Arbeitsblatt 2 Blattflächen dokumentieren und auswerten



Abb. 1: Ablauf und Schritte der Arbeiten

1. Aufgabe: Dokumentation und Vorbereitung der Messwerte

Arbeitsschritt [3]: Messwerte dokumentieren

 Öffne die vorbereitete Excel Datei "Messprotokoll_Blattfläche.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)

Rückg	Einfügen	Calibri Calibri F K blage ₪	→[1 U → 田 → Schriftart	1 ~		■ ♥ ~ Ausrichtung	el E		آي الا	Zahl	% ooo Zahl	€0 -00	~) 80 151	Bec
D11 A I <u>Zu</u>	v : ⊃ B c Arbeitsblat	 <i>fx</i> 31,5 D D tt 2: Blattflä 	E chen doku	F G	H I	swerten	K	L	М	N O	P	(2	R
	Messwerte	Blattflächen			Mittelwerte					T-T	est			
		Fläche Stichprobe 1 beschattet	[cm ²] Stichprobe 2 sonnig		Fläche Stichprobe 1 beschattet	e [cm ²] Stichprobe 2 sonnig								
	Blatt 1	31,58	(1) 12,68											
	Blatt 2	29,23	11,89							p =		=	0,0	000
	Blatt 3	32,59	10,98											
	Blatt 4	27,88	12,36		1							_		_
	Blatt 5	27,34	12,58											
	Blatt 6	29,47	14,01											
	Blatt 7	28,75	13,54											
	Blatt 8	29,65	12,74											
	01													

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 f
ür die Messwerte der Blattfl
ächen 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* α 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%)

Datum:

 Gib '=TT' in der Bearbeitungsleiste (6) ein. W\u00e4hle die automatisch angebotene Funktion TTEST (7) jetzt per Doppelklick aus.

Dat	ei Start Einf	ügen Zeichnen	Seitenlayout	Formeln	Daten	Überprüfen	Ansicht	Automatisieren	Hilfe	Acrobat
k	2 -	X	~ 14	~ A^ A`	Ξ Ξ	= *	ab	Standard	~	E
(Einfügen	5 F K	⊻ - ⊞ -	<u>A</u> ~ <u>A</u> ~	E	= = =	亩、	四 ~ % 000	00, 0, 0,← 00,	Bed Format
Rūc	kgängig Zwischena	ablage 😼	Schriftart	15		Ausrichtung	5	Zahl	15	
~		× . £	(6)							
SUI	VIME V :	$\times \checkmark Jx$ =11	(0)							
A	ВС	D (7) (7	Diese F	unktion steht zv	ecks Korr	npatibilität mit E	ccel 2007 un	id früheren Versione	en zur Verf	ügung.
		(1) (2)	Gibt di	e Teststatistik eir	nes Studer	ntschen t-Tests z	urück			
7		++ 2. Blattflä	chan dakun	antieren	und au	swarten				
4	u Arbeitsbia	ILZ: DIALLIA	chen dokun	lentieren	una au	swerten				
							_		_	
	Messwerte	Blattflächen	Mitt	elwerte			T-Test			
		Fläche	[cm ²]		Fläche [cm ²]					
		Stichprobe 1	Stichprobe 2	Stich	probe 1	Stichprobe	2			
		hardbattet								
		beschattet	sonnig	bes	chattet	sonnig	_			
1	Blatt 1	31,58	12,68							
2	Blatt 2	29,23	11,89		29,87	12,	92	p = =TT (5) =	
3	Blatt 3	32,59	10,98							
4	Blatt 4	27,88	12,36							
5	Blatt 5	27,34	12,58							
6	Blatt 6	29,47	14,01							
7	Blatt 7	28,75	13,54							
8	Blatt 8	29,65	12,74							
9	Blatt 9	31,91	13,98							
0	Blatt 10	30.26	14.41							
N	OTOTE AU									

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.

