

48 Verbrechen durch Mathematik verstehen

Warum begehen Menschen Verbrechen? Warum sind manche unbeeindruckt von den Konsequenzen, während andere niemals das Gesetz brechen würden, selbst wenn niemand hinsieht? Gibt es umweltbedingte, sozioökonomische oder sogar biologische Faktoren, die zu kriminellm Verhalten führen? Gibt es mögliche Abschreckungsmaßnahmen? Was ist die angemessene Strafe? Wie erkennen wir überhaupt ein Fehlverhalten? Lassen sich all diese Fragen in mathematische Begriffe fassen?

Dr. Yao-Li Chuang und Prof. Dr. Maria R. D’Orsogna, Department of Mathematics, California State University, Los Angeles, fassen ihre Arbeiten zur Modellierung von Verbrechen zusammen:

Manche Verbrechen geschehen bekanntlich in der Hitze des Gefechts. Sie werden getrieben von plötzlichen und starken Impulsen, ausgelöst durch Eifersucht, Wut oder als Reaktion auf eine Provokation. Diese „Verbrechen aus Leidenschaft“ werden oft als Fälle von vorübergehender Unzurechnungsfähigkeit erklärt. Vorvermittelte Verbrechen hingegen beinhalten Planung und sorgfältige Recherche im Vorfeld. Emotionen wie Rache, Gier oder Neid können das Verbrechen immer noch motivieren, aber es wird im Voraus geplant, wie sich die Dynamik entfalten wird, oft mit der Absicht, sich der Strafverfolgung zu entziehen. Schließlich entstehen Gelegenheitsverbrechen, wenn ein Individuum erkennt, dass die Umstände optimal sind, um eine illegale Handlung zu begehen, und beschließt, die Gelegenheit zu ergreifen, ohne provoziert zu werden oder ohne Vorsätze zu haben.

Wohnungseinbrüche sind repräsentative Beispiele für Gelegenheitsverbrechen: Sofern keine besondere Absicht besteht, einen Ort zu überfallen, an dem wertvolle Gegenstände wie Geld, Kunst oder Schmuck aufbewahrt werden, sind Wohnungseinbrüche das Ergebnis dreier konvergierender Faktoren: ein leichtes/wertvolles Ziel, die Abwesenheit eines Wächters und ein motivierter Täter. Einfach ausgedrückt, ist ein eingebrochenes Haus zur falschen Zeit am falschen Ort, wenn der Einbrecher zuschlägt. Wäre der Eigentümer anwesend gewesen oder hätte das Sicherheitssystem sicherer gewirkt, hätte der Einbrecher einen anderen Ort oder vielleicht gar keinen gewählt. Die erstmals 1979 von Lawrence Cohen und Marcus Felson vorgestellte Routine-Aktivitäts-Theorie formalisiert die Entstehung von opportunistischer Kriminalität in soziologischer Hinsicht und wurde auf Einbrüche, sexuelle Übergriffe, Taschendiebstähle, Fahrzeugdiebstähle und Raubüberfälle angewendet.

Es gibt Hinweise darauf, dass wiederholte oder nahezu wiederholte Straftaten bei Gelegenheitsdelikten typisch sind. Bei Einbrüchen bedeutet dies, dass in dasselbe Haus (oder in benachbarte Häuser) wiederholt eingebrochen wird. Obwohl es kontraintuitiv klingen mag, finden wiederholte und nahezu wiederholte Straftaten statt, weil der Täter nach der ersten Tat mit dem Ort, den Routinen und der Sicherheit vertraut ist und die Rückkehr zum selben Haus (oder zu nahe gelegenen Häusern) weniger Unsicherheit

und mehr Effizienz ermöglicht. Der ursprüngliche Täter hat möglicherweise auch Informationen an andere weitergegeben, so dass die Nachahmung durch einen anderen Täter ebenfalls eine Rolle spielen kann. Wiederholte und nahezu wiederholte Einbrüche wurden in vielen städtischen Zentren weltweit gemeldet, wobei sich das Einbruchrisiko über einige Wochen und mehrere Stadtblöcke nach einem ersten Einbruch erhöht. Einige statistische Messungen zeigen, dass frühere Straftaten der beste Prädiktor für zukünftige Straftaten ist.

