

# Mathematische Biologie im Stochastikunterricht

Gunter Stein

Die Einkleidung mancher Stochastikaufgaben in Schulbüchern ist in mehrerer Hinsicht aufschlußreich. Zum Beispiel sind Rückschlüsse darauf möglich, was die jeweiligen Autoren für motivierend, relevant, witzig oder aktuell halten. Darüber hinaus ist es interessant, anhand des Aufgabenmaterials dem Wandel des Zeitgeistes nachzuspüren, wie sich beispielsweise die Sensibilisierung gegenüber Aufgabentexten mit militärischen oder (pseudo-)religiösen Inhalten im Laufe der Jahre wandelt. Manche Einkleidungen zeigen auch, wie einfallsreich ein Autor Aufgaben aus Schulbüchern der Konkurrenz modifizieren kann, um dem Vorwurf des Plagiats zu entgehen. (Es wäre zum Beispiel nicht ohne Reiz, den Mutationen nachzuforschen, die bestimmte Aufgaben aus Engel (1973) in den letzten zwanzig Jahren erfahren haben).

Ein weiterer Aspekt ist die Anwendungsrelevanz mancher Statistikaufgaben. Da sich die Statistik eng in der Auseinandersetzung mit konkreten Problemen der Praxis entwickelt hat, könnte sie sich in besonderem Maße für einen anwendungsorientierten Mathematikunterricht eignen. Dazu ist es allerdings wichtig, daß Schulbuchautoren etwas von den Anwendungsgebieten der Statistik kennen; andernfalls kann der Unterricht zur Märchenstunde werden bzw. zur Vermittlung von Fehlinformationen, wie beispielsweise folgende Aufgabe (aus Burghardt 1985, 141) zum zweiseitigen Hypothesentest zeigt:

*Ein Imker möchte seinen Honig gern nach einer bestimmten Blütensorte benennen. Daher möchte er sicherstellen, daß sein Honig auch zum größten Teil von einer bestimmten Blütensorte stammt. Zu einem bestimmten Zeitpunkt blühen im Bereich seiner Bienenstöcke Linden und Akazien. Der Imker möchte erkunden, ob seine Bienen eine der beiden Blütensorten bevorzugen.*

*Zu diesem Zweck stellt er in einem Raum je einen Blütenzweig beider Sorten auf und läßt 20 Bienen, die er zufällig einem seiner Völker entnimmt, diese anfliegen. Er verhindert, daß jeweils nachfolgende Bienen von den Vorgängern informiert werden. Wenn weniger als 7 dieser 20 Bienen eine Sorte bevorzugen, dann will er seinen Honig mit dem Etikett der anderen Sorte versehen, also die Hypothese, Bienen verhielten sich gegenüber Linden und Akazien indifferent, verwerfen.*

Anschließend wird zu der imkerlichen Entscheidungsregel das zugehörige Signifikanzniveau berechnet:

$$\alpha = 2 \cdot \left\{ \binom{20}{0} + \binom{20}{1} + \dots + \binom{20}{6} \right\} \cdot \left( \frac{1}{20} \right)^{20} \approx 0.115$$

Danach hofft man allerdings vergeblich zu erfahren, wie sich die 11% - Irrtumswahrscheinlichkeit in der Zusammensetzung des Honigs bemerkbar macht bzw. in welchem Ausmaß ein Etikettenschwindel bei der Honigkennzeichnung vorliegt, bzw. welche Auswirkung der Fehler 1. Art beim Rückschluß auf die (welche?) Grundgesamtheit der anderen 20000 Sammelbienen des ausgewählten Volkes, der anderen Völker, der weiteren Tage mit Sammel­tätigkeit, der anderen Akazien und Linden hat. In der Lösung des Autors heißt es:

*Weil die Irrtumswahrscheinlichkeit  $\alpha$  so groß ist, sollte man die Hypothese  $H_0$ , daß sich Bienen gegenüber Akazien und Linden indifferent verhalten, aufgrund der angegebenen Entscheidungsregel nicht verwerfen. Dem Imker sollte man empfehlen, wenn nur bekannt ist, daß weniger als 7 von 20 Bienen eine der beiden Blütensorten bevorzugten, auf seinen Etiketten keine bestimmte Blütensorte anzugeben.*

Daß die vom Imker beobachtete Zahl der Bienen nicht mitgeteilt bzw. das beobachtete Signifikanzniveau nicht berechnet wird, sondern die Entscheidungsregel verworfen wird (welche Vorüberlegung des Imkers hat zur "weniger als 7 von 20 Bienen"-Regel geführt?), hat seinen Grund zum einen in der unklaren Testsituation, zum anderen wohl auch in einigen biologischen Fragwürdigkeiten, vgl. Hüsing; Nitschmann (1987):

