

Angewandte Statistik auf natürliche Weise lernen – Die Projektmethode

Manfred Borovcnik, Universität Klagenfurt
Teresita E. Terán, Universidad de Rosario

1. Einleitung
2. Allgemeine Merkmale der Projektmethode
3. Angewandte Statistik lernen mit der Projektmethode
4. Beurteilung im Rahmen der Projektmethode
5. Schlussfolgerungen

Epilog. Vögel zählen – ein Projekt in der Schulstufe 5/6

Anhang. Fallstudien in Angewandter Statistik

Sir Ronald A. Fisher entwickelte statistische Methoden zur Lösung von praktischen Problemen.

1. Einleitung

In Österreich und Deutschland wird Deutsch gesprochen. Ein österreichischer Schriftsteller* wurde einmal gefragt, wie sich Österreich von Deutschland unterscheidet. Er antwortete:

„Die gemeinsame Sprache trennt die beiden Länder.“

Wenn man mich fragen würde, was den Unterschied zwischen Mathematik und Statistik ausmacht, würde ich antworten:

„Die gemeinsame Sprache trennt die beiden Disziplinen.“

* Die fälschliche Zuschreibung des Zitats an Karl Kraus begann in den 1960er-Jahren, als Literaturwissenschaftler Ernst Alker es in einer Literaturgeschichte Kraus zuschrieb. Authentisch ist hingegen eine Äußerung des österreichischen Kabarettisten Karl Farkas in einer TV-Sendung des ORF (1957):

„Aber wir Österreicher unterscheiden uns doch von den Deutschen durch so mancherlei, besonders durch die gleiche Sprache.“

Robert Sedlaczek (2011). Nicht alles Gute kommt von Kraus. *Wiener Zeitung* 23/24.7.2011

„Karl Farkas conferiert über die Kunst“ https://austria-forum.org/af/Wissenssammlungen/Essays/Vermischtes/Karl_Kraus

1.1 Projektmethode in der Statistikdidaktik

Die Projektmethode zur Vermittlung angewandter Statistik basiert auf zwei Ursprüngen:

Didaktische Perspektive

- Sie fokussiert auf das Klassenzimmer als Lernumfeld und zielt auf effizientes, aktives Lernen ab – Lernen durch Handeln statt reiner Wissensvermittlung. Die Lehrkraft wird zur beratenden Begleitung, die Lernende bei der Problemlösung unterstützt und gezielte Interaktion fördert.
- Der didaktische Ansatz betont praxisorientiertes Lernen, das auf reale, berufsbezogene Fragestellungen aufbaut.

Statistische Praxis

- Anwendungen sind historisch die treibende Kraft für konzeptionelle und methodische Entwicklungen in der Statistik.
- Projekte dienen als motivierende Lernanlässe, in denen statistische Konzepte sinnstiftend angewendet werden. So wird ein tieferes Verständnis gefördert.

Die Projektmethode stellt damit einen natürlichen Weg für das Lehren und Lernen in der angewandten Statistik dar.

Sie vereint didaktische Effektivität mit praktischer Relevanz.

1.2 Was ist angewandte Statistik und was kann sie beeinflussen?

Konstituenten statistischer Konzepte

- Theoretisch-mathematische Überlegungen,
- die Logik der verschiedenen Verfahren,
- Überlegungen zur Angemessenheit eines Modells für eine reale Situation.

Die angewandte Statistik kann zeigen, was und wie Statistik wirklich ist.

- **Ergänzung** zu einer sorgfältigen Ausbildung in der **Mathematik** der Statistik.
- Wer nur die **Mathematik** lernt, kann die Konzepte verfälschen.
- **Lehrbuchbeispiele** sind nützlich, um Routine zu zeigen, erfüllen aber nicht die grundlegenden Anforderungen der angewandten Statistik (Modellierung).
- **Künstliche Fallstudien** können die Komplexität von Anwendungen verschleiern.
- **Authentische angewandte Projekte** bergen viele Risiken, wie z. B. primitives Scheitern oder langwierige Arbeit, aber nur mit primitiven Methoden, und können ein Risiko für den Kunden darstellen.

1.3 Die Rolle von Anwendungen für statistische Konzepte

Sir Ronald A. Fisher sah Statistik als eine angewandte Disziplin, bei der mathematische Konzepte aus praktischen Problemen entstehen. Dieser Gedanke bildet die Grundlage für den projektbasierten Statistikerunterricht, der sich besonders für angewandte Statistik als natürlicher Lehransatz eignet.

Wir stützen unsere Überlegungen auf die Planungsunterlagen und auf Erfahrungen mit zwei verschiedenen Arten von Universitätskursen, in denen die Projektmethode ausgiebig für studentisches Arbeiten genutzt wurde.

Thesis Workshop – Universität Rosario

Im Masterprogramm Politik & Lebensmittelsicherheit arbeiteten Studierende projektbasiert an realen Problemen (Borovcnik & Terán, 2021). Später durchliefen auch Dozierende als „Studierende“ diesen Prozess (Terán & Borovcnik, 2024).

Fallstudien-Seminare – TU Graz & Universität Klagenfurt

Seit den 1990er Jahren analysieren Studierende abgeschlossene Projekte neu. Die Lehrkraft übernimmt wechselnd die Rolle des Klienten oder Beraters.

Diese Ansätze zeigen, wie Anwendungen die Entwicklung zentraler statistischer Konzepte fördern und Lernende aktiv einbinden.

1.4 Wichtige Aspekte der Projektmethode im Statistikunterricht

Die Projektmethode stellt einen innovativen Ansatz für das Lehren und Lernen angewandter Statistik dar. Unser didaktischer Rahmen wurde durch mehrstufige Unterrichtsphasen kontinuierlich weiterentwickelt, mit einem klar definierten Projektbegriff im Zentrum.

Vier zentrale Aspekte:

Konzeptualisierung: Entwicklung eines spezifischen Verständnisses von „Projekt“ und theoretische Fundierung unseres Ansatzes.

Implementierung: Darstellung konkreter Umsetzungsschritte und erfolgreicher Praxisbeispiele aus dem Unterricht.

Didaktische Kernelemente: Fokus auf forschungsleitende Fragen, Themenfindung, Datenbeschaffung und die Förderung argumentativer Kompetenz. Lehrende agieren als beratende Begleiter, nicht als reine Wissensvermittler.

Evaluation: Analyse der Wirkung einzelner Projekte und der Methode insgesamt.

Die Projektmethode erweist sich als wirkungsvoller Weg, um statistisches Denken durch reale Problemstellungen zu fördern – mit praxisnahen Herausforderungen und einem hohen Maß an Eigenverantwortung für die Lernenden.

2. Allgemeine Merkmale der Projektmethode

2.1 Didaktische Grundlagen und Lernzielorientierung

Die Projektmethode beruht auf konstruktivistischen Prinzipien

- Diese stellen soziales Lernen und individuelle Verantwortung in den Mittelpunkt.
- Der Fokus verschiebt sich vom reinen Lehren hin zum aktiven Lernen.
- Lehrende begleiten Lernprozesse, statt Inhalte zu vermitteln. Projekte dienen dabei als didaktisches Werkzeug, um Lernen durch Handeln zu ermöglichen.

Besonders relevant ist die Anwendung in digitalen Lernumgebungen

- In diesen nehmen Interaktion, Zusammenarbeit und Reflexion neue Formen an.
- Hier zeigt sich der Mehrwert moderner didaktischer Medien: Virtuelle Räume ermöglichen kollaboratives Lernen mit realitätsnahen Problemen – selbst im Fernunterricht.

Für die Lehre angewandter Statistik erfordert dies besondere Überlegungen

- Wie lassen sich echte, datenbasierte Projekte in digitale Formate übertragen?
- Welche Rollen übernehmen Lehrende und Lernende?
- Die Projektmethode bietet dafür eine flexible und praxisorientierte Lösung, die zur aktiven Auseinandersetzung mit statistischen Konzepten anregt.

2.2 Soziale Interaktion

Kooperatives Lernen im Zentrum der Projektmethode

Ein zentrales Element der Projektmethode ist die soziale Interaktion

- Hiltz (1992) beschreibt kollaboratives Lernen als Prozess, bei dem Wissen im Dialog zwischen Lernenden und Lehrenden entsteht.
- Aktive Teilnahme, Austausch von Ideen, Bedenken und Lösungsansätzen fördern die Wissenskonstruktion – auch in virtuellen Kontexten.

Bildungsstrategien sind geplante Wege zur Zielerreichung (Salinas, 1999)

- Projekte sind dabei methodisch strukturierte Lernformen, die zur aktiven Wissensgenerierung führen.
- Die Rolle des Lehrenden wandelt sich zum Lernbegleiter, der Impulse gibt und Ressourcen bereitstellt, ohne Lösungen vorzugeben.

Ein Projekt hat stets ein konkretes, sichtbares Ergebnis

- Es erfordert die Anwendung und Erweiterung von Fähigkeiten und stellt eingefahrene Denkweisen infrage.
- Kilpatrick (1967) betont, dass Lernen durch eigene Erfahrung am effektivsten ist – wenn Lernende planen, durchführen und reflektieren.

Motivation, Relevanz und Anwendung im Projektrahmen

Die Relevanz von Statistikprojekte ist ein Schlüssel für vertieftes Verständnis

- Sie ermöglichen die Kontextualisierung von Daten; machen Statistik greifbar. Daten werden nicht als abstrakt erlebt, sondern als Teil realer Probleme verstanden (Holmes, 1997).
- Dies fördert Motivation und tiefes Lernen, besonders wenn Lernende Themen selbst wählen.

Projektarbeit lehrt Begriffe, die in künstlichen Beispielen oft fehlen

- Wie Präzision, Variabilität oder Verzerrung.
- Der motivierende Effekt liegt im selbstbestimmten Problemlösen, das statistisches Denken in authentischen Kontexten verankert.

Ein praktisches Beispiel

- Terán & Borovcnik (2024) ließen erfahrene Hochschuldozierende mit der Projektmethode reale Probleme bearbeiten.
- Die Gruppenarbeit an selbstgewählten Themen führte zu Aha-Erlebnissen – selbst bei didaktisch versierten Personen. Dadurch wurde der Nutzen der Methode nicht nur theoretisch, sondern erfahrungsbasiert erfahrbar.

Die Projektmethode verbindet Theorie, Praxis und Lernmotivation – ein kraftvoller Weg für die angewandte Statistik.

2.3 Von der Lehre zum Lernen

Projektmethode als Katalysator konstruktivistischen Lernens

Kilpatrick's „Die Projektmethode“ (1918) gilt auch hundert Jahre später als Meilenstein der Bildungstheorie (Beineke, 1998)

- Ab den 2000er-Jahren wurde das Konzept durch „Project-Based Learning“ (PBL) erneut ins Zentrum der didaktischen Diskussion gerückt etwa beim Buck Institute, 2010).

