

Projektaufgabe 3: Flugzeugmodelle

Autor: Francis Alpers

2025-05-22

Ausgangslage

Beschreibung der Datenlage

- Analyse der deskriptiven Kenngrößen
- Grafische Analyse
- Test auf Ausreißer
- Test auf Normalverteilung
- Test auf Transformation
- Wechsel zu nicht-parametrischem Verfahren
- Durchführung des Wilcoxon-Tests
- Wilcoxon Test: Flugzeit ~ Modelltyp
- Gegenprobe mit t-Test
- Independent-Samples t-Test: Flugzeit~Modelltyp

Fazit

Projektaufgabe 3: Flugzeugmodelle

Autor: Francis Alpers

2025-05-22

```
> #Daten einlesen
> Flugzeugmodelle <-
+ readXL("C:/Users/franc/Seafile/Meine Bibliothek/weiterbildung/Data Analyst -
+ alfatraining/Modul 1 - Statistik/Übungs Daten/Projekt/Aufgabe 3.xlsx",
+ rownames=FALSE, header=TRUE, na="", sheet="Datensatz",
+ stringsAsFactors=TRUE)
>
> Flugzeugmodelle_stacked <- stack(Flugzeugmodelle, c("Base", "Flügel"))
> names(Flugzeugmodelle_stacked) <- c("Flugzeit", "Modelltyp")
```

Ausgangslage

Untersucht werden soll, ob die Flugzeit die Flugzeit des Modells mit längeren Flügeln signifikant länger ist.

Für jeden Modelltyp steht eine Stichprobe von je N=100 mit der Länge der Flugzeit bereit. Bekannt sind folgende statistische Größen

-> Power: 90%

-> Signifikanzniveau: 5%

Die Daten liegen intervall-skaliert vor.

Alle Datenpunkte sind vollständig.

Bei N=100 ist zunächst erstmal von einer Normalverteilung beider Datenreihen auszugehen.

Als Testverfahren kommt damit der t-Test für zwei unabhängige Stichproben in Frage.

Eine erste Berechnung mittels G-Power ergibt, dass das Modell mit den längeren Flügeln unter den gegebenen Parametern

(alpha,beta,N,einseitiger Test) im Mittel eine Flugzeitverlängerung von mindestens 0.415 Standardabweichungen aufweisen muss, um von dem Test in der gegebenen Stichprobe als signifikant erkannt zu werden.

Beschreibung der Datenlage

```
> library(abind, pos=17)
```

```
> library(e1071, pos=18)
```

Analyse der deskriptiven Kenngrößen

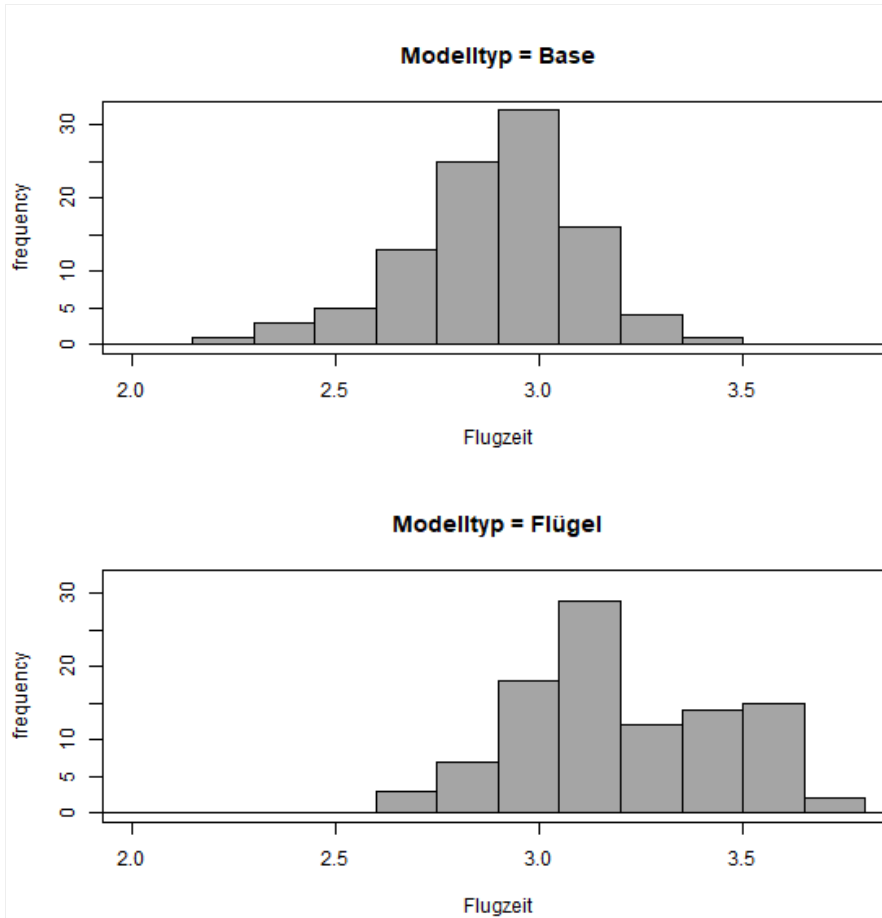
```
> numSummary(Flugzeugmodelle_stacked[, "Flugzeit", drop=FALSE],
+ groups=Flugzeugmodelle_stacked$Modelltyp, statistics=c("mean", "sd", "IQR",
+ "quantiles", "skewness", "kurtosis"), quantiles=c(0,.25,.5,.75,1))
```

