

Angewandte Statistik auf natürliche Weise lernen – Die Projektmethode

MANFRED BOROVCNIK, KLAGENFURT – TERESITA EVELINA TERÁN, ROSARIO

Untersucht wird das didaktische Potenzial der Projektmethode im Statistikunterricht. Anhand authentischer Fallstudien und schulischer Projekte wird gezeigt, wie Statistiklernen durch realitätsnahe, problemorientierte Szenarien vertieft werden kann. Zentrale Elemente sind die aktive Rolle der Lernenden, die Kontextualisierung statistischer Methoden und die Reflexion über Unsicherheit und Datenqualität. Projekte wie die Vogelzählung oder industrielle Fallstudien fördern ein ganzheitliches Verständnis – von der Modellbildung über die Datenerhebung bis zur Interpretation. Die Projektmethode wird nicht nur als Lehrform, sondern als epistemologisches Konzept verstanden, das Denkprozesse sichtbar macht und fachübergreifende Kompetenzen stärkt. Herausforderungen wie Komplexität, Fehlererfahrungen und didaktische Steuerung werden bewusst integriert, um nachhaltiges Lernen zu ermöglichen. Die Arbeit liefert theoretische Grundlagen, praxisnahe Beispiele und methodische Empfehlungen für Lehrkräfte auf allen Bildungsstufen. Sie plädiert für eine Neuausrichtung des Statistikunterrichts hin zu forschendem Lernen im Spannungsfeld zwischen Mathematik, Empirie und gesellschaftlicher Relevanz.

1. Einleitung

Statistik ist im schulischen wie auch im universitären Bildungskontext von herausragender Bedeutung. Kaum ein anderes Gebiet der Mathematik berührt so unmittelbar die Lebenswelt der Lernenden: Statistische Daten prägen Nachrichten, Politik, Wirtschaft und Wissenschaft. Gleichzeitig zeigt sich in der Praxis, dass Statistikunterricht oft auf die Vermittlung von Rechenregeln reduziert wird. Schülerinnen und Schüler lernen, wie man Mittelwerte bildet, Wahrscheinlichkeiten berechnet oder Hypothesen testet – doch selten erschließen sie die Bedeutung dieser Verfahren für reale Fragen. Infolgedessen bleibt Statistik für viele abstrakt und wenig motivierend. An dieser Stelle setzt die Projektmethode bzw. projektbasiertes Lernen (PBL) an. PBL bietet einen Ansatz, um Statistikunterricht aus der Enge schematischer Aufgabenformate zu befreien. Statt vorgegebene Aufgaben mit eindeutigen Lösungen zu bearbeiten, treten Lernende in einen offenen Prozess ein: Sie formulieren Fragen, planen Untersuchungen, sammeln Daten, werten diese aus und reflektieren Ergebnisse im Hinblick auf ihre Bedeutung. Damit verbindet die Methode zwei wesentliche Anforderungen moderner Didaktik: Sie fördert aktives Lernen und stellt gleichzeitig den Bezug zur Lebenswelt her.

Die Relevanz dieses Ansatzes ist unbestritten. In einer von Daten geprägten Gesellschaft ist nicht allein das Beherrschen von komplexen statistischen Methoden – oft in Software-Paketen implementiert – entscheidend, sondern die Fähigkeit, Daten kritisch einzuordnen, Unsicherheit zu reflektieren und eigene Schlüsse nachvollziehbar zu begründen. Genau hier eröffnet die Projektmethode eine Möglichkeit, Lernende nicht nur mit mathematischem Rüstzeug auszustatten, sondern auch ihre Urteilkraft und Reflexionsfähigkeit zu stärken. Für die Lehrkraft ergibt sich dabei eine veränderte Rolle. Sie tritt weniger als Wissensvermittlerin auf, sondern übernimmt die Funktion einer Begleiterin, die Lernprozesse strukturiert, Impulse gibt und Reflexion anregt. Diese Veränderung mag ungewohnt erscheinen, entspricht jedoch den Anforderungen einer Bildung, die nicht auf Reproduktion, sondern auf Verstehen abzielt.

Die beiden Autoren haben selbst mehrfach PBL mit Erfolg eingesetzt. In Kursen an der TU Graz und der Universität Klagenfurt wurden im Rahmen von Fallstudien abgeschlossene Industrieprojekte von Studierenden nachgespielt (siehe Epilog 2 und Borovcnik, 2018). An der Universidad de Rosario arbeiteten Studierende projektbasiert an realen Problemen, die sie sich selbst gestellt haben (Borovcnik & Terán, 2021). In einem weiteren hochschuldidaktischen Projekt an der Universidad de Lujan arbeiteten Dozenten der Statistik selbst als Teams im Rahmen des PBL, nicht nur, um die selbst gestellten Fragen zu analysieren, sondern um die Projektmethode kennenzulernen und ihre Eignung für die eigene Lehre in Angewandter Statistik auszutesten (Borovcnik & Terán, 2023).

Dabei wurden u. a. folgende Erkenntnisse gewonnen: Erfahrene Studierende profitieren besonders, da sie mehr Reflexionshintergrund mitbringen. Peer-Feedback-Formate (z. B. Gruppenpräsentationen) fördern argumentative Kompetenz. Eine Checkliste zur Projektsteuerung (Modellierung, Daten, Analyse, Entscheidung) hilft bei der Strukturierung. In der 5. Schulstufe hat E. Zanzani ihre Schülerinnen über das Projekt „Vögel zählen“ zu tieferen Einsichten in die Statistik geführt (Epilog 1; Borovcnik et al., 2019): Auch junge Schüler können statistische Prinzipien erfassen – wenn sie sie selbst erleben dürfen.

Darüber hinaus gibt es viele Befunde erfolgreicher Umsetzung von PBL: Bilgin et al. (2015) beschreibt Seminare, in denen die Studierenden erfolgreich neue „Capstone-Projekte“ mit Kunden von außerhalb der Universität bearbeiten. MacGillivray und Mendoza (2011) nutzen PBL als effektive Methode im Grundstudium in Angewandter Statistik – ihr Fokus ist auf kollaboratives Arbeiten und Vorbereitung auf die Berufspraxis gerichtet. Batanero und Díaz (2011) entwickeln die Didaktik der Statistik entlang von Projekten, Batanero und Díaz (2004) geben einen theoretischen Rahmen für diese Vorgehensweise.

Die folgenden Abschnitte entwickeln eine wissenschaftlich-didaktische Analyse der Projektmethode im Statistikunterricht. Abschnitt 2 begründet ihre didaktische Legitimation und beleuchtet Projekte als Organisationsform von Unterricht, Abschnitt 3 konkretisiert Umsetzungsmöglichkeiten im Statistikunterricht und stellt mit dem PPDAC-Zyklus ein strukturierendes Modell vor. Daran schließen sich Überlegungen zur einer veränderten Lernkultur (Abschnitt 4), zu Herausforderungen und Evaluation (Abschnitt 5) und schließlich ein Fazit (Abschnitt 6) an.

2. Grundlagen der Projektmethode

2.1 Zur didaktischen Legitimation der Projektmethode

Pädagogische Wurzeln und Grundgedanken

Die Projektmethode ist keine neue Erfindung, sondern wurzelt in reformpädagogischen Traditionen des frühen 20. Jahrhunderts. Sie ist eng verknüpft mit den Namen John Dewey (1916) und William H. Kilpatrick (1918), die das „Lernen durch Erfahrung“ zu einem Leitgedanken entwickelten. Nach diesem Verständnis ist Bildung nicht die Anhäufung von Fakten, sondern die bewusste Auseinandersetzung mit Problemen, die aus der Lebenspraxis erwachsen. Kilpatricks „Projektmethode“ 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 for Education (2010).

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. Bildungsstrategien sind geplante Wege zur Zielerreichung (Salinas, 1999). Projekte sind dabei methodisch strukturierte Lernformen, die zur aktiven Wissensgenerierung führen. 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.