Die Projektmethode steht für eine Verschiebung von behavioristischen Lernmodellen (Thorndike, 1913) hin zu konstruktivistischen Ansätzen

- Wissen wird selbstständig, durch soziale Interaktion und individuelle Erfahrungen aufgebaut. Wichtige Beiträge dazu lieferten Piaget, Bruner, Vygotsky, Gardner und Sternberg. Lernende werden nicht mehr passiv belehrt, sondern aktiv eingebunden.

Ein Projekt erfordert mehr als nur Fachwissen

- Es basiert auf dem Bedürfnis zu handeln, gemeinsamer Organisation und klar definierten Rollen. Dies fördert Verantwortungsbewusstsein und Beteiligung. Ein funktionierendes Team bringt mentale, soziale und praktische Rollen in Einklang – entscheidend für effektives, gemeinschaftliches Lernen (Belbin, 1970).

Kompetenzentwicklung im Kontext echter Problemstellungen

Ein Projekt entwickelt sich nicht nur aus fachlichen Konzepten, sondern aus den Handlungen und Interaktionen, die es auslöst. Es erzeugt eigenverantwortliches Lernen durch ein strukturiertes Design:

- Warum (Ziel)?
- Was (Inhalte)?
- Wie (Methodik)?
- Womit (Ressourcen)?
- Wann (Zeitplanung)?

Lernen durch Projekte

- **bedeutet, den vollständigen Forschungszyklus zu durchlaufen** – von der Problemformulierung bis hin zu Schlussfolgerungen. Im Gegensatz zu klassischen Übungen mit künstlichen Daten schafft das Projektkonzept reale Bezüge und erhöht die Relevanz statistischer Inhalte.
- **sensibilisiert Lernende für essentielle statistische Prinzipien** wie Validität, Verzerrung oder Messgenauigkeit – eingebettet in sinnstiftende Kontexte.
- **schult nicht nur kognitive**, sondern auch soziale und methodische Kompetenzen.
- **fördert systematisches Denken**, Kooperationsfähigkeit und die Fähigkeit zur eigenständigen Problemlösung.

Verschiebung der Rollen von Wissen und Beteiligten

Zentrale Veränderungen durch projektbasiertes Lernen (PBL)

- Projektbasiertes Lernen (PBL) bedeutet einen Perspektivwechsel: Wissen wird nicht mehr isoliert und analytisch vermittelt, sondern im Rahmen globaler, praxisbezogener Zusammenhänge aufgebaut. Die Lernenden stehen im Zentrum – nicht als passive Rezipienten, sondern als aktive Gestalter ihres Lernprozesses.

Globales Wissen

- PBL fördert eine synthetische Sichtweise – Wissen wird im Kontext zusammenhängender Problemlagen entwickelt.

Bedeutung der Interessen

- Effektives Lernen setzt auf individuelle Motivation. Forschungsfragen orientieren sich an den Interessen der Lernenden.

Neue Rollenverteilung

- Lehrende werden zu Moderatoren und Unterstützern. Die Lernenden übernehmen Verantwortung und Eigeninitiative. Beziehungen zwischen allen Beteiligten werden kooperativer, geprägt von Dialog und gegenseitigem Respekt.

Praxisbezug im Vordergrund

- PBL verlagert die Aufmerksamkeit von abstrakter Theorie hin zu praktischer Anwendung. Reflexion erfolgt nach der Handlung durch Rückbezug auf reale Erfahrungen.

2.4 Umsetzung projektbasierten Lernens

Die Umsetzung von Projektbasiertem Lernen (PBL) erfolgt in vier zentralen Phasen:

Intention:

- Diskussion möglicher Themen in partizipativer Runde, Auswahl und Entscheidung über Zielsetzung und Umsetzung.

Vorbereitung:

- Die Gruppe plant das Projekt – definiert Ziele, Aufgaben, Zeitplan und Ressourcen auf Grundlage realistischer Rahmenbedingungen.

Durchführung:

- Aktive Projektarbeit mit variabler Unterstützung durch Lehrende. Die Begleitung und das Monitoring des Prozesses sind entscheidend für die Qualität der Umsetzung.

Bewertung:

- Reflexion des Ergebnisses sowie des Weges dorthin – was hat funktioniert, was kann verbessert werden?

Diese Phasen fördern kritisches Denken, Eigenverantwortung und Teamarbeit. Lernen wird neu definiert – nicht als passive Aufnahme, sondern als aktive Gestaltung durch die Lernenden selbst.

Die Projektmethode strukturiert den Unterricht entlang der Phasen: *Planung* → *Durchführung* → *Kontrolle* → *Evaluation*.

Integration und organisatorische Herausforderungen

Ein häufiges Missverständnis besteht darin,

- projektbasiertes Lernen lediglich als optionale Anwendung am Kursende zu betrachten.
- PBL muss als integraler Bestandteil des Curriculums geplant werden – mit einem klaren Studien- und Forschungspfad, der die Projekte trägt (Markulin et al., 2022).

Gerade in großen Klassen

- Bringt die Projektmethode organisatorische Hürden mit sich.
- Die individuelle Betreuung, Fortschrittsüberwachung und Qualitätssicherung der studentischen Arbeiten können schnell zum Engpass werden.

Der Wandel hin zu projektzentrierter Ausbildung

- Erfordert tiefgreifende strukturelle Veränderungen (Olesen & Jensen, 1999).
- Für eine fundierte Umsetzung braucht es klare Rahmenbedingungen, kooperative Lehrkonzepte und Ressourcenmanagement.

Zentrale Forschungsübersichten machen deutlich:

- PBL entfaltet dann seinen vollen didaktischen Wert, wenn es systematisch eingebettet wird – nicht als Zusatz, sondern als Herzstück des Lernprozesses (etwa von Kokotsaki et al., 2016, Thomas, 2000)).

Didaktische Flexibilität und technische Anforderungen

Virtuelle Lernumgebungen bieten große Chancen für PBL

- Sie stellen aber hohe Anforderungen an Planung und Technologie. Salinas (2004) nennt zentrale Faktoren für ein funktionierendes Modell: digitale Kommunikation, didaktische Gestaltung, institutionelle Struktur und offene Lernformate.

PBL wurde verstärkt während der COVID-19-Pandemie erprobt

- Mit dem Ziel, flexibles, ortsunabhängiges Lernen zu ermöglichen.
- Doch effektives gemeinschaftliches Lernen bleibt eine Herausforderung, besonders in Bezug auf Gruppenprozesse und soziales Feedback.

Lernen im virtuellen Raum braucht neue pädagogische Modelle

- Diese schließen eine intensive Betreuung durch Lehrende mit ein.
- Formatives Feedback, ein Kernbestandteil von PBL, ist online schwerer umsetzbar. Die asynchrone Kommunikation erschwert spontane Hilfestellungen und verlangt größere Selbstorganisation der Lernenden.

Zwar bieten digitale Tools neue Reflexionsräume (z. B. gespeicherte Gruppendiskussionen), doch setzen diese Medienkompetenz und technischen Zugang voraus – eine Schwelle, die viele Lernende zunächst überwinden müssen.

Technologische Barrieren und soziale Ungleichheit

Virtuelle PBL ist an eine funktionierende technische Infrastruktur gebunden

- Diese ist jedoch nicht überall gegeben. Lernende aus sozioökonomisch benachteiligten Kontexten oder unterfinanzierte Bildungseinrichtungen können durch mangelnde Ausstattung erheblich benachteiligt werden.

Auch bei vorhandener Infrastruktur bleiben die Anforderungen hoch

- Lehrkräfte und Lernende müssen nicht nur die Plattformen bedienen, sondern auch didaktisch sinnvoll einsetzen – das erfordert Schulungen, Zeit und Unterstützung.

Virtuelle Lernräume bieten technische Vorteile

- Sie benötigen aber klare Kommunikationsregeln und Verantwortungsstrukturen, um Selbstlernprozesse erfolgreich zu begleiten. Die Gefahr des „Verlorengehens“ in digitalen Systemen ist ohne soziale Anbindung groß.

Virtuelles PBL ist wirkungsvoll, sobald Infrastruktur & Nutzerkompetenz gesichert sind.

- Doch bis dahin müssen Hürden wie Zugänglichkeit, technologische Unsicherheit und didaktische Orientierung überwunden werden, um Chancengleichheit sicherzustellen (Chanpet et al., 2020).

3. Angewandte Statistik lernen mit der Projektmethode

3.1 Integration von projektbasiertem Lernen in die Statistikausbildung

Selbstgesteuertes Lernen und Motivation fördern

Projektbasiertes Lernen (PBL) verbessert nachweislich das Selbstvertrauen, die Motivation und das Engagement der Lernenden in der Statistik.

- Besonders angeleitetes PBL stärkt kritisches Denken und ein vertieftes Verständnis für komplexe Prozesse. Studien wie von Elder (2023) unterstreichen den Wert dieses Ansatzes für Hochschulen – aber auch für die Sekundarstufe.

PBL erleichtert nicht nur das praktische Verständnis statistischer Konzepte, sondern verbessert auch Kommunikationsfähigkeit und Teamarbeit.

- So unterstützt es langfristige Bildungsziele. PBL bringt nicht nur fachliche Kompetenzen, sondern auch praxisrelevante Fertigkeiten hervor, wie Forschungsergebnisse zeigen (siehe etwa Muerza et al., 2024) sowie Porciúncula Moreira da Silva & Pinto, 2014).

Durch den Bezug zur Realität werden statistische Methoden sinnstiftend vermittelt.

- Studierende entwickeln eine tiefere Beziehung zur Materie, was nachhaltiges Lernen fördert – und sie besser auf den Beruf vorbereitet.

Lernen durch Anwendung – statt isolierter Theorie

Statistiklernen mit der Projektmethode bedeutet:

- Anwenden vor Verstehen. Lernende erarbeiten Konzepte dann, wenn sie sie brauchen – ein effektives, bedarfsorientiertes Lernen. Besonders mehrstufige Projekte fördern aktives Denken, verbinden Theorie mit Praxis und stärken langfristiges Verständnis.

Dabei erleben die Studierenden den gesamten Prozess statistischer Forschung:

- Von der Problemdefinition über Datensammlung und Analyse bis zur Präsentation. Dies erzeugt nicht nur ein tieferes Verständnis, sondern auch mehr Engagement.

Gleichzeitig ermöglicht die Projektarbeit gemeinschaftliches Lernen.

- Die Rolle der Lehrkraft wandelt sich – sie begleitet, beobachtet und gibt Feedback. In Beratungsprojekten etwa üben Studierende reale Kundenkommunikation und Problemlösung (Bilgin et al., 2015).

Ein Beispiel für gelungenes projektbasiertes Lernen

- MacGillivray & Mendoza (2011), die PBL als effektive Methode im Grundstudium angewandter Statistik darstellten – mit Fokus auf Kollaboration und Berufspraxis.

Entwicklung des Projektthemas – Relevante Fragestellungen als Ausgangspunkt

Der erste Schritt im PBL ist oft der herausforderndste

- Die Entwicklung eines geeigneten Projektthemas. Lernende müssen dabei praxisrelevante, lösbare Fragen formulieren, die echtes Interesse wecken. Dies erfordert Zeit, Anleitung und Zugang zu verlässlichen Informationen und Datenquellen.

