

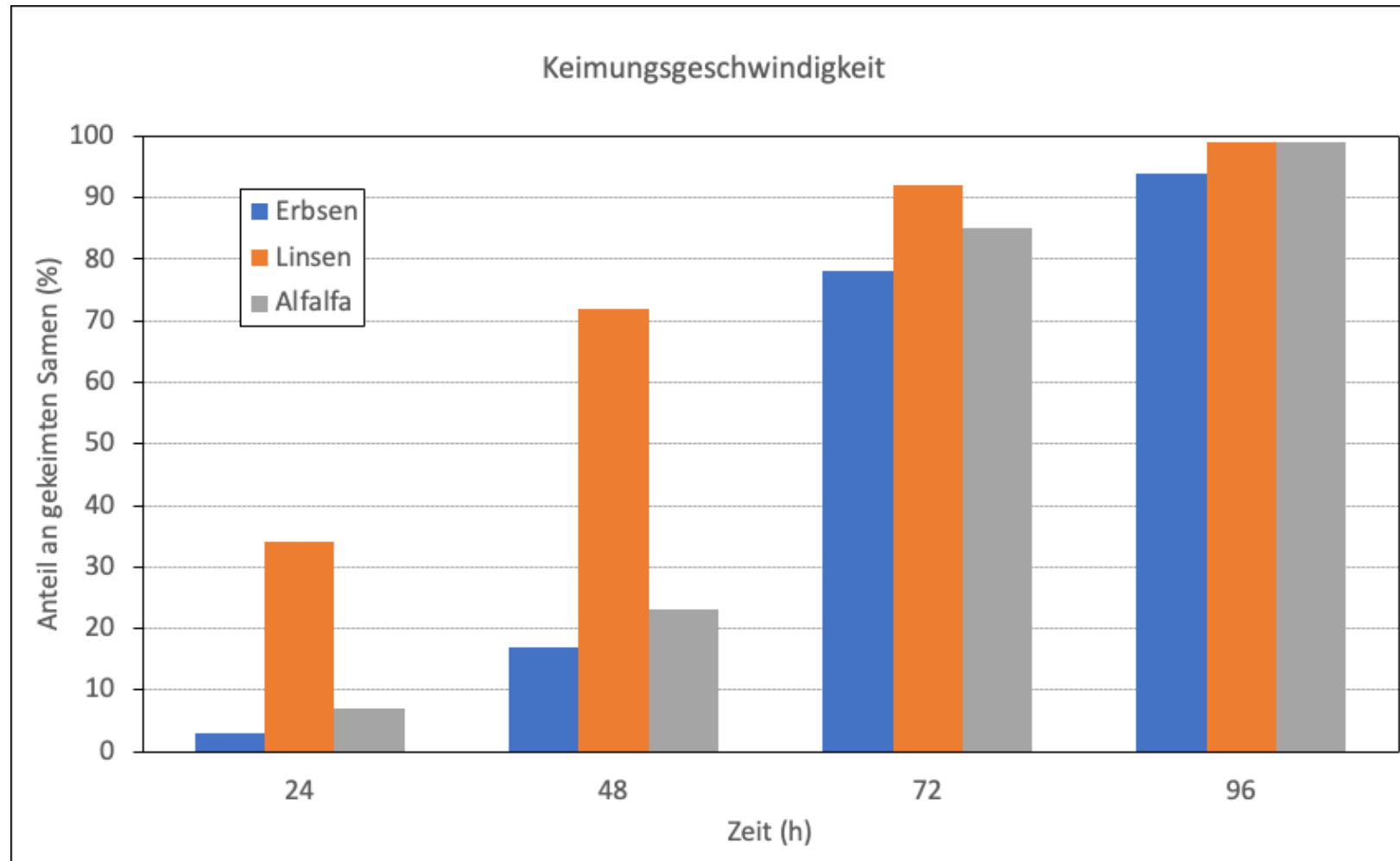
Umgang und Darstellung von Messdaten

Wie wird das in den Naturwissenschaften
– speziell in der Biologie –
praktiziert?