Didaktische Argumentationslinien

Diese pädagogische Grundidee erfährt im Kontext des Statistikunterrichts besondere Aktualität. Statistik ist ein Fach, das aus der Anwendung stammt und von der Anwendung lebt. Sir Ronald A. Fisher entwickelte statistische Methoden zur Lösung von praktischen Problemen. Fisher und Stock (1915) stellen dazu fest (Anmerkungen der Autoren):

“The tendency of modern scientific teaching is to neglect the great books, to lay far too much stress upon relatively unimportant modern work [i.e., Theorie], and to present masses of detail of doubtful truth and questionable weight in such a way as to obscure principles [die man nur aus Anwendungen heraus begreift].”

Reine Formalismen ohne Bezug zu realen Daten und Fragestellungen bleiben abstrakt und tragen nur wenig zu einem nachhaltigen Verständnis bei. Die Legitimation der Projektmethode in der Statistikdidaktik liegt daher darin, dass sie einen authentischen Zugang zum Fach eröffnet. Lernende erleben Statistik nicht als fertiges System, sondern als offenes Instrumentarium, das sie befähigt, eigene Fragen zu beantworten. Didaktisch lassen sich mehrere Argumentationslinien unterscheiden:

- Konstruktivistischer Ansatz (Thorndike, 1913; Vygotsky, 1978): Wissen wird nicht passiv aufgenommen, sondern aktiv konstruiert.
- Motivation (Holmes, 1997): Projekte knüpfen an Interessen und Lebenswelt der Lernenden an und machen Statistik greifbar.
- Kompetenzen: Neben kognitiven Fähigkeiten werden soziale, methodische und kommunikative Kompetenzen gestärkt (Muerza et al., 2024).
- Gesellschaftlicher Bezug: Lernende erwerben die Fähigkeit, statistische Informationen kritisch zu bewerten (Porciúncula Moreira da Silva & Pinto, 2014).

Bedeutung für die Statistikdidaktik

Aus fachdidaktischer Sicht ist hervorzuheben, dass sich die Projektmethode besonders für Statistik eignet, weil dieses Gebiet ohnehin prozesshaft angelegt ist. Schon die Wahl einer Fragestellung, die Planung einer Datenerhebung oder die Entscheidung für ein statistisches Verfahren sind Schritte, die nicht mechanisch ablaufen, sondern Reflexion erfordern.

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). Zusätzlich lässt sich die Legitimation mit Blick auf Bildungsziele begründen: Lehrpläne betonen zunehmend Kompetenzen wie Problemlösefähigkeit, kritisches Denken und Teamarbeit. Die Projektmethode trägt diesen Forderungen Rechnung und verbindet fachliches Lernen mit Persönlichkeitsbildung.

2.2 Projekte als Organisationsform des Unterrichts

Struktur und Ablauf von Projekten

Projekte sind mehr als längere Unterrichtseinheiten oder Gruppenarbeiten. Sie folgen einem spezifischen Organisationsprinzip, das sich u.a. durch folgende zentrale Merkmale auszeichnet: Sie sind themenzentriert, interdisziplinär, produktorientiert und von den Lernenden aktiv mitgestaltet. Ein Projekt beginnt in der Regel mit einer Fragestellung von lebensweltlicher Bedeutung, die in einer Abfolge von Planung, Durchführung, Auswertung und Präsentation bearbeitet wird.

Dynamik und Balance von Offenheit und Struktur

Projekte sind nicht linear, sondern dynamische Prozesse, die Umwege und Revisionen erlauben. Ihr didaktischer Wert liegt darin, dass Lernende erfahren, wie Erkenntnisgewinn durch Versuch, Irrtum und Reflexion entsteht. Entscheidend ist die Balance zwischen Offenheit und Struktur: Ohne klare Rahmenbedingungen droht Beliebigkeit, ohne Freiheit verliert das Projekt seinen innovativen Charakter.

Interdisziplinarität und Lernkultur

Ein weiterer Vorzug der Projektmethode liegt in der Möglichkeit, Fachgrenzen zu überschreiten. Statistikprojekte können Verbindungen zur Soziologie, Biologie oder Wirtschaft schaffen und zeigen, dass Statistik kein Selbstzweck ist, sondern ein Werkzeug zur Bearbeitung realer Probleme. Gleichzeitig verändert die Methode die Lernkultur: Eigeninitiative, Teamarbeit und Reflexion rücken in den Vordergrund, während Lehrpersonen für Struktur und Qualitätssicherung sorgen.

3. Konkrete Umsetzung im Statistikunterricht

3.1 Zentrale Punkte für die Umsetzung der Projektmethode im Unterricht

Themenwahl und Problemdefinition

Statistikprojekte unterscheiden sich von Projekten in anderen Fächern dadurch, dass sie den Umgang mit Daten ins Zentrum stellen. Ein gelungenes Projekt beginnt mit einer alltagsrelevanten Fragestellung. Diese wird präzisiert, um mess- und analysierbar zu werden. Ein Beispiel ist die Frage, ob bestimmte Vogelarten in ihrer Verbreitung abnehmen oder nicht und ob sich dabei untereinander Abhängigkeiten ergeben (siehe Epilog 1). Die Beantwortung solcher Fragen erfordert nicht nur empirische Daten, sondern auch theoretische Modelle.

Phasen des Projektverlaufs

Die Umsetzung erfordert mehrere aufeinander abgestimmte Schritte:

- Problemdefinition: Die Ausgangsfrage wird spezifiziert.
- Operationalisierung: Festlegung von Variablen und Verfahren.
- Datenerhebung: Befragungen, Beobachtungen, Experimente oder Recherchen.
- Analyse: Anwendung geeigneter statistischer Verfahren.
- Interpretation: Rückbindung der Ergebnisse an die Ausgangsfrage.

Das Besondere liegt darin, dass Lernende den gesamten Forschungsprozess durchlaufen. Sie erkennen, dass Statistik mit dem Stellen einer Frage beginnt und mit der kritischen Deutung der Ergebnisse endet. Dadurch wird Statistik nicht als formales Rechnen, sondern als lebendiger Erkenntnisprozess erfahren, der Orientierung in komplexen Situationen ermöglicht.

3.2 Der PPDAC-Zyklus als Strukturmodell

Ein zentrales Gerüst für projektorientiertes Arbeiten im Statistikunterricht ist der sogenannte PPDAC-Zyklus, der die einzelnen Phasen einer statistischen Untersuchung strukturiert: Problemklärung, Planung, Daten, Analyse, Conclusio. Dieses Modell, das auf den frühen Modellierungsansatz in den 1990er Jahren zurückgeht und in Wild & Pfannkuch (1999) aufgegriffen wurde, hat sich in der Statistikdidaktik als besonders hilfreich erwiesen, weil es den Lernprozess nicht auf die Analyse reduziert, sondern von der Fragestellung bis zur Schlussfolgerung umfasst.

Problemklärung: Den Ausgangspunkt explorieren, die zu klärenden Fragen formulieren

Am Beginn jedes Projekts steht die präzise Formulierung einer Fragestellung. Dabei lernen die Schülerinnen und Schüler, dass ein scheinbar einfaches Alltagsproblem oft unterschiedliche Dimensionen hat. Die Frage „Nimmt die Verbreitung bestimmter Vogelarten ab?“ erfordert die Erfassung empirischer Daten (tatsächlich beobachtete Ergebnisse) und die Betrachtung theoretischer Schemata, welche die Variabilität der Beobachtungen modellieren. Die Problemklärungsphase verdeutlicht, dass Statistik kontextgebundenes Denken verlangt: Nur wer die zu klärenden Fragen versteht, kann passende Methoden auswählen.

Planung: Methodisches Vorgehen entwerfen

Im zweiten Schritt wird der Untersuchungsplan entwickelt. Hier müssen Lernende entscheiden, wie sie ihre Frage beantworten können. Welche Daten werden benötigt? Wie können diese erhoben werden? Welche Stichprobe ist sinnvoll? Schon an dieser Stelle treten Aspekte wie Validität, Reliabilität und mögliche Verzerrungen auf. Für die Didaktik liegt hier ein wichtiger Lernanlass: Schülerinnen und Schüler erfahren, dass methodische Entscheidungen nicht neutral sind, sondern Ergebnisse wesentlich beeinflussen.