Die Themenwahl beeinflusst maßgeblich die Qualität des Lernprozesses

- Daher ist es wichtig, mögliche Hindernisse zu erkennen – wie etwa fehlende Daten, zu abstrakte Fragestellungen oder mangelnde Relevanz – und diese gezielt zu überwinden.

Ist ein Thema gefunden

- Müssen Daten recherchiert, aufbereitet und mit den Forschungsfragen verknüpft werden. Die Ergebnisse sollen nicht nur korrekt berechnet, sondern auch kritisch interpretiert werden.

Die Argumentationsfähigkeit der Lernenden wird dabei stark gefordert.

- Lehrkräfte übernehmen zunehmend eine beratende Rolle „auf Abruf“ – wie Batanero und Díaz (2004, 2011) betonen, ist der richtige Grad an Anleitung entscheidend, um eigenständiges Lernen nicht zu behindern, sondern zu fördern.

3.2 Struktur für statistisches Denken und Handeln

Der PPDAC-Zyklus als Leitmodell

Der Zyklus **PPDAC** – **P**roblem, **P**lan, **D**aten, **A**nalyse, **C**onclusio – bildet die Grundlage projektbasierter Statistikarbeit (Wild & Pfannkuch, 1999). Statt sich allein auf Analyse zu konzentrieren, umfasst dieser Ansatz den gesamten Prozess: von der Problemdefinition bis zur praktischen Interpretation der Ergebnisse.

- **Problem:** Was will ich erforschen? Welche Beziehungen sind von Interesse?
 - **Plan:** Welche Daten brauche ich? Wie kann ich sie erheben oder finden?
 - **Daten:** Welche Methode ist geeignet – Beobachtung, Umfrage, Sekundärdaten?
 - **Analyse:** Wie werte ich die Daten aus? Welche Verfahren sind sinnvoll?
 - **Conclusio:** Was bedeuten die Ergebnisse im ursprünglichen Kontext?
-
- Die Arbeit am Projekt wird durch diesen „Zyklus“ strukturiert und fokussiert.
 - Wichtig ist dabei: Die Phasen sind nicht linear, sondern in der Praxis oft iterativ und überlappend – mit wiederholten Rückbezügen und neuen Erkenntnissen, die frühere Schritte beeinflussen.

Der Modellierungsprozess in Bewegung – Dynamik statt Starrheit im Lernprozess

Obwohl der PPDAC-Zyklus häufig kreisförmig dargestellt wird, empfiehlt es sich, die Phasen nicht als starre Schritte zu verstehen.

- In der Realität verlaufen Projekte nicht linear – sie springen oft zwischen den Phasen, abhängig von neuen Erkenntnissen und praktischen Anforderungen.
- Zum Beispiel kann eine der Analysephasen neue Fragen aufwerfen, die eine erneute Datenbeschaffung oder eine veränderte Problemdefinition notwendig machen.
- Diese Sprünge sind kein Zeichen von Chaos, sondern Ausdruck reflektierter, adaptiver Modellierungskompetenz.

Der Modellierungsprozess hilft Lernenden, systematisch zu denken und gleichzeitig flexibel auf unerwartete Entwicklungen zu reagieren.

- Ziel ist nicht nur ein korrekter Ablauf, sondern das Verstehen des Zusammenhangs zwischen Daten und Problemkontext – eine Fähigkeit, die in der angewandten Statistik entscheidend ist.

So werden Lernende nicht nur zu Anwendern statistischer Methoden, sondern zu aktiven Problemlösern, die mit komplexen, realitätsnahen Situationen umgehen können.

3.3 Praktische Herausforderungen und Bedeutung

Warum Projekte oft scheitern – und wie man es besser macht

Erfahrung aus der statistischen Beratung zeigt:

- Viele Projektflops entstehen nicht durch Analysefehler, sondern durch schlechte Problemdefinition und unzureichende Datenplanung. Wird etwa nicht frühzeitig geklärt, welche Daten benötigt werden, fehlen später kritische Informationen.

Deshalb ist gründliche Recherche und Planung unerlässlich.

- Erfolgreiches Projektlernen verlangt ein tiefes Verständnis des Kontexts – sonst bleiben Analysen bedeutungslos. Die Studierenden müssen lernen, Fragen frühzeitig zu stellen, Datenquellen kritisch zu prüfen und praktische Bedeutung zu reflektieren.

Auch die Verknüpfung von Ergebnissen mit dem ursprünglichen Problem wird oft vernachlässigt.

- Doch genau das ist essenziell für ein solides Verständnis inferentieller Statistik.

Projekte, die von Anfang an fragengestützt und datensensibel aufgebaut sind, führen nicht nur zu besseren Ergebnissen, sondern auch zu einem nachhaltigen Lernprozess, bei dem Statistik in realitätsnahen Kontexten erlebbar wird.

Argumentationsfähigkeit und Reflexion müssen gestärkt werden

Soziale und kommunikative Kompetenzen durch PBL fördern

- Ein zentraler Mehrwert projektbasierten Lernens liegt in der Entwicklung von Argumentationsfähigkeit, Teamarbeit und Selbstreflexion. Die Studierenden sammeln nicht nur Daten – sie müssen auch überzeugend erklären, wie und warum sie zu bestimmten Ergebnissen kommen.

Besonders herausfordernd ist die Wahl des Projektthemas und die Datenrecherche.

- Diese Phasen verlangen Eigeninitiative, kritisches Denken und Recherchekompetenz. Hinzu kommen Soft Skills, die im klassischen Statistikkunterricht kaum trainiert werden: Kommunikation, Führungsstärke, Rollenflexibilität im Team.

Um die Argumentationskompetenz gezielt zu fördern,

- wurde ein monatliches Peer-Review-Format eingeführt: Gruppen reflektierten öffentlich ihren Fortschritt, diskutierten Rückschläge, erhielten Fragen und Feedback von anderen Gruppen. Diese teils hitzigen Diskussionen führten zu tieferem Verständnis und stärkten die Fähigkeit, eigene Positionen zu vertreten und anzupassen.

Solche Formate machen PBL zu einem ganzheitlichen Lernansatz, der weit über Zahlen hinausgeht – und die Studierenden auf reale Berufswelten vorbereitet.

4. Beurteilung im Rahmen der Projektmethode

4.1 Beurteilung individueller und kollaborativer Leistungen

Verknüpfung mit Lernzielen und inhaltlichem Fokus

Bei der Bewertung von Projektarbeiten genügt es nicht, nur Ergebnisse zu prüfen.

- Es gilt, Inhalte, Aktivitäten und Bewertungen gezielt mit Lernzielen verknüpfen. Anders als im klassischen Unterricht ist eine breitere Leistungsbasis zu beurteilen.

Es braucht eine differenzierte Sichtweise auf Lernleistungen.

Die Bewertung sollte sich an fünf Kategorien orientieren (Borovcnik & Terán, 2021):

- Konzeptionelles Verständnis
- Prozedurales Wissen
- Problemlösungskompetenz
- Kommunikation im Kontext
- Statistische Argumentation

Diese Kategorien spiegeln den komplexen Charakter von Projektlernen wider und gehen über reine Faktenkenntnis hinaus.

- Besonders betont wird statistisches Denken: Die Fähigkeit, Darstellungen zu interpretieren, Daten sinnvoll zu analysieren & fundierte Entscheidungen zu treffen.

Die Kompetenz zum „Statistischen Denken“ steht im Zentrum der Projektmethode – denn sie entscheidet über das Verständnis der Statistik als Werkzeug zur Weltbeschreibung.

Statistisches Denken als Bewertungskriterium

Vertieftes Verständnis statt reiner Reproduktion

- Statistisches Denken ist mehr als Rechnen. Es beschreibt die Fähigkeit, statistische Informationen sinnvoll zu nutzen, mit Konzepten zu verknüpfen und sie im Kontext zu reflektieren. Im Projektlernen ist diese Fähigkeit zentral, denn sie zeigt, ob Lernende verstehen, was sie analysieren – und warum.

Bewertet wird u. a.:

- Die Interpretation von Daten und grafischen Darstellungen
- Die Anwendung geeigneter Methoden
- Die Begründung von Entscheidungen
- Die Fähigkeit, Ergebnisse in den Problemkontext einzuordnen

Evaluation ist dabei mehr als Notengebung

- Sie ist ein Prozess des Dialogs, der Reflexion und Verbesserung (Sanjurjo & Vera, 1998).
- Um dies zu unterstützen, sollten verschiedene Instrumente wie Lernjournale, Peer-Feedback oder Präsentationen eingesetzt werden, die Motivation, Denkprozesse und Entwicklung der Lernenden sichtbar machen.

So wird die Beurteilung selbst Teil des Lernprozesses – ein zentrales Prinzip der Projektmethode.

4.2 Evaluation der Projektmethode

Erfolge, Herausforderungen und didaktische Potenziale

Die Wirksamkeit der Projektmethode zeigt sich klar:

- In Kursen, in denen Studierende zuvor oft scheiterten, steigt die Bestehensquote durch PBL deutlich.
- Gleichzeitig bleibt Verbesserungspotenzial – besonders bei der sprachlichen Formulierung, der Validierung von Analysen und dem Schließen von Erkenntnissen im Problemkontext.

Im 21. Jahrhundert erlebt PBL einen Aufschwung.

- Das Buck Institute definiert es als strukturierte Methode, bei der Lernen rund um authentische Fragestellungen stattfindet.

Didaktisch fundierte Argumente für PBL sind u. a.:

- Förderung echten Verstehens (Álvarez, 1990)
- Kompatibilität mit modernen Bildungskonzepten (Godino, 2003)
- Verbindung zu aktionsorientierter Forschung (Krainer et al., 1998)
- Motivation und Gemeinschaftssinn (Batanero, 2001)
- Empirische Evidenz der Überlegenheit von PBL gegenüber traditionellem Unterricht (Thomas, 2000).

Der Fokus auf Verantwortung, Problemlösung und Kooperation macht die Methode besonders geeignet für Unterricht in Angewandter Statistik.

Evaluation als Motor für Innovation – Von der Bewertung zur Weiterentwicklung

Eine nachhaltige Evaluation der Projektmethode

- Bietet nicht nur Feedback, sondern liefert Impulse für didaktische Innovation.
- Evaluation kann auch als „systemische Reflexion“ angedacht werden – sie muss die pädagogische Praxis weiterentwickeln, nicht nur Leistungen beurteilen (Casanova, 1986).

Dies gelingt durch:

- Dialogorientierte Formate wie Feedbackrunden oder Gruppengespräche
- Transparente Kriterien für Beurteilung und Rückmeldung
- Die Einbindung qualitativer Daten (z. B. Reflexionsberichte, Projektprotokolle)

Ziel ist

- nicht bloß zu prüfen, was Studierende wissen,
- sondern zu verstehen, wie sie denken, kommunizieren und Probleme lösen.
- So wird Evaluation zum Lernprozess für alle Beteiligten.