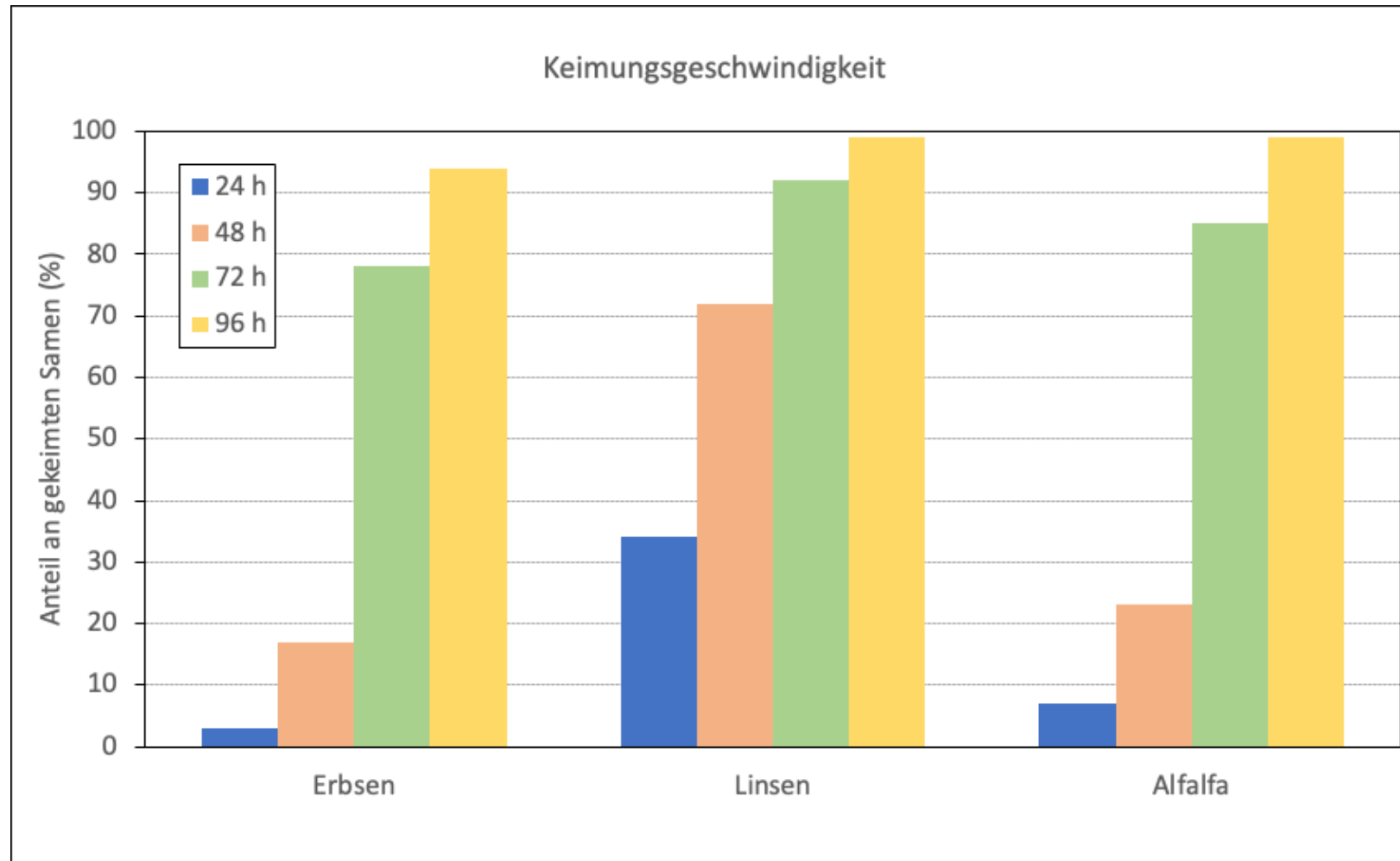
Diagrammformen in der Wissenschaft

- Säulendiagramm
- Verlaufsdiagramm
- Tortendiagramm
- Box Plot

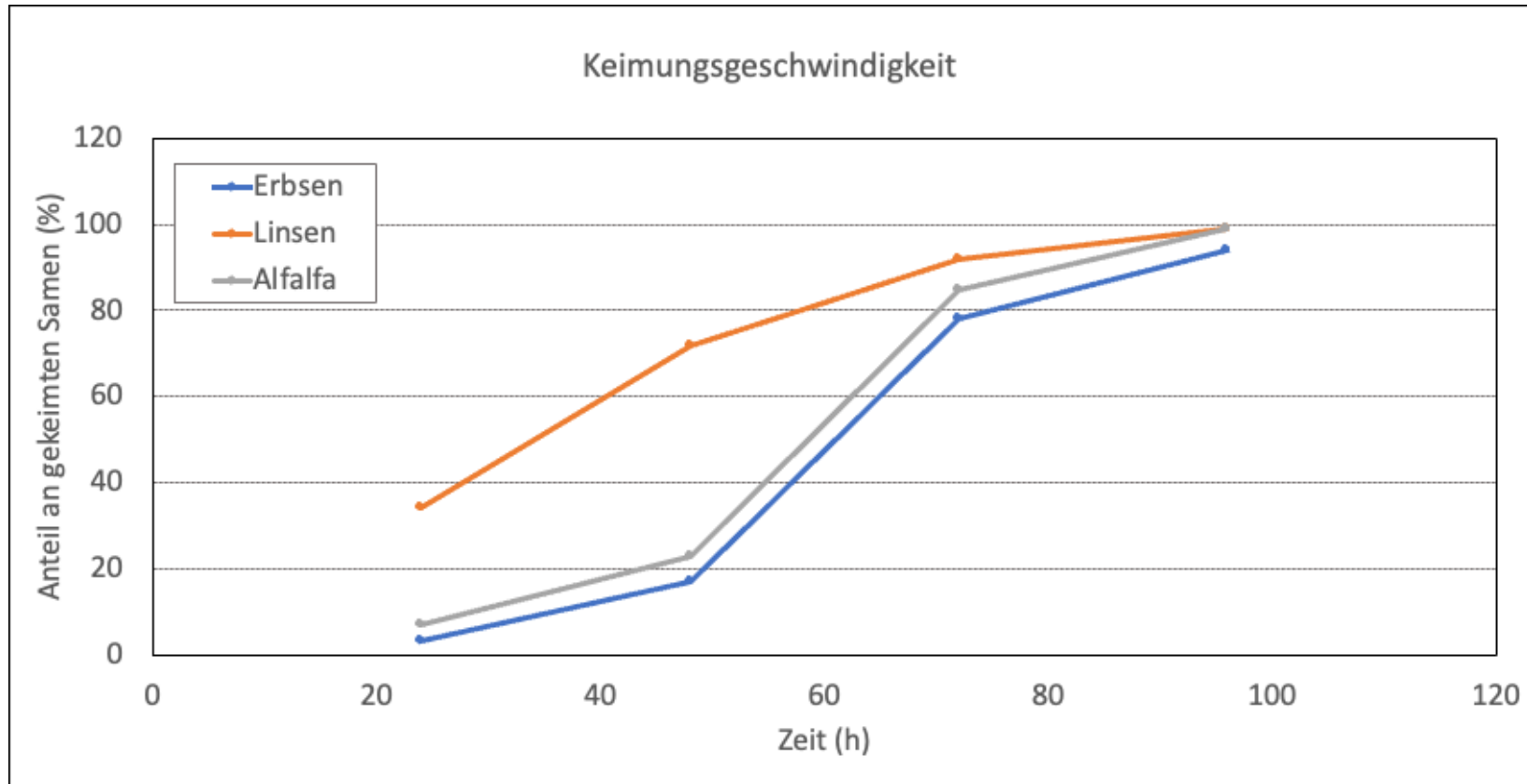
Säulendiagramm



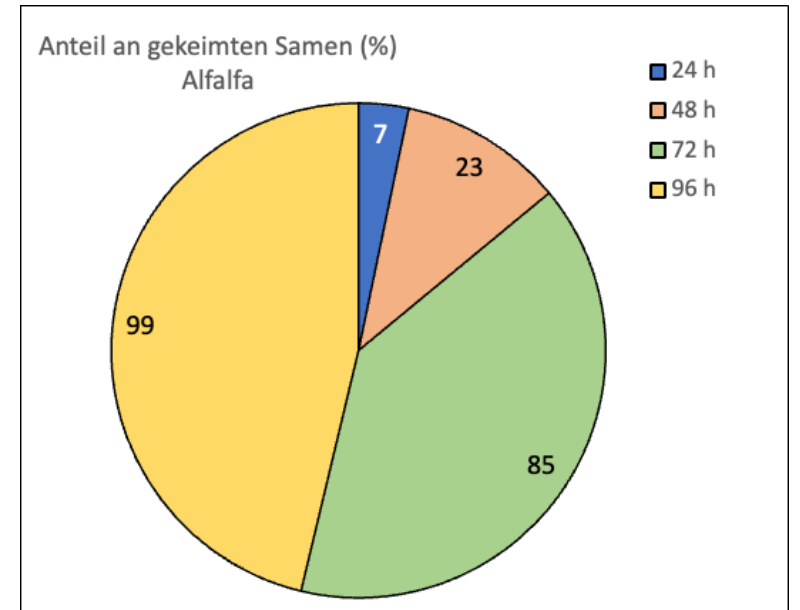
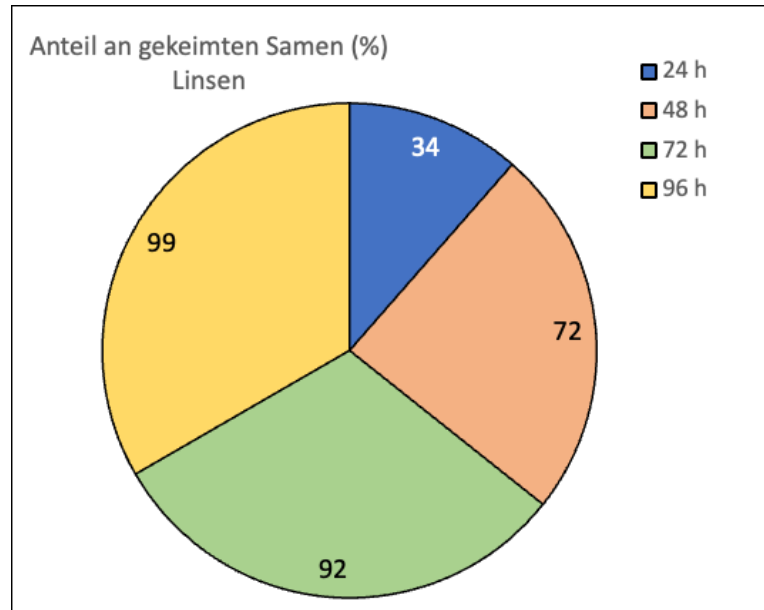
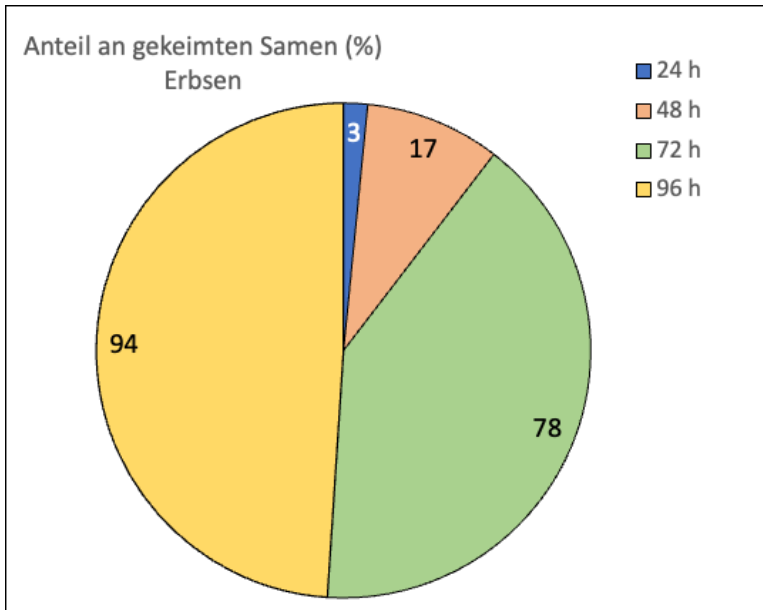
Säulendiagramm