Daten: Daten beschaffen und aufbereiten

Der nächste Schritt ist die Datengewinnung. In Projekten geschieht dies meist durch Befragungen, Experimente oder Beobachtungen. Auch die Nutzung öffentlicher Datenquellen (z. B. Statistiken von Behörden oder internationalen Organisationen) kann sinnvoll sein. Neben der Erhebung spielt die Aufbereitung eine wichtige Rolle: Daten müssen strukturiert, bereinigt und dokumentiert werden. Dadurch wird der statistische Prozess greifbar und konkret.

Analyse: Auswerten und Muster erkennen

Die Analyse bildet den Kern klassischer Statistikübungen, ist hier aber nur ein Teil des Ganzen. Lernende wenden Verfahren der deskriptiven und – je nach Niveau – auch der inferenzstatistischen Analyse an. Sie berechnen Kennwerte, erstellen Diagramme, prüfen Hypothesen oder führen Simulationen durch. Der didaktische Gewinn liegt darin, dass diese Verfahren nicht losgelöst, sondern im Rahmen einer selbstgewählten Fragestellung angewandt werden. Dadurch erhalten Berechnungen Sinn und Relevanz.

Conclusio: Ergebnisse deuten und reflektieren

Im letzten Schritt werden die Ergebnisse zurück in den Kontext der Ausgangsfrage gestellt. Lernende reflektieren, welche Schlüsse sie ziehen können, wo Grenzen bestehen und welche weiteren Fragen sich ergeben. Dabei wird deutlich, dass statistische Aussagen stets mit Unsicherheit und Vorläufigkeit verbunden sind. Dieser Schritt ist besonders wertvoll für die Förderung kritischen Denkens: Es geht nicht darum, eindeutige Wahrheiten zu verkünden, sondern begründete, transparente Urteile zu formulieren.

Iterativer Charakter und didaktischer Wert

Wesentlich ist, dass der Zyklus keineswegs linear, sondern erratisch durchlaufen wird. Neue Erkenntnisse können dazu führen, dass man zur Planung zurückkehren, zusätzliche Daten erheben oder die Fragestellung anpassen muss. Diese Rückkopplungen spiegeln reale wissenschaftliche Praxis wider und eröffnen wichtige Lerngelegenheiten. Anstatt „Fehler“ zu vermeiden, lernen Schülerinnen und Schüler, mit den Auswirkungen ihrer Festlegungen und Einschränkungen, der Verletzung von Annahmen sowie mit Unsicherheit generell produktiv umzugehen. Damit wird der PPDAC-Zyklus zu einem didaktischen Modell für forschendes Lernen, das den Strukturierungsprozess sichtbar und nachvollziehbar macht.

4. Die Projektmethode erfordert eine veränderte Lernkultur

4.1 Rolle der Lehrperson im Projektkontext

Von der Wissensvermittlung zur Begleitung von Lernprozessen

Die Einführung projektbasierten Lernens (PBL) im Statistikunterricht verändert nicht nur die Lernprozesse der Schülerinnen und Schüler, sondern auch das Selbstverständnis und die Aufgaben der Lehrperson. Während in traditionellen Unterrichtsformaten die Hauptaufgabe darin besteht, Inhalte systematisch zu präsentieren, Regeln zu erklären und Übungen zu kontrollieren, verschiebt sich die Rolle im Projektunterricht hin zu einer moderierenden und begleitenden Funktion. Die Lehrkraft wird im Projektkontext zur Impulsgeberin, Moderatorin und Unterstützerin. Sie entwickelt nicht vorrangig Aufgaben, die eine richtige Lösung haben, sondern gestaltet Rahmenbedingungen für offene Prozesse. Anstatt ausschließlich Antworten zu geben, stellt sie Fragen, die Reflexion und Eigenverantwortung fördern. Diese veränderte Rolle erfordert die Bereitschaft, Kontrolle abzugeben und Lernenden Raum für eigene Entscheidungen zu lassen.

Struktur und Orientierung bieten

Trotz der notwendigen Offenheit sind Projekte keineswegs unstrukturiert. Lehrkräfte tragen entscheidend dazu bei, Struktur und Orientierung bereitzustellen. Sie achten darauf, dass die Fragestellung präzisiert wird, die Planung realistisch bleibt und der Arbeitsprozess nicht ins Beliebiges abgleitet. Dabei gilt es, ein Gleichgewicht zu halten: zu viel Steuerung hemmt die Eigeninitiative, zu wenig Begleitung führt zu Überforderung.

Zu den wichtigsten Aufgaben gehören:

- Klärung der Ziele: Hilfestellung bei der Formulierung tragfähiger Forschungsfragen.
- Methodische Unterstützung: Beratung bei der Auswahl geeigneter Erhebungs- und Analysemethoden.
- Zeitmanagement: Strukturierung des Projektverlaufs, Einführung von Zwischenpräsentationen und Feedbackschleifen.
- Motivation und Konfliktlösung: Begleitung von Gruppenprozessen, Anregung zur Reflexion und zur konstruktiven Zusammenarbeit.

Ein zentrales Anliegen ist die fachliche Qualitätssicherung. Da Lernende im Rahmen von PBL eigenständig Entscheidungen treffen, können Missverständnisse oder methodische Fehler auftreten. Aufgabe der Lehrkraft ist es, diese aufzugreifen, ohne den gesamten Prozess zu dominieren. Das erfordert Fingerspitzengefühl: Einerseits müssen Irrwege zugelassen werden, andererseits darf der fachliche Gehalt nicht verloren gehen.

Rollenvielfalt und Flexibilität

Die Tätigkeit der Lehrkraft lässt sich im PBL kaum auf eine einzige Funktion reduzieren. Vielmehr übernimmt sie eine Rollenvielfalt: Sie ist Coach, Fachberaterin, Moderatorin, Konfliktmanagerin und Evaluatorin zugleich. Diese Vielschichtigkeit erfordert Flexibilität und Reflexionsbereitschaft. Zugleich eröffnet sie aber auch Chancen: Lehrende können ihre Professionalität nicht nur im Fach, sondern auch in der Gestaltung von Lernkulturen entfalten.

Die Umsetzung von PBL verlangt von Lehrkräften eine veränderte pädagogische Haltung. Sie müssen bereit sein, Unsicherheit auszuhalten, Lernende ernst zu nehmen und Verantwortung zu teilen. Dies erfordert sowohl fachliche als auch didaktische Professionalität. Fortbildung, kollegiale Zusammenarbeit und die Einbindung digitaler Werkzeuge können Lehrende darin unterstützen, ihre Rolle im Projektkontext zu stärken.

4.2 Eigenverantwortung und Kooperationsfähigkeit

Ein entscheidender Mehrwert von PBL liegt in der Entwicklung einer neuen Lernkultur. Während traditionelle Unterrichtsformen häufig auf individuelle Leistung, Kontrolle und die Reproduktion von Wissen ausgerichtet sind, betont die Projektmethode Verantwortung, Kooperation und intrinsische Motivation. Dieser Perspektivwechsel verändert nicht nur das Lernen der Schülerinnen und Schüler, sondern auch das Miteinander im Klassenzimmer.

Verantwortung für das eigene Lernen sowie Fähigkeit und Notwendigkeit zu Kooperation

Im Rahmen von PBL übernehmen Lernende eine aktive Rolle. Sie definieren Fragestellungen, legen Arbeitsweisen fest, erheben Daten und interpretieren Ergebnisse. Damit tragen sie Verantwortung für den Erfolg des Projekts. Diese Selbstverantwortung ist didaktisch besonders wertvoll, weil sie das Bewusstsein für die eigene Lernkompetenz stärkt. Lernende erfahren, dass sie nicht bloß Konsumenten von Wissen sind, sondern Gestalter von Erkenntnisprozessen.