Diese Sichtweise macht die Projektmethode nicht nur zu einer Unterrichtsform, sondern zu einem didaktischen Entwicklungsansatz – für Lernende *und* Lehrende.

5. Schlussfolgerungen

Neues Rollenprofil für Lehrende – Vom Wissensvermittler zum Lernbegleiter

Die Projektmethode verändert das Lehrerbild grundlegend:

- Lehrende werden zu Beratern, Moderatoren und Unterstützern individueller Lernprozesse.

Dies erfordert neue Kompetenzen:

- Reflexionsfähigkeit der eigenen Praxis
- Motivations- und Kommunikationskompetenz
- Anleitung zu kreativem, entdeckendem Lernen
- Medien- und Methodenvielfalt, inkl. digitaler Tools

Lehrende begleiten die Studierenden bei ihren Projekten

- Sie geben Impulse, helfen beim Verständnis statistischer Methoden und fördern den Transfer auf reale Kontexte.
- Das Ziel ist nicht Stoffvermittlung, sondern das Verständnis durch Anwendung.
- Der Lernprozess wird individualisiert, kooperativ und dynamisch.

Diese veränderte Rolle stärkt auch das Selbstbild der Studierenden:

- Sie agieren zunehmend eigenverantwortlich und reflektiert.
- Sie entwickeln statistisches Denken und kritische Urteilsfähigkeit – Schlüsselkompetenzen für akademischen und beruflichen Erfolg.

Wirkung und Herausforderungen der Projektmethode – Lernzuwachs, aber hoher Aufwand

Die Projekte in Argentinien und Österreich zeigten klare Erfolge:

- Studierende überwandten typische Einstiegshürden wie Stichprobentheorie oder Wahrscheinlichkeitsverteilungen und entwickelten mehr Selbstvertrauen im Umgang mit Statistik.

Die Rückmeldungen zu den Seminaren:

- Insgesamt sehr positiv, dennoch wurde einhellig der hohe Arbeitsaufwand genannt.

Das deutet auf einen wichtigen Optimierungsbedarf hin:

- Feinjustierung von Zusatzmaterial
- Ausbau des Tutorensystems
- Peer-Learning-Modelle, z. B. nach dem Schneeballsystem
- Besonders der Ausbau studentischer Beratungsrollen könnte die Belastung reduzieren und zugleich kooperative Lernstrukturen stärken.

Insgesamt zeigt sich:

Die Projektmethode erweitert nicht nur das Wissen, sondern fördert auch die interdisziplinäre Vernetzung, das Denken in Kontexten und die kommunikative Kompetenz – Elemente, die im klassischen Statistikerunterricht oft zu kurz kommen.

Eine Metapher für Angewandte Statistik

Eine Treppe als Bild für Lernentwicklung.

- Erste Stufe: Systemanalyse, um relevante Fragen zu formulieren.
- Nächste Stufen: Praxisprojekte, reale Anwendungen mit wachsendem Schwierigkeitsgrad.
- Weitere Stufen: Teamarbeit, Fallstudien, Industrieprojekte, die neues Problembewusstsein erzeugen.

Diese metaphorische Treppe ist nicht linear:

- Man geht auch zurück, überdenkt Schritte, sammelt neue Erkenntnisse.
- Sie zeigt, dass Statistik nicht nur Mathematik, sondern ein Denk- und Arbeitsprozess ist – geprägt durch Anwendung, Kontext und Reflexion.

Die Projektmethode vermittelt ein realitätsnahes Bild der Statistik:

- Problemlösen im Team, Arbeiten mit echten Daten und iterative Erkenntnisprozesse stehen im Vordergrund.
- Die Studierenden begreifen Statistik als Werkzeug zur Weltbeschreibung, nicht als isolierte Rechenkunst.

Zukunftsperspektive – Statistikunterricht neu denken – Projektmethode als Leitstrategie für alle Bildungsstufen

Die Erfahrungen belegen:

- Projektbasiertes Lernen ist eine zukunftsweisende Strategie zur Statistikvermittlung. Es verbindet fachliches Verständnis mit praxisrelevanter Anwendung und fördert Denkfähigkeiten, die in der Data-Science-Ära unverzichtbar sind.

Deshalb lautet der Vorschlag:

- Die Projektmethode soll Leitprinzip der Statistikbildung werden – von der Grundschule bis zur Master-Ebene. Erste Impulse gibt es bereits, etwa bei Harris & Katz (2001).

Mit dem Wandel der Statistik hin zur offenen, datengestützten Problemlösung (Data Science) wird projektbasiertes Lernen noch relevanter:

- Es bereitet auf reale, komplexe Herausforderungen vor.

Die Methode schafft ein lernförderndes Umfeld:

- Es setzt auf Verantwortung, Zusammenarbeit und nachhaltiges Verstehen – und Studierende befähigt, mit Unsicherheit, Datenvielfalt und kritischem Denken umzugehen.

Fazit: Die Projektmethode ist mehr als eine Methode – sie ist eine Haltung im Umgang mit Statistik und Bildung insgesamt.

Epilog. Vögel zählen – ein Projekt in der Schulstufe 5/6

Wintervögel zählen und Statistik lernen:

Mit welcher Genauigkeit lassen sich aus vielen Beobachtungen Schlüsse auf die tatsächliche Population ziehen?

E1. Projektbeschreibung

Ein Projekt, das von Elena Zanzani in den Schulstufen 5/6 durchgeführt wurde (Borovcnik, Maaß, Steiner & Zanzani, 2019).

Einführung und Problemstellung

Jährlich ruft BirdLife Österreich zu „einer (!) Stunde der Wintervögel“ auf

Das Projekt bietet ideale Anknüpfungspunkte für Statistikunterricht.

- Die Hauptfrage: Wie genau sind solche Beobachtungsdaten?
- Schüler lernen durch eigenes Erleben, dass Zählen viele Fehlerquellen birgt – etwa unklare Kategorien, Doppelzählungen und fehlende Zeitabgrenzungen.
- Übungen auf dem Schulhof oder im Klassenzimmer machen die Herausforderungen greifbar.
- Fächerübergreifend mit Biologie erkennen wir: Auch Tierverhalten beeinflusst die Zählbarkeit.

Ziel: Statistik durch eigene Erfahrungen verständlich und lebendig machen.

Didaktisches Vorgehen und typische Fehlerquellen

Unterrichtsplanung setzt auf Entdecken & Reflektieren statt auf vorgefertigte Theorie.

Motivation: das Thema „Vögeln helfen“ motiviert die Schülerinnen sehr.

Praktische Übungen machen Probleme des Zählens sichtbar:

- ungenaue Beschreibungen, Mehrfachzählungen,
- schlechte Definition der Zählzeiträume, Missverständnisse.

Das eigene Erleben weckt Bewusstsein für statistische Sorgfalt.

- Erst durch bewusste Reflexion erkennen Schüler die Notwendigkeit präziser Definitionen und systematischer Planung.

Vertiefung: Zählmethoden und Einflussfaktoren

Weitere Übungen verdeutlichen zusätzliche Fehlerquellen:

- schlechte Sichtbarkeit, Blickwinkel, Bewegung der Objekte etc.

Grenzen menschlicher Wahrnehmung werden sichtbar:

- „Objekte im Raum zählen“ oder „Zählen aus unterschiedlichen Perspektiven“

Ergebnisse können verbessert werden durch

- Teamarbeit, Aufteilung des Sichtfelds, technische Hilfsmittel wie Fotos.

Der Übergang vom Zählen zum Schätzen wird natürlich:

- Ab einer gewissen Zahl oder Dynamik ist exaktes Zählen nicht mehr möglich.

Diese Erkenntnisse werden später auf reale Vogelzählungen übertragen.

Übertrag auf die Wintervogelzählung und professionelle Methoden

Bei der echten Wintervogelzählung können die gesammelten Erfahrungen angewandt werden:

- etwa durch Planung der Beobachtungszeiten,
- Aufteilung der Flächen, und
- Schulung der Beobachter.

Professionelle Ornithologen nutzen verschiedenste Methoden

- Revierkartierung, Linientaxierung und Punktzählung.
- Einflussfaktoren wie Witterung, Nahrungsangebot oder Feinde müssen berücksichtigt werden.
- Bei schwer zählbaren Arten (z.B. nachtaktive Vögel) sind spezielle Methoden notwendig.

Schüler lernen so, dass exakte Zählungen in der Natur meist nur approximativ möglich sind

- und welche Annahmen und Unsicherheiten bei Hochrechnungen eine Rolle spielen.

Statistische Reflexion und Fazit

Statistische Qualität erfordert:

- Systemanalyse der Fragestellung,
- präzise Datengewinnung,
- Bewertung der Datenqualität und
- bewusste Datenauswahl.

Schüler erleben,

- wie fehleranfällig einfache Zählungen sind und
- warum explorative Datenanalyse nötig ist.

Methoden zur Qualitätssicherung werden eingeführt

- Filterung von Ausreißern,
- Verhältnisanalysen und
- Repräsentativitätsprüfungen.

Sensibilisierung für die Unsicherheit in Daten

- auch bei scheinbar einfachen Projekten wie einer Vogelzählung.

Statistik wird nicht als trockene Theorie, sondern als lebendige, kritische Denkweise erfahrbar gemacht.

E2. Projektbasiertes Lernen im Vögelzähl-Projekt

Das Projekt reiht sich natürlich in die Vorzüge der Projektmethode ein.

Soziale Interaktion

Kooperatives Lernen:

- Die Schülerinnen und Schüler arbeiten gemeinsam an der Erhebung und Auswertung von Beobachtungsdaten, tauschen sich über Probleme aus und suchen gemeinsam Lösungen.
- Dadurch wird Teamarbeit im Sinne des kooperativen Lernens praktisch und sinnvoll eingeübt.

Motivation:

- Die Beschäftigung mit Wintervögeln und Naturschutz bietet eine emotionale Verbindung und steigert die intrinsische Motivation der Lernenden.
- Die Möglichkeit, durch genaues Arbeiten einen echten Beitrag zur Naturbeobachtung zu leisten, motiviert zusätzlich.

Relevanz von Anwendungen:

- Das Projekt zeigt die direkte Anwendbarkeit von Statistik auf ein reales gesellschaftliches Thema.
- Lernende erfahren, dass mathematische Kompetenzen über den Unterricht hinaus relevant und wirksam sein können.

Von der Lehre zum Lernen

Projektmethode als Katalysator konstruktivistischen Lernens:

- Die Lernenden entwickeln eigenes Problembewusstsein, formulieren Hypothesen und bewerten eigenständig Daten, anstatt passiv Wissen aufzunehmen.
- Dadurch wird ein aktiver, selbstgesteuerter Lernprozess im Sinne konstruktivistischer Didaktik unterstützt.

Kompetenzentwicklung im Kontext echter Problemstellungen:

- Das Projekt verlangt von den Schülern, echte Probleme zu erkennen und Lösungswege selbstständig zu erarbeiten.
- Dabei werden Kompetenzen wie Problemlösefähigkeit, kritisches Denken und methodisches Arbeiten nachhaltig gestärkt.