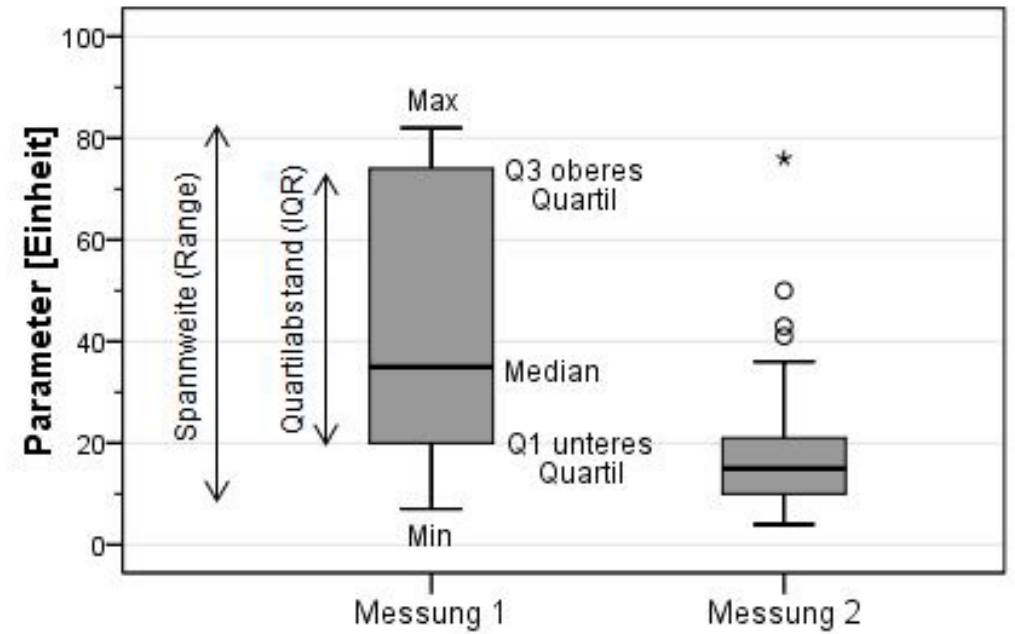
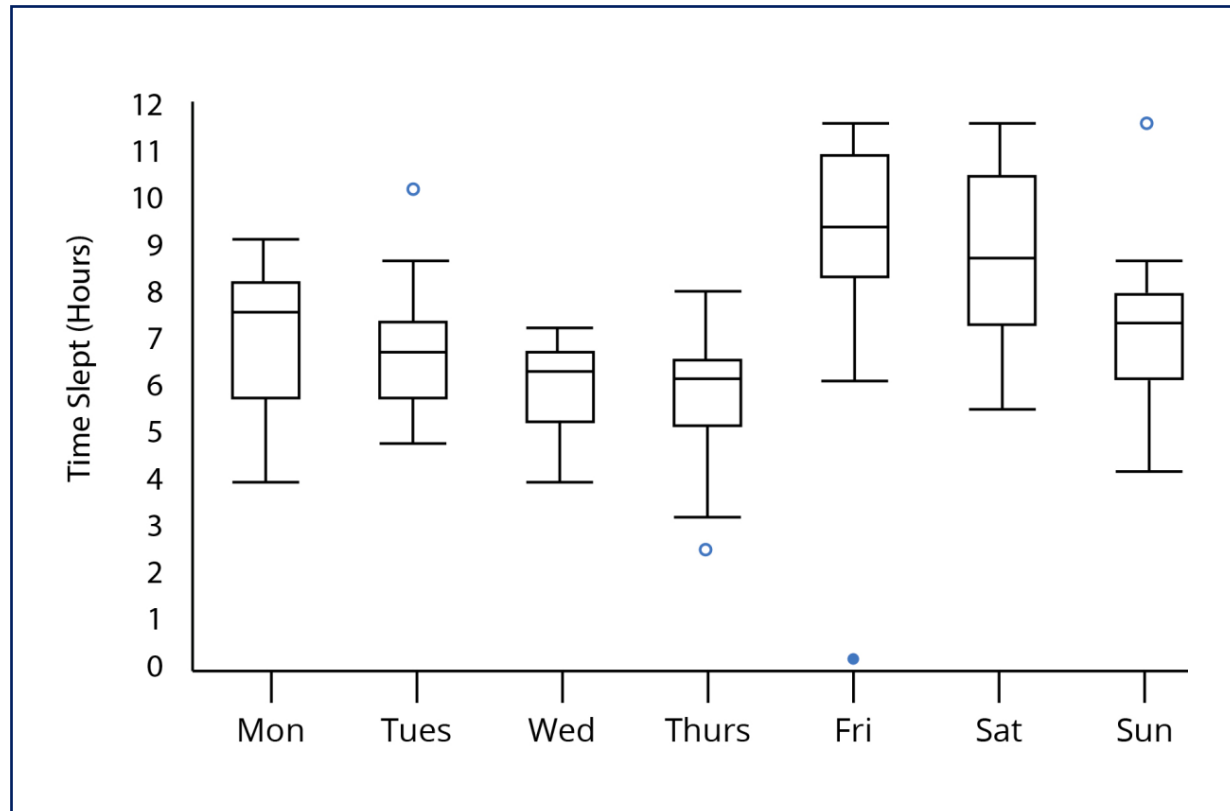
Verlaufsdigramm



Tortendiagramm



Box Plot



Diagrammformen in der Wissenschaft

- Säulendiagramm in Excel erstellbar
- Verlaufsdiagramm in Excel erstellbar
- Tortendiagramm in Excel erstellbar
- Box Plot in Excel bedingt erstellbar, besser andere Grafikprogramme

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

- Ein Diagramm enthält **ALLE** relevanten Informationen, die der **Betrachter** braucht, um zu **verstehen**, was **gemacht** wurde und was das **Resultat** ist.
- Abbildung und Abbildungstext bilden eine Einheit.
- Der Abbildungstext steht immer **darunter**, bei Tabellen immer **darüber**.
- Die Ergebnisse werden **entweder** als Graph **oder** als Tabelle gezeigt

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

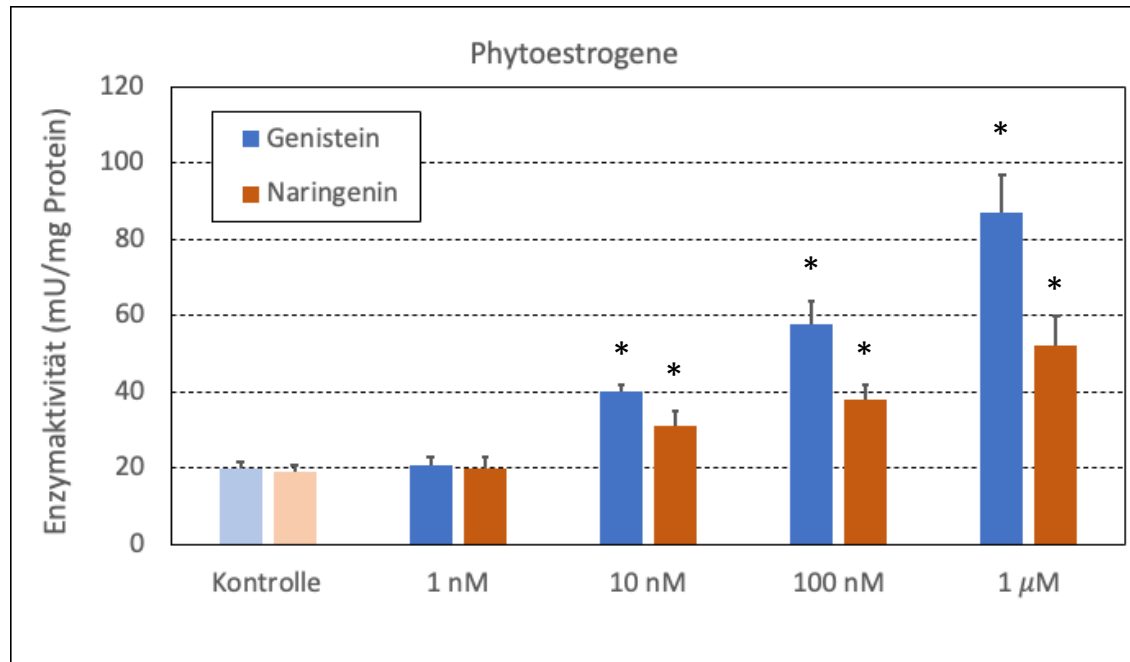


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

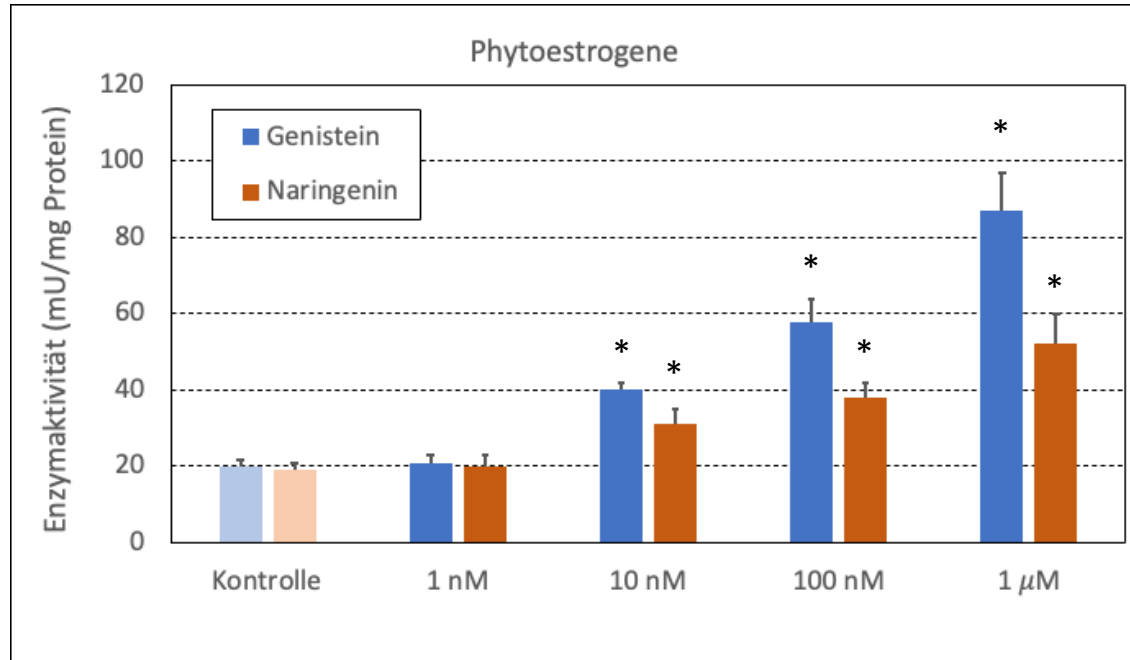


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW \pm SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

