

Joachim ENGEL, Ludwigsburg

## **Mathematische Bildung und Gesellschaft: Die Rolle von Zivilstatistik**

### **Hintergrund**

Kenntnisse und Fähigkeiten Daten zu verstehen und in angemessener Weise mit quantitativer Information zu argumentieren sind eine wichtige Voraussetzung für das Funktionieren der Demokratie in unseren Massengesellschaften. Während offene Daten heutzutage durch Statistische Ämter, UN-Einrichtungen und Nichtregierungsorganisationen wie Gapminder ([www.gapminder.org](http://www.gapminder.org)) leicht zugänglich sind, stehen wir als Didaktiker vor der Herausforderung, quantitative Fähigkeiten zum Verstehen und Interpretieren dieser Daten zu vermitteln. In einer zunehmend komplexeren Welt ist das Engagement von Zivilbürgern eine kritische Ressource bei öffentlichen Entscheidungen auf nationalem wie lokalem Niveau. In Erweiterung des Begriffs „mathematische Bildung“ konzipiert eine vom EU-Erasmus+ Programm seit September 2015 geförderte internationale Kooperation eine als *Zivilstatistik* bezeichnete Teildisziplin, in deren Mittelpunkt das Erschließen von Sinn aus Daten steht, die über gesellschaftliche Vorgänge informieren. Ein Verstehen dieser oft komplexen und multivariaten Daten setzt Kenntnisse voraus, die im regulären Mathematik- und Statistikunterricht, geschweige denn in Politik oder Gemeinschaftskunde gewöhnlich nicht vermittelt werden. Kompetenzen im Bereich *Zivilstatistik* sind zur informierten Partizipation in demokratischen Gesellschaften nötig. Im EU-Projekt ProCivic-Stat (siehe [www.procivicstat.org](http://www.procivicstat.org)) werden neben konzeptionellen Entwürfen dazu innovative Lehr- und Lernmaterialien für Unterricht an Schule und Hochschule entwickelt.

### **Zivilstatistik: Konzepte und Herausforderungen**

Ein zentrales Ziel schulischer Bildung besteht darin junge Menschen zu informierten und engagierten Staatsbürgern zu erziehen, die zu Themen wie z.B. Einkommensgerechtigkeit, Migration, demographischer Wandel, den Arbeitsmarkt eine informierte und durch Fakten gestützte Position beziehen können. Entsprechende Informationen, bereitgestellt von statistischen Ämtern oder NGOs und der Öffentlichkeit oft in Printmedien oder Internet übermittelt, basieren in der Regel auf offen zugänglichen, sehr umfangreichen, offiziellen und multivariaten Datensätzen. Moderne Technologie bietet mächtige digitale Hilfsmittel zur Visualisierung dieser Daten an. Die Bereitstellung von mächtigen Werkzeugen alleine, ohne die Vermittlung entsprechender Fertigkeiten, führt allerdings noch nicht zu selbstbestimmten Bürgern. Statistik ist heutzutage in fast allen Ländern der Welt

In Institut für Mathematik und Informatik Heidelberg (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2016* (S. x–y). Münster: WTM-Verlag

Teil des Schulcurriculums. Statistische Bildung sowohl an Schulen (wie auch an Hochschulen) hinkt jedoch trotz der curricularen Verankerung der Leitidee Daten und Zufall den Ansprüchen und Möglichkeiten an eine informierte Bürgerbeteiligung hinterher. Während z.B. Prozentdarstellungen zweifellos ein elementares Mittel bei Berichten über soziale Phänomene sind (und „Prozent“ hinter „Jahr“ und „Uhr“ das am dritthäufigsten verwendete Wort der deutschen Sprache ist<sup>1</sup>), verlangt Zivilstatistik ein tiefergehendes Verständnis. Wenn z.B. ein Politiker davon spricht, die Ausgaben zur Unterstützung benachteiligter Bevölkerungsgruppen um 3% erhöht zu haben, so kann das Unterschiedliches bedeuten: eine Zunahme von nicht inflationsbereinigten Ausgaben über einen längeren Zeitraum, eine prozentuale Zunahme bezogen auf das Bruttosozialprodukt das für Bedürftige ausgegeben wird oder eine inflationsbereinigte pro-Kopf-Zunahme; das Erstere könnte sogar eine reale Verminderung bedeuten. Auf etwa anspruchsvollerem Niveau geht es darum, wie zwei oder mehrere Variable zusammenhängen und sich in Bezugnahme aufeinander verändern, d.h. um die Modellierung funktionaler Zusammenhänge.

