

# Exploratives Lernen mittels Fallen stellen, Fehler provozieren und Feedback geben.

Matthias Templ

Institute for Data Analysis and Process Design  
Zurich University of Applied Sciences, Switzerland

Tag der Lehre, 08.01.2020

Zürcher Hochschule  
für Angewandte Wissenschaften



**School of  
Engineering**

IDP Institut für Datenanalyse  
und Prozessdesign

# Exploratives Lernen des Lehrenden

Feedback-basiertes, computergestütztes, exploratives Lernen mit digitaler Lernsoftware

- ▶ Wo stehen die Studenten fachlich? Inwieweit konnten sie dem Unterricht folgen?
- ▶ Schaffen sie die Übungen und bei welcher Aufgabe sind sie?

→ Monitoring während des Unterrichts

Feedback-basiertes, computergestütztes, exploratives Lernen mit digitaler Lernsoftware

- ▶ Wo stehen die Studenten fachlich? Inwieweit konnten sie dem Unterricht folgen?
- ▶ Schaffen sie die Übungen und bei welcher Aufgabe sind sie?

→ Monitoring während des Unterrichts

1. Mittels „Advanced Quizzes“ inklusive interaktiver Aufgaben, Animationen, komplexeren Multiple-Choice Fragen, Rechenbeispiele mit automatisierten Checks, **und** Live-Feedback für den Lehrenden während der Unterrichtsstunde.

Feedback-basiertes, computergestütztes, exploratives Lernen mit digitaler Lernsoftware

- ▶ Wo stehen die Studenten fachlich? Inwieweit konnten sie dem Unterricht folgen?
- ▶ Schaffen sie die Übungen und bei welcher Aufgabe sind sie?

→ Monitoring während des Unterrichts

1. Mittels „Advanced Quizzes“ inklusive interaktiver Aufgaben, Animationen, komplexeren Multiple-Choice Fragen, Rechenbeispiele mit automatisierten Checks, **und** Live-Feedback für den Lehrenden während der Unterrichtsstunde.
2. Learning Analytics. Welche Studierendengruppen haben mit welchen Aufgabentypen oder Stoffteilen Probleme? (und besprechen mit den betroffenen Studenten). Welche Fragen sind fair? Wie kann ich nicht-diskriminierende Prüfungen

tguishiny: interaktive Lernsoftware mit automatisierten Feedback  
(Dinges and Templ 2009; Dinges et al. 2011b, 2011a)

Demo (online)

- ▶ Praktische Aufgaben mit Lebensrealitäten verknüpfen
- ▶ Erkennen, dass bisherig Gelerntes nicht ausreicht um nächste praktische Aufgaben lösen zu können
- ▶ Fallen stellen und Fehler provozieren
  - ▶ **praktische** Erfahrung, dass bisherige Denkmuster nicht greifen (um Prüfung zu bestehen).
  - ▶ Am Besten mittels interaktiven, visualisierten Beispielen (statt reinen Textbeispielen), Beispielen aus dem Alltag und Anekdoten.

... oder was ist Bayes'sche Statistik?

Klassische Statistik: Erwartungswert mit Momenten oder  
Maximum-Likelihood Schätzer

- ▶ arithmetische Mittel als Schätzer bei Messzahlen

... oder was ist Bayes'sche Statistik?

Klassische Statistik: Erwartungswert mit Momenten oder Maximum-Likelihood Schätzer

- ▶ arithmetische Mittel als Schätzer bei Messzahlen

Messen der **\*Liebe\*** (Skala 1-100) bis zum Tag  $T$  für Eure jetzige Beziehung

- ▶ arithm. Mittel bis zum Tag  $T$  gutes Konzept?
  - ▶ Z.B. Tag 1 = 94, Tag 2 = 100, Tag 3 = 99, Tag 4 = 93, Tag 5 = 97, ..., Tag 15 = 93,  $\bar{x} = 96.6$
  - ▶ Frage an Studierenden: Ist das arithmetische Mittel ein guter Schätzer dafür?

Antwortverteilung: grossteils ja.

Aber ...

... Ihr tut ja so, als wäret Ihr das erste Mal verliebt! Seid ihr nicht schon *experienced*? Wisst Ihr denn nicht, dass die Messungen am Beginn sehr ungewiss sind (rosarote Brille). Berücksichtigt das arithm. Mittel Euer Vorwissen? Ist daher das arithmetische Mittel wirklich ein guter Schätzer?