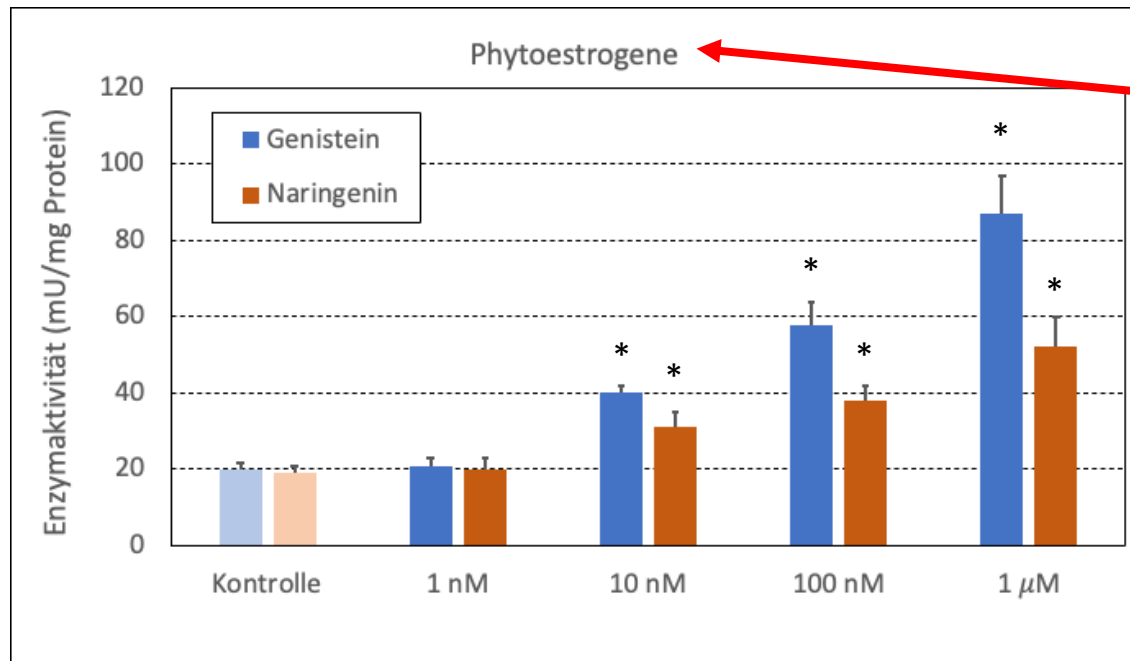


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

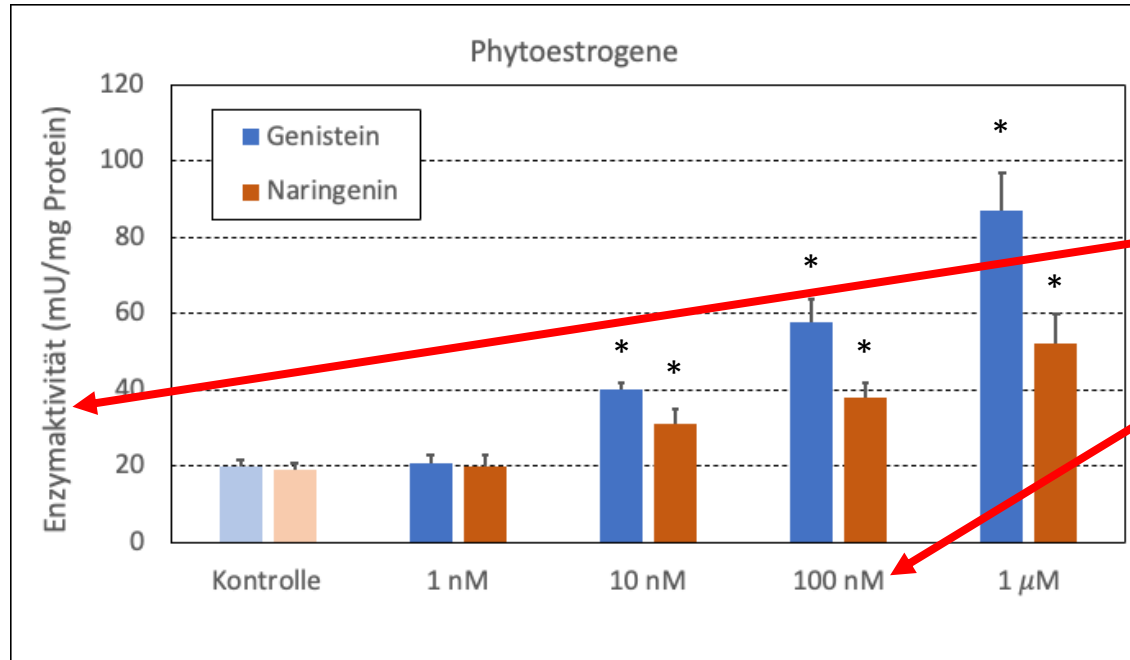


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

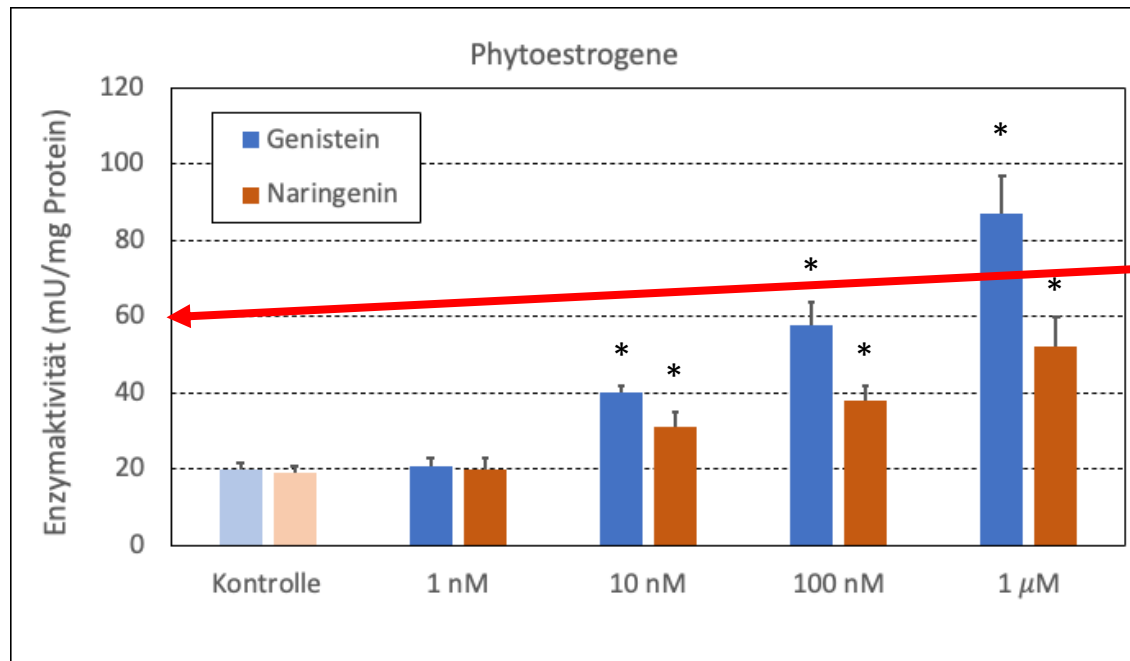


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

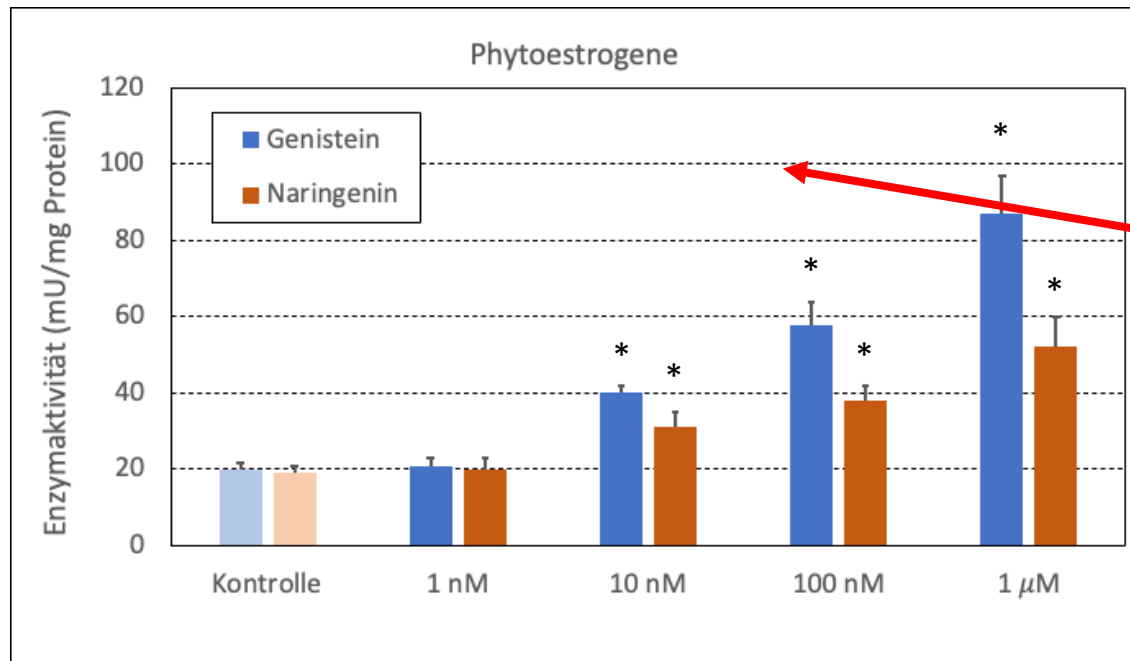


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW \pm SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