C ~ C ~ Rūckgāngi SUMME	ig Zwischenat	$\begin{bmatrix} X \\ B \\ \neg \\ \neg \\ \neg \\ \neg \\ \neg \\ f_x \end{bmatrix} = TTT$ $\begin{bmatrix} D \\ (8) \\ TT \\ 0 \end{bmatrix}$	U ~ 14 U ~ 1 H ~ 2 Schriftart EST(Matrix1; Matrix2;	$\begin{vmatrix} A^{\circ} & A^{\circ} \\ \sim A^{\circ} & \downarrow \\ \downarrow \downarrow \\ \hline Seiten; Typ \end{vmatrix} \downarrow 1$	= ≫ ~ ≡ ਦ∃ =∃ Ausrichtung		3	5	Stan	dard ~ %	2 000 Zahl	.00 .00	,00 →0	Ber Forma
Rückgängi SUMME	Einfügen pig Zwischenat	$L = \begin{tabular}{c} & F & K \\ \hline \end{tabular} \\ \hline tabula$	U ~ ⊞ ~ ☆ Schriftart EST(Matrix1; Matrix2;	✓ <u>A</u> ✓ ¹⁵ = =	Ausrichtung		~	F <u>s</u>	1 1 1	- %	ahl	5.8	.00 →0	Be Forma
Rückgängi SUMME	rbeitsblat	olage Γ5 √ <i>f</i> x =πτα □ (8) Π + 2: Blattflä	Schriftart EST(EST(Matrix1; Matrix2;	Seiten; Typ)	Ausrichtung			F <u>s</u>		2	Zahl		F3	
A B	↓ : > c	 ✓ fx =πп ^D (8) Π t 2: Blattflä 	EST(EST(Matrix1; Matrix2;	Seiten; Typ)	1									
A B	د rbeitsblat	^D (8) ∏ t 2: Blattflä	EST(Matrix1; Matrix2;	Seiten; Typ)	1									
7 4.	rbeitsblat	t 2· Blattflä				K	L	м	N C		Р		Q	R
7 4.	rbeitsblat	t 2· Blattflä												
ZU AI			chen dokume	ntieren und au	swerten									
	/lesswerte	Blattflächen	Mittelwerte					T-	Test					
		Fläche [cm ²]		Fläche	Fläche [cm ²]									
		Stichprobe 1	Stichprobe 2	Stichprobe 1	Stichprobe 2									
		beschattet	sonnig	heschattet	sonnig									
		Descritecee	10.00	beschuttet	Johns									
DI:	latt 1	31,58	12,08	29.97	12.93					- 1-1	TTEST/	-	-	
81	1011 2	29,23	10.09	23,07	12,52	•			P .		11231	-	-	
BI	latt 4	27.88	12,36											
BI	latt 5	27.34	12,58			_				_		-	_	
BI	latt 6	29,47	14,01											
BI	latt 7	28,75	13,54											
BI	latt 8	29,65	12,74											
BI	latt 9	31,91	13,98											
BI	latt 10	30,26	14,41											