Zerbrochene Fensterscheiben (engl. 'broken windows') sind eine verwandte und bekannte Theorie in der Kriminologie, die postuliert, dass sichtbare Zeichen selbst kleinerer Verbrechen, wenn sie unbeachtet bleiben, weitere und schwerere Verbrechen fördern. Die Theorie wurde 1982 von James Wilson und George Kelling entwickelt¹⁵ und der Titel bezieht sich auf den Anblick zerbrochener Fensterscheiben, die in New York City in den späten 1970er Jahren so allgegenwärtig waren, einem Ort und einer Zeit, die durch hohe Kriminalitätsraten gekennzeichnet waren. Zeichen der Unordnung in der Umgebung (zerbrochene Fensterscheiben, aber auch Graffiti, Müll, geparkte Autos ohne Nummernschilder) senden die Botschaft, dass die Gegend nicht gepflegt oder gut bewacht ist und dass illegale Aktivitäten toleriert werden. Diese Botschaft zieht mehr und schlimmere Kriminalität an. Bald können aus einem zerbrochenen Fenster oder einem Graffiti viele werden, die den städtischen Verfall signalisieren. Seit den späten 1980er Jahren hat diese Theorie die Polizeiarbeit in New York City geprägt, die eine Null-Toleranz-Strategie selbst für kleinere Verbrechen als Abschreckung für größere Verbrechen entwickelte. Die Erfahrung anderer Gemeinden in Massachusetts und in den Niederlanden zeigt, dass die Erhöhung des Ordnungsgefühls in der Nachbarschaft hilft, die Kriminalität einzudämmen. Allerdings ist die Broken-Windows-Theorie in den letzten Jahren umstrittener geworden, da sie zu exzessiven präventiven Eingriffen und zu übermäßiger Polizeiarbeit führen kann, wie z.B. bei der Anwendung von „stop and frisk“ in New York City, bei der Personen, die aufgrund ihres Aussehens oder Verhaltens verdächtigt werden, Kriminelle zu sein, kurzzeitig von der Polizei angehalten werden, ohne dass ein wirklicher Beweis für eine Beteiligung an einem Verbrechen vorliegt.

Gelegenheitsverbrechen, die zu weiteren Verbrechen anregen, lassen sich am besten mathematisch behandeln, da sie keine individuellen, sehr persönlichen Motivatoren wie bei Rachemorden oder Dreiecksbeziehungen beinhalten. Wohnungseinbrüche, bei denen die Täter immer wieder dieselben Orte aufsuchen und „Hotspots“ der Kriminalität schaffen, sind ein natürlicher Ausgangspunkt, da das Ziel, ein Haus, feststeht und nur die Bewegung des Täters beschrieben werden muss. Das Ziel ist es, einen mathematischen Rahmen zu schaffen, der Elemente aus den oben beschriebenen soziologischen und kriminologischen Theorien enthält, so dass man Einbrüche (und andere opportunistische Straftaten) mit quantitativen Werkzeugen untersuchen kann.

Wir beginnen mit einem agentenbasierten Modell, in dem ein Einbrecher durch eine virtuelle Stadt, z.B. auf einem Gitter, wandert und einen zufälligen Spaziergang (engl. 'random walk') durchführt, der durch ein sich dynamisch entwickelndes „Attraktivitätsfeld“

¹⁵J.Q. Wilson, G.E. Kelling, *Broken Windows. The Police and Neighborhood Safety*, in: *The Atlantic Monthly*, März 1982.

beeinflusst wird. Jedes Mal, wenn ein Verbrechen begangen wird, wird der Einbrecher entfernt und taucht später an einem anderen Ort wieder auf, bereit, erneut zuzuschlagen. Sobald ein Verbrechen begangen wurde, nimmt die Attraktivität des Ortes zu. Die Idee ist, dass der Täter nach einer Straftat zu seinem Heimatort zurückkehrt und dass die erhöhte Attraktivität die Mobilität zukünftiger Täter durch eine positive Rückkopplung in Richtung bereits eingebrochener Orte lenkt, gemäß den Prinzipien der wiederholten und fast wiederholten Straftat. Die Attraktivität wird auch auf natürliche Weise zu einem intrinsischen Basiswert abnehmen, wenn keine Straftaten begangen werden.

