# Arbeitsblatt 2 Blattflächen dokumentieren und auswerten



Abb. 2: Arbeitsschritte Blattflächen messen und auswerten

## 1. Aufgabe: Dokumentation und Vorbereitung der Messwerte

Arbeitsschritt (3): Messwerte dokumentieren

 Öffne die vorbereitete Excel Datei "Messprotokoll\_Blattflaeche.xlxs". Auf dem Tabellenblatt Datenverarbeitung findest du ein vorbereitetes Messprotokoll. Trage deine Messwerte in die Tabelle "Messwerte Blattflächen" in die Zeile der entsprechenden Blattnummer (Blatt1, …) und der Spalte der Stichprobenzugehörigkeit (beschattet oder sonnig) zu, z. B. Zelle D11 (Blatt 1, beschattet) (1).

Wiederhole den Mess- und Dokumentationsvorgang (Arbeitsschritt 2 + Arbeitsschritt 3) jeweils für alle Blätter deiner beiden Stichproben (**Stichprobe 1 =** Blätter aus dem **beschatteten** Bereich; **Stichprobe 2 =** Blätter aus dem **sonnenexponierten** Bereich)

Dat	tei <u>Start</u> Ein	fügen Zeichnen	Seitenlayout	Fo	ormeln	Daten	Überprüfen	Ans	ich	t	Auto	matis	ieren	Hilf	e	Acrobat
(	C Einfüge	n 🗈 ~ Calibri	 ~	- ا ا	A^ /	× ≡ ≡ - ≡ ≡	: = ≫ - = = =	al E		~	Zahl	- %	000	-00	~	Bedir
Rūc	kgängig Zwischer	nablage 🖓	Schriftart			r <u>s</u>	Ausrichtung			۲ <sub>3</sub>		Z	ahl		۲ <u>م</u>	
D11	1 -	$\times \sqrt{f_x}$ 31,5	58													
A	ВС	D	E	FG	н	í.	J	K	ι	М	N C	)	Р	C	2	R
2 <b>Z</b>	u Arbeitsbla	att 2: Blattflä	chen doku	ner	tiere	n und au	iswerten									
3 4 5	Messwert	e Blattflächen			N	littelwerte	1				T-	Test				
7		Fläche	[cm <sup>2</sup> ]			Fläch	e [cm <sup>2</sup> ]									
8		Stichprobe 1	Stichprobe 2		s	tichprobe 1	Stichprobe 2									
9		beschattet	sonnig		k	eschattet	sonnig	_	L							
11	Blatt 1	31,58	(1) 12,68													
12	Blatt 2	29,23	11,89								P	-		=	0,0	000
13	Blatt 3	32,59	10,98													
14	Blatt 4	27,88	12,36													
15	Blatt 5	27,34	12,58													
16	Blatt 6	29,47	14,01													
17	Blatt 7	28,75	13,54													
18	Blatt 8	29,65	12,74													
19	Blatt 9	31,91	13,98													
20	Blatt 10	30,26	14,41													
21																
22																

Abb. 2\_Datenverarbeitung

#### 2. Aufgabe: Datenverarbeitung

Führe eine Mittelwertberechnung und einen t-Test mit Hilfe von Excel durch, wie in Arbeitsschritt 4 und 5 beschrieben.

# Arbeitsschritt (4): Mittelwerte berechnen

Excel berechnet die Mittelwerte für deine Messdaten mithilfe der Funktion MITTELWERTA.

- Markiere die Zelle, in der dein Ergebnis der Mittelwertberechnung angezeigt werden soll (Zelle I12, (2)).
- Gib nun die Berechnungsformel '=MITTELWERTA(D11:D20)' in der Bearbeitungsleiste (3) ein.
  (D11:D20 definiert den Zellbereich, für den die Funktion MITTELWERTA durchgeführt wird. Passe das an, wenn Du weniger oder mehr Blätter vermessen hast)
- Bestätige die Eingabe mit der Eingabetaste (Return-Taste).

In Zelle I12 (2) wird nun der von Excel berechnete Mittelwert der gemessenen Blattflächen für die Blätter aus dem beschatteten Bereich angezeigt.



Abb. 3\_Datenverarbeitung

- Markiere nun die Zelle J12 (4) und wiederhole die Mittelwertberechnung für die Messwerte der Blattflächen aus dem sonnigen Bereich.

## Arbeitsschritt 5 : t-Test durchführen

Ein t-Test ist ein Werkzeug, das statistisch überprüft, ob sich die Mittelwerte zweier Datensätze tatsächlich unterscheiden oder ob die Messwerte zu ähnlich sind, um eine sichere Aussage treffen zu können.