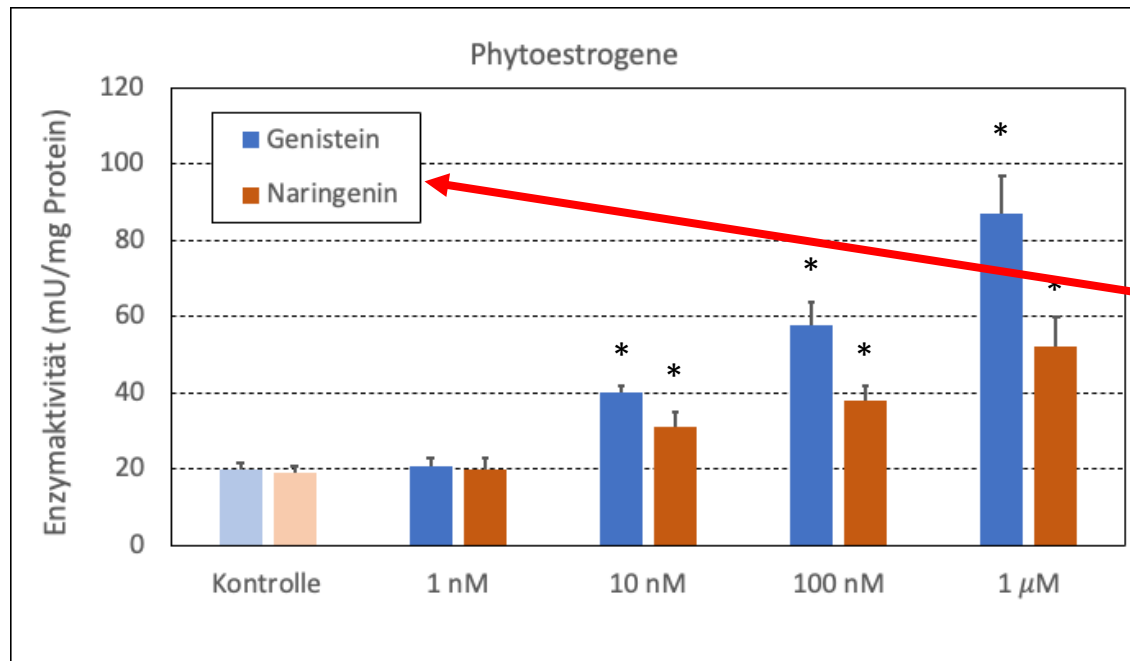


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

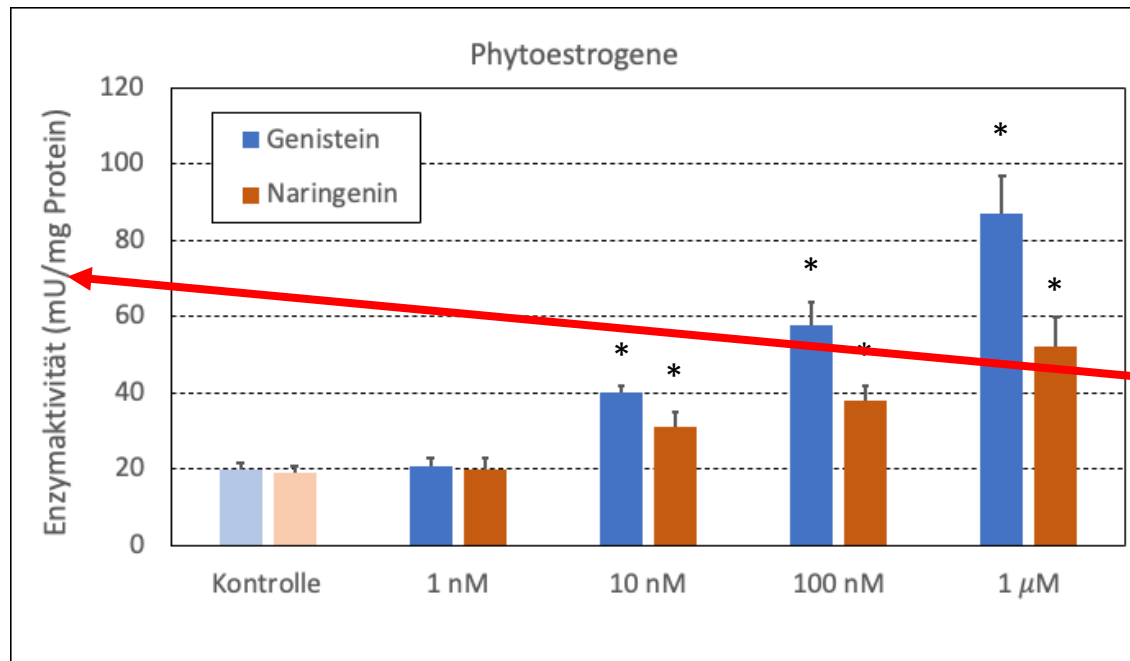


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

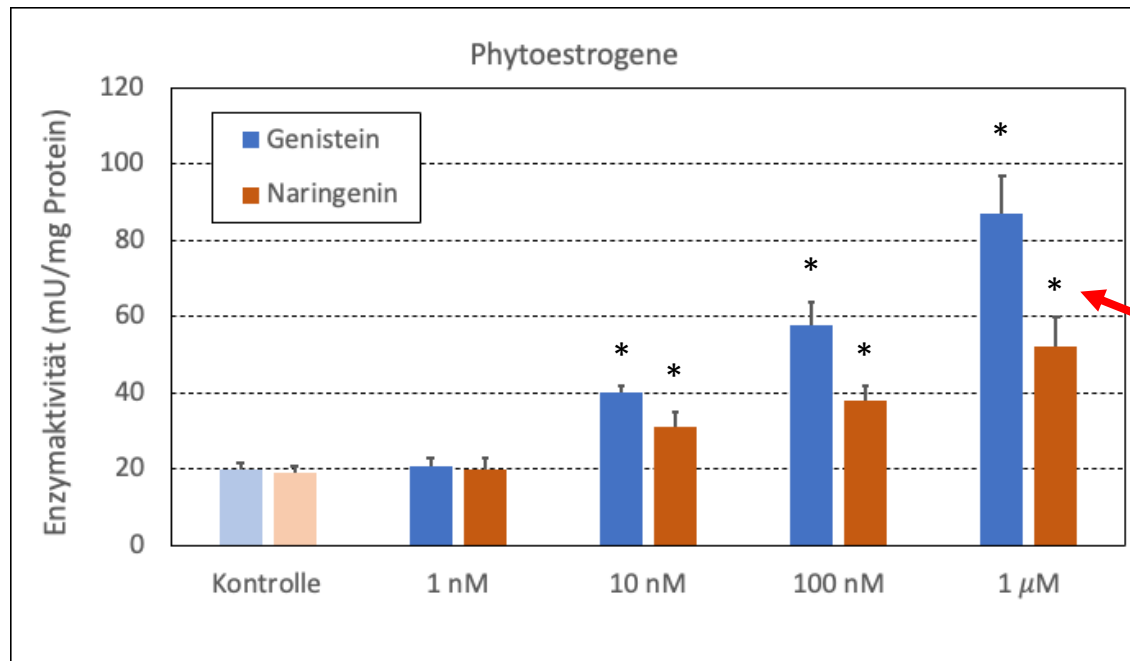


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW \pm SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

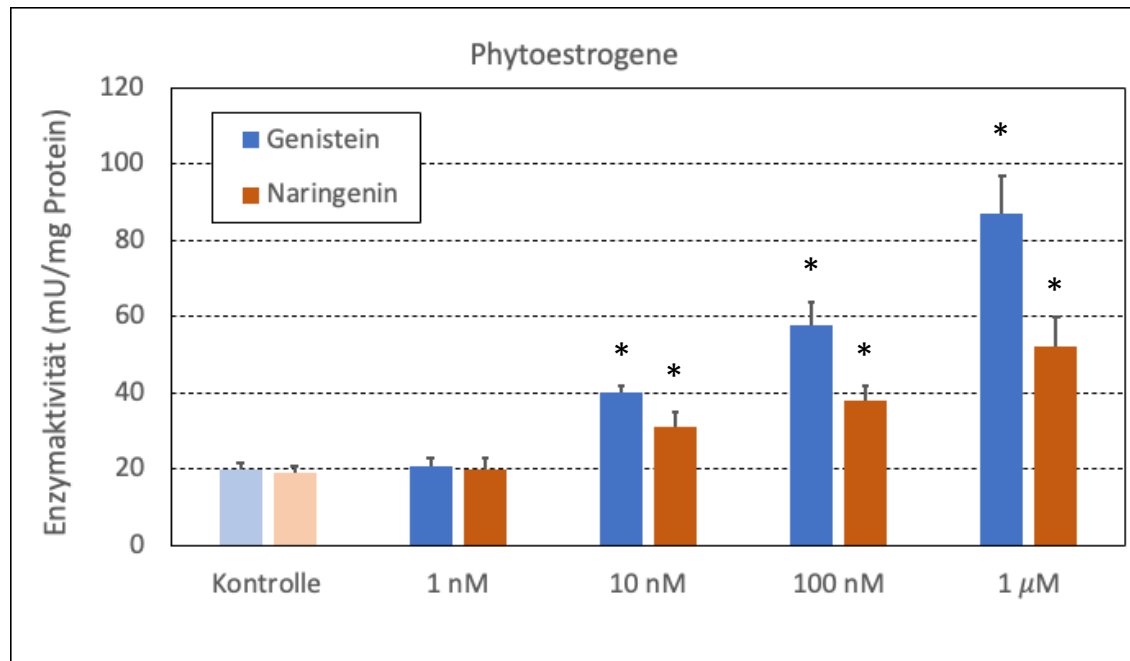


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW \pm SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