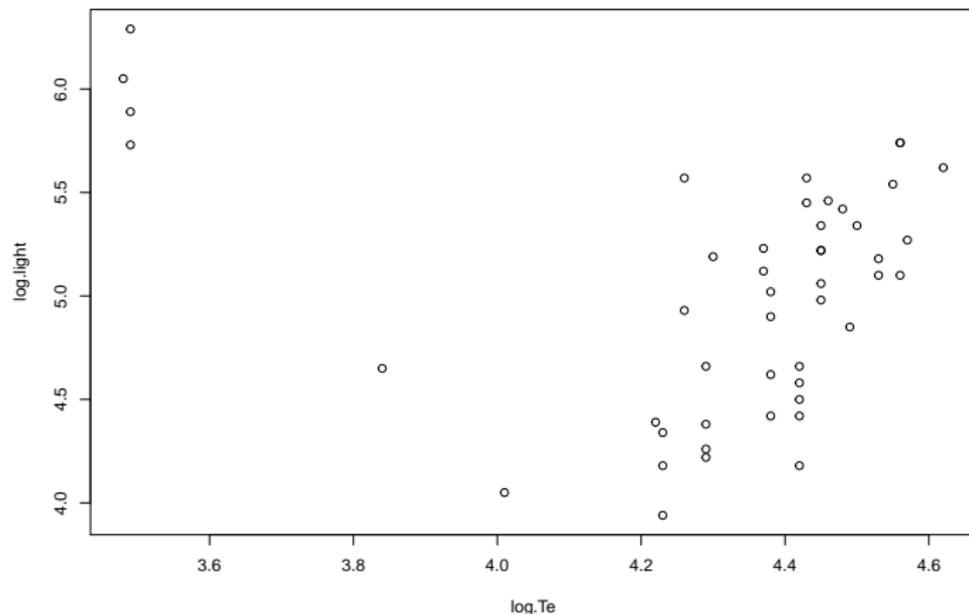
- ▶ kann man Vorwissen einfließen lassen?
- ▶ Prior \* Maximum Likelihood (Stichprobe) = Posterior
  - ▶ Ich kann mein Vorwissen über Parameter integrieren
  - ▶ Je mehr Messungen der Verliebtheit (grössere Stichprobe), desto mehr Einfluss ML an Posteriori und desto weniger Einfluss hat das Vorwissen.
  - ▶ Je länger die jetzige Beziehung desto weniger berücksichtige ich Vorwissen.
  - ▶ (Survival Analysis wäre noch besser ;-))

Jeder copy-pasted diese Sätze ohne zu zitieren:

*„The most important life lessons we will ever learn will be from the bad decisions we make. . . “ „We need to learn from our mistakes so that we do not run the risk of repeating them. . . “ „Good judgment will only develop if you truly learn from your mistakes. . . “*