Verschiebung von Wissen:

- Wissen wird nicht einfach „vermittelt“, sondern entsteht im Dialog zwischen Erfahrung, Reflexion und neuer Erkenntnis.
- Schüler erfahren, dass Unsicherheiten, Fehler und Korrekturen Teil echter Wissensentwicklung sind.

Verschiebung von Rollen:

- Die Lehrkraft agiert weniger als „Belehrer“, sondern als Moderator und Impulsgeber für die selbstständige Arbeit der Lernenden.
- Lernende übernehmen Verantwortung für ihren Lernprozess und werden zu aktiven Gestaltern.

E.3 Umsetzung projektbasierten Lernens im Vogelzähl-Projekt

Einsetzbarkeit und Herausforderungen des Projekts

Integration in Schulunterricht:

- Das Projekt lässt sich hervorragend in bestehende Unterrichtsfächer wie Mathematik, Biologie oder Geografie einbetten.
- Durch seine fächerübergreifende Struktur wird schulische Praxis flexibel erweitert und sinnvoll vertieft.

Organisatorische Herausforderungen:

- Freie Beobachtungen, Datensammlungen und Experimente erfordern gute Planung und klare Absprachen.
- Zeitmanagement, Materialbereitstellung und Koordination von Beobachtungsaufträgen sind zentrale Aufgaben der Projektorganisation.

Didaktische Flexibilität:

- Je nach Klassensituation können einzelne Übungen angepasst, ergänzt oder gekürzt werden.
- Die Projektstruktur erlaubt individuelle Schwerpunktsetzungen und eröffnet damit viele Möglichkeiten für differenziertes Lernen.

Schwierigkeiten, die in der Durchführung des Vogelzähl-Projekts aufgetreten sind

Mathematisch-statistische Schwierigkeiten

- Die Erfassung beweglicher oder versteckter Objekte erwies sich als herausfordernd (Doppelzählungen oder Auslassungen).
- Die Modellierung von Unsicherheiten und die Frage, wann Schätzungen nötig sind, machten deutlich, dass exakte Zahlen oft illusorisch sind.
- Mittelwerte oder Summen können ohne Berücksichtigung der Datengenauigkeit zu falschen Interpretationen führen.

Organisatorische Schwierigkeiten

- Die Beobachtungen mussten gut geplant werden (sinnvolle Einteilung der Beobachtungsflächen, klare Zählzeitpunkte).
- Unterschiedliche Beobachtungsorte und -bedingungen führten zu stark variierenden Daten, deren Vergleichbarkeit schwer herzustellen war.
- Die Koordination der Schülerteams, die Sicherstellung einheitlicher Definitionen und das Sammeln der Ergebnisse brauchten viel Aufmerksamkeit.

Weitere Schwierigkeiten (z.B. menschlich, didaktisch, psychologisch)

- Motivationsschwankungen traten auf, besonders wenn Zählungen fehlerhaft verliefen oder die Problematik der Ungenauigkeit frustrierte.
- Manche Lernende zeigten Schwierigkeiten, Unsicherheit und Schätzungen als legitimen Teil wissenschaftlicher Arbeit zu akzeptieren.
- Didaktisch war es anspruchsvoll, die Balance zwischen freier Entdeckung und gezielter Steuerung so zu gestalten, dass alle tragfähige Erkenntnisse gewannen.

E.4 Bewertung der Machbarkeit der Projektmethode speziell für 5./6. Schulstufe

Grundsätzliche Machbarkeit

- Das Projekt ist grundsätzlich sehr gut machbar, weil es altersgerecht an reale Erfahrungen anknüpft (Beobachtung, Zählen, Natur).
- Die Schülerinnen konnten eigenständig Problemstellungen erkennen, kreative Lösungen entwickeln und reflektieren, was ein starkes Indiz für die methodische Eignung ist.
- Die zentrale Idee – durch eigene Zählerfahrungen Verständnis für Statistik aufzubauen – ist besonders wirksam für diese Altersgruppe.

Anforderungen an Unterstützung

- Trotz der Machbarkeit braucht das Projekt intensive Anleitung und Begleitung durch die Lehrperson.
- Gerade bei jüngeren Schülern muss die Struktur des Projekts klar vorgegeben und flexibel angepasst werden, um Überforderung zu vermeiden.
- Begriffe wie Unsicherheit, Fehlerquellen oder Hochrechnungen müssen einfach und altersgerecht erklärt werden.

Herausforderungen

- Die Organisation von Zählaufgaben im offenen Raum (z.B. Schulhof) sowie die Sicherstellung vergleichbarer Beobachtungsbedingungen waren anspruchsvoll und erfordern hohen Planungsaufwand.
- Außerdem fiel es manchen Schülerinnen schwer, Fehler und Ungenauigkeiten als normalen Bestandteil des wissenschaftlichen Arbeitens zu akzeptieren. – Hier sind Geduld und gezielte Reflexion wichtig.
- Didaktisch herausfordernd ist es, das richtige Maß zwischen Freiraum (für Entdeckung) und Anleitung (für Verstehen) zu finden.

Fazit bezüglich der Machbarkeit der Projektmethode für die 5./6. Schulstufe gemessen am Vogelzähl-Projekt

- Die Projektmethode ist in der 5./6. Schulstufe sehr gut einsetzbar, wenn Lehrkräfte viel Struktur und behutsame Unterstützung bieten.
- Besonders positiv ist, dass die Kinder die Komplexität realer Daten verstehen lernen – eine Fähigkeit, die weit über den Mathematikunterricht hinausgeht.

Anhang. Fallstudien in Angewandter Statistik

A.1 Für den Unterricht geeignete Projekte in Angewandter Statistik

In der Beratung sind die Anforderungen an ein Projekt sehr unterschiedlich

- die Analyse der Aufgabenstellung muss nicht zu einem Ergebnis führen
- die Datenerstellung kann sehr zeitaufwendig sein und von organisatorischen Arbeiten dominiert werden
- die eigentliche Analyse der Daten kann Routine oder zu aufwändig sein
- die Organisation aller Arbeitsschritte kann die Lernenden überfordern
- Kunden könnten sich weigern, die Schüler an ihren Problemen arbeiten zu lassen (aus Gründen der Qualifikation, des Datenschutzes usw.).

Wir scannen unsere abgeschlossenen Industrieprojekte

- Wir wählen die Projekte aus, die wir für ein Seminar für geeignet halten;

Die Vorteile eines abgeschlossenen Projekts

- Eine Lösung erscheint erreichbar und sinnvoll
(nicht alle realen Probleme können zufriedenstellend gelöst werden).
- Wegfall der aufwändigen Datenbeschaffungsphase.

Vorteile eines echten Projekts (capstone project)

- Echte Verantwortung, wirkliche Datenbeschaffung.

A.2 Grundidee eines Seminars und Liste potentieller Projekthemen

Ziel: Authentische Nachbildung realer Statistikprojekte

Methode: Re-Analyse eines Projekts aus dem eigenen Fachbereich

- Ablauf in Phasen:
- Rollenklärung (Studierende & Lehrende)
- Systemanalyse (Modellierung)
- Datenerhebung
- Datenanalyse
- Entscheidungsfindung

Mehrwert: Vermittlung realitätsnaher Handlungskompetenzen

Die Studierenden konnten ihr eigenes Projekt aus einer Liste von Themen auswählen. Die Problemsituation wurde kurz beschrieben.

- Vorhersage der Folgen eines Schlaganfalls in frühen Stadien des Ereignisses.
- Glasrecycling – Reduktion des Gehalts von Stein und Porzellan.
- Motorenlärm – Subjektives Unbehagen durch Lärm und technische Merkmale.
- Spezialfutter zur Immunisierung und Gewichtszunahme von Rindern im Stall.
- Methoden zur Reduzierung des HCB-Gehalts (ein Pestizid) in Kürbiskernen.
- Faktoren, die den Erfolg von Lawinensprengungen mit Dynamit bestimmen.

A.3 Phasen im Prozess der Arbeit an Fallstudien, Schritte, die normalerweise nicht durchgeführt werden

Die geforderte Arbeitsleistung wurde den Studierenden sorgfältig beschrieben, da sie von anderen Seminaren abweicht, die sie gewohnt sind.

Unterschiedliche Rollen

- Die Studierenden arbeiteten in Viererteams, die gemeinsam für den Erfolg verantwortlich waren.
- Der Dozent spielte die Rolle des Auftraggebers, der das Problem kommunizierte.

Modellierungsphase (Systemanalyse)

- Nach einigen Sitzungen mit dem „Kunden“ übergaben die Studierenden ihre Systemanalyse an den „Kunden“, der ihr erstes Modell in Frage stellte.
- Die Studierenden überprüften und beendeten ihre Modellierungsarbeit.
- Ihr Ansatz wurde mit unserem Ansatz aus dem vorherigen Projekt verglichen.
- Die Vor- und Nachteile der einen oder anderen „Arbeit“ wurden mit allen Studierenden eingehend diskutiert.

Datenerhebung (Produktion)

- Von hier an sollten die Studierenden mit unserer Projektlösung weitermachen.
- Anstatt erneut Daten zu sammeln, lernten sie unsere Erfahrungen und Misserfolge bei der Datenerhebung kennen, um sich ein klares Bild von den Fallstricken der Datenproduktion zu machen.

A.3 Die verschiedenen Phasen der Arbeit der Studierenden – Weitere Phasen

Datenanalyse (der übliche Schwerpunkt auch in der angewandten Statistik)

- Die Studierenden waren nun bereit, nach statistischen Methoden zu suchen, um die genauen Fragen und Hypothesen zu beantworten, die die Bausteine der anfänglichen Systemanalyse waren.

Kontextbezogene Entscheidung

- Schließlich schrieb das Team einen Bericht für den Kunden und präsentierte seine Ergebnisse dem „Kunden“ und den anderen Gruppen.

Die Analyse der Daten wurde nicht wie üblich isoliert durchgeführt.

- Bei ihrer Interpretation mussten die Studierenden auf alle Entscheidungen und Probleme Bezug nehmen, die während des Modellierungsprozesses aufgetreten waren.

Statistische Untersuchungen sinnvoll gestalten

A.4 Etappen der Projektarbeit in einem praktischen Seminar

Systemanalyse (Modellierungsphase)

Da der Ansatz der Systemanalyse eine entscheidende Phase der Umsetzung ist, mussten die Studenten **ihre eigene Sichtweise des Problems und die relevanten Fragen, die zu stellen waren, entwickeln.**

Entwurf der Datenproduktion

Die Studierenden mussten ihr eigenes Design entwickeln: wie man die richtigen Daten zur Beantwortung der gestellten Fragen generiert.

Der Nachteil war, dass sie ihre systemische Sichtweise des Problems mit der des fertigen Projekts in Einklang bringen mussten, da sie die verfügbaren Daten verwenden mussten.

Die Datenanalyse

Bei der Untersuchung dieser Daten mussten die Studierenden ihre Wahrnehmung des Problems und die Annahmen der gewählten statistischen Verfahren überprüfen.