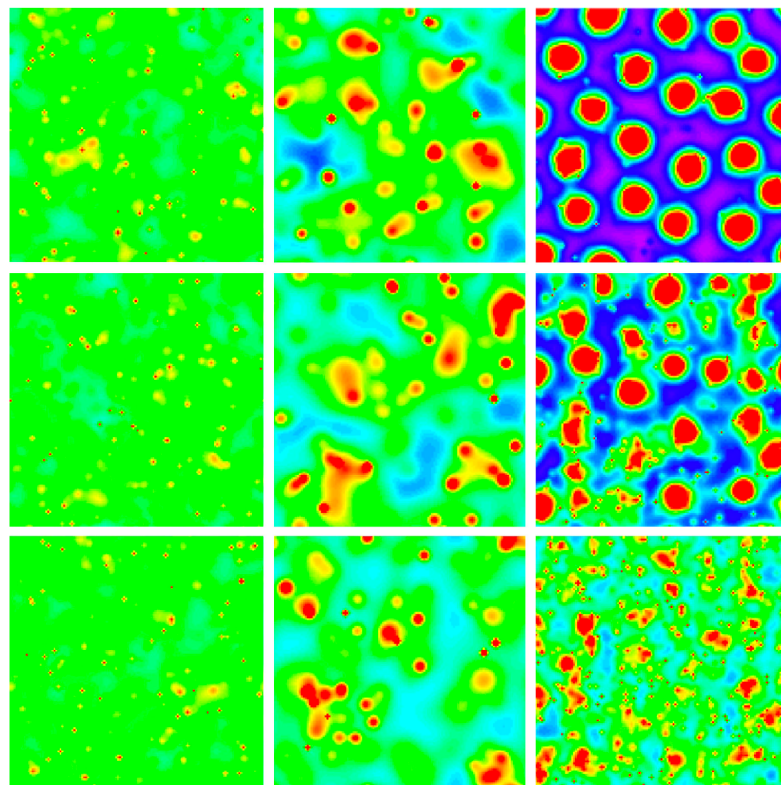


Abbildung 53: Verbrecherinduzierte Hotspots im Attraktivitätsfeld, ausgehend von einem einheitlichen Wert: Anfangs sind alle Standorte in der virtuellen „Stadt“ gleich attraktiv. Wenn es viele Kriminelle gibt, aber das Attraktivitätsfeld nach einem Verbrechen nicht signifikant ansteigt, treten Hotspots nie auf (obere Reihe); wenn es viele Kriminelle gibt und das Attraktivitätsfeld nach einem Verbrechen signifikant ansteigt, treten Hotspots auf und sind stationär (untere Reihe). Wenn es wenige Kriminelle gibt, erscheinen Hotspots nur, wenn die Änderungen im Attraktivitätsfeld groß sind, aber sie sind vorübergehend (mittlere Reihe). Die Farben folgen dem Regenbogenspektrum von Violett (Minimum) bis Rot (Maximum), wobei Grün den Mittelpunkt darstellt.

Unter bestimmten Bedingungen lassen sich diese Regeln in ein kompaktes System so genannter Diffusions-Reaktions-Differentialgleichungen gießen, die wie folgt koppeln und A , die Dichte der Verbrecher und das Anziehungsfeld, berücksichtigen

$$\begin{aligned}\frac{\partial A}{\partial t} &= \eta \nabla^2 A - (A - A_0) + \rho A, \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} &= \vec{\nabla} \left[\vec{\nabla} \rho - \frac{2\rho}{A} \vec{\nabla} A \right] - \rho A + \Gamma.\end{aligned}$$

