

Optimale Kontrolle des Drogenkonsums

Gustav Feichtinger Gernot Tragler Doris Behrens

Abteilung für Operations Research und Systemtheorie
Technische Universität Wien

Argentinierstraße 8/1192, A - 1040 Wien

Email: or@e119ws1.tuwien.ac.at

Fax: + 43 - 1 - 505 45 24

Tel.: + 43 - 1 - 58801 - 4428

22. April 1998

1 Die Dimension des Drogenproblems und Instrumente zu seiner Kontrolle

Drogenmißbrauch und damit verbundene Straftaten rangieren an der Spitze der Liste sozialer Probleme. Seit einiger Zeit häufen sich die Berichte über Drogentote, Polizeirazzien auf Drogenschwarzmärkten und – generell – Schwierigkeiten Drogenabhängiger im sozialen, gesundheitlichen und ökonomischen Bereich in einem Ausmaß, welches gemäß Stares (1996) den Drogenkonsum bereits zum 'global habit' macht. Die mit diesem Drogenkonsum assoziierten sozialen Kosten lassen sich beispielsweise für die U.S.-amerikanische Kokain*epidemie* mit gut 33 Milliarden \$ (für das Jahr 1992) quantifizieren. Diese Summe setzt sich aus zwei Teilbeiträgen zusammen. Zum einen schätzen Rydell & Everingham (1994), daß der Kokainkonsum

1992 bei etwa 291 Tonnen lag, wobei nach einer Schätzung von Rice et al. (1990) jedes konsumierte Gramm mit 67,6 \$ zu gewichten ist (diese Schätzung beinhaltet zwar materielle Kosten wie z.B. Verluste durch Diebstahl, verlorene Arbeitszeit oder Gefängniskosten, vernachlässigt jedoch immaterielle Kosten wie konsumbedingte Schmerzen und Leiden). Zum anderen werden von den Drogenbehörden verschiedene Kontrollinstrumente eingesetzt mit dem Ziel, den durch Konsum verursachten Schaden zu reduzieren. Fünf wichtige dieser Maßnahmen sind (Reihung erfolgt nach ansteigender Kosten-Effizienz)

- *Kontrollmaßnahmen im Ursprungsland* (Vernichtung von Kokapflanzen, Beschlagnahme von Kokainzwischen- und -endprodukten): 0,9 Milliarden \$;
- *Grenzkontrolle* (Kokain- und Vermögensbeschlagnahme durch Küstenwache, Armee und Zollbehörde): 1,7 Milliarden \$;
- *Drogenpolizei (im Inland) – 'law enforcement'* (Kokain- und Vermögensbeschlagnahme, Verhaftung von Dealern und deren Agenten): 9,5 Milliarden \$;
- *Therapeutische Behandlung Drogenabhängiger*: 0,9 Milliarden \$;
- *Präventionsmaßnahmen (primär Informationskampagnen in Schulen)*: 0,9 Milliarden \$.

Obwohl Prävention nur einen relativ geringen Teil der Initiation zum Konsum verhindern kann (optimistisch geschätzt höchstens 16 %), erweist sie sich als das kosten-effizienteste Mittel zur Drogenkontrolle. Beispielsweise vermutet Rydell (1997), daß eine Investition von 67 \$ pro Pflichtschüler in gezielte Informationskampagnen die Einstiegsrate in gelegentlichen Konsum illegaler süchtig machender Substanzen um 7,2 % drosselt.

In Anbetracht dieser immensen Beträge ist es naheliegend, sich eingehend Gedanken über eine möglichst effiziente Allokation der bereitgestellten Steuergelder auf die einzelnen Kontrollinstrumente zu machen. Dank einer wachsenden Bandbreite internationaler Daten und Fortschritten in den angewandten mathematischen Methoden scheint die Zeit für *Operations Research* gekommen zu sein, sich des Drogenproblems anzunehmen.