# Beispiel Fehler provozieren und Fallen stellen - Regression

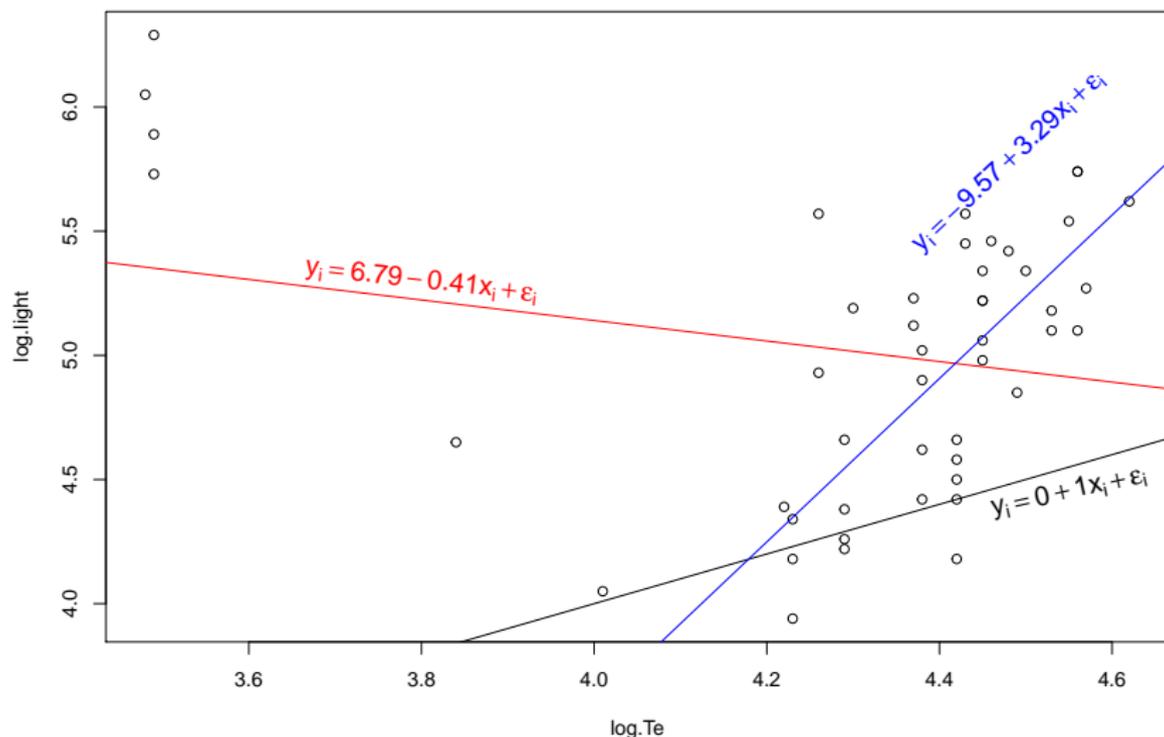
Stand des Wissens: klassische (kleinst-quadrate) Regression.



**Frage 1:** Zeichnen Sie die Regressionsgerade ein (2 Mausklicks)

# Beispiel Fehler provozieren und Fallen stellen - Regression

Stand des Wissens: klassische (Kleinst-Quadrate) Regression.