Kontextbezogene Entscheidung

Wie es für die angewandte Statistik typisch ist, schlossen sie mit Teillösungen für das gestellte Problemfeld und mit offenen Fragen und Themen für weitere Forschung.

Die Studierenden präsentierten ihren Bericht so, als ob sie ihn dem Auftraggeber vorlegen müssten.

A.5 Einsatz von Fallstudien in Angewandter Statistik im Unterricht

Unterstützendes Material für die studentische Arbeit

- Die Modellierung wurde durch eine Checkliste unterstützt, die alle relevanten Fragen von der ersten Modellierung eines Problems bis zur Präsentation der Ergebnisse enthielt.
- Die Datenanalyse wurde durch unsere Handbücher zur verwendeten Software (SPSS) unterstützt.
- Nachhilfeunterricht zu verschiedenen Methoden, wenn diese für ihre Fragen geeignet waren.

Herausforderungen für die Studierenden

- die Länge der Aufgabe
- die Vielfalt der Fragen;
- die Notwendigkeit, ihre Arbeit zu organisieren: Erwerb neuer Werkzeuge, Umgang mit dem Kunden, Entwicklung eines Modells aus verschiedenen Eingangsinformationen und Entscheidung über geeignete statistische Methoden.

Veranschaulichung des Ansatzes für Fallstudien durch

- das Spektrum der Projekte aufzeigen;
- ein Projekt im Detail analysieren
- die vielfältigen Herausforderungen und Möglichkeiten veranschaulichen.

A.6 Grundlagen der statistischen Datenanalyse – Checkliste

A. Systemanalyse

1. Formulierung der Problemstellung im Kontext
2. Zu untersuchende Variablen
3. Skalierung dieser Variablen
4. Quellen der Daten
5. Störfaktoren
6. Zielpopulation
7. Typen von Studien

C. Datenanalyse

1. Datenaufbereitung
2. Datenauswertung (EDA)
3. Inferentielle statistische Analyse
4. Präsentation/Interpretation der Ergebnisse

B. Design der Datenproduktion

1. Ressourcen des Projektpartners
2. Primäre statistische Methoden
 - 2.1 Experimente – Planung
 - 2.2 Beobachtungsstudien – Design
3. Datenproduktion

D. Entscheidung im Kontext

1. Modellprüfung
2. Verbesserung des Modells
3. Weitere Fragen aus dem Kontext

Einzelheiten zur Checkliste sind unter manfred.borovcnik@aau.at erhältlich.

A. Systemanalyse

C. Datenanalyse

1. Formulierung der Problemstellung im Kontext

2. Zu untersuchende Variablen

3. Skalierung dieser Variablen

4. Quellen der Daten

- Zusammenarbeit mit Experten – Lesen relevanter Forschungsarbeiten.
 - Formulierung von Zielen.
 - Eine erste Liste von Hypothesen, die noch zu klären sind.



B. Design der Datenproduktion

D. Entscheidung im Kontext

5. Störfaktoren

6. Zielpopulation

7. Typen von Studien



Einzelheiten zur Checkliste sind unter manfred.borovcnik@aau.at erhältlich.

A.7 Projekt „Verringerung des HCB-Gehalts in Kürbiskernen“

Zielsetzung:

Verringerung des HCB in Kürbiskernen. Verringerung des HCB im Boden.

Behandlung:

Es gab vier Behandlungsgruppen für den Boden, auf dem die Kürbisse angebaut wurden:

N Null

A Aktivierte Kohle

Z+A Ziegelstein in kleine Stücke gebrochen plus Öl plus Aktivkohle

Z+A+F Zusätzlich eine Folie auf der Erde zwischen Boden und Pflanze (Frucht)

Die Annahmen der verwendeten Modelle wurden überprüft; das Ergebnis war:

Alle Behandlungen waren signifikant besser als der Nullwert.

Kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Behandlungen.

Die Überprüfung auf weitere Confounder ergab jedoch ein rätselhaftes Ergebnis:

Die Behandlungseffekte waren kleiner als die Variation in „Spalten“ des Feldes.

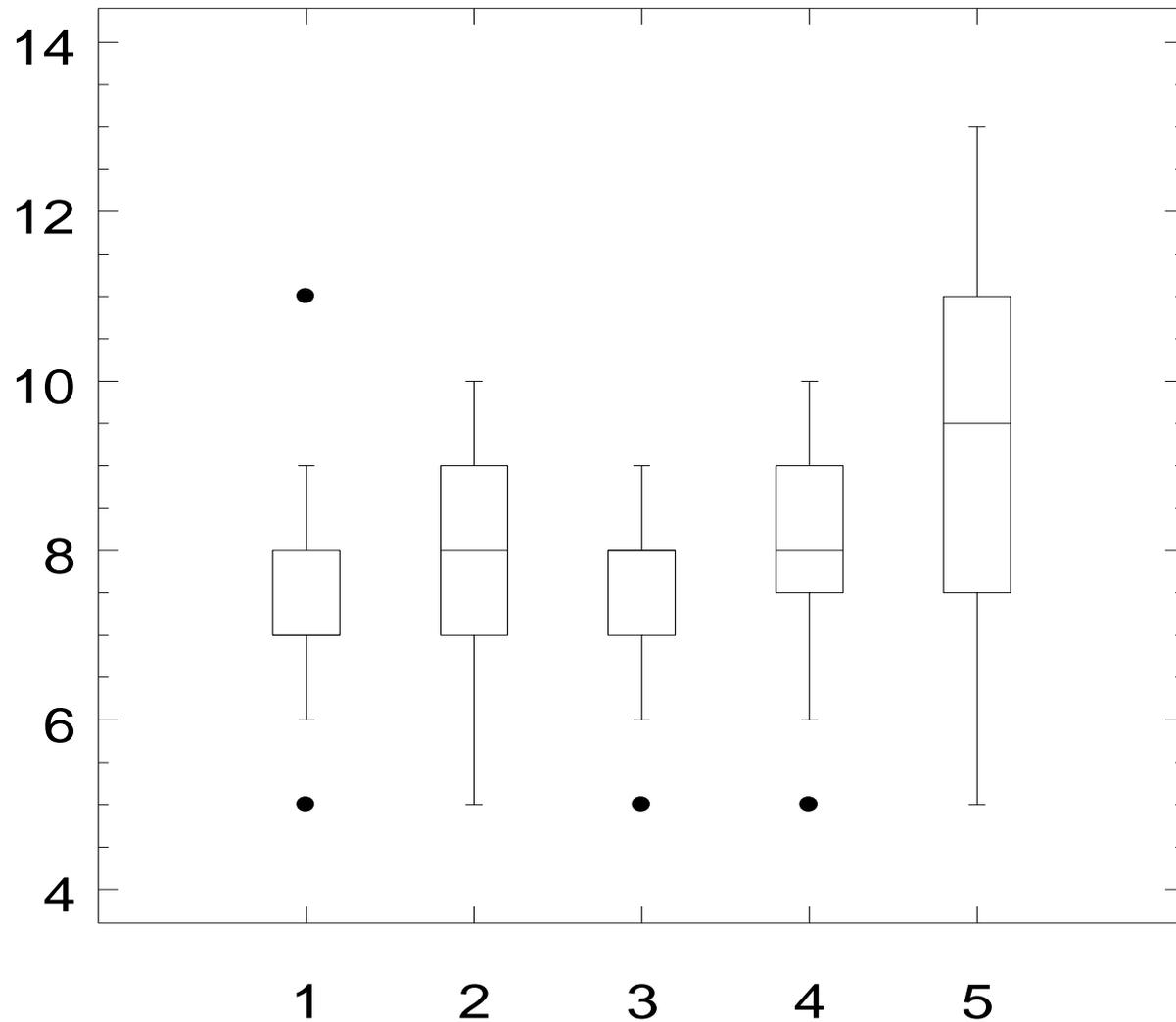
Der Grund dafür war eine Wasserdrift im Boden, wie sich später herausstellte.

Row	Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5
1	A	N	Z	ZAF	N
2	N	ZAF	A	Z	A
3	Z	A	ZAF	N	ZAF
4	ZAF	Z	N	A	Z
5	A	Z	A	N	ZAF
6	ZAF	N	ZAF	Z	A
7	N	A	Z	ZAF	Z
8	Z	ZAF	N	A	N
9	Z	N	ZAF	A	Z
10	ZAF	A	N	Z	ZAF
11	A	ZAF	Z	N	A
12	N	Z	A	ZAF	N
13	A	N	ZAF	Z	A
14	N	ZAF	Z	A	Z
15	Z	A	N	ZAF	N
16	ZAF	Z	A	N	ZAF
17	Z	A	N	Z	ZAF
18	ZAF	N	ZAF	A	Z
19	N	ZAF	Z	N	A
20	A	Z	A	ZAF	N

Design of the experiment

HCB_Boden_
vor_Behandlung

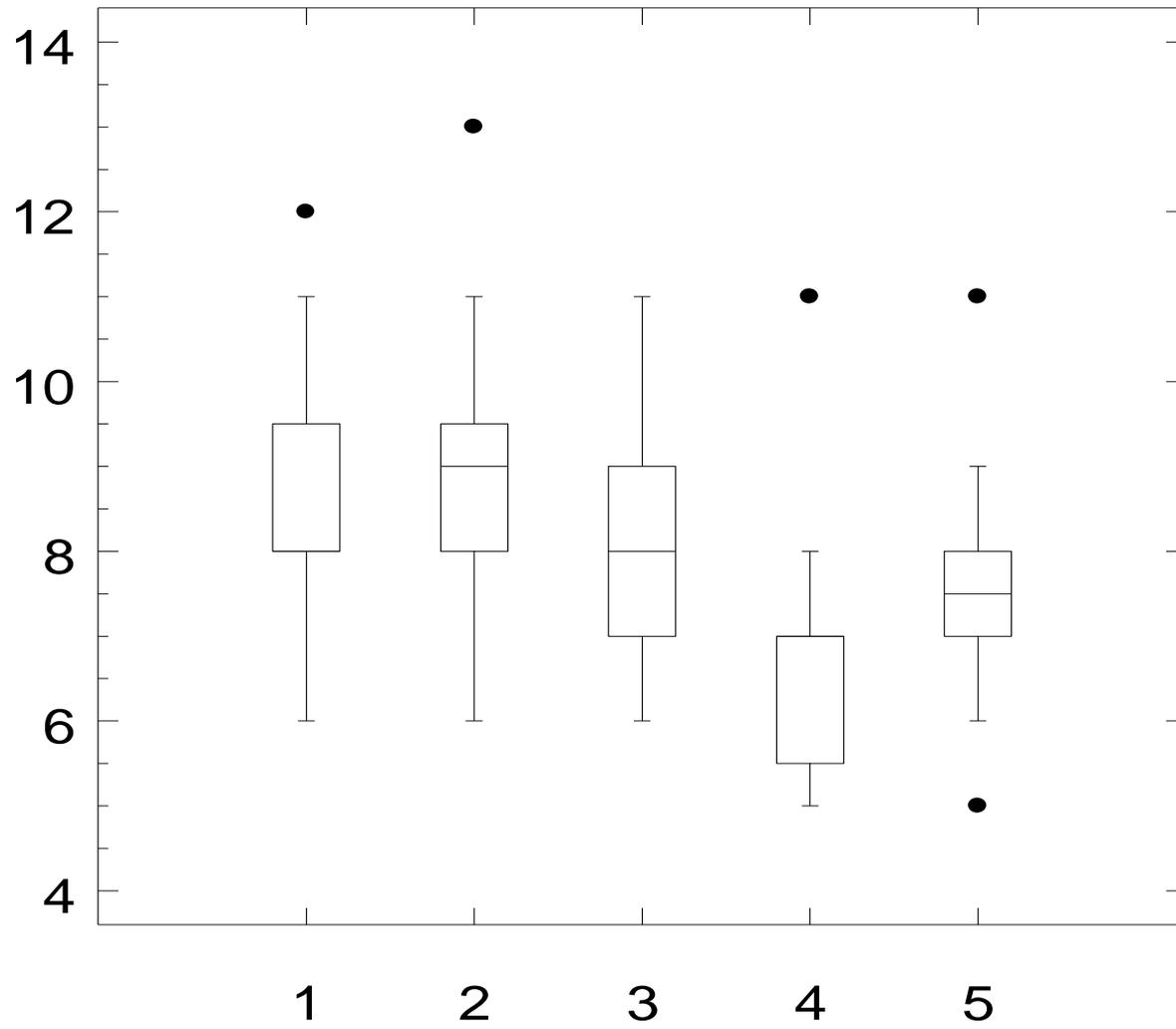
Box-und-Whiskers-Plots: HCB im Boden vor der Behandlung nach „Zeilen“ im Feld