Die Übernahme von Verantwortung führt auch zu einer stärkeren Identifikation mit dem Lernprozess. Wer ein Projekt selbst entwickelt, ist eher bereit, Schwierigkeiten zu überwinden und sich vertieft mit

Inhalten auseinanderzusetzen. Diese Erfahrung fördert nicht nur die fachliche Kompetenz, sondern auch das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit (Elder, 2023). Projekte sind in der Regel Teamarbeiten. Lernende müssen sich aufeinander abstimmen, Aufgaben verteilen, Rollen übernehmen und gemeinsam Entscheidungen treffen. Dadurch entwickeln sie kooperative Fähigkeiten, die in modernen Gesellschaften und Berufsfeldern von zentraler Bedeutung sind. Kooperation bedeutet dabei nicht nur Arbeitsteilung, sondern auch Aushandlung, Diskussion und Konfliktlösung.

Diese sozialen Lernprozesse tragen dazu bei, dass statistische Inhalte nicht isoliert, sondern im Dialog erschlossen werden. Lernende lernen, Argumente zu formulieren, Ergebnisse zu präsentieren und Kritik konstruktiv aufzunehmen. Dadurch wird die kommunikative Kompetenz gestärkt, die für das Verständnis und die Anwendung von Statistik unerlässlich ist.

Motivation durch Relevanz und Autonomie – Offenheit und Fehlerfreundlichkeit

Motivation entsteht, wenn Lernende Relevanz und Autonomie erleben. Projekte knüpfen an Themen an, die für sie bedeutsam sind, und geben ihnen die Möglichkeit, eigene Wege zu wählen. Diese Kombination steigert die Bereitschaft, Zeit und Energie in den Lernprozess zu investieren. Anders als bei traditionellen Aufgaben, die oft als Pflichtübungen empfunden werden, erleben Lernende im Projektunterricht einen Sinnzusammenhang. Sie verstehen, warum eine Analyse durchgeführt wird, und erkennen den Wert ihrer Ergebnisse. Dies erzeugt eine tiefere, intrinsisch motivierte Auseinandersetzung mit dem Fach.

Ein wesentliches Merkmal der Projektmethode ist ihre Fehlerkultur. Während in herkömmlichen Unterrichtsformen Fehler primär als Defizite gelten, werden sie im Projektunterricht als Lernchancen verstanden. Irrwege, unvollständige Daten oder fehlerhafte Annahmen sind keine Niederlagen, sondern Ausgangspunkte für Reflexion und Weiterentwicklung. Dadurch entsteht eine Lernkultur der Offenheit, in der Unsicherheit nicht verdrängt, sondern produktiv genutzt wird. Gerade im Statistikunterricht, wo Interpretationen immer mit Unsicherheit verbunden sind, ist diese Offenheit von besonderer Bedeutung. Lernende erfahren, dass wissenschaftliches Arbeiten selten endgültige Gewissheit bieten kann, sondern zumeist nur vorläufige, vom Kontext und von den im Strukturierungsprozess getroffenen Entscheidungen abhängige Urteile produziert.

Die Kombination von Selbstverantwortung, Kooperation, Motivation und Fehlerfreundlichkeit führt zu einer nachhaltigen Lernwirkung. Inhalte werden nicht nur kurzfristig reproduziert, sondern langfristig verstanden und in neue Kontexte übertragen. Lernende entwickeln ein Bewusstsein dafür, dass Statistik kein Fremdkörper ist, sondern ein Werkzeug, das sie in vielfältigen Lebensbereichen einsetzen können.

5. Herausforderungen und Evaluation der Projektmethode

So überzeugend PBL im Statistikunterricht ist, die Umsetzung ist keineswegs trivial. Projekte stellen hohe Anforderungen an Lehrpersonen, Lernende und institutionelle Rahmenbedingungen. Damit sie gelingen, müssen potenzielle Schwierigkeiten erkannt und didaktisch aufgefangen werden.

5.1 Herausforderungen der Projektmethode

Zeitaufwand, Curriculum-Druck sowie Heterogenität der Lernenden

Eine der größten Herausforderungen ist der hohe Zeitbedarf. Während klassische Unterrichtseinheiten oft in sich geschlossene Aufgaben umfassen, erstrecken sich Projekte über Wochen oder gar Monate. Dies kollidiert mit straffen Lehrplänen und dem Druck, bestimmte Inhalte für Prüfungen vorzubereiten. Lehrkräfte stehen hier vor der Aufgabe, Projekte so zu planen, dass sie inhaltliche Tiefe mit curricularen Vorgaben verbinden. Ein Ansatz ist die Integration von Projekten als Schwerpunktmodule, die mehrere Kompetenzen gleichzeitig fördern.

Schülerinnen und Schüler bringen sehr unterschiedliche Voraussetzungen mit – fachlich, methodisch und sozial. In Projekten kann dies zu Ungleichgewichten führen: Manche dominieren Diskussionen, andere ziehen sich zurück; einige sind methodisch versiert, andere unsicher. Didaktische Steuerung ist notwendig, um Partizipation und Chancengleichheit zu sichern. Dies gelingt durch klare Rollenverteilung, rotierende Aufgaben und die bewusste Förderung stillerer Lernender.

Datenqualität und methodische Schwierigkeiten

Ein zentrales Risiko von Statistikprojekten liegt in der Datenbasis. Unvollständige Stichproben, fehlerhafte Messungen oder verzerrte Fragen können Ergebnisse verfälschen. Für Lernende ist dies oft frustrierend, eröffnet jedoch zugleich wichtige Lerngelegenheiten. Aufgabe der Lehrkraft ist es, methodische Fehler zu thematisieren, ohne Projekte zu entwerten. Fehlerhafte Daten können sogar zum Ausgangspunkt neuer Fragestellungen werden – etwa, wie man Untersuchungsdesigns verbessern könnte.

Balance zwischen Offenheit und Struktur – Konflikte und Gruppenprozesse

Die Projektmethode lebt von Offenheit, doch völlige Freiheit führt leicht zu Überforderung. Lehrkräfte müssen daher ein doppeltes Steuerungsprinzip umsetzen: Sie lassen Raum für Eigeninitiative, stellen aber zugleich Instrumente zur Strukturierung bereit. Dazu gehören Zeitpläne, Zwischenziele, Feedbackschleifen und Checklisten. Diese Hilfsmittel verhindern, dass Projekte im Chaos enden, und sichern die kontinuierliche Bearbeitung.

Da Projekte meist in Teams bearbeitet werden, sind Konflikte unvermeidlich. Unterschiedliche Arbeitsstile, Erwartungen und Motivationslagen können Spannungen erzeugen. Solche Konflikte bergen jedoch auch Potenzial: Sie ermöglichen Lernenden, soziale und kommunikative Kompetenzen zu entwickeln. Wichtig ist, dass Lehrpersonen rechtzeitig moderierend eingreifen, ohne Konflikte von außen zu lösen. Methoden wie Gruppenkontrakte oder regelmäßige Reflexionsrunden können helfen, Konflikte produktiv zu bearbeiten.

Digitale Herausforderungen, institutionelle Rahmenbedingungen und Chancen

Mit der zunehmenden Digitalisierung entstehen neue Chancen, aber auch Schwierigkeiten. Online-Kollaborationstools erleichtern Datenerhebung und Kommunikation, erfordern jedoch Medienkompetenz und technische Ausstattung. Gleichzeitig fehlt im digitalen Raum häufig die informelle Interaktion, die Projekte lebendig macht. Lehrpersonen müssen daher digitale Räume aktiv strukturieren – etwa durch einfach verständliche Kommunikationsregeln oder virtuelle Feedbackphasen.

Nicht zuletzt hängt das Gelingen von Projekten auch von institutionellen Faktoren ab. Schulen und Hochschulen benötigen zeitliche, räumliche und organisatorische Freiräume, um Projekte zu ermöglichen. Prüfungsformate, Klassengrößen und Ressourcen wirken direkt auf die Machbarkeit. Hier sind bildungspolitische Weichenstellungen gefragt, die projektorientiertes Arbeiten nicht als Zusatz, sondern als integralen Bestandteil des Curriculums begreifen (Markulin et al., 2022). PBL entfaltet seinen vollen didaktischen Wert erst, wenn es als Herzstück des Lernprozesses begriffen wird (Kokotsaki et al., 2016; Thomas, 2000). Dazu allerdings bedarf es auch klarer Rahmenbedingungen, kooperativer Lehrkonzepte und Ressourcen-Management (Olesen & Jensen, 1999).