	mean	sd	IQR	skewness	kurtosis	0%	25%	50%
Base	2.88768	0.2154539	0.2690	-0.57136120	0.9377322	2.188	2.76850	2.9055
Flügel	3.20623	0.2433217	0.3835	0.09434427	-0.6227709	2.623	3.03875	3.1455
75% 100% Flugzeit:n								
Base	3.03750	3.401						100
Flügel	3.42225	3.703						100

```
> #deutliche Unterschiede in den Datenreihen zu erkennen
> #starke Streuungsunterschiede erkennbar an Standardabweichungen und IQR
> #Modelltyp Base höchstwahrscheinlich linksschief und erhöhte Zentrallage
> #Modelltyp Flügel eher flacher als Normalverteilung
```

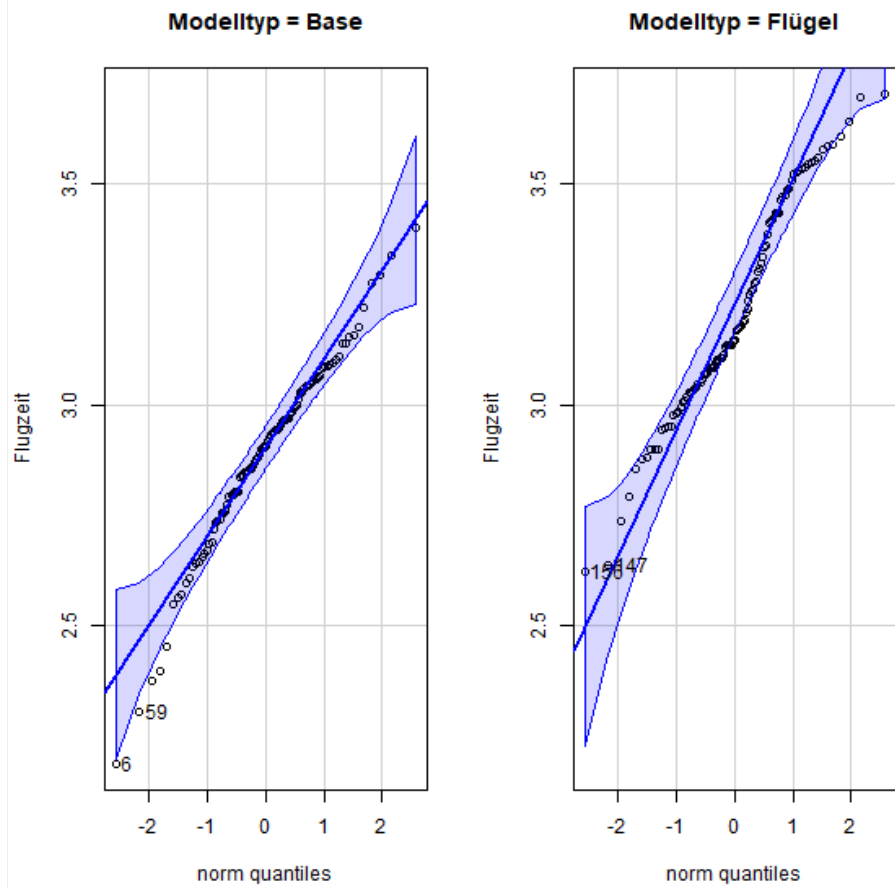
Grafische Analyse

```
> #Histogramm
> with(Flugzeugmodelle_stacked, Hist(Flugzeit, groups=Modelltyp,
+   scale="frequency", breaks="sturges", col="darkgray"))
```