2 Modellformulierung und Daten

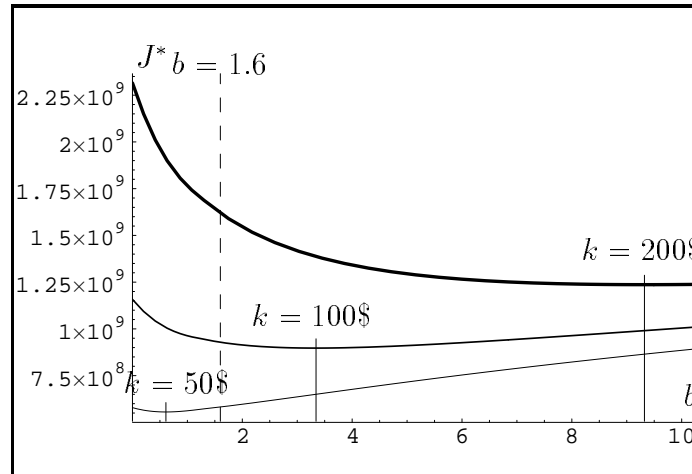
Ein mögliches Ziel der Behörden lautet, bei gegebenem Budget jene Kombination von Kontrollmaßnahmen zu suchen, die den gesamten durch Drogenkonsum verursachten Schaden minimiert, welcher durch die Summe aus konsumbedingten sozialen Kosten und den eingesetzten Steuergeldern definiert ist (vgl. Becker, 1968). Da die eingesetzten Kontrollinstrumente und die Schwere des Problems in einer Wechselwirkung zueinanderstehen und damit zeitlichen Änderungen unterworfen sind, handelt es sich hierbei um ein *dynamisches Optimierungsproblem*. Die Kernfrage lautet, wie die ausgewählten Kontrollinstrumente die Systemdynamik beeinflussen, welche durch die Anzahl der Drogenkonsumenten zu jedem Zeitpunkt beschrieben werde.

Um eine eingehende Analyse zu ermöglichen, konzentrieren wir uns – nach relativer Wichtigkeit – zunächst auf die *zwei Kontrollen* 'drogenpolizeiliche Maßnahmen' (größter Budgetanteil) und 'Therapie' (effizientes Mittel). Bei der Modellierung wird davon ausgegangen, daß durch Therapie im Durchschnitt etwa 2 von 15 Süchtigen langfristig mit dem Drogenkonsum aufhören (Rydell et al., 1996).

Die (indirekte) Wirkung von Drogenpolizei auf den Bestand der Süchtigen bedarf einer eingehenden Erklärung. Durch den Einsatz von Drogenpolizei wird in erster Linie das 'Berufs'risiko der Drogendealer erhöht, welches durch eine Erhöhung des Drogenpreises kompensiert wird. Süchtige reagieren wiederum relativ stark auf eine Preiserhöhung jenes Konsumgutes, welches den Großteil ihres Budgets beansprucht (Rydell & Everingham, 1994): Caulkins et al. (1997) schätzen, daß die laufende Elastizität der Nachfrage -0.5 beträgt, d.h., eine Erhöhung des Drogenpreises um 1 % führt zu einer Reduktion des Konsums um 0.5 %. Zusätzlich werden durch diesen Drogenpolizei-Preis-Mechanismus sowohl Initiation zum Drogenkonsum (negativ) als auch Bereitschaft zum 'Cleanwerden' (positiv) in einer Weise beeinflusst, die empirisch – teilweise mit ökonometrischen Methoden – abgeschätzt werden kann.

Dieses grob skizzierte Modell und andere ähnliche werden von den Autoren gemeinsam mit verschiedenen Kollegen und Kooperationspartnern aus dem In- und Ausland seit eineinhalb Jahren im Rahmen eines Forschungsprojektes untersucht, welches vom österreichischen Fonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung (FWF) unterstützt wird (FWF-Projekt P11711, 'Dynamic Law Enforcement'). Ein Hauptziel des Projektes ist es, die Modelle mit österreichischen Daten zu parametrisieren. Da jedoch intensive

Abbildung 1: Minimale Kosten (J^* in 1.000 \$) in Abhängigkeit von pro-Kopf-Budget (b in 1.000 \$) und konsumbedingtem Schaden (k)



Bemühungen, adäquates Datenmaterial zu bekommen, fehlschlugen, wurden für die Analyse Daten zum Kokainproblem der U.S.A. herangezogen, wofür ausreichend Information zur Verfügung steht (z.B. ONDCP, 1997). Eine Analyse der Drogensituation Deutschlands stellt eine interessante Aufgabe für ein mögliches Forschungsprojekt auf europäischer Ebene dar.

3 Einige interessante Resultate

Für die hier präsentierten Resultate wurde das Pontryagin'sche Maximumprinzip (z.B. in Feichtinger & Hartl, 1986) auf das oben skizzierte optimale Kontrollmodell angewandt; die numerische Analyse wurde mit dem Programmpaket Mathematica (Wolfram, 1996) durchgeführt. Der interessierte Leser findet eine ausführliche Beschreibung des Modells mitsamt seiner Analyse in Tragler et al. (1997).