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> Einf	ügen Zeichnen	Seitenlayout	Formeln Daten	Überprüfen A	nsicht	Automatisieren	Hilfe	Acrobat
(? Einfügen	χ Γ≞ - ≪ F κ	~ 14 <u>U</u> ~ ⊞ ~ ⊴	→ A [^] A [×] = 2 ~ <u>A</u> ~ =		ē₽ ∰ ~	Standard	~ 00, 0⊖ 0€ 00,	Bedin
Rüc	kgängig Zwischena	ablage 🖓	Schriftart	5	Ausrichtung	F3	Zahl		
D11		× ✓ fr =TTE	ST(D11:D20						
A	ВС		EST(Matrix1 ; Matrix	(2; Seiten; Typ)	1	K L M	N O P	Q	R
2 Z	u Arbeitsbla	tt 2: Blattflä	chen dokum	entieren und a	auswerten				
3									
4	Messwerte	Blattflächen		Mittelwer	te		T-Test		
7		Fläche	[cm ²]	Fläc	he [cm ²]				
8		Stichprobe 1	Stichprobe 2	Stichprobe	1 Stichprobe 2				
9		beschattet	sonnig	beschatte	t sonnig				
11	Blatt 1	31,58	12,68					_	
			44.00	20	07 12 02		- 044 00	0 =	
2	Blatt 2	29,23	11,89	23,	5/ 12,92	_	p = D11:D2	-	
12 13	Blatt 2 Blatt 3	29,23 32,59	11,89	25,	57 12,52		p = [D11:D2	-	
12 13 14	Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4	29,23 32,59 27,88	11,89 10,98 12,36	25,	57 12,52		p = D11:D2		
12 13 14 15	Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5	29,23 32,59 27,88 27,34	11,89 10,98 12,36 12,58		57 12,52		p = [D11:D2		
12 13 14 15 16	Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5 Blatt 6	29,23 32,59 27,88 27,34 29,47	11,89 10,98 12,36 12,58 14,01		5/ 12,52		p = 011:02		
12 13 14 15 16 17	Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5 Blatt 6 Blatt 7	29,23 32,59 27,88 27,34 29,47 28,75	11,89 10,98 12,36 12,58 14,01 13,54		5/ 12,52		p = D11:D2		
12 13 14 15 16 17 18	Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5 Blatt 6 Blatt 7 Blatt 8	29,23 32,59 27,88 27,34 29,47 28,75 29,65 21,01	11,89 10,98 12,36 12,58 14,01 13,54 12,74		57 12, 3 2		p = 011:02		
12 13 14 15 16 17 18 19	Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5 Blatt 6 Blatt 7 Blatt 8 Blatt 9 Blatt 10	29,23 32,59 27,84 27,34 29,47 28,75 29,65 31,91 30,26	11,89 10,98 12,36 12,58 14,01 13,54 12,74 13,98 14,41				p = D11:D2		
12 13 14 15 16 17 18 19 20	Blatt 2 Blatt 3 Blatt 4 Blatt 5 Blatt 5 Blatt 6 Blatt 7 Blatt 8 Blatt 9 Blatt 10	29,23 32,59 27,88 27,34 29,47 28,75 29,65 31,91 30,26	11,89 10,98 12,36 12,58 14,01 13,54 12,74 13,98 14,41				p = 011:02		

Abb. 6: Datenverarbeitung

- Eingabeparameter Matrix2:

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

2. Stichprobe (Matrix2)											
Datei <u>Start</u>	Einfügen Zeichnen	Seitenlayout	Formeln	Daten	Überprüfen	insicht	Automatisieren	Hilfe	Acrobat		
9.	~ X	~ 14	~ A^ A	,	1-1-1	ab	Standard	~			
℃ • Einfi	ügen F K	<u>u</u> ~ III ~ ;	<u>01</u> ~ <u>A</u>	- =/		÷.	四 ~ % 000	€.0 .00 € 00,	Bedi		
Rückgängig Zwise	chenablage 🕞	Schriftart			Ausrichtung	5	Zahl	F3			
E11 🗸	: × ✓ fx =TTE	ST(D11:D20;E11:	E20 🗡		1						
A B C	D	ST(Matrix1: Matrix	2. Seiten: T	in)		K L M	N O P	Q	R		
		continuente n	az, senten, r	7P7							
Zu Arbeits	blatt 2: Blattfläd	hen dokum	entiere	n und au	swerten						
Magaz	orto Blattflächen			itt hunarta			T-Test				
IVIESSW	erte blatthachen			elwerte			T-Test				
				/							
	Fläche	[cm ²]		Fläche	e [cm ²]						
	Stichprobe 1	Stichprobe 2	SI	tichprobe 1	Stichprobe 2						
	beschattet	sonnig	/ ь	eschattet	sonnig						
Blatt 1	31.58	12.68									
Blatt 2	29,23	11,89		29,87	12,92		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

Datum:

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.