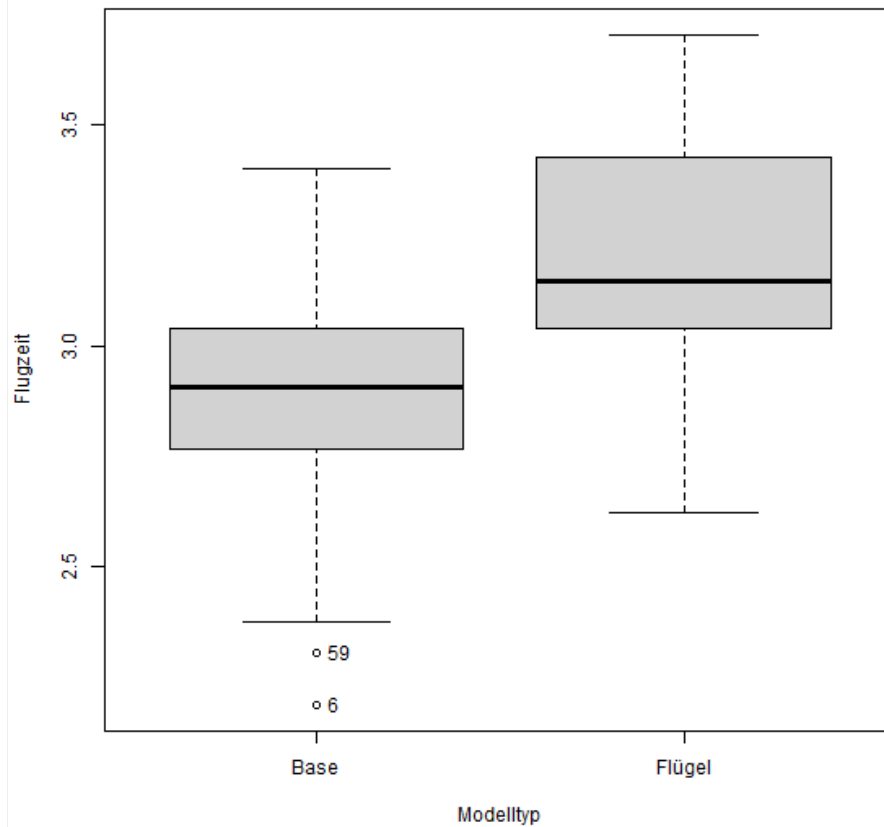
plot of chunk unnamed-chunk-6

```
> #Annahmen bestätigt
> #zudem auffällig: fehlender Wertebereich auf der linken Seite vom Modell Flügel
> #Modell Flügel scheint hier deutlich von Normaverteilung abzuweichen
>
> #QQ-Diagramm
> with(Flugzeugmodelle_stacked, qqPlot(Flugzeit, dist="norm",
+   id=list(method="y", n=2, labels=rownames(Flugzeugmodelle_stacked)),
+   groups=Modelltyp))
```



plot of chunk unnamed-chunk-6

```
> #Base: folgt grundsätzlich einer NV, allerdings einige Ausreißer im unteren Wertebereich
> #Flügel: hier ist ein Bruch in den Daten zu erkennen (Verdacht auf versteckten Faktor)
>
> #Boxplot
> Boxplot(Flugzeit ~ Modelltyp, data=Flugzeugmodelle_stacked,
+         id=list(method="y"))
```



plot of chunk unnamed-chunk-6

```
[1] "6" "59"
```

```
> #Verdacht auf Ausreißer für Base bestätigt -> Test auf Ausreißer
> #starke Asymmetrie für Flügel -> Test auf NV
```