Dabei stellt der Ausbreitungsparameter η dar, wie stark sich die Attraktivität auf nahe A_0 ist der Basiswert der Attraktivität der virtuellen Stadt, zu der sich A bei Abwesenheit von Kriminalität natürlich hinbewegt. A_0 ist der Basiswert der Attraktivität der virtuellen Stadt, zu der sich A bei Abwesenheit von Kriminalität natürlich hinbewegt, und Gamma ist die Rate der Ankunft von Kriminellen in der Stadt. Hotspots entstehen, wenn sich Verbrechen in bestimmten Gebieten aufgrund eines starken Anstiegs des Attraktivitätsfeldes, das Kriminelle nach einem Einbruch anzieht, häufen und durch eine große Anzahl von Kriminellen, die diese Gebiete besuchen, aufrechterhalten werden. Wenn jedoch die kriminelle Aktivität zu stark ist, z.B. wenn es zu viele Kriminelle gibt und das Attraktivitätsfeld überall einheitlich hoch wird, gehen die Hotspots ineinander über und schließlich wird die gesamte Stadt zu einer einzigen Verbrechenswüste. Die Ergebnisse für das Attraktivitätsfeld A für verschiedene Parameter sind in [Abbildung 53](#) dargestellt und zeigen, wo sich Kriminelle tendenziell häufen und wo Einbrüche wahrscheinlicher sind. Dieses Modell wurde erweitert, um die räumliche Unordnung in der Stadt mit einzubeziehen (durch Berücksichtigung ungleichmäßiger Werte von A_0) und, was am wichtigsten ist, um Methoden zur Ausmerzung von Hotspots und zur Bestimmung der strategischen Lage von Strafverfolgungsbehörden zu untersuchen.

Die oben erwähnten Phänomene der Häufung von Straftaten und der Beinahe-Wiederholung von Ereignissen werden auch bei Bandenkriminalität, Terroranschlägen und Protesten beobachtet, und zwar aufgrund anderer Formen der Ansteckung, bei denen ein anfängliches zufälliges Ereignis andere Ereignisse in der Nähe auslösen kann, entweder als „Nachahmer“ oder als Vergeltungsmaßnahmen. Die zeitlichen Muster erinnern an die Aktivität von Erdbeben, bei denen ein erstes Ereignis viele Nachbeben in der Nähe auslöst. Infolgedessen wurden mathematische Techniken, die ursprünglich zur Untersuchung tektonischer Aktivität entwickelt wurden, angepasst, um Beinahe-Wiederholungsphänomene in soziologischen und Verhaltenskontexten zu untersuchen. Eine der wichtigsten dieser Methoden ist der selbsterregende Punktprozess, auch

Hawkes-Prozess genannt. Wenn es keine vorherigen Ereignisse gibt (keine Erdbeben oder keine Verbrechen), ist die Anzahl der neuen Ereignisse, die pro Zeiteinheit auftreten sollen, bezeichnet mit $\lambda(t)$, durch eine Konstante $\lambda(t) = \mu$ gegeben. Dies zeigt an, dass zu Beginn des Prozesses Ereignisse zu jeder Zeit mit der gleichen Wahrscheinlichkeit auftreten werden. Wenn es jedoch ein anfängliches Ereignis zum Zeitpunkt t_1 gibt, ein erstes Erdbeben oder ein erstes Verbrechen, ist die Anzahl der zukünftigen

Ereignisse pro Zeiteinheit vorübergehend größer und gegeben durch

$$\lambda(t) = \mu + \alpha e^{-\beta(t-t_1)}.$$

Beachten Sie, dass unmittelbar nach dem ersten Ereignis $\lambda(t_1) = \mu + \alpha > \mu$, und dass nach einer Zeit $1/\beta$ nach t_1 , $\lambda(t)$ zu seinem Anfangswert μ zurückkehrt. Das bedeutet, dass das erste Ereignis als Auslöser für weitere Ereignisse pro Zeiteinheit innerhalb der Zeitspanne $1/\beta$ gewirkt hat. Natürlich kennen wir die Werte von α , β nicht, aber wenn man eine Reihe von geografisch geclusterten Ereignissen hat, die zu Zeiten $\{t_1, t_2, \dots, t_i, \dots\}$ auftreten, die Teil desselben Prozesses sind und die $\lambda(t)$ auf dieselbe Weise beeinflussen, können diese Ereignisse an die folgende Form angepasst werden

$$\lambda(t) = \mu + \sum_{t_1 < t} \alpha e^{-\beta(t-t_1)},$$

aus der α , β abgeleitet werden können. Große Werte von α und kleine Werte von β bedeuten, dass die Beinahe-Wiederholungseffekte groß sind und länger andauern. Man kann auch die Anzahl der „Kind“-Ereignisse abschätzen, die durch ein einzelnes „Eltern“-Ereignis ausgelöst werden, und zeigen, dass diese durch $\gamma = \alpha/\beta$ gegeben ist. Die Modellierung selbsterregender Punktprozesse wurde auf Wohnungseinbrüche, gewaltsame zivile Todesfälle im Nahen Osten, Bandengewalt, Terroranschläge und Proteste im Zuge von Abriegelungsmaßnahmen zur Bekämpfung von COVID-19 in verschiedenen Ländern angewendet.