3.1 Konservative vs. liberale Schadenseinschätzung

Abb. 1 illustriert die minimalen Kosten (J^*) in Abhängigkeit vom verfügbaren

ren pro-Kopf-Budget zur Drogenkontrolle (b) und dem konsumbedingten Schaden (k). Im Parameter k schlagen sich die Einschätzungen des sozialen Planers bezüglich der Schadenshöhe nieder. Bei der numerischen Analyse stellt sich heraus, daß die Kostenverläufe konvex mit eindeutigen Minima sind. Diese Minima beschreiben jeweils das kostenminimale pro-Kopf-Budget b für gegebene Schadenseinschätzung k . Insbesondere zeigt sich,

- daß für den empirisch geschätzten Wert von k , 67,6 \$ (Rice et al., 1990), das derzeit zum Zwecke der Kokainkontrolle eingesetzte pro-Kopf-Budget, 1.600 \$ (die Summe aus den Ausgaben für Drogenpolizei, 9,5 Milliarden \$, und Therapie, 0,9 Milliarden \$, auf geschätzte 6.500.000 Kokainkonsumenten; strichlierte Linie in Abb. 1) ungefähr optimal ist; und
- daß das optimale b mit k wächst. Dies bildet eine mögliche Erklärung, warum konservative Entscheidungsträger, welche durch ein höheres k charakterisiert sind, dem Eindruck unterliegen, es wuerde zu wenig gegen Drogenmißbrauch unternommen, wohingegen liberale (niedrigeres k) für eine Reduzierung der Ausgaben plädieren.

3.2 Ist der Drogenpreisverfall optimal?

Die Analyse des Kontrollmodells ergibt, daß der Drogenpreis in den ersten Jahren einer Epidemie stark fällt. Der Hauptgrund dafür ist die Annahme, daß die getätigten Aufwendungen in einem wachsenden Schwarzmarkt 'verschwinden' ('*enforcement swamping*'; Kleiman, 1993), solange die Anzahl der Drogenkonsumenten zunimmt.

Bemerkenswerterweise folgte der Kokainpreis in den U.S.A. während der 80er Jahre tatsächlich diesem Muster. Obwohl dieser jähe Preisverfall von manchen für eine Katastrophe gehalten wurde, war er – so gesehen – vielleicht sogar die Folge einer optimalen Drogenpolitik.

3.3 Intensive Kontrolle am Beginn zahlt sich aus ('Wehret den Anfängen')

Unter der Annahme, daß der Einstieg in den Drogenkonsum von der momentanen Anzahl an Konsumenten positiv abhängt (positives Feedback bzw.

Netzwerkeffekt), stellt es sich als optimal heraus, ein Gleichgewicht, welches durch sehr niedrigen Konsum charakterisiert ist, anzustreben, solange die Süchtigenanzahl einen gewissen kritischen Schwellwert nicht übersteigt. Dazu sind allerdings enorm hohe finanzielle (pro-Kopf-)Aufwendungen zu einem Zeitpunkt notwendig, wo ein zukünftiges Drogenproblem möglicherweise von der Allgemeinheit noch nicht als ein solches erkannt wird; so gesehen könnte es den Drogenbehörden schwer fallen, diese Ausgaben zu rechtfertigen, obwohl sie sich langfristig gesehen mehr als amortisieren. Überschreitet hingegen die Anzahl der Konsumenten diesen Schwellwert, so erweist sich langfristig ein inneres ('hohes') Gleichgewicht als optimal im Sinne der Gesamtkostenminimierung.

Die Existenz eines solchen Schwellwertes, der eine Grenze für die Einzugsbereiche der Gleichgewichte darstellt, ist eine typische Konsequenz der inherent nichtlinearen Modellstruktur und, sowohl in mathematischer als auch ökonomischer Hinsicht, sehr interessant. Dechert & Nishimura (1983) haben erstmals seine Existenz nachgewiesen; im vorliegenden Modell tritt der kritische Schwellwert in einem praktischen Problem auf.