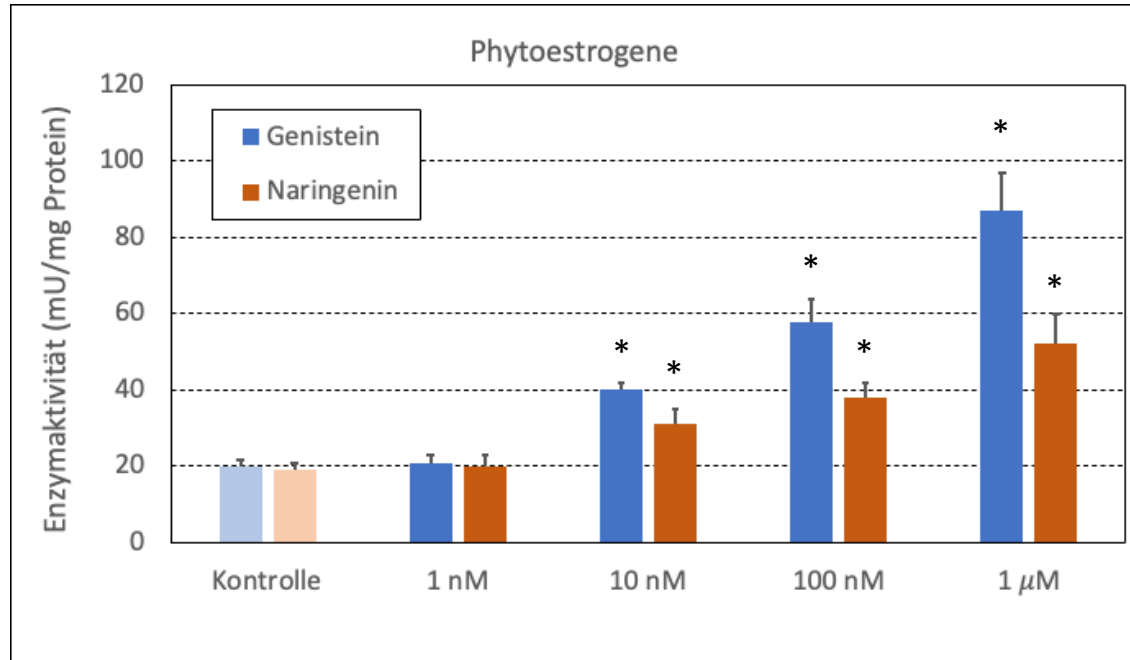


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

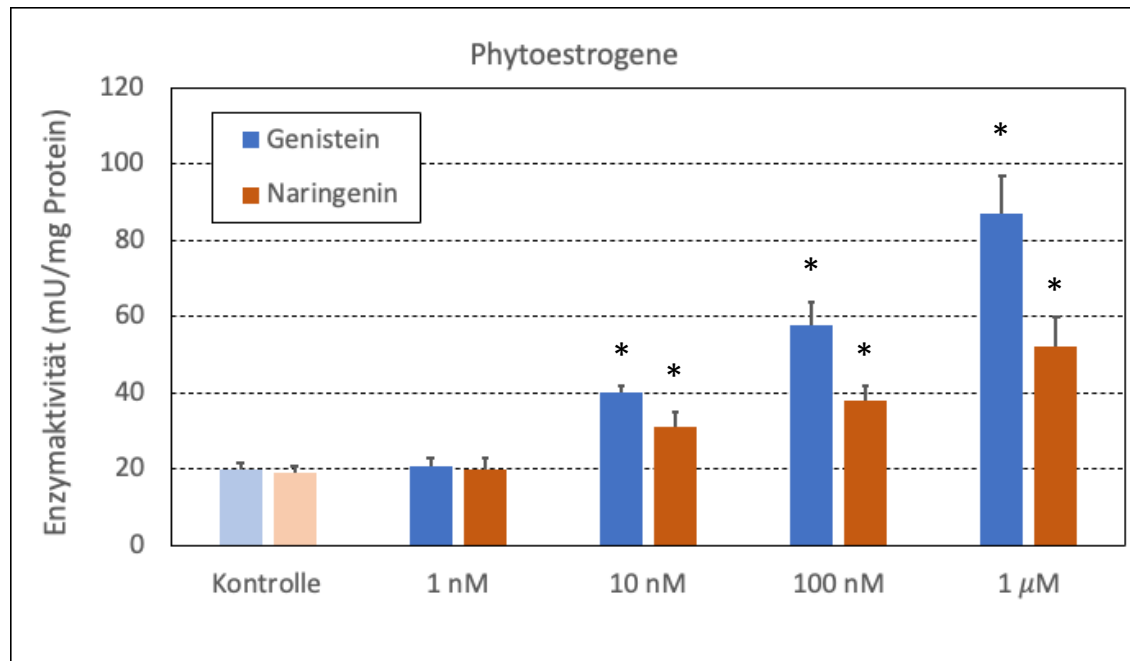


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW \pm SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- **Wie lange?**
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

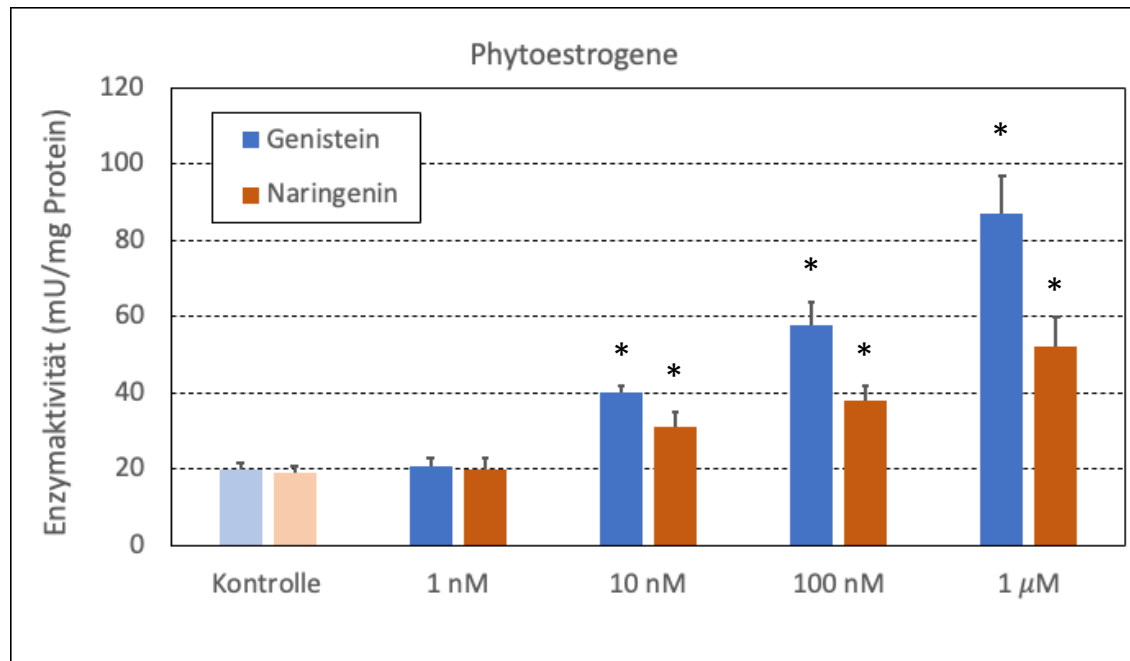


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit **Phytoestrogenen** in COS7-Zellen. Als **Kontrolle** dient **DMSO**. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- **Womit?**
- Worin?
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

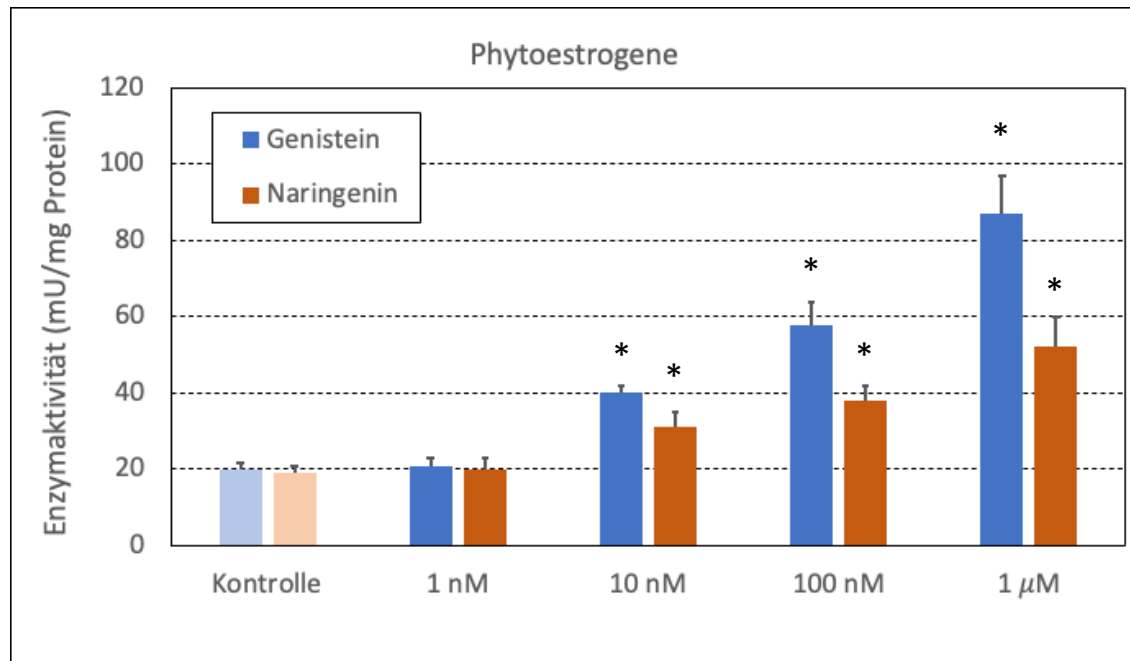


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in **COS7-Zellen**. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- **Worin?**
- Wie oft?
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