Ein letztes Thema ist das der Rehabilitation. Lange Zeit, vor allem in den Vereinigten Staaten, bestand der Hauptzweck der Inhaftierung darin, Straftäter zu bestrafen. Harte Strafen wurden als Abschreckung für zukünftige Straftaten gesehen, nicht nur für den Täter selbst, sondern auch als Beispiel für andere, die von kriminellen Aktivitäten Abstand nehmen sollten, da sie im Falle einer Verhaftung lange Zeit im Gefängnis verbringen könnten. Die Ergebnisse waren jedoch nicht ermutigend, da die Kriminalitätsrate in den letzten Jahrzehnten in den gesamten Vereinigten Staaten gestiegen ist. Vielleicht ist ein anderer Weg möglich? In der Tat kann die Rehabilitation von Straftätern ein nützlicheres Mittel sein, um die Kriminalität zu reduzieren, indem man den Menschen hilft, ihr Verhalten zu ändern, und zwar durch eine Berufsausbildung zur Vorbereitung auf durch Berufsausbildung, um sich auf Jobs außerhalb der Gesellschaft vorzubereiten, durch Beratung bei Drogenmissbrauch, durch Hilfe bei der Bewältigung von Wut und Gewaltimpulsen und durch den Aufbau elterlicher Fähigkeiten. Es stellt sich also die Frage „Peitsche oder Zuckerbrot“: Ist es besser, Straftäter zu bestrafen (die Peitsche) oder ihnen zu helfen, sich zu rehabilitieren (das Zuckerbrot), um die Kriminalität zu reduzieren?

Eine Möglichkeit, diese Frage anzugehen, ist die evolutionäre Spieltheorie, bei der angenommen wird, dass Individuen Entscheidungen treffen, in diesem Fall, ein Verbrechen zu begehen oder nicht, in Abhängigkeit von drei Faktoren: ihre frühere Verhaftungsgeschichte – hohe frühere Strafen verringern die Wahrscheinlichkeit einer Rückfälligkeit – das soziale Umfeld – je mehr Kriminelle anwesend sind, desto größer ist