Der t-Test wird als statistisch signifikant angesehen, wenn die von ihm berechnete Irrtums-Wahrscheinlichkeit p niedriger als ein zuvor gewählter Schwellenwert, meist 5 % ist. Dieser Schwellenwert wird als *Signifikanzniveau*  $\alpha$ bezeichnet.

- Markiere die Zelle P12 (5), in der das Ergebnis des t-Tests angezeigt werden soll.
  - Bleibt das Ergebnis p des t-Tests unter dem Signifikanzniveau α = 0,05, ist also p < 0,05, so kann angenommen werden, dass sich die Mittelwerte signifikant unterscheiden.
  - Ist p ≥ 0,05, kann keine eindeutige Aussage darüber getroffen werden, ob sich die Mittelwerte tatsächlich unterscheiden.

Der p-Wert gibt die Irrtumswahrscheinlichkeit bezüglich der Aussage an, dass sich die Mittelwerte der Stichproben unterscheiden.

(Beispiel: p = 0,08 entspricht einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 8%)

 Gib '=TT' in der Bearbeitungsleiste (6) ein. Wähle die automatisch angebotene Funktion TTEST (7) jetzt per Doppelklick aus.

	ei Start Einf	ügen Zeichnen	Seitenlayout F	ormeln Daten Üb	erprüfen Ansich	t Automatisieren Hil	fe Acroba
N. C	Constant Con	X C⊇ ~ ≪ F K	14 <u>U</u> ~   ⊞ ~   <u>&amp;</u>	A^ A <sup>*</sup> = = =	± ≫ ~ (\$ ≣ = = = =	Standard ~ ፼ ~ % ∞∞ 50	→ Bec Forma
Rück	kgängig Zwischena	ablage 🖓	Schriftart	r <sub>S</sub> ∣ AL	isrichtung	Sahl	F34
SUN	IME V :	× √ fr =π	(6)				
A	в с <mark>u Arbeitsbla</mark>	<sup>D</sup> (7) (⁄⁄⁄ tt 2: Blattflä	Chen dokume	tion steht zwecks Kompat ststatistik eines Studentsch ntieren und ausv	ibilität mit Excel 200 hen t-Tests zurück <b>verten</b>	7 und früheren Versionen zur	Verfügung.
	Messwerte	Blattflächen		Mittelwerte		T-Test	
		Fläche	[cm <sup>2</sup> ]	Fläche [	cm <sup>2</sup> ]		
		Fläche Stichprobe 1 beschattet	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 sonnig	Fläche [4 Stichprobe 1 S beschattet	cm <sup>2</sup> ] tichprobe 2 sonnig		
	Biett 1	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31.58	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 sonnig	Fläche ( Stichprobe 1 S beschattet	cm <sup>2</sup> ] tichprobe 2 sonnig		
	Blatt 1 Blatt 2	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31,58 29,23	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 sonnig 12,68 11,89	Fläche [4 Stichprobe 1 S beschattet 29,87	cm <sup>2</sup> ] tichprobe 2 sonnig 12,92	p = [=TT (5)]=	
	Blatt 1 Blatt 2 Blatt 3	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31,58 29,23 32,59	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 sonnig 12,68 11,89 10,98	Fläche [4 Stichprobe 1 S beschattet 29,87	cm <sup>2</sup> ] tichprobe 2 sonnig 12,92	p = =TT (5) ;	•
	Blatt 1 Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31,58 29,23 32,59 27,88	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 sonnig 12,68 11,89 10,98 12,36	Fläche (v Stichprobe 1 S beschattet 29,87	cm <sup>2</sup> ] tichprobe 2 <u>sonnig</u> 12,92	p = [ <u>=TT (5)</u> ]	
	Blatt 1 Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31,58 29,23 32,59 27,88 27,34	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 sonnig 12,68 11,89 10,98 12,36 12,58	Fläche [/ Stichprobe 1 S beschattet 29,87	cm <sup>2</sup> ] tichprobe 2 <u>sonnig</u> 12,92	p = [=TT (5)]	
	Biatt 1 Biatt 2 Biatt 3 Biatt 4 Biatt 5 Biatt 6	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31,58 29,23 32,59 27,88 27,34 29,47	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 <u>sonnig</u> 12,68 11,89 10,98 12,36 12,58 14,01	Fläche (r Stichprobe 1 S beschattet 29,87	tichprobe 2 sonnig 12,92	p = [=TT (5)]	
	Blatt 1 Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5 Blatt 6 Blatt 6	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31,58 29,23 32,59 27,88 27,34 29,47 28,75	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 sonnig 12,68 11,89 10,98 12,36 12,58 14,01 13,54	Fläche (r Stichprobe 1 S beschattet 29,87	cm <sup>2</sup> ] tichprobe 2 <u>sonnig</u> 12,92	p = [=TT (5)]=	
	Biatt 1 Biatt 2 Biatt 3 Biatt 4 Biatt 5 Biatt 6 Biatt 7 Biatt 8	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31,58 29,23 32,59 27,88 27,34 29,47 28,75 29,65	[cm <sup>2</sup> ] stichprobe 2 sonnig 12,68 11,89 10,98 12,56 12,58 14,01 13,54 12,74	Fläche (u Stichprobe 1 S beschattet 29,87	tichprobe 2 sonnig 12,92	p = [=TT (5)]	
	Blatt 1 Blatt 2 Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5 Blatt 5 Blatt 7 Blatt 8 Blatt 9	Fläche Stichprobe 1 beschattet 31,58 29,23 32,59 27,88 27,34 29,47 28,75 29,65 29,65 31,91	[cm <sup>2</sup> ] Stichprobe 2 <u>sonnig</u> 12,68 11,89 10,98 12,36 12,58 14,01 13,54 12,74 13,98	Fläche (r Stichprobe 1 S beschattet 29,87	tichprobe 2 sonnig 12,92	p = [=TT (5)]	