**Blüten:** Akazien (*Robinia pseudacacia*) blühen von Mitte Mai bis Anfang Juni, die Linden aber erst von Ende Juni bis Mitte Juli. Als Haupttracht­pflanzen können sie daher nicht in Konkurrenz stehen. Würde es sich bei Akazien und Linden um Bäume handeln, deren jahreszeitliche Blühdaten sich überlappen, ist zu beachten, daß die Nektarsekretion bei Linden besonders in den Morgenstunden (vor 6 Uhr) und gegen Abend (16-18 Uhr) erfolgt. Da sich der Bienenbesuch nach dem Rhythmus der Nektarabsonderung richtet, findet der Haupt­beflug der Linden am frühen Vormittag und am späten Nachmittag statt. Akazien werden zu den wärmsten Tageszeiten befliegen, sie haben eine kurze Blütezeit (etwa 10 Tage), die Blüte ist sehr empfindlich und die Nektardrüsen sondern bei Regen und kaltem Wetter kaum Nektar ab. Bei abgeschnittenen Blüten findet keine Nektarabsonderung statt.

**Honig:** Die botanische Herkunftsbestimmung des Honigs erfolgt mit Hilfe der Pollenanalyse. Honig enthält vor allem Blütenstaub der von den Bienen auf Nektarsuche befliegenen Blüten. Die Pollenkörner von verschiedenen Pflanzen unterscheiden sich in Form, Farbe und Größe sowie im Bau und in der Gestal-

tung der Oberfläche.

Die charakteristischen Eigenschaften von Honigsorten findet man aufgrund sensorischer Prüfungen (Aussehen, Geruch, Geschmack). Akazienhonig ist zartgelb, riecht kaum und schmeckt aromatisch mild; wegen des hohen Fruchtzuckergehalts kandiert er sehr langsam. Lindenhonig ist hellbernsteinfarben bis gründlich-gelb, erinnert im Geruch an Lindenblüten und schmeckt süß, zuweilen etwas streng.

Die Gewinnung reiner Sortenhonige zur wissenschaftlichen Untersuchung von Honigeigenschaften kann so erfolgen, daß eine Blütenpflanzenkultur zusammen mit einem ganzen Bienenvolk gekäfigt wird, z.B. in einem großen Gewächshaus oder unter Netzen im Freiland.

Die genauere Bezeichnung des Honigs durch Angabe bestimmter Blüten oder Pflanzen (z.B. "Lindenblütenhonig" oder "Akazienhonig") darf nur erfolgen, wenn der Honig überwiegend diesen Blüten oder Pflanzen entstammt, d.h. entsprechende sensorische, physikalisch-chemische und mikroskopische Merkmale aufweist.

**Bienen:** Eingefangene Bienen, die in einem Raum freigelassen werden, suchen weder nach Nektar noch informieren sie mitgefangene Bienen über Trachtquellen. (Die beschriebene Testsituation ist bloße Tierquälerei.) Die Information über eine Futterquelle erfolgt im Bienenstock auf einer Wabe durch den sogenannten Rund- und Schwänzeltanz. Bienen durchlaufen während ihres Lebens (im Sommer ca. 30 Tage) zuerst die Stockbienenzeit, danach beginnt die Sammelphase. Ein Bienenstock ist keine Urne, in die man zufällig hineingreifen kann, um 20 Sammelbienen zu entnehmen. Sammelbienen müßten gezielt (und nicht zufällig) beim Ausflug aus dem Stock abgefangen werden.

Nach diesen der Aufgabe widersprechenden Feststellungen über Bienen, Honig und Blüten erhebt sich die Frage, was einen Schulbuchautor zur Formulierung solch einer (irreführenden) Geschichte veranlaßt. Sollte es - analog zum Jägerlatein - ein Beitrag zum "Imkerlatein" sein? Verbirgt sich hinter solch einer - die biologisch-imkerliche Realität verfälschenden - Aufgabe im Grunde eine Gleichgültigkeit gegen Inhalte? Wenn Schulbuchautoren als Verpackungskünstler Standardaufgaben mit so wenig Sachkenntnis einkleiden, bringen sie nicht nur ihr Lehrbuch, sondern auch die Mathematik in Mißkredit; denn nur wenig Schüler (und Lehrer) können bei solch einer vorgeblich praxisorientierten Fragestellung zwischen Dichtung und Wahrheit unterscheiden.

Allerdings könnte diese mißglückte Aufgabe auch eine - vom Autor sicher nicht beabsichtigte - positive Wirkung haben: Diese unrealistische Aufgabe könnte Anlaß sein zu einer nützlichen Diskussion über "fragwürdige" Anwendungen im

Stochastikunterricht.

**Literatur:**

Burghardt, W.-D. (1985): Stochastik Grundkurs. Diesterweg, Frankfurt

Engel, A. (1973): Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik, Band 1. Klett,  
Stuttgart

Hüsing; Nitschmann (1987): Lexikon der Bienenkunde, Leipzig