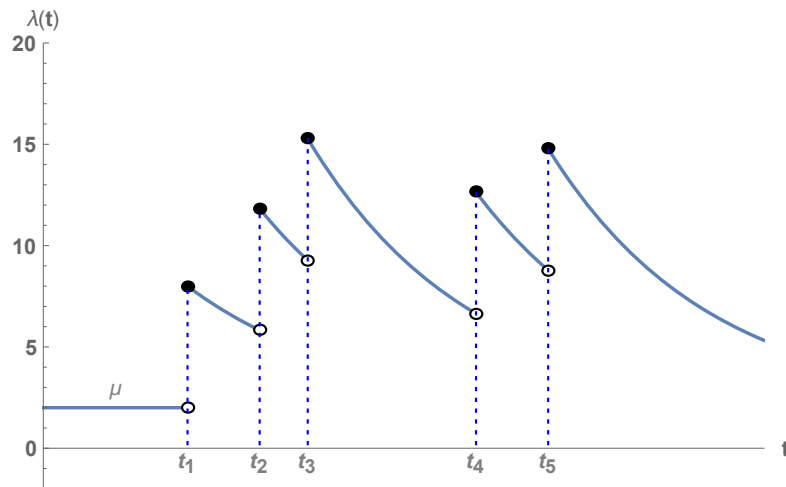


Abbildung 54: Dynamik eines selbsterregenden Prozesses. Bis zum ersten Ereignis (ein Erdbeben oder ein Verbrechen) zum Zeitpunkt t_1 ist die Anzahl der erwarteten Ereignisse pro Zeiteinheit eine Konstante, $\lambda(t) = \mu$. Nach dem ersten Ereignis zum Zeitpunkt t_1 steigt $\lambda(t \rightarrow t_1^+)$ auf $\mu + \alpha$, wie durch den ersten Sprung bei t_1 angezeigt. Die Größe $\lambda(t)$ beginnt dann zu sinken, so dass sie, wenn es keine weiteren Ereignisse gäbe, nach einer Zeit $1/\beta$ wieder in Richtung des Anfangswert μ zurückkehren würde. Ein neues Ereignis zum Zeitpunkt t_2 bewirkt jedoch einen zweiten Sprung in $\lambda(t)$, so dass $\lambda(t \rightarrow t_2^+) = \mu + \alpha e^{-\beta(t_2-t_1)} + \alpha$. Der Prozess setzt sich auf diese Weise fort. In diesem Bild ist $\mu = 2$, $\alpha = 6$, $\beta = 0.15$ und die Reihe der Ereignisse findet zu den Zeiten $\{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\} = \{6, 9, 11, 18, 21\}$ statt. Alle Zeiten werden in dieser Darstellung in willkürlichen Einheiten angenommen.

die Wahrscheinlichkeit, ein Verbrechen zu begehen – und die Ressourcen für die Rehabilitation, die Personen mit früheren Verhaftungen angeboten werden. Eine weitere Möglichkeit ist, dass Personen mit einer kriminellen Vergangenheit ihr kriminelles Leben (und das evolutionäre Spiel) als reformierte Personen dauerhaft verlassen. Schließlich wird angenommen, dass das Individuum ab einer bestimmten Anzahl von Straftaten sein Verhalten nicht mehr ändert und ebenfalls das Spiel verlässt, allerdings als Rückfalltäter. Die soziologischen Faktoren, die bestimmen, welche Entscheidungen getroffen werden (z.B. die Ressourcen für die Rehabilitation oder die Höhe der Strafe), werden durch mathematische Parameter dargestellt. Ihre Änderung führt zu unterschiedlichen Ergebnissen, mit unterschiedlichen Anteilen von Individuen, die nie Straftaten begehen, die sich bessern oder die bis zum Ende des Spiels unverbesserlich bleiben.

Eine wichtige mathematische Größe ist das finale Verhältnis zwischen denjenigen, die nie Straftaten begangen haben oder die sich gebessert haben, P , den „Paladinen“ der

Gesellschaft und den Rückfälligen U , den „Unverbesserlichen“. Große Werte von P/U repräsentieren „gute“ Gesellschaften mit viel mehr tugendhaften Menschen als hartgesottenen Kriminellen, und kleine Werte von P/U repräsentieren „schlechte“ Gesellschaften mit vielen Kriminellen und viel Kriminalität. In einer idealen Welt hätte man alle möglichen Ressourcen um Kriminelle in angemessener Weise zu bestrafen und zu rehabilitieren. In der realen Welt können die Gesamtressourcen jedoch begrenzt sein, so dass, wenn die Gesellschaft beschließt, die mit der Bestrafung verbundenen Kosten zu erhöhen (z.B. durch eine Verlängerung der Strafen oder durch die lange Aufbewahrung von Kriminellen unter hohen Sicherheitsvorkehrungen), zwangsläufig die mit der Rehabilitation verbundenen Kosten gesenkt werden.

Wir stellen fest, dass die erfolgreichste Strategie zur Erhöhung des Verhältnisses P/U und zur Verringerung der Anzahl der Kriminellen (und der Verbrechen) darin besteht, die Ressourcen optimal so zu verteilen, dass Kriminelle nach ihrer Bestrafung wirkungsvolle Interventionsprogramme erfahren, insbesondere in den ersten Phasen ihrer Rückkehr in die Gesellschaft. Übermäßig harte oder nachsichtige Strafen sind weniger wirksam. Das Dilemma „Peitsche versus Zuckerbrot,“ kann also durch eine „Peitsche und Zuckerbrot,“-Strategie gelöst werden: Der beste Weg, die Kriminalität zu verringern, besteht darin, sicherzustellen, dass die Strafe hart genug ist, um Kriminelle davon abzuhalten, erneut straffällig zu werden. Gleichzeitig muss sichergestellt werden, dass genügend Ressourcen für die Rehabilitation zur Verfügung stehen.