HCB Boden (vor Behandlung) nach "Zeilen" im Feld

HCb_Boden_
vor Behandlung

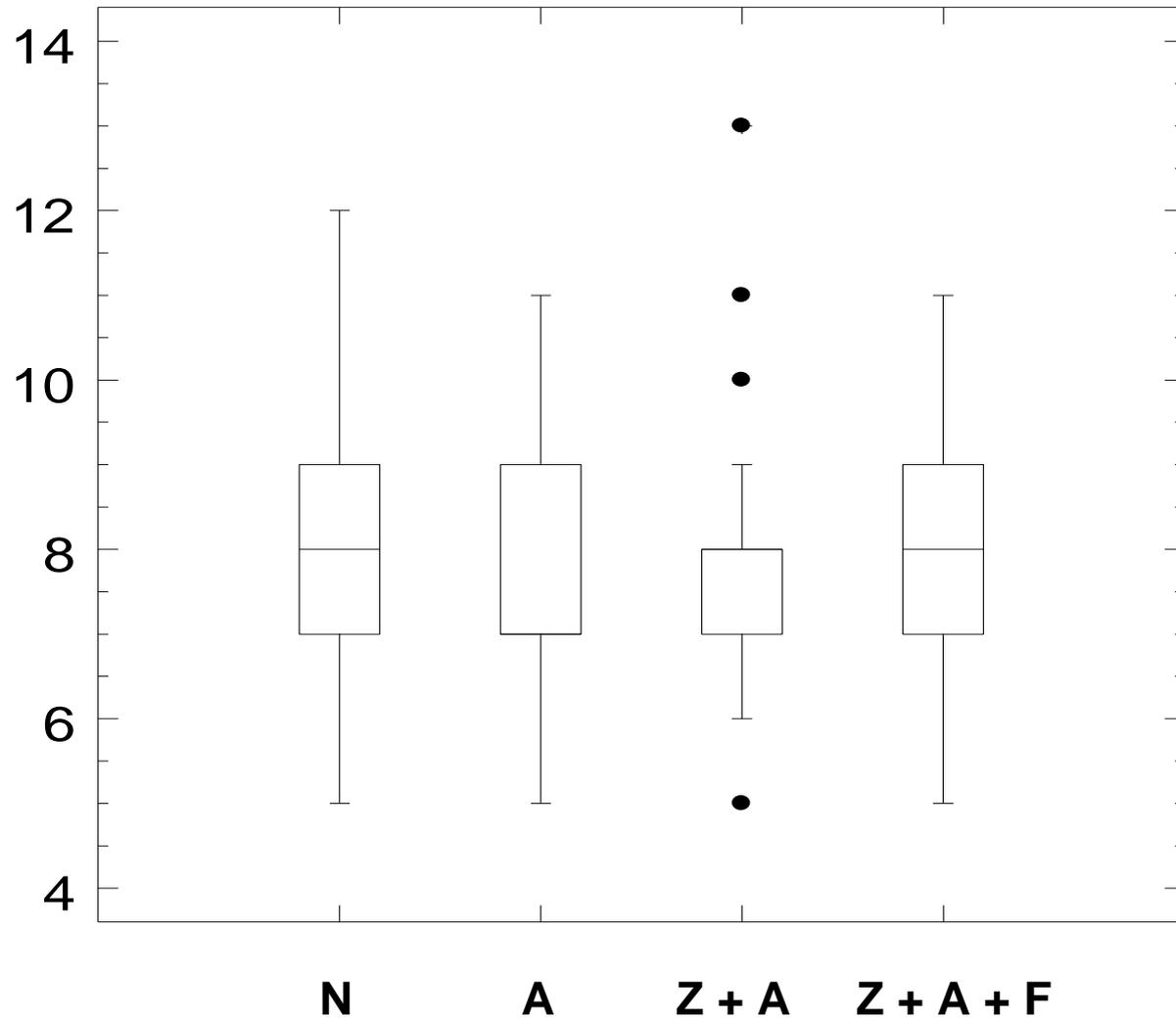
Box-und-Whiskers-Plots: HCB im Boden vor Behandlung nach "Spalten" im Feld



HCb Boden (vor Behandlung) nach "Spalten" im Feld

HCb_Boden_
vor Behandlung

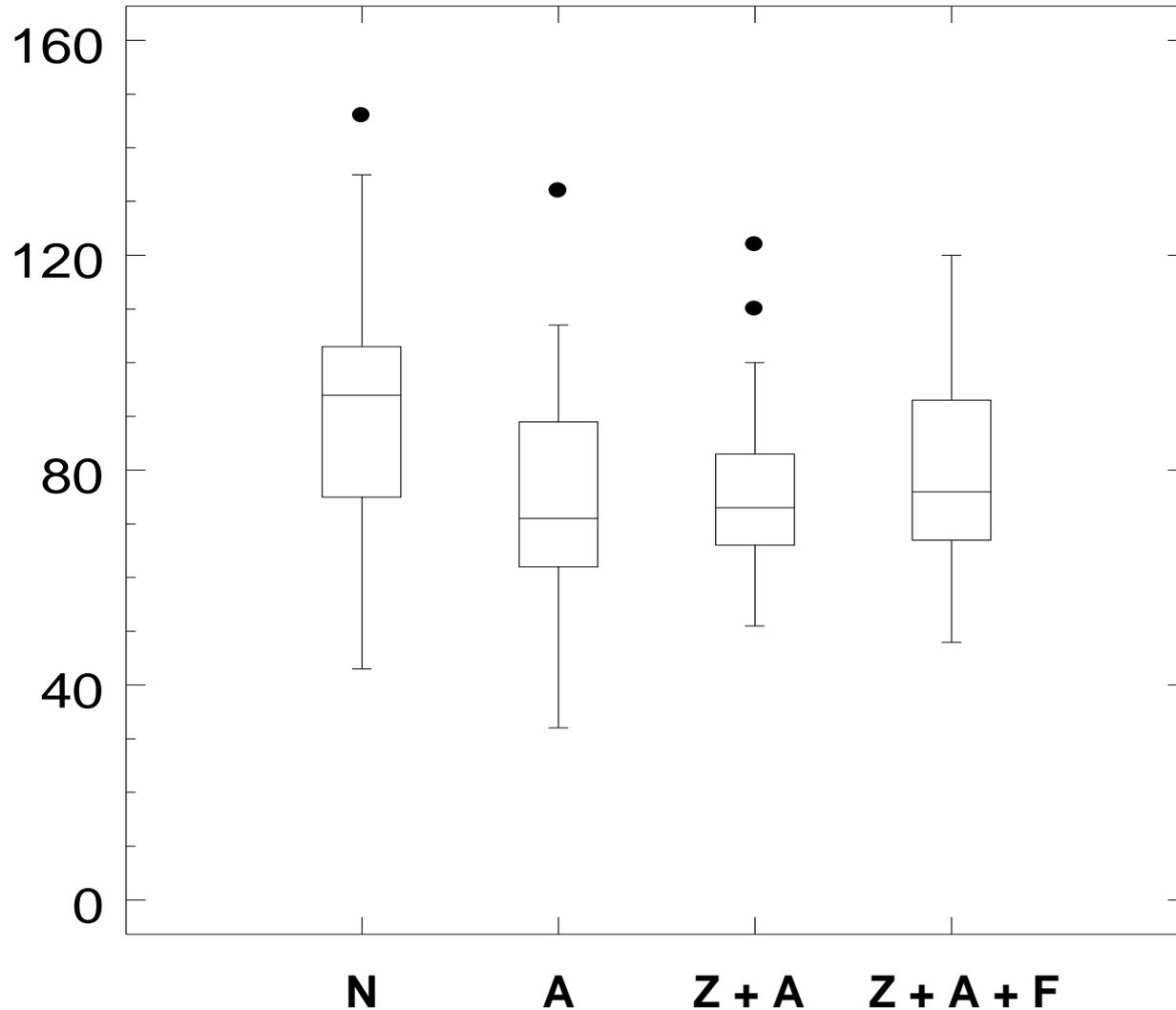
Box-und-Whiskers-Plots: HCB im Boden vor Behandlung nach Typ der Behandlung