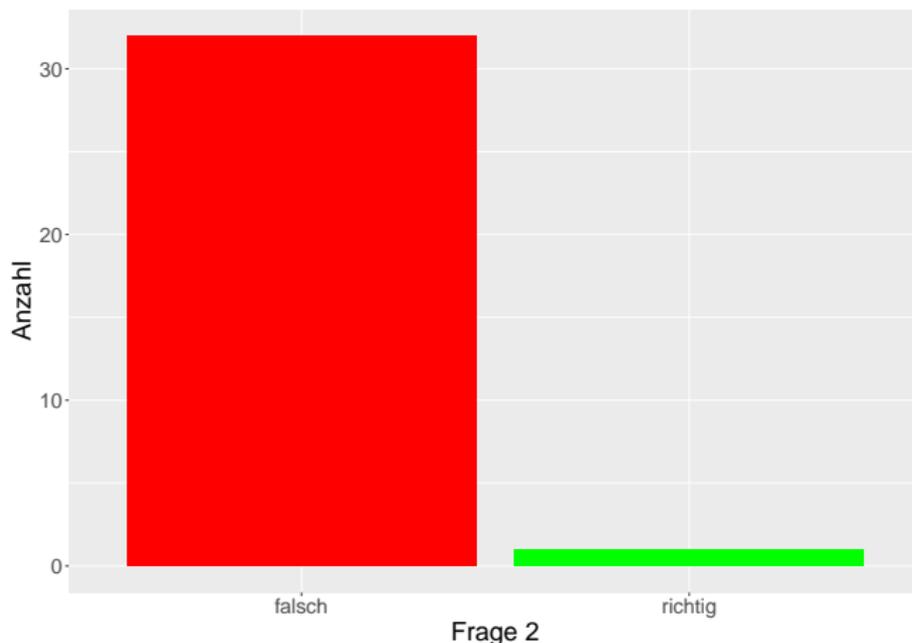


**Frage 2:** Welche Gerade ist Lösung der Regressionsrechnung?

# Beispiel Fehler provozieren und Fallen stellen - Regression

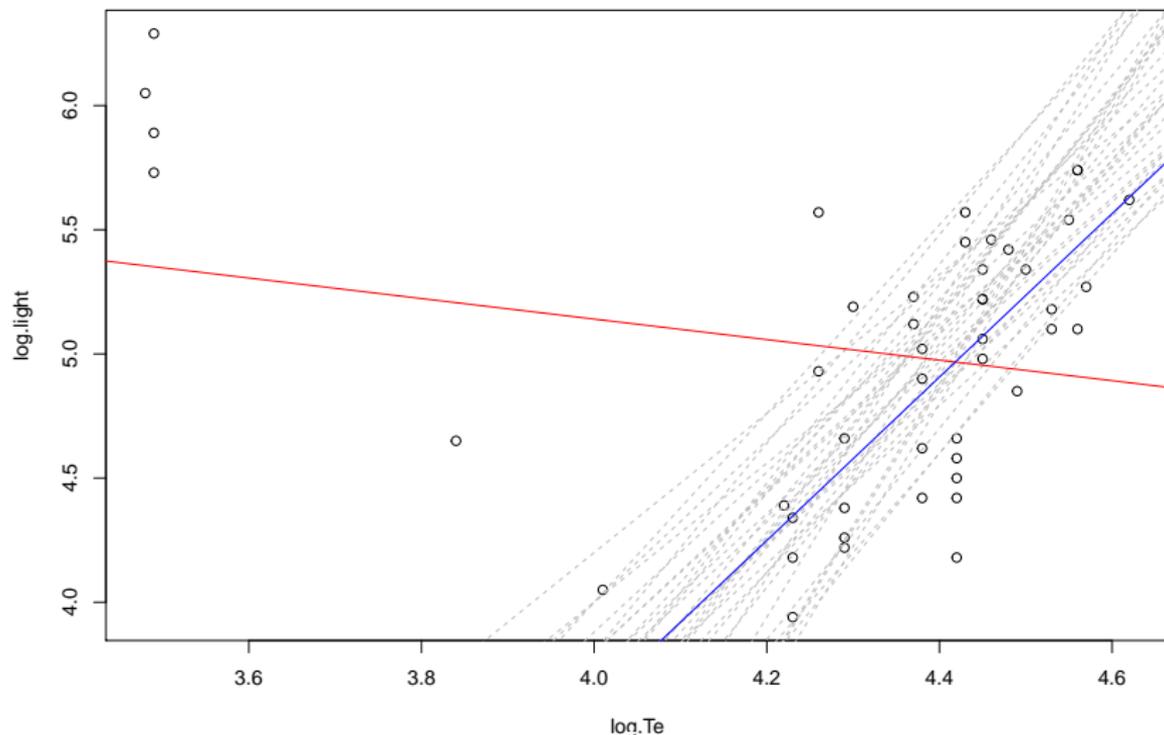
Studenten denken sich: easy, kann ich.

Antwortverteilung (Frage 2) in der Klasse:



# Beispiel Fehler provozieren und Fallen stellen - Regression

Ihre geschätzten Geraden und die richtige in rot. Im nächsten Kapitel lernen sie robuste Regression (Gerade in blau)



# Beispiel Fehler provozieren und Fallen stellen - Robuste Regression

Yes. Oh wait... What? No!

Alle haben die Fragen falsch beantwortet.

- ▶ Lob, dass sie es (alle) falsch beantworteten, denn aufgrund ihres Wissenstandes kam es zur falschen Einschätzung. Ausreissereinfluss wird nun motiviert.
- ▶ Studierende legen Scheu ab, Fehler zu machen.
- ▶ Anschauliche Motivation für das nächste Kapitel (robuste Regression)

Keep trying. Don't give up. Nach dem Erlernen des neuen Kapitels, mit dem neuen Wissen, nochmals eine ähnliche Aufgabe.

# Beispiel Denkmuster aufbrechen - Ausreisser bei 2-Stichproben Tests

Studenten glauben: Ein t-Test zum Mittelwertsvergleich von Populationsmitteln, den habe ich verstanden!

**Student t-Test** (Annahme: **gleiche** Populationsvarianzen)

Seien  $X$  und  $Y$  zwei Stichproben der Grösse  $n_X$  und  $n_Y$  mit unbekanntem Populationsvarianzen  $\sigma_X^2$  und  $\sigma_Y^2$ .

$$H_0 : \mu_X - \mu_Y = 0$$

$$H_1 : \mu_X - \mu_Y \neq 0$$

Die Teststatistik lautet:

$$T = \frac{\bar{X} - \bar{Y}}{s_{XY} \sqrt{\frac{2}{n}}} \sim t_{(df, 1-\alpha/2)}$$