Relevante Datensätze aus dem Sozial- und Gesundheitsbereich haben in der Regel eine komplexe multivariate Struktur und beinhalten viele miteinander korrelierte Variable – ganz im Gegensatz zu den Daten des aktuellen Mathematikunterricht, in dem die Schüler Statistik lernen. Mit großen multivariaten Datensätzen zu argumentieren und ihre graphischen Darstellungen zu verstehen, verlangt andere Fähigkeiten als die Analyse uni- oder bivariater Datensätze, die auf kleinen Stichproben basieren und die das gegenwärtige Curriculum dominieren. Bei Zivilstatistik geht es nicht um das Meistern von Forschungsmethoden der multivariaten Statistik (Faktoranalyse, Clusteranalyse, multivariate Regression etc.). Vielmehr geht es um das Verstehen von multivariaten *Phänomenen*, der Herausbildung tragfähiger Heuristiken, einschließlich der Konfrontation mit Verzerrungen und Fehlvorstellungen (Engel, 2015). Eine wichtige Komponente dabei spielt dabei kritisches Denken und kritisches Nachfragen: Wie vertrauenswürdig sind die Daten? Wie und warum wurden sie erhoben? Wie wurden die interessierenden Variablen operationalisiert? Wie wurden sie gemessen? Welche Kovariable sind für die mich interessierende Fragestellung relevant, welche eher unbedeutend? Gibt es verborgene Drittvariable, die beobachtete Zusammenhänge erklären können? Selbst sozio-ökonomische Indikatoren aus den täglichen Nachrichten wie z.B. die Arbeitslosenquote sind keineswegs trivial zu definieren. Manche Definitionen entsprechen nicht der

---

<sup>1</sup> <http://www.duden.de/sprachwissen/sprachratgeber/die-haeufigsten-woerter-in-deutschsprachigen-texten>

alltäglichen Verwendung dieser Begriffe. In der Arbeitsmarkterhebung von Eurostat gilt z.B. als beschäftigt, wer mindestens eine Stunde pro Woche gegen Entlohnung arbeitet. Das Verstehen sozio-ökonomischer Trends setzt ein Verständnis von komplexen Indikatoren wie „Sterblichkeitsrate“, „Lebenserwartung“ oder der „Teuerungsrate“ voraus. Die Operationalisierung eines komplexen Konstrukts wie „Diskriminierung“ ist nicht einfach und beinhaltet philosophische, ethische und kulturelle Aspekte. Eine Diskussion hierüber und Methoden zur Messung der involvierten Variablen bietet Herausforderungen und Gelegenheiten den Diskurs im Unterricht anzureichern. Argumentieren mit großen multivariaten Datensätzen und ihren Eigenschaften anhand von graphischen Darstellungen verlangt andere Fähigkeiten als die Analyse kleiner Datensätze, die die heutigen Curricula dominieren. Es verlangt ein Verständnis unterschiedlicher graphischer Repräsentationen wie z.B. Streudiagramm-Matrizen, Spinnennetzdiagramme oder multivariate Zeitreihen. Multivariate Daten zu verstehen verlangt auch ein Wissen um Konstrukte, die selten in einführenden Statistikeinheiten behandelt werden wie z.B. Interaktionen, Drittvariable oder nicht-lineare Beziehungen.

#### **IMPLIKATIONEN FÜR CURRICULA UND LEHRERAUSBILDUNG**

Es gibt ernsthafte Probleme mit der Art und Weise, wie Statistik an Schulen unterrichtet wird (Batanero, Burrill und Reading, 2011, Schiller 2016). Wenige Lehrer für Mathematik oder Sozialkunde/ Gemeinschaftskunde haben eine Ausbildung im Unterrichten von Statistik. Als Konsequenz bleiben die meisten Lehrer innerhalb ihrer Komfortzone und überbetonen einen engen Bereich statistischer Techniken und algorithmischer Berechnungen (Mathematik) bzw. vermeiden Statistik ganz (Politik/ GK) und verpassen dabei sich auf tiefere statistische Ideen einzulassen.