Trotz aller Schwierigkeiten lassen sich Herausforderungen auch als didaktische Chance begreifen. Gerade weil Projekte komplex und offen sind, spiegeln sie reale wissenschaftliche und gesellschaftliche Probleme wider. Lernende erfahren, dass es keine einfachen Lösungen gibt, und entwickeln Strategien, mit Unsicherheit generell und den einschränkenden Entscheidungen umzugehen. Dies ist letztlich die wichtigste Kompetenz, die Statistik vermitteln kann: kritisches, reflektiertes und kontextbewusstes Denken.

5.2 Projekte bewerten und reflektieren

Die Frage nach der Leistungsbewertung gehört zu den zentralen Herausforderungen projektorientierten Unterrichts. Traditionelle Prüfungsformate – etwa das Lösen standardisierter Aufgaben unter Zeitdruck – lassen sich nur eingeschränkt auf offene Projekte übertragen. Während klassische Tests richtige und falsche Antworten unterscheiden, zielt die Projektmethode auf Prozesse, Reflexion und kommunikative Auseinandersetzung. Entsprechend muss auch die Bewertung differenziert und mehrdimensional gestaltet werden.

Kriterienorientierte Beurteilung

Ein Projekt produziert Ergebnisse – Berichte, Präsentationen, Plakate oder digitale Produkte. Diese „Produkte“ sind sichtbar und leicht bewertbar. Doch der eigentliche Wert liegt oft im Prozess: in Diskussionen, im Ausprobieren, in der Auseinandersetzung mit Unsicherheit. Eine angemessene Bewertung muss daher beide Ebenen berücksichtigen. Nur so wird verhindert, dass Lernende sich auf „schöne Ergebnisse“ konzentrieren, während die eigentlichen Lernprozesse unsichtbar bleiben.

Ein erster Schritt ist die Entwicklung klarer Bewertungskriterien, die sich an den Zielen des Projekts orientieren. Dabei geht es nicht allein um das Endprodukt, sondern auch um die Qualität der Vorgehensweise: Evaluation quasi als systemische Reflexion (Casanova, 1986). Geeignete Dimensionen sind etwa:

- *Fachliche Kompetenz*: Verständnis zentraler statistischer Konzepte, korrekte Anwendung von Verfahren, sachgerechte Interpretation der Ergebnisse.
- *Methodische Kompetenz*: Fähigkeit, Forschungsdesigns zu planen, Daten systematisch zu erheben und aufzubereiten.
- *Kommunikative Kompetenz*: Klarheit der Darstellung, Nachvollziehbarkeit der Argumente, Qualität von Präsentationen und Diskussionen.
- *Kooperation und Verantwortung*: Engagement in der Gruppe, Fähigkeit zur Rollenübernahme, konstruktives Konfliktmanagement.
- *Reflexionskompetenz*: Bewusstsein für Grenzen der Daten, kritischer Umgang mit Unsicherheit, Benennung offener Fragen.

Solche Kriterien ermöglichen eine transparente Beurteilung, die Lernende verstehen und nachvollziehen können.

Bewertung im Projektunterricht sollte sowohl formativ als auch summativ erfolgen. Formative Verfahren begleiten den Prozess, geben Rückmeldung und unterstützen Lernende in ihrer Weiterentwicklung. Dazu gehören etwa regelmäßige Feedbackrunden, Lernjournale oder kurze Zwischenpräsentationen. Summative Verfahren zielen auf eine abschließende Beurteilung, etwa in Form eines Projektberichts oder einer Abschlusspräsentation. Beide Ebenen müssen sorgfältig miteinander verknüpft werden, um einerseits Lernprozesse zu fördern und andererseits Leistungen fair zu dokumentieren.

Selbst- und Peer-Assessment und Reflexion als didaktischer Kern

Ein zentrales Element projektorientierten Lernens ist die Einbeziehung von Selbst- und Peer-Assessment. Lernende reflektieren ihr eigenes Vorgehen, bewerten ihre Beiträge und geben gegenseitig Rückmeldungen. Diese Verfahren fördern Verantwortungsbewusstsein und stärken die Fähigkeit, Kritik konstruktiv zu äußern und anzunehmen. Zudem eröffnen sie neue Perspektiven auf den Lernprozess, die Lehrpersonen allein nicht erfassen könnten.

Bewertung ist im Projektunterricht untrennbar mit Reflexion verbunden. Lernende sollen nicht nur wissen, wie sie abgeschnitten haben, sondern verstehen, warum bestimmte Entscheidungen sinnvoll oder problematisch waren. Reflexion bedeutet, über eigene Denkwege nachzudenken, Irrtümer zu analysieren und alternative Strategien zu entwerfen. Dadurch wird die Bewertung selbst zum Lernanlass.

Institutionelle Einbindung und Evaluation

Eine weitere Herausforderung ist die Einbettung von Projekten in bestehende Prüfungs- und Bewertungssysteme. Lehrpläne und Maturaformate sind oft stark auf standardisierte Leistungen ausgerichtet. Um die Projektmethode nachhaltig zu verankern, müssen Schulen und Bildungspolitik flexible Bewertungsformate zulassen, die komplexe Kompetenzen erfassen können. Dazu gehört auch die Anerkennung von Teamleistungen, die in klassischen Prüfungssystemen oft zu kurz kommt.

Von der individuellen Bewertung zur Evaluation der Projektmethode: Neben der Bewertung der Lernenden dient die Reflexion auch der Qualitätsentwicklung des Unterrichts. Lehrpersonen können durch Feedback und Evaluation erkennen, welche Aspekte eines Projekts besonders lernwirksam waren und wo Anpassungen notwendig sind. Damit wird die Bewertung neben der Leistungsfeststellung auch zu einem Instrument der Weiterentwicklung didaktischer Konzepte. Didaktisch fundierte Argumente für die Projektmethode selbst sind:

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

6. Fazit: Die Projektmethode als Leitstrategie der Statistikbildung

Die Analyse von PBL im Kontext des Statistikunterrichts zeigt, dass es sich hierbei nicht nur um eine alternative Unterrichtsform handelt, sondern um ein didaktisches Leitprinzip, das grundlegende Veränderungen in Lernkultur und Bildungspraxis anstößt (Harris & Katz, 2001). Im Zentrum steht die Überzeugung, dass Statistik nicht als Sammlung isolierter Verfahren verstanden werden sollte, sondern als Prozess des Fragens, Untersuchens und Interpretierens.

Zentrale Punkte der Projektmethode

Die Projektmethode eröffnet Lernenden die Möglichkeit, Statistik als lebendiges Instrument kennenzulernen. Anstatt vordefinierte Aufgaben zu lösen, gestalten sie den gesamten Forschungsprozess – von der Formulierung einer Fragestellung über die Datenerhebung und -analyse bis zur Reflexion der Ergebnisse. Der PPDAC-Zyklus erweist sich dabei als wertvolles Strukturmodell, das Orientierung gibt, ohne Offenheit zu beschneiden.

Die Rolle der Lehrperson verändert sich grundlegend: Sie wird zur Begleiterin, die Prozesse strukturiert, Fragen anregt und fachliche Qualität sichert. Damit rückt das gemeinsame Erarbeiten von Wissen in den Mittelpunkt. Gleichzeitig fördert die Methode eine Lernkultur, die auf Verantwortung, Kooperation und Motivation basiert. Fehler werden nicht mehr als Defizite, sondern als Lernchancen verstanden.

Gleichwohl bringt die Projektmethode Herausforderungen mit sich. Zeitbedarf, Heterogenität der Lernenden, Probleme bei der Datenerhebung und die institutionelle Einbindung in standardisierte Curricula sind ernst zu nehmende Faktoren. Sie verlangen eine bewusste didaktische Steuerung, die Offenheit mit Struktur verbindet und Überforderung vermeidet. Ebenso erfordert die Bewertung projektorientierter Lernprozesse flexible Verfahren, die sowohl Produkte als auch Prozesse würdigen.