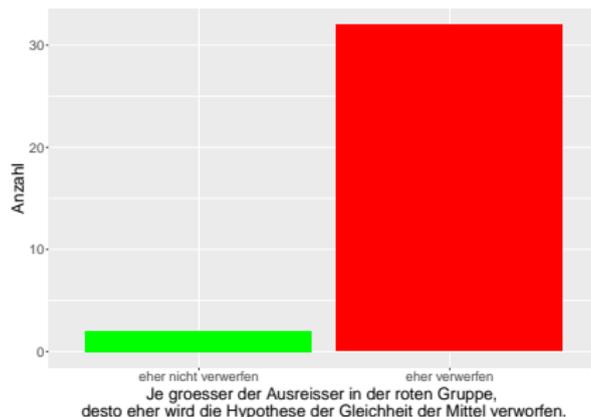
# Beispiel Denkmuster aufbrechen - Ausreisser bei 2-Stichproben Tests

tguishiny, Beispiel Ausreisser beim t-Test.

Eine Frage (von 8): Je grösser der Ausreisser in der roten Gruppe, desto eher wird die Hypothese der Gleichheit der Mittel verworfen.

Richtige Lösung: falsch, das Gegenteil trifft zu! (warum?)

Antwortverteilung der Studierenden:



# Abschliessende Bemerkungen (1/2)

- ▶ Des Studenten grösste Angst: sich vor anderen durch Fehler zu blamieren.
- ▶ Den Studierenden eine Umgebung bieten, welche die Idee von Lernen durch Fehlern akzeptiert. (eine Sprache lernen wir auch durch Sprechen, welches am Anfang mit viel Fehlern verbunden ist)
- ▶ Fehler begehen macht nichts, es ist ok.
- ▶ Als Studierender Fehler in praktischer Weise selbst zu machen scheint mir grundsätzlich effektiver, als wenn der Lehrende Beispiele zeigt.
- ▶ Richtig eingesetzt kann dies die Studierenden motivieren.

Digitale Lernsoftware unterstützt dieses Konzept.

- ▶ der einzelne (schlechtere) Studierende sieht, dass andere auch falsch lagen. Es ist also ok, dass ich es noch nicht verstanden habe.
- ▶ der einzelne Studierende sieht, dass andere schon richtig antworteten - es wird Zeit mehr zu lernen. . .
- ▶ Intellektuelle Amnestie und Freiheit fördern (Rach, Ufer, and Heinze 2013): der Lehrende kann gezielt Fallen stellen und eine Kultur des Fehlermachens zulassen.
- ▶ der Lehrende kann die Fehler (on-the-fly) analysieren und weiss über den Wissenstand der Studierenden schon während des Unterrichts in der Klasse bescheid.

Digitale Lernsoftware unterstützt dieses Konzept.

- ▶ der einzelne (schlechtere) Studierende sieht, dass andere auch falsch lagen. Es ist also ok, dass ich es noch nicht verstanden habe.
- ▶ der einzelne Studierende sieht, dass andere schon richtig antworteten - es wird Zeit mehr zu lernen. . .
- ▶ Intellektuelle Amnestie und Freiheit fördern (Rach, Ufer, and Heinze 2013): der Lehrende kann gezielt Fallen stellen und eine Kultur des Fehlermachens zulassen.
- ▶ der Lehrende kann die Fehler (on-the-fly) analysieren und weiss über den Wissenstand der Studierenden schon während des Unterrichts in der Klasse bescheid.

*Vielen Dank für die Aufmerksamkeit*

Dinges, G., A. Kowarik, B. Meindl, and M. Templ. 2011a. "An Open Source Approach for Modern Teaching Methods: The Interactive TGUI System." *Journal of Statistical Software* 39 (7): 1–19. <http://www.jstatsoft.org/v39/i07>.

———. 2011b. "Moderne Wege Der Wissensvermittlung: Statistikunterricht Interaktiv." *Statistische Nachrichten* 8: 919–23.

Dinges, G., and M. Templ. 2009. "Motivation Zur Statistik - Computergestützt Lernen in Der Statistik Austria." *Austrian Journal of Statistics* 38 (1): 3–16. <http://www.stat.tugraz.at/AJS/ausg091/091DingesTempl.pdf>.

Rach, S., S. Ufer, and A. Heinze. 2013. "Learning from Errors: Effects of Teachers Training on Students' Attitudes Towards and Their Individual Use of Errors." In *Proceedings of the 36th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education, Taipei, Taiwan*, 3:329–36. PME.