HCb_Boden (vor Behandlung) nach Typ d. Behandlung

Box-und-Whiskers-Plots: HCB in Kernen nach Typ der Behandlung

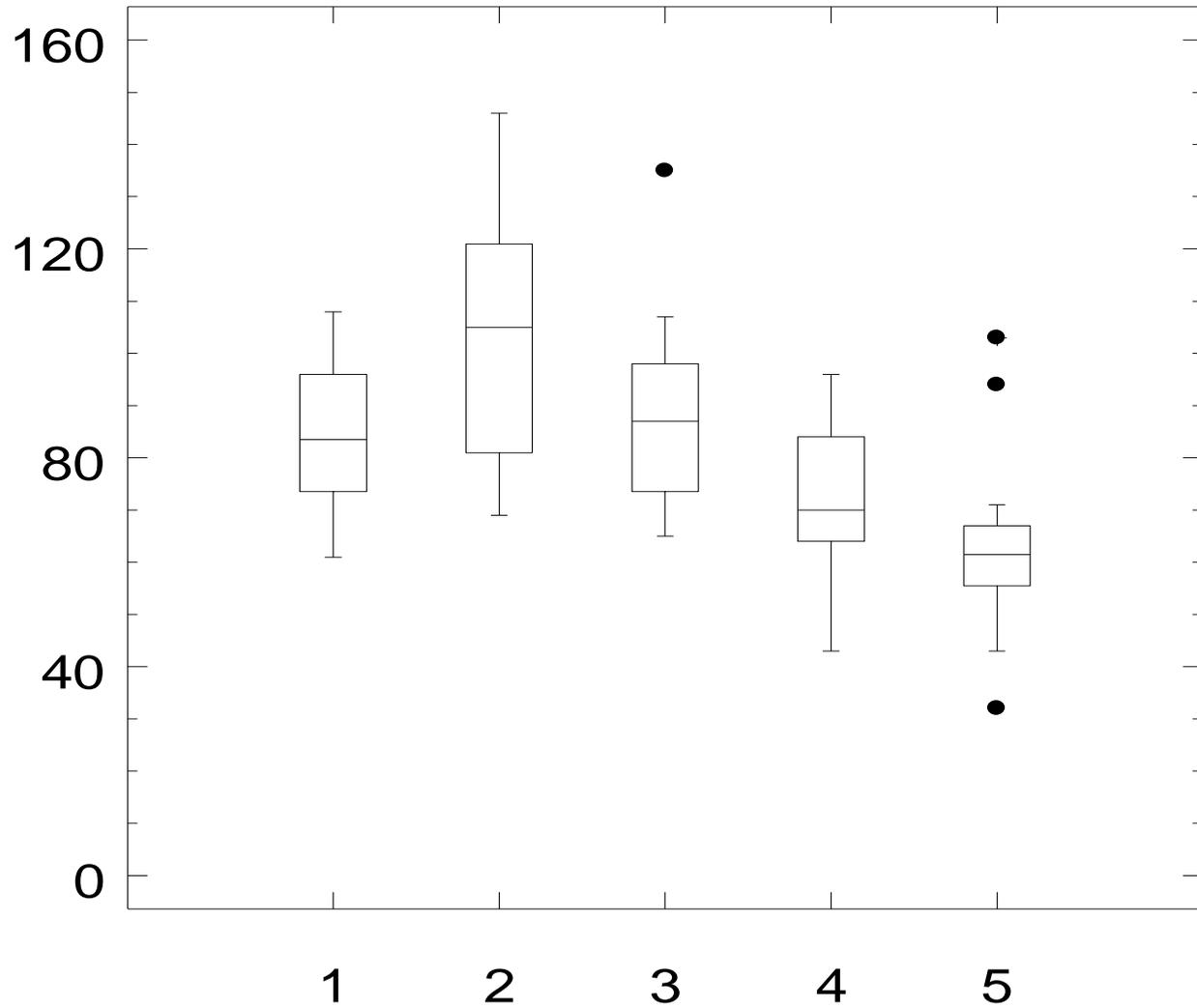
HCB_Kern



HCB im Kern nach Behandlungstyp

Box-und-Whiskers-Plots: HCB in Kernen nach "Spalten" des Feldes

HCB_Kern



HCB in Kernen nach Spalten des Feldes

A.8 Herausforderungen angewandter Statistik

Angewandte Beispiele vs Nachvollzug des Modellierungsprozesses

Sobald die Studierenden einen Überblick über die verschiedenen Methoden der angewandten Statistik haben, können sie einen Zuwachs an Verständnis erfahren, wenn sie diese auf reale Probleme anwenden.

- Direkte und kurze praktische Beispiele können dazu dienen, die Auswirkungen der Methoden zu veranschaulichen.
- Es ist sehr nützlich, über „saubere“ Anwendungsbeispiele hinauszugehen.

Der Anwendungsprozess erfordert eine Mischung aus allgemeinen Kompetenzen, darunter

- die Fähigkeit, die Situation zu vereinfachen;
- den Umgang mit Fragen der angemessenen Gestaltung;
- Führungsqualitäten zu entwickeln, wenn die Situation vor Ort von den Vorstellungen abweicht.

Angewandte Arbeit erfordert auch die Arbeit in Teams und die Kommunikation statistischer Ergebnisse über Disziplinen hinweg.

Verschiedene Arten und Ebenen der Umsetzung

- Die raue Praxis bietet keine Garantie dafür, geeignete Probleme und adäquate Lösungen zu finden.
- Viele Projekte in der Praxis scheitern oder unterstützen kaum interessante oder anspruchsvolle Merkmale und Modelle.
- *Fallstudien* sind möglicherweise besser für den Einsatz in Kursen geeignet.

Unter Fallstudien verstehen wir Projekte

- die bereits für einen Kunden durchgeführt worden sind;
- bei denen die Studenten in Teams arbeiten;

Mit Fallstudien verbinden wir das Ziel, dass die Studierenden

- die bereits erreichte Lösung zu reproduzieren
- dass sie alle Fallstricke eines angewandten Projekts miterleben: und
- sogar eine bessere Lösung als die der statistischen Experten zu finden.

Zusätzlich benötigte Unterstützung für die angewandte Arbeit

Die angewandte Arbeit ist sehr anspruchsvoll:

- Eine Checkliste der Arbeitsschritte ist sehr nützlich, um sich an den Schritten und Kontrollen zu orientieren, die während der Arbeit erforderlich sind, um das Ziel zu erreichen.
- Auf Anfrage Hilfe zu den verschiedenen neuen statistischen Methoden, die für die Analyse geeignet sein könnten.
- Hilfe auf Anfrage bei zusätzlichen Problemen der benachbarten Fachwissenschaften aus dem Kontext des Projekts.
- Beratung bei der Kommunikation mit dem Kunden.

Die Studierenden brauchen Unterstützung.

Die angewandte Arbeit ist anspruchsvoll

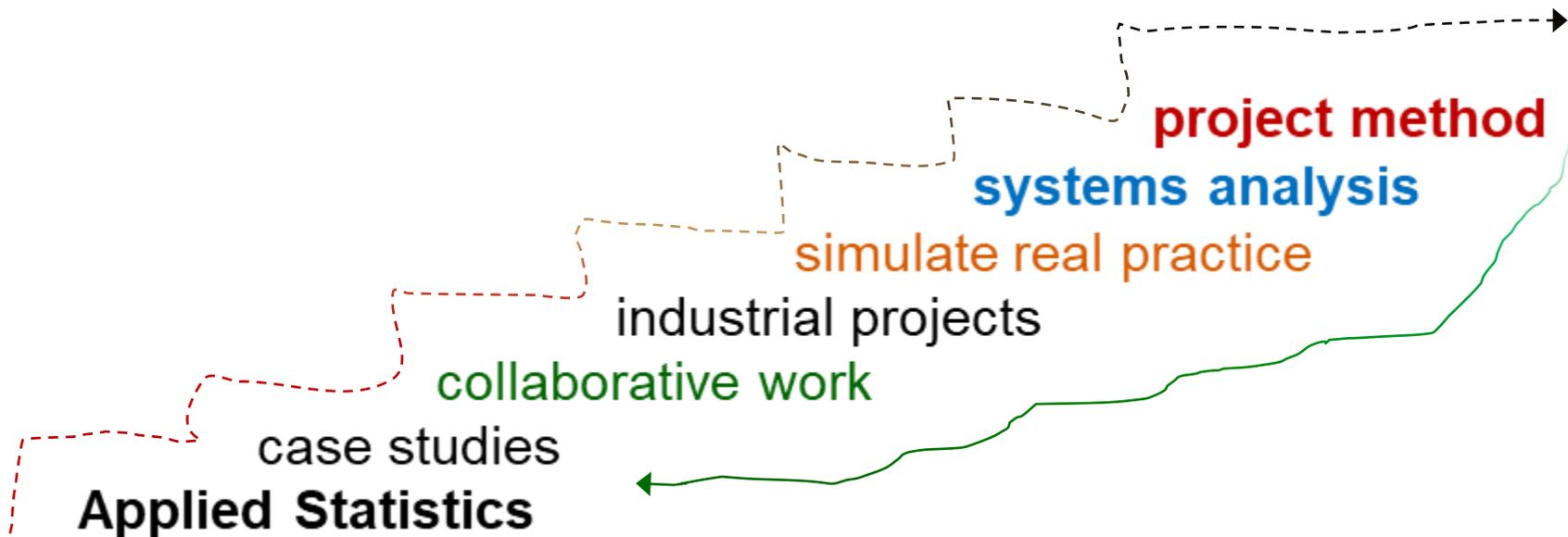
- **Organisatorisch:**
die vielfältigen Formen eines Designs, welches Antworten auf die formulierten Probleme beinhalten könnte.
- **Die Vielfalt der statistischen Methoden:**
Viele Methoden müssen parallel berücksichtigt werden.
- **Mathematisches Wissen:**
Es ist notwendig, Metawissen über viele Methoden und ihre relativen Vorzüge zu entwickeln, um ein Modell besser an die Fragestellung anzupassen.
- **Kommunikation und Führung:**
Die Notwendigkeit, mit Projektpartnern aus anderen Disziplinen zu kommunizieren und sie zu verstehen.

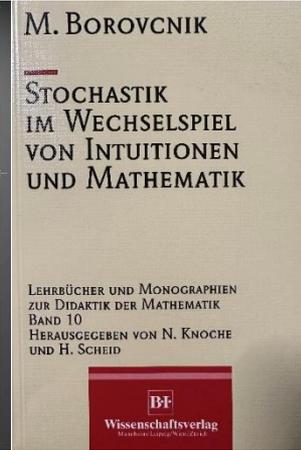
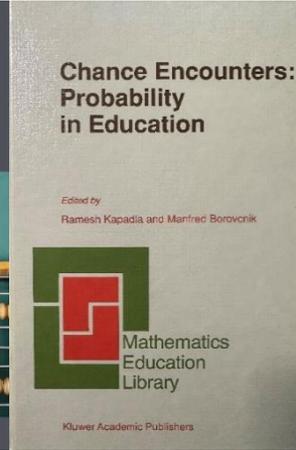
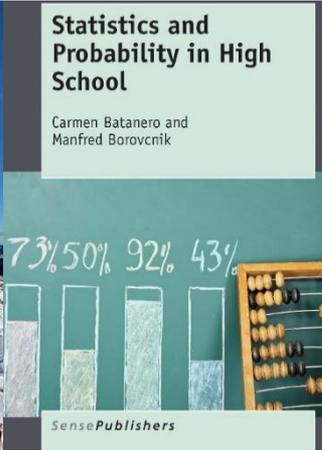
Die angewandte Arbeit erfordert einen interdisziplinären Ansatz und mehr Wissen über weitere statistische Methoden auf der Metaebene.

Sir Ronald A. Fisher entwickelte die Methoden im Rahmen seiner angewandten Projekte

“The tendency of modern scientific teaching is to neglect the great books, to lay far too much stress upon relatively unimportant modern work, and to present masses of detail of doubtful truth and questionable weight in such a way as to obscure principles.” (Fisher & Stock, 1915)

“To call in the statistician after the experiment is done may be no more than asking him to perform a post-mortem examination: he may be able to say what the experiment died of.” (Fisher, 1938)





Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

manfred.Borovcnik@aau.at

www.researchgate.net/profile/Manfred-Borovcnik