Der aktuelle Unterricht, egal welchen Faches, widmet dem Verstehen multivariater Datensätze, die soziale Trends beschreiben, und der Interpretation und Kommunikation über diese Daten kaum Aufmerksamkeit. Curricula im Bereich Daten und Zufall fokussieren in der Regel auf Fragen mit einer oder zwei Variablen, auf der technischen Beherrschung von mathematischen Verfahren, die vor über 100 Jahren entwickelt wurden; sie verwenden artifizielle Daten und nutzen nur selten moderne Visualisierungstechniken. Ein Verstehen von komplexen Datensätzen verlangt andere Fertigkeiten und Kenntnisse als der traditionelle Unterricht. Schlüsselfertigkeiten schließen auch die Berücksichtigung von Metadaten ein: Wo kommen die Daten her, wie sind sie erhoben worden, wie vertrauenswürdig sind sie? Methoden der Inferenzstatistik wie z.B. das Testen von Hypothesen verlieren an Bedeutung, wenn sehr große Datensätze analysiert werden. Stattdessen stehen

zum Verstehen multivariater Phänomene im Mittelpunkt: die Suche nach Interaktionen, ein Bewusstsein um erklärende Drittvariable, ein Verständnis der Vor- und Nachteile der Aggregation von Daten (z.B. Simpsons Paradox); Nutzen und Nachteile von Beobachtungsstudien im Vergleich zu kontrollierten Experimenten. Wichtige mathematische Methoden, die von technologie-basierten Visualisierungen unterstützt werden können, beziehen auch die Modellierung von funktionalen Beziehungen zwischen zwei und mehreren Variablen ein, inklusive des Erkundens nichtlinearer Beziehungen und explorativer Glättungstechniken.

## FAZIT

Dieser Beitrag wirbt dafür, das Konzept von mathematischer Bildung zu erweitern und Zivilstatistik in das Schulcurriculum und das Denken der Lehrkräfte mit einzubeziehen. Zivilstatistik ist interdisziplinär und bezieht sich auf notwendige Fertigkeiten zum evidenzbasierten Verstehen wichtiger gesellschaftlicher Phänomene mit Hilfe grundlegender mathematischer, statistischer und technologischer Mittel und Konzepte. Wir glauben, dass das Unterrichten der Inhalte von Zivilstatistik junge Menschen ermutigen und befähigen wird, sich als informierte Zivilbürger bei öffentlichen Entscheidungsprozessen zu engagieren. Ideen und Materialien zur Ausgestaltung von Zivilstatistik im Schul- und Hochschulbereich werden im Projekt ProCivicStat entwickelt, das darauf abzielt, Ressourcen (Konzepte, Unterrichtsmaterialien, Datenvisualisierungen, Datensätze) zu entwickeln, die den Statistik- und Mathematikunterricht auf dem sekundären und tertiären Niveau durch innovatives online Lernmaterial zu bereichern .

Die Vorbereitung dieses Beitrags wurde in Teilen finanziert mit Unterstützung der Europäischen Kommission. Diese Veröffentlichung stellt lediglich die Ansichten des Verfassers dar und die Kommission ist nicht verantwortlich für irgendwelche Ansichten, die sich aus den hier geäußerten Informationen ergeben.



## Literatur

- Batanero, C, Burrill, G., & Reading, C. (2011). Teaching Statistics in School Mathematics – Challenges for Teaching and Teacher Education. 18th Study of the International Commission on Mathematical Instruction, Springer: Heidelberg
- Engel, J. (2016). Open data at the interface of mathematics and civics education: Challenges of the data revolution for the statistics curriculum. *Journal of Mathematics and Statistical Sciences* 2 (5)
- Ridgway, J. (2015). Implications of the Data Revolution for Statistics Education. *International Statistical Review*. doi:10.1111/insr.12110
- Schiller, A. (2016). Entwicklung von Modulen zur Förderung von Statistical Literacy an der Hochschule. *Beiträge zum Mathematikunterricht*.