Test auf Ausreißer

```
> #Grubbs Test (ein Ausreißer auf unterer Seite von Modell Base)
> #im Boxplot waren zwei potentielle Ausreißer zu erkennen
> #Typ 20 im Grubbs Test allerdings nur für n <= 30 möglich
> #deshalb wird nur auf den untersten Extremwert getestet
> library(outliers)
> outlier_base <- grubbs.test(Flugzeugmodelle[,1], opposite = F, type = 10)
> outlier_base[["p.value"]]
```

```
[1] 0.04315525
```

```
> #der unterste Wert 2.188 wird als Ausreißer identifiziert
```

Test auf Normalverteilung

```
> # Normality Test: Flugzeit ~ Modelltyp
> normalityTest(Flugzeit ~ Modelltyp, test="shapiro.test",
+ data=Flugzeugmodelle_stacked)
```

```
-----
Modelltyp = Base

Shapiro-wilk normality test

data: Flugzeit
W = 0.97644, p-value = 0.06994

-----
Modelltyp = Flügel
```

Shapiro-wilk normality test

```
data: Flugzeit  
W = 0.97014, p-value = 0.02267
```

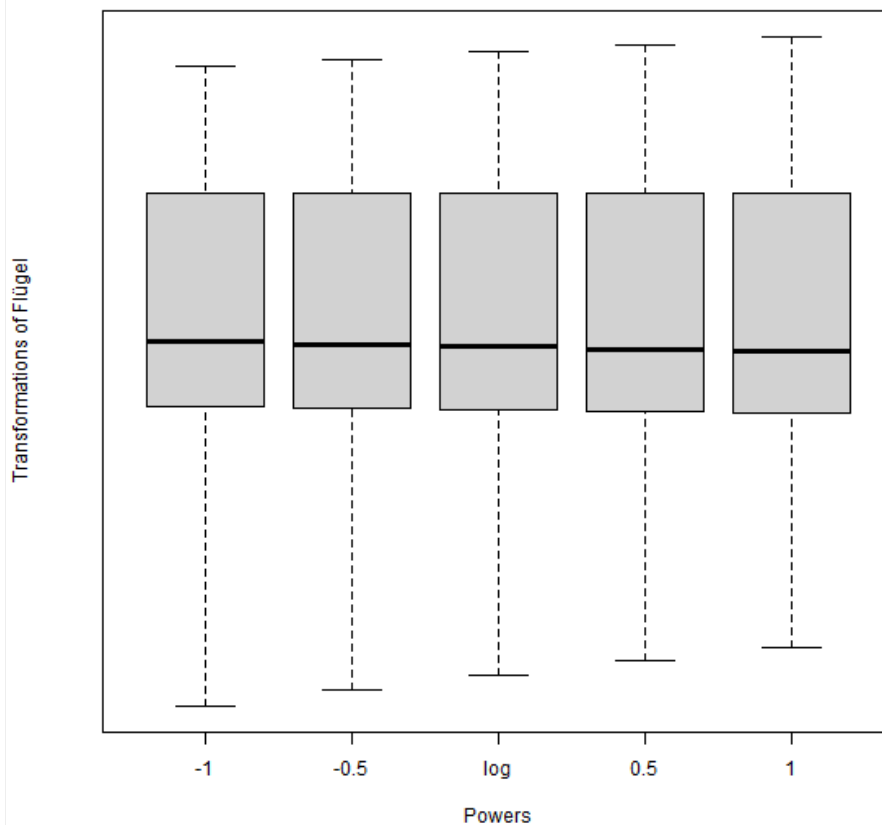
p-values adjusted by the Holm method:

	unadjusted	adjusted
Base	0.069942	0.069942
Flügel	0.022674	0.045348

```
> # Modelltyp kann nicht als normalverteilt angenommen werden  
> # Modelltyp Base laut des Tests auch mit Ausreißer und ohne Korrektur normalverteilt
```