Die Projektmethode bzw. projektbasiertes Lernen (PBL) ist nicht nur didaktisch, sondern auch gesellschaftlich bedeutsam. In einer von Datenflüssen geprägten Welt benötigen junge Menschen die Fähigkeit, Daten kritisch einzuordnen, Unsicherheit zu reflektieren, eigene Schlüsse transparent zu begründen sowie die Transparenz anderer – etwa gesellschaftlicher – Entscheidungen einzufordern. PBL bietet genau dafür den geeigneten Rahmen: Lernende erfahren Statistik als Werkzeug der Orientierung und als Beitrag zu einer reflektierten Bürgerkompetenz. Die mathematischen Beziehungen ergeben sich nebenbei – in der Bearbeitung der Fragen im Kontext.

Perspektiven für die Zukunft

Damit PBL sein Potenzial entfalten kann, muss es systematisch in Lehrplänen, Lehrerbildung und Prüfungssystemen verankert werden. Es darf nicht auf vereinzelte Unterrichtsexperimente beschränkt bleiben, sondern sollte zu einer tragenden Säule der Statistikdidaktik werden. Digitale Technologien eröffnen zusätzliche Möglichkeiten – von kollaborativen Plattformen bis zu offenen Datenbanken –, die den Zugang erleichtern und neue Formen des Arbeitens ermöglichen.

PBL ist keine Methode, die alle Probleme des Statistikunterrichts löst. Aber es ist ein Ansatz, der zeigt, wie Lernen in einer komplexen Welt gestaltet werden kann: offen, kooperativ, reflexiv und verantwortungsvoll. Statistik wird dadurch nicht nur verständlicher, sondern auch bedeutsamer. Für eine Bildung, die junge Menschen auf die Herausforderungen einer datengetriebenen Gesellschaft vorbereiten soll, ist die Projektmethode deshalb weniger eine Option als eine Notwendigkeit.

Epilog 1: „Vögel zählen“ (Projekt in der 5./6. Schulstufe)

Hintergrund und Zielsetzung

Das Vogelzähl-Projekt basiert auf der jährlich von BirdLife Österreich initiierten Aktion „Stunde der Wintervögel“: Freiwillige zählen innerhalb einer Stunde Vögel und melden ihre Beobachtungen. Diese Kampagne bot den Ausgangspunkt für ein schulisches Projekt, das in den Klassen 5 und 6 durchgeführt wurde (Borovenik et al., 2019). Ziel war es, Schülerinnen und Schüler durch aktive Teilnahme an einer realen Beobachtungsaktion mit statistischem Denken vertraut zu machen. Im Mittelpunkt stand dabei die Frage: „Wie genau sind solche Beobachtungsdaten – und wie kann man aus ihnen Rückschlüsse auf Populationen ziehen?“

Didaktischer Ansatz: Lernen durch Entdecken

Das Projekt setzt konsequent auf projektbasiertes Lernen (PBL) und damit auf eigenständiges Entdecken, kritisches Denken und reflexive Auseinandersetzung. Statt fertiger Lösungen erhalten die Schüler Raum, sich mit Problemen der Erhebung, Qualität und Auswertung von Daten praktisch auseinanderzusetzen. Motivation spielte dabei eine wichtige Rolle: Das Thema „Vögeln helfen“ weckte bei vielen Schülern emotionales Interesse und verstärkte ihre intrinsische Motivation. Durch aktive Naturbeobachtung wurde Statistik nicht als abstraktes Fach, sondern als praktisches Werkzeug erfahren.

Typische Herausforderungen beim Zählen

Die Schülerinnen erlebten durch Übungen im Klassenzimmer und auf dem Schulhof unmittelbar, wie schwierig es ist, „einfach nur zu zählen“. Daraus entstand eine Einsicht in die Notwendigkeit präziser Definitionen und sorgfältiger Planung. Das Projekt machte typische Fehlerquellen beim Zählen sichtbar:

- Doppelzählungen, z. B. wenn Vögel zwischen Bäumen hin- und herfliegen.
- Fehlende Definitionen, etwa was als „sichtbar“ gilt.
- Zeitabgrenzungen, die unscharf gesetzt waren.
- Ungenaue Kategorisierungen, z. B. bei Vogelarten oder Gruppenzählungen.

Vertiefung durch Simulationen und Perspektivwechsel

Mit weiteren Übungen wurden die Grenzen menschlicher Wahrnehmung thematisiert:

- Was geschieht, wenn man aus verschiedenen Blickwinkeln zählt?
- Wie verändert Bewegung (z. B. fliegende Vögel) die Zählbarkeit?
- Wie wirkt sich schlechte Sicht aus?

Diese Erfahrungen mündeten in der Einsicht, dass exakte Zählungen in realen Umgebungen oft nicht möglich sind – der Übergang vom Zählen zum Schätzen wurde so zu einem natürlichen Lernprozess.

Übertragung auf professionelle Praxis

Die Erkenntnisse aus den schulischen Übungen wurden später auf die reale Vogelzählung übertragen. Dabei lernten die Schüler:

- wie Beobachtungszeiträume, Standorte und Teamarbeit geplant werden,
- dass Ornithologen komplexe Methoden nutzen, z. B. Revierkartierung oder Punktzählung,
- und dass exakte Zahlen in der Natur meist Schätzwerte sind, die mit Unsicherheiten behaftet sind.

So entstand ein authentisches Verständnis dafür, dass Statistik mehr ist als Rechnen – sie ist ein Werkzeug zur Modellierung von Unsicherheiten in komplexen Systemen.

Statistische Reflexion

Der Abschluss des Projekts lag auf der Reflexion über statistische Qualität. Die Schüler wurden für folgende Aspekte sensibilisiert:

- Systematische Planung der Fragestellung,
- Datengüte (z. B. Ausreißer, Messfehler),
- Explorative Datenanalyse,
- Repräsentativität und Verzerrung.

Statt Statistik als trockene Theorie zu erleben, wurde sie zum lebendigen Denkprozess, der von der Praxis ausgeht und zu kritischen Schlussfolgerungen führt. Die Reflexion schloss auch ein, wie Unscharfe, Schätzung und Interpretation integrale Bestandteile statistischer Arbeit sind.

Projektmethode im Einsatz: Ein Katalysator für Lernen

Das Projekt war ein Musterbeispiel projektbasierten Lernens. Besonders hervorzuheben sind:

- Soziale Interaktion: Die Schüler arbeiteten in Teams, diskutierten Probleme und suchten Lösungen – kooperatives Lernen wurde praktisch eingeübt.
- Aktive Rolle der Lernenden: Sie entwickelten eigene Hypothesen, sammelten Daten und werteten sie aus – nicht passiv, sondern als aktive Gestalter des Lernprozesses.
- Relevanz: Mathematik wird mit Naturschutz verknüpft, was die Sinnstiftung im Lernen fördert.

Die Lehrkraft trat nicht mehr als Wissensvermittler auf, sondern als Moderator und Begleiter – eine zentrale Veränderung im Rollenverständnis der Projektmethode.

Herausforderungen bei der Umsetzung

Trotz aller Erfolge offenbarte das Projekt auch einige didaktische und organisatorische Herausforderungen:

- Mathematisch-statistische Schwierigkeiten, etwa bei bewegten Objekten, Schätzverfahren oder dem Umgang mit Unsicherheiten.
- Organisatorische Aspekte wie die Koordination von Teams, Definition von Zählbedingungen, Vergleichbarkeit der Daten.
- Psychologische Barrieren, z. B. wenn Schüler frustriert waren, weil Ergebnisse ungenau waren oder Fehler hatten.

Insbesondere das Verständnis von Fehlern und Unsicherheit als legitimen Bestandteil wissenschaftlichen Arbeitens musste erst aufgebaut werden – ein anspruchsvoller, aber wertvoller Lernprozess.

