



Einführung in das experimentelle wissenschaftliche Arbeiten

Bestimmung der Zugfestigkeit zahnärztlicher Verklebungen unterschiedlicher Werkstoffe



Hans-Jürgen Wenz¹, Jessica Lüllmann¹, Frank Lehmann¹, Katrin Hertrampf²

¹Klinik für Zahnärztliche Prothetik, Propädeutik und Werkstoffkunde, ²Klinik für Mund-, Kiefer- und Gesichtschirurgie
Medizinische Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, **Kontakt: hjwenz@proth.uni-kiel.de**

HINTERGRUND UND FRAGESTELLUNG

Die Stärkung der Wissenschaftlichkeit ist eine wichtige Anforderung im Studium. In der vorgestellten Studie sollten Studierende im vorklinischen Abschnitt unter Anleitung ein anspruchsvolles in-vitro Experiment durchführen und dabei eigene Ergebnisse generieren, die in Bezug zu einer klinischen Benchmark und zum Mittelwert der teilnehmenden Studierenden gesetzt werden können. Dabei sollten sie aktiv in die Möglichkeiten der deskriptiven und analytischen statistischen Auswertung mit einbezogen werden. Zusätzlich sollte geprüft werden, ob die Anleitung auch im Rahmen eines Peer-Teachings erfolgen kann.

VORBEREITUNG UND DURCHFÜHRUNG:

Um ein komplexes in-vitro Experiment mit über 50 Studierenden durchführen zu können, sollte auf eine bestehende, gut funktionierende Infrastruktur zugegriffen werden können. In der Klinik für Zahnärztliche Prothetik werden seit vielen Jahren in-vitro und in-vivo Studien zur Zugfestigkeit und Dauerhaftigkeit von Verklebung unterschiedlicher Werkstoffe zueinander bzw. zu Zahnhartsubstanzen durchgeführt. Somit bestand Zugriff auf vier Versuchsaufbauten zur standardisierten Verklebung, zu unterschiedlichen Prüfkörpern in ausreichender Anzahl und einem Messverfahren zur Zugfestigkeit.

Primär wurden eine Dozentin (KH) und eine Studierende (JL) im Labor der Klinik in der Durchführung des Experimentes geschult, sowie didaktisch in der geplanten modifizierten Peyton-Methode. Die Studierenden wurden über Inhalt und Lernziele der geplanten Veranstaltung informiert, 51 von 52 Teilnehmern des Phantomkurses II erklärten sich freiwillig zur Teilnahme bereit. Sie wurden in Kleingruppen zu 3-4 Personen eingeteilt und führten je drei Verklebungen durch. Zu Beginn erhielt jeder Studierende die Arbeitsanleitung (18 explizite Arbeitsschritte), die besprochen wurde. Anschließend wurde vom Lehrenden der Arbeitsablauf praktisch vollständig vorgeführt und dabei erläutert. Danach erhielt jeder Studierende drei Probenkörper eines Materials (Titan oder Zirkondioxyd-Keramik) und führte den gesamten Klebevorgang durch. Beim ersten Durchlauf wurde intensiv unterstützt, beim zweiten Durchlauf wurde bei offensichtlichen Fehlern eingegriffen und Fragen wurden beantwortet, der dritte Durchlauf erfolgte ohne Unterstützung (modifizierte Peyton-Methode). Anschließend erfolgte eine Evaluation über einen Fragebogen mit 17 Items.



Abb.1 Durchführung der Verklebung im vorklinischen Kursraum (links) und standardisierte Verklebevorrichtung mit beispielhaften Einzelschritten der Verklebung (rechts)

Die verklebten Proben wurden codiert und pseudonymisiert und nach 48h Wasserlagerung erfolgte der Zugtest mittels einer Universalprüfmaschine im Labor der Klinik, die Studierenden hatten die Möglichkeit, beim Zugtest anwesend zu sein. Für jede Probe wurden Material, Betreuung durch Dozentin oder Studentin, Reihenfolge der Verklebung sowie Alter und Geschlecht der Studierenden erfasst.

Als Hypothesen waren formuliert:

- Es bestehen keine Unterschiede in den Abzugskräften zwischen Keramik und Titan
- Die Betreuung durch eine Studentin führt zu gleichen Abzugskräften, wie die Betreuung durch eine Dozentin

ERGEBNISSE UND DISKUSSION:

Insgesamt konnten 152 Probekörper ausgewertet werden, der Zeitaufwand je Kleingruppe lag bei ca. 2h. Bei der Verklebung von Titan wurden im Mittel Abzugskräfte von $31,9 \text{ N/mm}^2 (\pm 9,4)$ erreicht, bei der Verklebung von Zirkoniumdioxid-Keramik im Mittel $32,2 \text{ N/mm}^2 (\pm 8,7)$. Oberhalb eines Wertes von 30 N/mm^2 kann die Klebung unter klinischen Gesichtspunkten als dauerhaft erfolgreich angesehen werden, ein Messwert unterhalb von 15 N/mm^2 ist für den Studierenden ein Hinweis für einen gravierenden Fehler im Verklebeprozess.