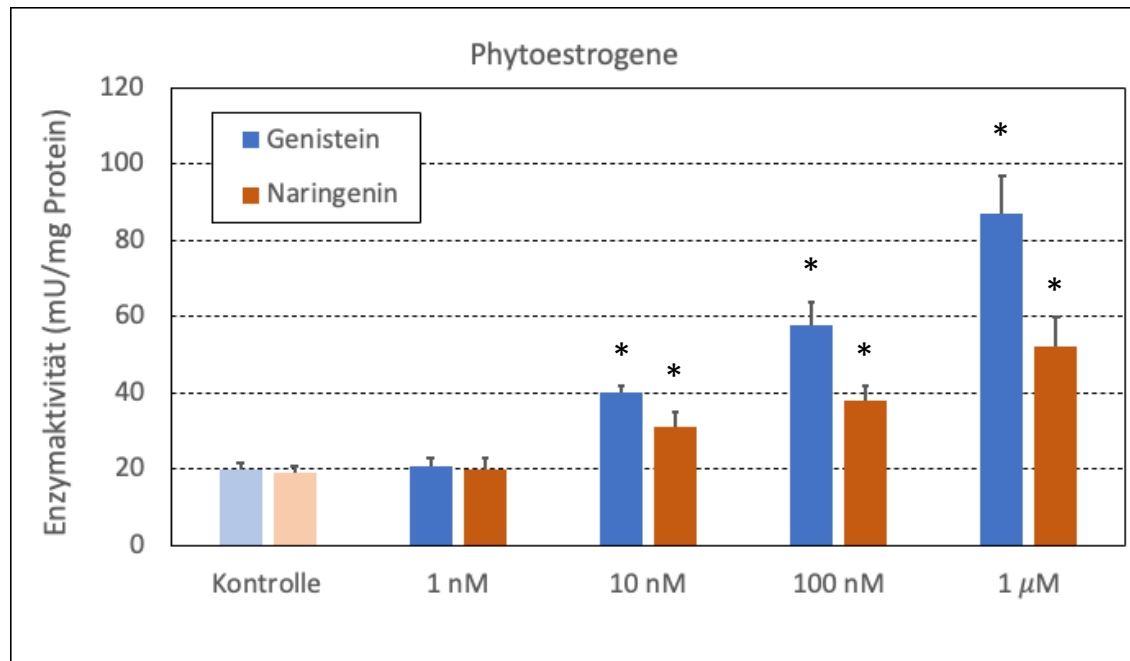


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus **drei unabhängigen Experimenten**. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- **Wie oft?**
- Signifikanzniveaus

Was gehört zu einem guten Diagramm ?

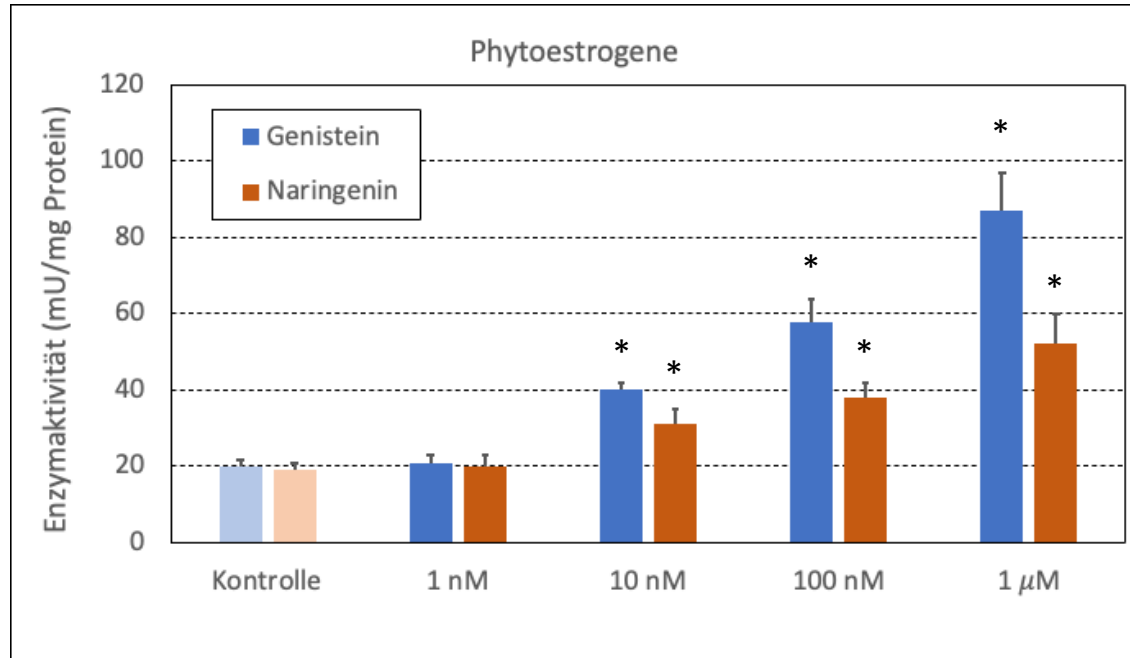


Abb. 1: β -Galactosidase-Aktivität nach dreitägiger Behandlung mit Phytoestrogenen in COS7-Zellen. Als Kontrolle dient DMSO. Dargestellt sind die Ergebnisse als MW +/- SD aus drei unabhängigen Experimenten. Signifikanzniveau: * $p < 0,05$ verglichen gegen Kontrolle (Tukey-Test)

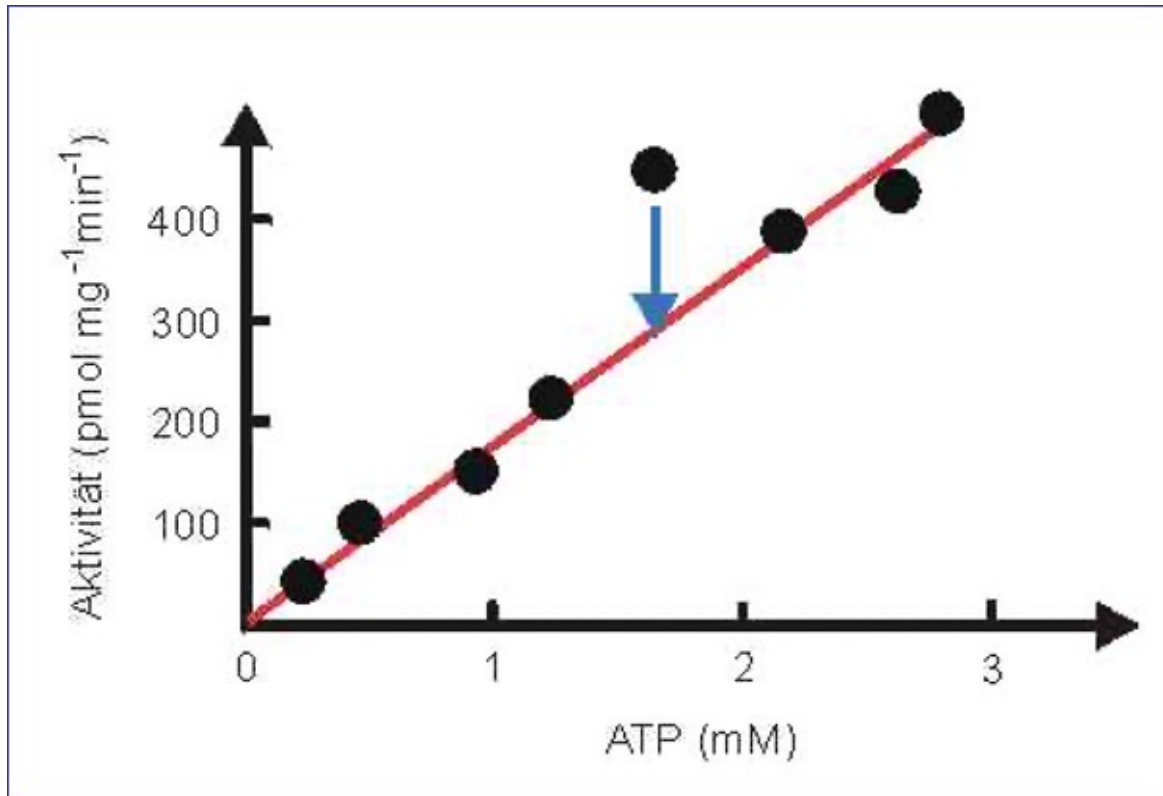
Checkliste

- Diagrammform
- Diagrammtitel
- Achsenbeschriftung
- Achsenskalierung
- Gitternetzlinien
- Legende
- Einheiten
- Signifikanzsymbole

Info Bildunterschrift

- Was?
- Wie lange?
- Womit?
- Worin?
- Wie oft?
- **Signifikanzniveaus**

Umgang mit Ausreißern



Der Schüler denkt: ‚Hier habe ich mich vermessen, nehme ich einfach raus.‘

Das ist **nicht erlaubt** nach den Regeln der „Guten Wissenschaftlichen Praxis“ !!!!