Abb. 4\_Datenverarbeitung

Dir werden jetzt automatisch die von der Funktion benötigten **Eingabeparameter Matrix1, Matrix2, Seiten und Typ) (8)** vorgegeben. Matrix1 bzw. Matrix2 sind Zellbereiche und umfassen jeweils die Werte der einzelnen Blätter aus den beiden zu vergleichenden Gruppen, d.h. in einer Matrix die Werte der beschatteten, in der anderen die der sonnenexponierten Blätter.

Dat	ei <u>Start</u> Ein	fügen Zeichnen	Seitenlayout	Formeln Da	iten (	Überprüfen	Ans	icht	t	Auton	natisieren	н	lilfe	Acroba
Ŀ	2 -	X	~ 14	~ A^ A`	Ξ Ξ	= %	al	2		Standa	ird		~	I
<	Einfüge	■ <b>F</b> <i>K</i>	⊻ ~   ⊞ ~   ≦	<u>»</u> ~ <u>A</u> ~	= =	= = =		~		rg ~	% 000	<b>€</b> 0,00	.00 .,⊖	Bed
Rūc	kgängig Zwischer	ablage 🖓	Schriftart	5		Ausrichtung			5		Zahl		15	
SUM	ME v :	X / fr =TT	FST(											
	B C	D (0)					v		м	N O	D		0	D
A	вс	U (8) T	EST(Matrix1; Matrix	2; Seiten; Typ)		,	K	L	M	NU	٢		ų	к
	Messwert	e Blattflächen		Mittel	werte					т-т	est			
		Fläche	[cm <sup>2</sup> ]		Fläche	[cm <sup>2</sup> ]								
		Stichprobe 1	Stichprobe 2	Stichpr	obe 1	Stichprobe 2	2							
		beschattet	sonnig	besch	attet	sonnig								
	Blatt 1	31,58	12,68											
	Blatt 2	29,23	11,89		29,87	12,9	2			p =	=TTEST	Г(	=	
	Blatt 3	32,59	10,98											
	Blatt 4	27,88	12,36											
	Blatt 5	27,34	12,58											
	Blatt 6	29,47	14,01											
	Blatt 7	28,75	13,54											
	Blatt 8	29,65	12,74											
	Blatt 9	31,91	13,98											
	Blatt 10	30,26	14,41											
- T														

Abb. 5\_Datenverarbeitung

- Eingabeparameter Matrix1:

Gib jetzt als erstes den Zellbereich der Messwerte deiner 1. Stichprobe (Matrix1) (D11:D20) ein. Setze danach einen Strichpunkt.