Die Ergebnisse wurden im Rahmen einer 90minütigen Vorlesung vorgestellt. Zu Beginn erhielt jeder Studierende vertraulich seine eigenen drei Messwerte und konnte diese für sich in Bezug zur Benchmark und zum Mittelwert der Ergebnisse stellen. Dann wurden die Ergebnisse für die beiden Hypothesen vorgestellt: Es gab keinen signifikanten Unterschied zwischen Titan und Keramik, allerdings wurden unter der Betreuung durch die Dozentin signifikant bessere Abzugskräfte erzielt: $35,7 \text{ N/mm}^2 (\pm 8,2)$ vs. $28,9 \text{ N/mm}^2 (\pm 8,6)$, die Evaluation war jedoch bei beiden gleich gut.

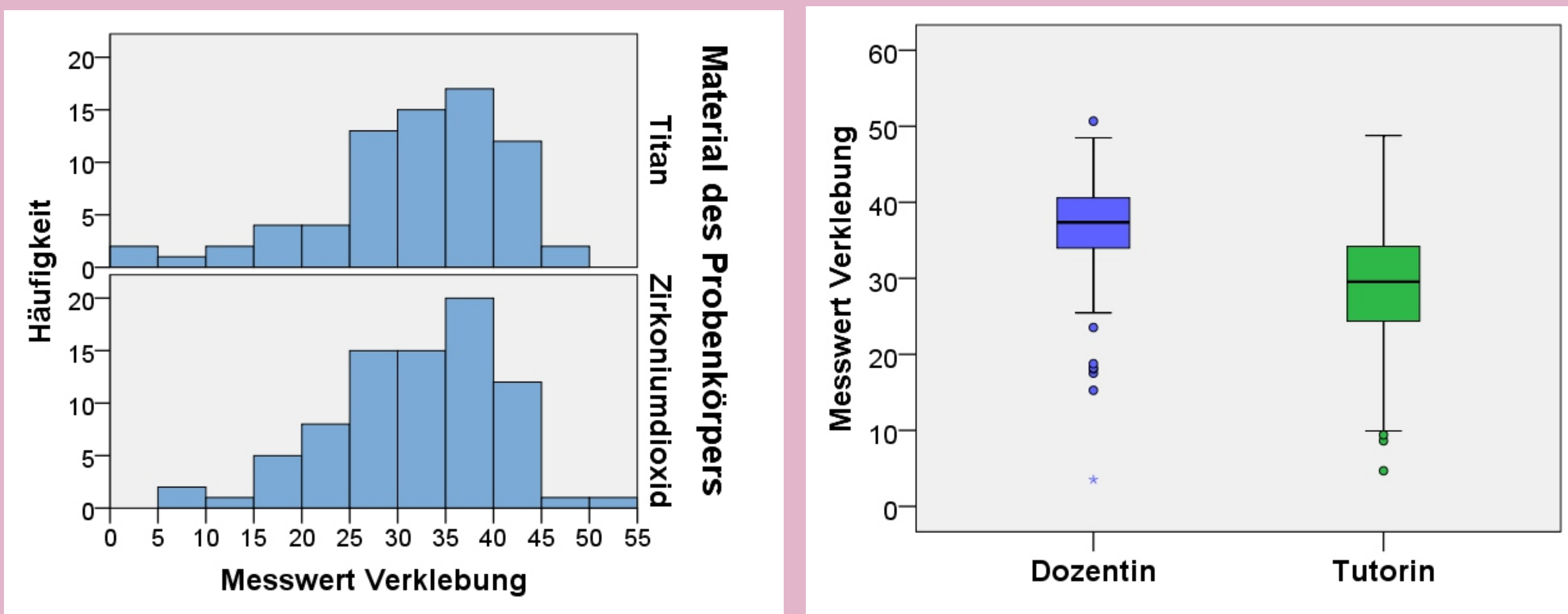


Abb.2 Abzugskräfte differenziert nach verklebtem Material - Darstellung als Häufigkeitsverteilung (links) und in Bezug auf die Betreuung durch die Dozentin oder die Studentin - Darstellung als Boxplot (rechts)

Nun hatten die Studierenden die Möglichkeit weitere Einflussfaktoren, wie z.B. Geschlecht oder Reihenfolge der Verklebung vorzuschlagen und analysieren zu lassen. Die Auswertung und Darstellung erfolgte dann entweder durch bereits vorbereitete Graphiken/Analysen oder direkt in der vorliegenden SPSS-Datei durch den Dozenten. Hierbei konnte dann wiederum direkt auf verschiedene Darstellungsformen, wie z.B. Häufigkeitsverteilungen, Boxplots, oder Streudiagramme eingegangen werden und auch die Unterschiede zwischen Median und Mittelwert visualisiert und thematisiert werden.

Zudem ergab sich eine gute Diskussion über die Sinnhaftigkeit immer weiterer Unterteilungen und Subgruppen, gerade in Bezug auf Fallzahlen, und auch eine inhaltliche Diskussion über die möglichen Gründe von unterschiedlichen bzw. vergleichbaren Werten.

SCHLUSSFOLGERUNG:

Auch komplexe in-vitro Experimente können in die wissenschaftliche Ausbildung integriert werden, wenn eine geeignete Infrastruktur vorliegt. Klinischer Bezug und objektivierbare Ergebnisse erhöhen die Motivation der Studierenden, eine anschließende interaktive Darstellung und Auswertung der Ergebnisse vertieft das Verständnis für wissenschaftliche Fragestellungen auch durch den direkten individuellen Bezug.