Es gibt **Ausreißertests**, z.B. Grubbs-Test.

Nur diese signifikanten Ausreißer dürfen aus der Berechnung herausgenommen werden. Dabei ist auf **Transparenz** der Handhabung zu achten!

Darstellungsmöglichkeiten heute erhaltener Messdaten

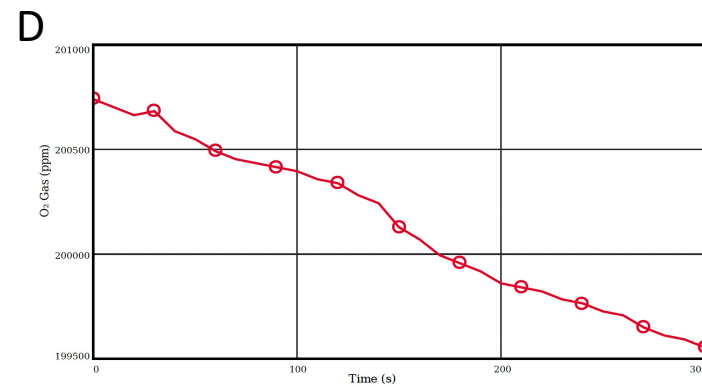
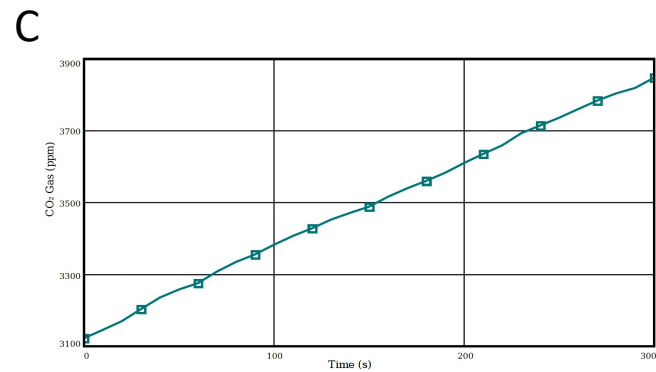
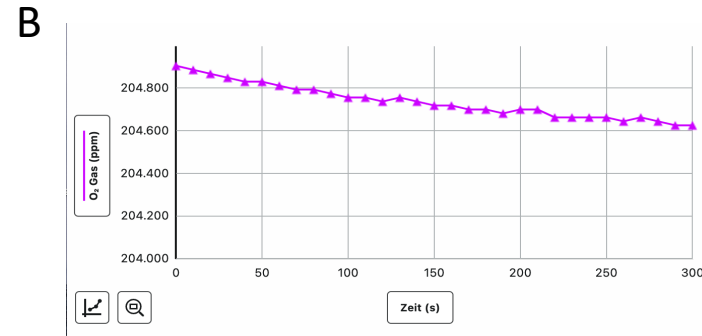
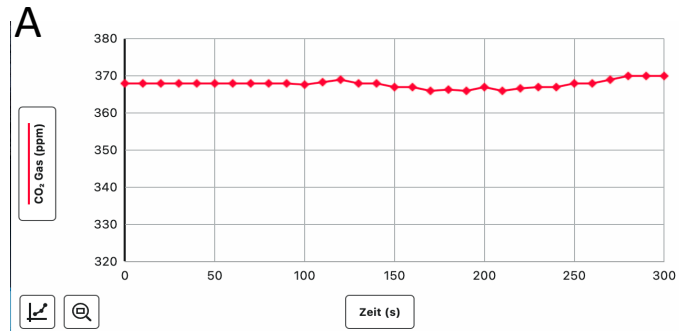


Abb. 2: Messung der Zellatmung mit gekeimten Erbsen (4d) bei Raumtemperatur.
A: Nulllinie CO₂-Sensor; B: Nulllinie O₂-Sensor; C: CO₂-Zunahme; D: O₂-Abnahme

Darstellungsmöglichkeiten heute erhaltener Messdaten

Tabelle 1: Zellatmung in gekeimten Erbsen (4d) bei Raumtemperatur. Messwerte für O₂-Verbrauch und CO₂-Zunahme wiederholter Messungen

Zeit (s)	Run 1		Run 2		Run 3	
	O ₂ (ppm)	CO ₂ (ppm)	O ₂ (ppm)	CO ₂ (ppm)	O ₂ (ppm)	CO ₂ (ppm)
0	205216	896	202309	2139	200740	3123
60	204642	1095	202022	2335	200492	3276
120	204240	1291	201735	2516	200339	3429
180	203877	1470	201505	2699	199956	3561
240	203399	1641	201085	2870	199765	3715
300	203112	1801	200855	3038	199555	3848

Darstellungsmöglichkeiten heute erhaltener Messdaten

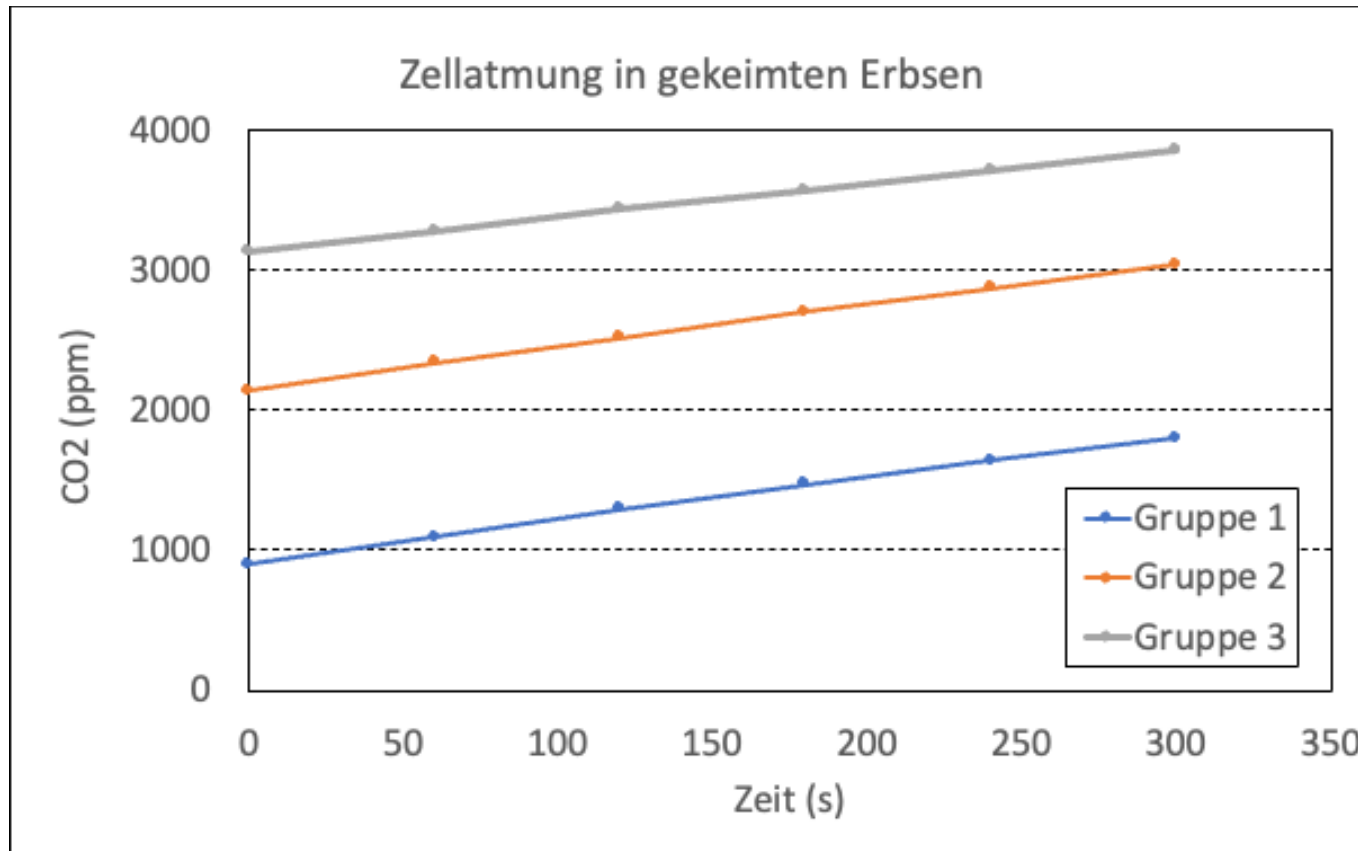


Abb. 3:
Messung der Zellatmung mit gekeimten Erbsen (4d) bei Raumtemperatur,
gruppenspezifisch

Klugscheißerfrage des Tages

Zwei Versuche zum inhaltlichen Thema „Zellatmung“ – mit Tomate und mit gekeimten Erbsen.

Welches sind die jeweiligen Ausgangsprodukte, aus denen die Energie gewonnen wird?

Vielen Dank für Ihre tolle Mitarbeit!