					1. Stic	hpro	be (Matrix	1)	
Dat	ei <u>Start</u> Ei	nfügen Zeichnen	Seitenlayout	Formeln Daten	Überprüfen Ar	sicht	Automatisieren	Hilfe	Acrobat
E.	2 -	X	~ 14	~ A^ A = :	=	ab	Standard	~	E
(	Einfüge	en FK	<u>u</u> ~ 🖽 ~ 💆	<u>h ~ A ~</u>		÷	☞~%∞	00. 0.⇒ 0.← 00.	Bec
Rück	kgängig Zwische	nablage 😼	Schriftart	G	Ausrichtung	5	Zahl		- I Office
D11	v :	$\times \checkmark f_x$ =TTE	ST(D11:D20		/				
A	вс	D TT	EST/Matrix1: Matrix	2: Seiten: Tun)	J	K L M	N O P	Q	R
			continuents i, matrix	c, senten, typ)					
Z	u Arbeitsbl	att 2: Blattflä	chen dokume	entieren und a	uswerten				
						_			
	Masswort	e Blattflächen		Mittahwart	to .		T-Test		
	IVIESSWEI	te blatthachen		whitterwein	le		T-Test		
		Fläche	[cm <sup>2</sup> ]	Fläc	he [cm <sup>2</sup> ]				
		Stichprobe 1	Stichprobe 2	Stichprobe	1 Stichprobe 2				
		heschattet	soonig	beschatte	t sonnig				
		Dependence	10.00	bebenatee	c ooming				
	Blatt 2	20.23	11,08	29.5	12 92		n = [D11:D2		
2	Blatt 3	32 59	10.98	23,			P - 011.02	-	
4	Blatt 4	27.88	12,36						
5	Blatt 5	27,34	12,58			-			
5	Blatt 6	29,47	14,01						
7	Blatt 7	28,75	13,54						
8	Blatt 8	29,65	12,74						
		31 91	13,98						
9	Blatt 9								
9	Blatt 9 Blatt 10	30,26	14,41						
9 0 1	Blatt 9 Blatt 10	30,26	14,41						

Abb. 6\_Datenverarbeitung

- Eingabeparameter Matrix2:

Gib danach den Zellbereich der Messwerte deiner 2. Stichprobe (Matrix2) (E11:E20) ein und setze einen Strichpunkt.

						2. Sti	chprc	be (Matrix	(2)	
Date	ei <u>Start</u> E	Einfügen Zeichnen	Seitenlayout	Forme	In Daten	Überprüfen	ansicht	Automatisieren	Hilfe	Acrobat
Ľ	· 6	n 👗	~ 14	~ A^	A = =	= _/~ /	ab,	Standard	~	E
0	Einfü	gen 🗗 🖌 F K	⊻ ~   ⊞ ~	<u> </u>			÷.	₩ ~ % ····	00, 00, 0,← 00,	Bedir Formati
Rück	gängig Zwisch	enablage 😼	Schriftart			Ausrichtung	5	Zahl	5	
E11	~ :	$\times \sqrt{f_x} = \pi$	EST(D11:D20;E11	:E20 🗡						
A	вс	PT	EST/Matrix1: Matri	v2: Seiter	Turn)		KLM	N O P	Q	R
	-		rest(iviatrix i; matri	xz; seiter	; typ)				_	
Z	u Arbeitsb	latt 2: Blattflä	chen dokun	entie	ren und a	uswerten				
-										
		a standard		1 [						
	Messwe	rte Blattflächen			Mittelwert	2		T-Test		
					/					
		Fläche	[cm <sup>2</sup> ]		Fläch	e [cm <sup>2</sup> ]				
		Stichprobe 1	Stichprobe 2		Stichprobe 1	Stichprobe 2				
		beschattet	sonnig		beschattet	sonnig				
F	Blatt 1	31.58	12.68							
	Blatt 2	29,23	11,89		29,8	7 12,92	2	p = E11:E20	=	
	Blatt 3	32,59	10,98						-	
	Blatt 4	27,88	12,36							
	Blatt 5	27,34	12,58							
	Blatt 6	29,47	14,01							
	Blatt 7	28,75	13,54							
	Blatt 8	29,65	12,74							
	Blatt 9	31,91	13,98							
	Blatt 10	30,26	14,41							

Abb. 7\_Datenverarbeitung

Dir werden jetzt die Werte 1 und 2 als Auswahlmöglichkeit für den Eingabeparameter Seiten angeboten.
 Gib hier 2 ein (damit wird eine Variante des t-Tests für Zweiseitige Verteilung berechnet) und setze einen Strichpunkt.