Bewertung der Machbarkeit für Schulstufen 5/6

Borovcnik et al. (2019) beurteilen die Machbarkeit der Projektmethode in dieser Altersstufe positiv – unter folgenden Bedingungen: Klare Struktur und intensive Begleitung durch die Lehrperson, Anpassung der Begriffe wie „Unsicherheit“ und „Fehlerquelle“ an das Vorwissen der Schüler sowie

geduldiger Umgang mit Frustrationen und gezielte Reflexion über Probleme. Die Grundidee, durch selbstgemachte Erfahrungen mit Zählungen ein tiefes Verständnis für Statistik zu fördern, erweist sich als altersgerecht, motivierend und wirksam.

Fazit

Das Projekt „Vögel zählen“ zeigt exemplarisch, wie Statistikunterricht in der Schule durch kontextualisiertes, erfahrungsbasiertes Lernen zu einem tieferen Verständnis führen kann. Die Projektmethode wird dabei nicht nur als didaktisches Mittel verstanden, sondern als Haltung gegenüber Lernen, Fehlern und Wissen. Die Schülerinnen und Schüler lernen Statistik nicht als Sammlung von Formeln, sondern als Werkzeug zur Weltbeschreibung – eingebettet in Natur, Teamarbeit und kritisches Denken:

- Statistik ist fehleranfällig und unsicher, aber gerade darin liegt ihre Stärke: Sie hilft, diese Unsicherheit zu modellieren und zu verstehen.
- Projekte wie „Vögel zählen“ zeigen, dass auch junge Schüler statistische Prinzipien erfassen können, wenn sie diese selbst erleben dürfen.
- Die Projektmethode ist auch für die Sekundarstufe I ein effektives Lernkonzept, jedenfalls, wenn sie geeignet strukturiert, empathisch und flexibel umgesetzt wird.

Epilog 2: Fallstudien in der Angewandten Statistik

Realitätsnähe statt künstlicher Aufgaben

Fallstudien in der Angewandten Statistik sind didaktisch gestaltete Lernprojekte, die auf reale Probleme zurückgehen, meist aus früherer Projektarbeit oder Industriekooperationen. Anders als fiktive Lehrbuchbeispiele oder isolierte Übungen bringen sie Studierende mit authentischen Fragestellungen, echten Daten und praktischen Herausforderungen in Berührung. Das Ziel: Statistische Denk- und Handlungskompetenz durch reale Problemstellungen zu fördern, wobei Studierende lernen, mit Unsicherheiten, Kontextabhängigkeit und Interdisziplinarität umzugehen.

Unterschied zu klassischen Übungen

In traditionellen Kursen beschränken sich Aufgaben meist auf die Anwendung bekannter Methoden auf klar strukturierte Daten. Das statistische Denken – z. B. wie man zu Daten kommt, ob ein Modell passt oder wie Unsicherheit reflektiert wird – bleibt oft ausgeklammert. In Fallstudien hingegen durchlaufen Lernende den gesamten Forschungsprozess:

Problemverständnis – Datengewinnung – Methodenauswahl – Analyse – Kontextbezogene Interpretation

Dabei zeigt sich: Nicht jede Frage ist durch Daten lösbar – und nicht jede Analyse liefert eine einfach interpretierbare Antwort. Diese Erfahrung fördert ein kritisch-reflektiertes Statistikverständnis.

Zielsetzung der Fallstudienarbeit

Im Zentrum der Fallstudienarbeit steht die Re-Analyse eines echten Projekts – oft aus der Industrie oder Forschung. Die Studierenden sollen ein Problem aus dem Fachkontext nachvollziehen, dessen Modellierungsprozess rekonstruieren und eine eigene statistische Lösung entwickeln oder überprüfen. Ziel ist nicht nur die Lösung selbst, sondern das Erleben und Reflektieren des Weges dahin – inklusive aller Schwierigkeiten, Entscheidungen und Kompromisse.

Phasenmodell der Fallstudienarbeit

Die Arbeit mit Fallstudien folgt einem mehrphasigen Ablauf, der an reale Projektprozesse angelehnt ist.

Systemanalyse (Modellierung): Was ist das konkrete Problem? Welche Variablen sind relevant? Welche Störfaktoren und Kontexte müssen berücksichtigt werden? Diese Phase zwingt die Studierenden, die Realität zu strukturieren, Hypothesen zu formulieren und sich über Zielgrößen klar zu werden.

Design der Datenproduktion: Welche Daten werden gebraucht? Woher kommen sie (Beobachtung, Experiment, Sekundärdaten etc.)? Wie kann man Störfaktoren kontrollieren? Die Fallstudien verwenden entweder bereits vorliegende Daten oder beschreiben, wie sie im Originalprojekt erhoben wurden. Dadurch wird der Prozess transparenter und nachvollziehbar.

Datenanalyse: Hier erfolgt die klassische statistische Auswertung mit Explorativer Datenanalyse (EDA), Hypothesentests, Modellen, Regressionen etc. sowie Visualisierung und Interpretation der Ergebnisse. Wichtig ist: Die Methodenwahl muss problembezogen sein – nicht jede Technik ist für jedes Problem sinnvoll. Reflexion über Methodeneignung ist integraler Bestandteil statistischer Arbeit.

Entscheidung im Kontext: Was bedeuten die Ergebnisse? Welche Konsequenzen folgen daraus? Welche Unsicherheiten bleiben? Diese Phase ist besonders wichtig, da sie statistisches Denken im Anwendungszusammenhang verlangt. Studierende lernen: Zahlen sind keine Wahrheit – sie sind Interpretationsangebote.

Beispiel: Projekt zur Reduktion von HCB in Kürbiskernen

Ein konkretes Beispiel veranschaulicht die Fallstudienmethode. Ziel des Projekts ist die Senkung des Pestizidgehalts (HCB) in Kürbiskernen durch verschiedene Bodenbehandlungen.

Versuchsdesign: Vier Behandlungsgruppen: 0 (Kontrollgruppe, keine Behandlung), A (Aktivkohle), Z + Ö + A (Ziegelstein + Öl + Aktivkohle) sowie Z + Ö + A + F (Ziegelstein + Aktivkohle + Öl + Folie).

Die statistische Auswertung der Effekte ergibt: Alle Behandlungen sind besser als keine Behandlung (Gruppe 0). Es gibt jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen.

Unerwartete Variation: Effekte zwischen Feldspalten sind größer als zwischen Behandlungen. Diese Erkenntnis zeigte: Der Einfluss von Bodenstruktur (Wasserdrift) war größer als der der Maßnahmen – eine zentrale Erkenntnis für Umweltstatistik.

Didaktischer Wert: Studierende lernten, dass Störgrößen (Confounder) in der Praxis entscheidend sind. Die Bedeutung der experimentellen Planung wurde sichtbar. Statistische Modelle allein reichen nicht – man braucht kontextbezogenes Denken.

Didaktischer Mehrwert von Fallstudien

Realitätsnähe: Fallstudien bieten einen Zugang zur Statistik als Handlungspraxis. Lernende erleben die Vielfalt an Problemen, Entscheidungen und Unsicherheiten.

Interdisziplinarität: Statistische Probleme sind selten „rein statistisch“ – sie sind in biologische, technische oder soziale Kontexte eingebettet. Studierende müssen mit Fachfremden kommunizieren, Begriffe klären und Modelle übersetzen.

Reflexion und Teamarbeit: Die Fallstudien werden in Teams bearbeitet. Dies stärkt u.a. Kooperation, Rollenbewusstsein, Führungskompetenzen und Argumentationsfähigkeit. Zudem erfordert die Arbeit Selbstorganisation und Projektmanagement – Fähigkeiten, die im späteren Berufsleben essenziell sind.

Herausforderungen der Fallstudienmethode

Hoher Arbeitsaufwand: Fallstudien sind aufwändig – für Lehrende und Lernende. Daten müssen erklärt, Kontextwissen vermittelt und Methoden reflektiert werden.

Komplexität: Nicht alle Probleme lassen sich „lösbar“ gestalten. Manche Analysen führen zu einem offenen Ende – was nicht nur für viele Lernende ungewohnt ist.

