichtbar bleiben. Hierzu wird die Zelle über der einzufrierende Bereich liegt markiert und über die Ansicht und die Funktion „Fenster einfrieren“ wahlweise nur die oberste Zelle eingefroren, oder alle Zellen über der entsprechenden Auswahl (Abbildung 7)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Date:	17.10.2012	01.11.2012	08.11.2012	15.11.2012	22.11.2012	29.11.2012		
2		$m_0$	$m_1$	$m_2$	$m_3$	$m_4$	$m_5$		
3		[g]	[g]	[g]	[g]	[g]	[g]		
4	B.1	5,4193	9,4847						
5	B.2	5,2298	9,0669						
6	B.3	5,359	9,1246						

Abbildung 7: Einfügen einer fortlaufenden Nummerierung

### 1.2.5 Wiederholen eines Arbeitsschrittes

Soll ein bestimmter Arbeitsschritt mehrere Male wiederholt werden, wie z.B. eine Zelle farblich markieren, kann dies über folgende Schritte abgekürzt werden:

1. Arbeitsschritt durchführen (z.B. Zelle gelb markieren)
2. Nächste Zelle anklicken
3. F4 drücken
4. Zuletzt ausgeführter Arbeitsschritt wird wiederholt

### 1.2.6 Suchen und Ersetzen

Werden Arbeitsblätter kopiert, da z.B. die gleichen Formeln und Formatierungen benötigt werden und sich lediglich die Probenbezeichnung ändert, oder Formeln kopiert und hier die Korrektur eines Befehls oder Buchstabens notwendig ist, wird dies sehr zeitsparend über die „Suchen und Ersetzen – Funktion“ ermöglicht (Abbildung 8). Hierbei gilt zu beachten, dass **alle** gewählten Buchstaben bzw. Zahlen ersetzt werden (Beispiel: die Probenbezeichnung M.1-10 soll durch B.1-10 ersetzt werden. Befinden sich im markierten Bereich Formeln wie z.B. eine Formel zur Berechnung des maximalen Wertes =MAX(...), wird auch das M in dieser Formel durch ein B ersetzt (=BAX(...)) was natürlich dazu führt, dass die Formel nicht mehr gültig ist. Dies lässt sich vermeiden in dem M<sub>2</sub> durch B<sub>2</sub> ersetzt wird, statt nur M durch B. Durch folgende Schritte lässt sich die Funktion „Suchen und Ersetzen“ anwenden:

1. 'Strg' und 'h' drücken
2. Suchen nach ... Ersetzen durch ... ausfüllen
3. Alle zusammen oder einzeln ersetzen

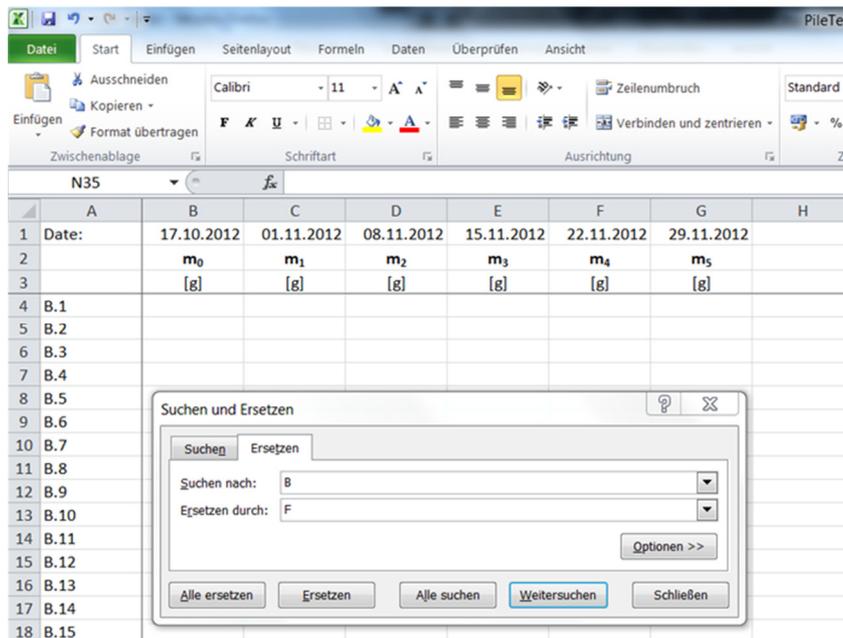


Abbildung 8: Suchen und Ersetzen

## 1.2.7 Basisfunktionen in Excel

Im Folgenden sind einige Basisfunktionen zur statistischen Auswertung der Versuchsdaten in Excel aufgeführt.

Addieren:

=Zelle1 + Zelle2

Subtrahieren:

=Zelle1 - Zelle2

Multiplizieren:

=Zelle1 \* Zelle2

Dividieren:

=Zelle1 / Zelle2

Potenzieren:

=Zelle ^ 2 ; (Potenzieren mit 0,5: =Zelle^0,5 → Wurzel)

Mittelwert MW:

→ =Mittelwert(erste Zelle:letzte Zelle)

Standardabweichung s:

→ =STABW(erste Zelle:letzte Zelle) NICHT: STABWN

Variationskoeffizient

→ =(Zelle Standardabweichung/Zelle Mittelwert)\*100