Abb. 8\_Datenverarbeitung

- Für den Eingabeparameter Typ werden dir jetzt die Eingabewerte 1, 2 und 3 angeboten. Gib hier 3 ein:

D	atei	Start	Einfügen	Zeichnen	Seitenlayout	Formeln	Daten	Überprüfen	Ansicht	Automatisieren	Hilfe	Acrobat
	С. С.	• [ Ein	fügen	F K	~ 14 U ~ I I ~	- A^ A` ⊘ <u>A</u> -		= » = = =	eb ₽₽	Standard	~ 00, 0⊖	Bedingt
Ri	ückgäi	ngig Zwi	~ – 🖑 schenablage	F3	Schriftart		rs.	Ausrichtung	5	Zahl	12	Formatieru
E	11	~	: 🗙 🗸	<i>fx</i> =TT	EST(D11:D20;E11	:E20;2;						
	AB	c		D	TCT/Market 1. Market	0. C. S		1	KLM	N O P	0	R
1		-			res r (iviatrix i; iviatri)	(2; Seiten; Ty	0) <u>·</u>				_	1
2	7	Arbeit	chlatt 2	Blattflä	chen dokum	enti ()	- Gepaart Zwai Stichr	roben mit gleich	er Varianz (l	omorkedactisch)		
2	<u>2u</u> /	Albeit		Diattila	chen uokun	()3	- Zwei Sticht	roben mit unter	schiedlicher	Varianz (heterosked	lastisch)	TTEST führt e
3												
4		Messw	verte Blat	tflächen		Mi	ttelwerte			T-Test		
5												
b					2			2				
7				Fläche	[cm <sup>2</sup> ]		Fläch	≘ [cm²]				
8			Sti	chprobe 1	Stichprobe 2	Sti	ichprobe 1	Stichprobe	2			
9			be	eschattet	sonnig	be	eschattet	sonnig				
11		Blatt 1	1	31,58	12,68							
12		Blatt 2		29,23	11,89		29,87	12,9	92	p = E11:E20	);2; <b>=</b>	
13		Blatt 3		32,59	10,98						-	
14		Blatt 4		27,88	12,36							
15		Blatt 5		27,34	12,58							
16		Blatt 6		29,47	14,01							
17		Blatt 7		28,75	13,54							
18		Blatt 8		29,65	12,74							
19		Blatt 9		31,91	13,98							
20		Blatt 10		30,26	14,41							
21												
22												
25	1											

Abb. 9\_Datenverarbeitung

 Beende jetzt die Parametereingabe, indem du die runde Klammer schließt und mit der Eingabetaste (Return-Taste) bestätigst.

Der vom t-Test berechnete p-Wert wird dir jetzt in der zu Beginn gewählten Zelle (P12) angezeigt (9). Zelle R12 (10) ist so formatiert, dass der auf 3 Nachkommastellen gerundetete p-Wert angezeigt wird.



Abb. 10\_Datenverarbeitung

## 3. Aufgabe: Interpretation der Messergebnisse

Arbeitsschritt 6 : Interpretation Messergebnisse

#### Erinnerung:

- Bleibt das Ergebnis p des t-Tests unter dem Signifikanzniveau α = 0,05, ist also p < 0,05, so kann angenommen werden, dass sich die Mittelwerte signifikant unterscheiden.
- Ist p ≥ 0,05, kann keine eindeutige Aussage darüber getroffen werden, ob sich die Mittelwerte tatsächlich unterscheiden.

Der p-Wert gibt die Irrtumswahrscheinlichkeit bezüglich der Aussage an, dass sich die Mittelwerte der Stichproben unterscheiden. (Beispiel: p = 0,08 entspricht einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 8%)

In diesem Beispiel liegt die berechnete Signifikanz mit dem Wert  $p = 5,52 \cdot 10^{-14}$ , gerundet p = 0,000, unter dem angenommenen Wert für das Signifikanzniveau von  $\alpha = 0,05$ . Das heißt, die Mittelwerte unterscheiden sich signifikant.

#### **Ergebnis:**

Trage Dein Ergebnis ein und streiche passend dazu die jeweiligen Wörter!

Das Ergebnis des t-Tests liefert einen p-Wert von \_\_\_\_\_

Die Irrtumswahrscheinlichkeit, dass sich die Mittelwerte der beiden Probengruppen unterscheiden, liegt damit nicht über 5 %.

Die durchschnittliche Größe der Blattflächen von Blättern aus sonnenexponierten, lichtintensiven Bereichen unterscheidet sich nicht signifikant von der durchschnittlichen Blattgröße von Blättern aus beschatteten, lichtarmen Bereichen.

Die Blattfläche von sonnenexponierten Blättern ist nicht kleiner oder größer als die von Blättern aus beschatteten Bereichen.

Die von uns aufgestellte Hypothese wird angenommen/abgelehnt.