Test auf Transformation

```
> # Transformation Boxplots for Symmetry: ~ Flügel  
> symbox(~ Flügel, data=Flugzeugmodelle, trans=bcPower, powers=c(-1,-0.5,0,  
+ 0.5,1))
```



plot of chunk unnamed-chunk-9

```
> #keine der gängigen Transformationsmöglichkeiten scheint die Asymmetrie des Modells Flügel  
aufzulösen  
> #deshalb Abbruch der Transformation und Wechsel zu nicht-parametrischen Verfahren
```

Wechsel zu nicht-parametrischem Verfahren

-> Aufgrund der fehlenden Normalverteilungsannahme vom Modell Flügel muss eine nicht-parametrische Alternative zum t-Test gewählt werden

-> hier kommt der Wilcoxon-Test in Frage: dieser stellt keine Voraussetzungen an die Verteilungsform

-> ein weiterer Vorteil ist die Insensibilität gegenüber Ausreißern, sodass das Problem des potentiellen Ausreißers für Modell Base umgangen werden kann

-> aufgrund der großen Datenmenge ist eine ausreichende Teststärke zu erwarten

-> eine Berechnung in G*Power (Wilcoxon-Mann-Whitney-Test, Sensitivity) ergibt, dass unter den gegebenen Parametern eine Effektstärke (in diesem Fall Veränderung des Medians) von mindestens 0.425 Standardabweichungen als statistisch signifikant erkannt werden würde

Durchführung des Wilcoxon-Tests

-> Nullhypothese: Der Median des Modelltyps Flügel ist gleich oder verringert sich. ($x_2 \leq x_1$, $x_1 - x_2 \geq 0$)
-> Alternativhypothese: Der Median des Modelltyps Flügel ist größer. ($x_2 > x_1$, $x_2 - x_1 < 0$)

Wilcoxon Test: Flugzeit ~ Modelltyp

```
> Tapply(Flugzeit ~ Modelltyp, median, na.action=na.omit,  
+ data=Flugzeugmodelle_stacked) # medians by group
```

```
Base Flügel  
2.9055 3.1455
```

```
> wilcox.test(Flugzeit ~ Modelltyp, alternative="less",  
+ data=Flugzeugmodelle_stacked)
```

wilcoxon rank sum test with continuity correction

```
data: Flugzeit by Modelltyp  
W = 1584, p-value < 2.2e-16  
alternative hypothesis: true location shift is less than 0
```

```
> # eindeutig signifikant -> der Median vom Modelltyp Flügel ist signifikant größer
```

Gegenprobe mit t-Test

Independent-Samples t-Test: Flugzeit~Modelltyp

```
> t.test(Flugzeit~Modelltyp, alternative='less', conf.level=.95,  
+ var.equal=TRUE, data=Flugzeugmodelle_stacked)
```

Two Sample t-test

```
data: Flugzeit by Modelltyp  
t = -9.8015, df = 198, p-value < 2.2e-16  
alternative hypothesis: true difference in means between group Base and group Flügel is less  
than 0  
95 percent confidence interval:  
-Inf -0.2648408  
sample estimates:  
mean in group Base mean in group Flügel  
2.88768 3.20623
```

```
> # trotz Nicht-Erfüllung der Voraussetzungen würde der t-Test hier zur gleichen  
Schlussfolgerung führen, da der Effekt eindeutig ist
```

Fazit

-> Die Flügelverlängerung ist eine sinnvolle Maßnahme zur Flugzeitverlängerung.
-> Aufgrund des eindeutigen Effekts ist die Teststärkeforderung des Unternehmens einzuhalten.
-> Fraglich bleibt dennoch, woher die starke Abweichung des Modells Flügel von der NV stammt.
-> insbesondere haben die grafischen Analysen gezeigt, dass hier ein unberücksichtigter Faktor wirkt
-> theoretisch scheint der Datensatz für den Modelltyp Flügel tatsächlich asymmetrisch, wodurch sogar die Zulässigkeit des Wilcoxon-Tests zweifelhaft ist