Dat	ei <u>Start</u>	Einfügen Zeich	nen Seitenlayout	Formeln	Daten	Überprüfen	Ansicht	Autom	atisieren	Hilfe	Acrobat
Rüd	cgängig Zwi	fügen ♣ • ≪ F schenablage 际	~)[1- <i>K</i> <u>⊔</u> ~	4 ~ A^ A` <u>2</u> ~ <u>A</u> ~		= ≫~~ ≡ = = Ausrichtung	ab 	Standar	rd % 000 (5 Zahl	 ∦ ™	Bedingte Formatierun
E11	~	$: \times \checkmark f_x $	=TTEST(D11:D20;E1	1:E20;							
A 1 2 Z	в с u Arbeit	sblatt 2: Blatt	TTEST(Matrix1; Mat	rix2; Seiten; Ty ()1 - E men ()2 - 2	p) Einseitige Verl Zweiseitige Ve	J :eilung :rteilung [□	K L M	N O	P veiseitige Ver	Q teilung.	R
3 4 5 6	Messw	verte Blattfläche	en	Mi	ttelwerte			т-те	est		
7		Fläc	he [cm ²]		Fläche	[cm ²]					
8		Stichprobe	1 Stichprobe 2	Sti	ichprobe 1	Stichprobe	2				
9		beschatte	et sonnig	be	eschattet	sonnig					
11	Blatt 1	31	L,58 12,68								
12	Blatt 2	29	9,23 11,89		29,87	12,9	92	p =	E11:E20;		
13	Blatt 3	3.	2,59 10,98								
15	Blatt 5	2	7 34 12 58					L			
16	Blatt 6	29	9.47 14.01								
17	Blatt 7	28	3,75 13,54								
18	Blatt 8	29	9,65 12,74								
19	Blatt 9	31	13,98 13,98								
20	Blatt 10	30	0,26 14,41								
21											
23											

Abb. 8: Datenverarbeitung

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

Date	i <u>Start</u> Einfü	gen Zeichnen	Seitenlayout	Formeln	Daten	Überprüfen	Ansicht	Automatisieren	Hilfe	Acrobat
6	Einfügen	χ □ ~ F κ	~ 14 ⊻ ~ ⊞ ~	→ A^ A` <u>&</u> ~ <u>A</u> ~		= °~ = = =	ab C₽	Standard	~ 00, 00, 00, 00,	Bedingt Formatieru
Rück	gängig Zwischenab	lage 😼	Schriftart		2	Ausrichtung	5	Zahl	5	
E11	v : >	 ✓ fx =π 	EST(D11:D20:E11	:E20:2:						
A A	B C	D T	rEST(Matrix1; Matrix	x2; Seiten; Typ) Gepaart	J	K L M	N O P	Q	R
2 Zu	u Arbeitsblat	t 2: Blattflä	chen dokum	1enti ()2	Zwei Stichr	roben mit gleich	er Varianz (h	omoskedastisch)		
3				()3	Zwei Stichp	roben mit unter	chiedlicher	Varianz (heteroskec	lastisch)	TIEST führt e
4	Messwerte	Blattflächen		Mit	telwerte			T-Test		
7		Fläche	[cm ²]		Fläch	≘ [cm²]				
8		Stichprobe 1	Stichprobe 2	Sti	chprobe 1	Stichprobe	2			
9		beschattet	sonnig	be	schattet	sonnig				
11	Blatt 1	31,58	12,68							
12	Blatt 2	29,23	11,89		29,87	12,9	2	p = E11:E2	0;2; =	
13	Blatt 3	32,59	10,98							
14	Blatt 4	27,88	12,36							
15	Blatt 5	27,34	12,58							
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										



 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

Arbeitsblatt 2

3. Aufgabe: Interpretation der Messergebnisse

```
Arbeitsschritt 🚺 : 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.