Didaktische Steuerung: Es braucht eine sensible Balance zwischen Offenheit (für Entdeckung) und Struktur (für Orientierung). Zu viel Freiheit kann überfordern, zu viel Struktur demotivieren.

Beurteilung und Evaluation

Die Bewertung von Fallstudien orientiert sich nicht nur an Ergebnissen, sondern auch an Prozessen: Problemverständnis, Methodenauswahl, Teaminteraktion sowie Reflexionsfähigkeit. Diese Dimensionen lassen sich mit Portfolioarbeit, Lernjournalen und Präsentationen erfassen. Evaluation wird so selbst zum Lernprozess.

Fazit: Fallstudien als Schlüssel zur Angewandten Statistik

Fallstudien sind kein „Add-on“, sondern ein Kernstück modernen Statistikunterrichts. Sie zeigen: Statistik ist nicht nur Rechnen, sondern Problemlösen in Kontexten. Reale Daten sind komplex, widersprüchlich und oft unvollständig – das macht ihre Analyse spannend. Lernende entwickeln Transferkompetenz, kritisches Denken und kommunikative Fähigkeiten. Diese didaktische Strategie bereitet Studierende optimal auf die Statistik in der Praxis vor – sei es in Forschung, Industrie oder Gesellschaft. Fallstudien sind das didaktische Bindeglied zwischen statistischer Theorie und praktischer Anwendung. Sie fördern nicht nur mathematisch-statistische Fertigkeiten, sondern auch soziale, methodische und kommunikative Kompetenzen, die in einer datengetriebenen Welt unverzichtbar sind.

Ich danke Franz Pauer für seine kritischen Anmerkungen, welche die Verständlichkeit meiner Ausführungen sehr verbessert hat.

Literatur

- Álvarez, S. (1990): *Proyectos integrados en el aula*. Kapelusz.
- Batanero, C. (2001): *Didáctica de la estadística*. Granada. Universidad de Granada. <https://www.ugr.es/~batanero/pages/ARTICULOS/didacticaestadistica.pdf>
- Batanero, C., & Díaz, C. (2004): *El papel de los proyectos en la enseñanza y aprendizaje de la estadística*. In: Royo, J. P. (Hrsg.): *Aspectos didácticos de las matemáticas* (S. 125–164). Instituto de Ciencias de la Educación.
- Batanero, C. & Díaz, C. (Hrsg.) (2011): *Estadística con proyectos*. Granada: Universidad de Granada. www.researchgate.net/publication/259974115_Estadistica_con_Proyectos
- Beineke, J. (1998): *And there were giants in the land: The life of William Heard Kilpatrick*. Peter Lang.
- Belbin, M. (1970): *Roles de equipo en el trabajo*. Belbin Associates (Marian Albaina). www.belbin.es/
- Bilgin, A., Newbery, G. & Petocz, P. (2015): Engaging and motivating students with authentic statistical projects in a capstone unit. In: Sorto, M. A. (Hrsg.): *Advances in statistics education: Developments, experiences and assessments*. http://iase-web.org/Conference_Proceedings.php
- Borovcnik, M. (2018, Mai): *The potential of statistical consulting for statistics education*. Plenary lecture, Fifteenth International Students Statistics Colloquium, Istanbul. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35255.01447>
- Borovcnik, M., & Terán, T. (2021): How the project method contributes to the construction of meaning in statistics – also in a hybrid learning environment. In: R. Helenius (Hrsg.): *IASE Proceedings 2021. Statistics Education in the Era of Data Science*. ISI and IASE.
- Borovcnik, M., & Terán, T. (2023): The project method as a strategy to teach and learn applied statistics. In: *Proceedings 20th International Conference on Statistical Sciences*, 37, ix–xvi.
- Buck Institute for Education (2010): *What is PBL?* www.pblworks.org/what-is-pbl
- Casanova, J. (1986): *El cambio inacabable*. Librería y Editorial Renacimiento.
- Dewey, J. (1916): *Democracy and education: An introduction to the philosophy of education*. Macmillan.
- Elder, A. C. (2023): Statistics attitudes after using guided project-based learning as an andragogical strategy in a graduate statistics course. *Statistics Education Research Journal*, 22(3), 4.
- Fisher, R. A., & Stock, C. S. (1915): Cuénot on preadaptation: A criticism. *Eugenic Review*, 7(1), S. 46–61.
- Godino, J. D. (2003): *Teoría de las funciones semióticas en didáctica de las matemáticas*. Universidad de Granada. <http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/teoriafs.PDF>

- Harris, J. H., & Katz, L. G. (2001): *Young investigators: The project approach in the early years*. Columbia University, Teachers College Press.
- Hiltz, S. R. (1992): The virtual classroom: Software for collaborative learning. In: E. Barrett (Hrsg.): *Sociomedia: Multimedia, hypermedia, and the social construction of knowledge* (S. 347–368). The MIT Press.
- Holmes, P. (1997): Assessing project work by external examiners. In: I. Gal & J. B. Garfield (Hrsg.): *The assessment challenge in statistics education* (S. 153–164). IOS Press.
- Kilpatrick, W. H. (1918): The project method: The use of the purposeful act in the educative process. *Teachers College Record*, 19(4), 319–335. <https://www.education-uk.org/documents/kilpatrick1918/index.html>
- Kilpatrick, W. H. (1967): La filosofía de la educación desde el punto de vista experimentalista. In: W. H. Kilpatrick et al. (Hrsg.): *Filosofía de la Educación*. Buenos Aires: Editorial Losada, S. 15–74. Original 1942.
- Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016): Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools* 19(3), S. 267–277.
- Krainer, K., Krainz-Dürr, M., Piber, Ch., Posch, P., and Rauch, F. (1998): The CAPE project – Constructing activities for peer-education. In: A. Olivier & K. Newstead (Hrsg.): *Proceedings 22nd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, S. 105–112). University of Stellenbosch.
- MacGillivray, H. L., y Pereira-Mendoza, L. (2011): Teaching statistical thinking through investigative projects. In: C. Batanero, G. Burrill, & C. Reading (Hrsg.): *Teaching statistics in school mathematics-Challenges for teaching and teacher education* (S. 109–120). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_14
- Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. (2003): *Project-based learning handbook: A guide to standards focused project-based learning for middle and high school teachers*. Buck Institute for Education.
- Markulin, K., Bosch, M., & Florensa, I. (2022): Teaching statistics with projects at the University: A case study. In: C. Fernández, S. Llinares, A. Gutiérrez, & N. Planas (Hrsg.): *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Vol. 3, (S. 171–178). PME.
- Muerza, V., Gargallo, P., Salvador, M., & Turón, A. (2024): Impact of problem-based learning on the perception, understanding, and application of statistical concepts in business administration and management students. *Sustainability*, 16(4), 1591. <https://doi.org/10.3390/su16041591>
- Olesen, H. S., & Jensen, J. H. (Hrsg.) (1999): *Project studies – A late modern university reform?* Roskilde University Press.
- Porciúncula Moreira da Silva, M., & Samá Pinto, S. (2014): Teaching statistics through learning projects. *Statistics Education Research Journal*, 13(2), 177–186.
- Salinas, J. (1999): Un modelo de formación flexible en entornos virtuales para la discusión. In: *II Jornadas de Tecnologías de la Información y Comunicación en las Universidades Españolas*. CRUE. Zaragoza.
- Thomas, J. W. (2000): *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation. https://tecfa.unige.ch/proj/eteach-net/Thomas_researchreview_PBL.pdf
- Thorndike, E. L. (1913): *The psychology of learning. Educational psychology* (Vol. 2). Teachers College, Columbia University.
- Vygotsky, L. S. (1978): *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wild, C. J., & Pfannkuch, M. (1999): Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223–248.

Verfasser

Manfred Borovcnik
 Universität Klagenfurt, Institut für Statistik
 Sterneckstraße 15, 9020 Klagenfurt
manfred.borovcnik@aau.at

Teresita Evelina Terán
 Centro de Estudios Interdisciplinarios (CEI), Universidad Nacional de Rosario (UNR)
 Avda. Pellegrini 1653, 2000 Rosario, Argentina
teresitateran52@gmail.com