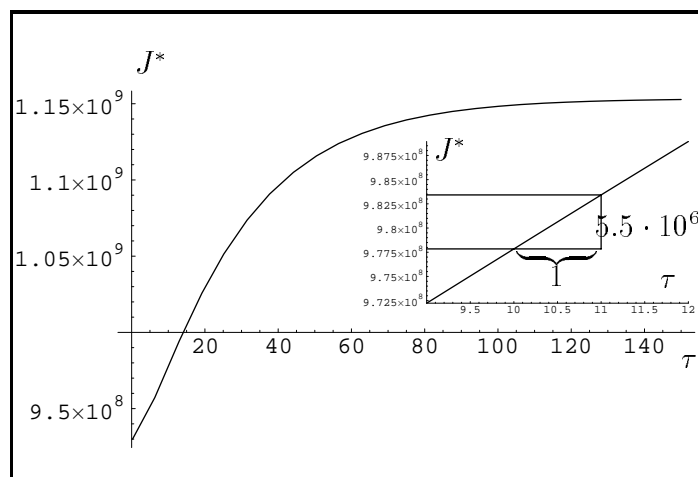
3.4 Der Nutzen eines Frühwarnsystems

Abb. 2 zeigt die Gesamtkosten (J^*) in Abhängigkeit von der Verzögerung des Kontrollbeginns (τ) bzw. was es kostet, wenn sich der Kontrolleinsatz verzögert. Die Zunahme der Kosten ist während der ersten 20 Jahre nahezu linear. Da eine Verzögerung von mehr als 20 Jahren im Grunde auszuschließen ist, kann man die jährlichen Kosten mit ca. 5,5 Milliarden \$ beziffern (Ausschnitt in Abb. 2).

Nehmen wir beispielsweise an, daß die U.S.A. zu einem gewissen Zeitpunkt 'drogenepidemiefrei' sind und die nächste Epidemie voraussichtlich in 25 Jahren beginnt. Dann wären die Entscheidungsträger bereit, bis zu $\frac{5,5 \text{ Milliarden } \$}{25} = 220 \text{ Millionen } \$$ jährlich für ein Frühwarnsystem auszugeben, welches die Epidemie ein Jahr früher erkennen läßt als dies ohne Frühwarnsystem der Fall wäre. Dies ist jedoch bei weitem mehr als die U.S.A. zu diesem Zweck jemals ausgegeben haben.

Obwohl die Bevölkerungsanzahl zweifelsohne nur als ein sehr grobes Maß für eine geeignete Relation zwischen den U.S.A. und z.B. Österreich angesehen werden kann, sei hier darauf hingewiesen, daß gemäß diesem Gedanken-

Abbildung 2: Gesamtkosten (J^* in 1.000 \$) in Abhängigkeit von der Verzögerung des Kontrollbeginns (τ in Jahren); der Ausschnitt illustriert die nahezu lineare verzögerungsbedingte Kostenzunahme am Beginn einer Drogenepidemie



experiment Österreich ca. $\frac{220 \text{ Millionen } \$}{33} = 6,67 \text{ Millionen } \$ \simeq 80 \text{ Millionen ATS}$ jährlich in ein Frühwarnsystem investieren sollte.

3.5 Eine 'pseudo-statische' Heuristik

Aus der Sicht der Behörden stellt sich unweigerlich die Frage, wie aufwendig die Implementierung einer *optimalen* Politik ist bzw. ob es sich überhaupt auszahlt, das Budget zur Drogenkontrolle optimal zu bestimmen und optimal auf die möglichen Kontrollinstrumente aufzuteilen.

Um diese Frage zu beurteilen, wurde eine 'pseudo-statische Heuristik' in die Analyse miteinbezogen, bei der das laufende Budget zwar von der jeweiligen Anzahl der Konsumenten abhängt, die Aufteilung auf drogenpolizeiliche Maßnahmen und Therapie jedoch stets zu konstanten Anteilen erfolgt. Dabei stellt sich heraus, daß durch die optimale Allokation eines zustandsabhängigen Budgets eine Gesamtersparnis von nur wenigen Prozent erzielt werden kann, wenn man diese Heuristik als Vergleichswert zugrundelegt. So gesehen koennte in manchen Fällen eine suboptimale, dafür aber leichter implemen-

tierbare Kontrolle einer optimalen vorzuziehen sein. Andererseits läßt sich jedoch die Güte einer derartigen Heuristik nur über den direkten Vergleich mit der optimalen Politik ermitteln.

4 Gelegenheitskonsum und (schwere) Sucht

Selbstverständlich stellt die Annahme eines repräsentativen (durchschnittlichen) Drogenkonsumenten eine grobe Vereinfachung dar. Eine realistischere Modellformulierung hätte die Heterogenität im Konsumverhalten – vom gelegentlichen Konsum kleiner Mengen bis hin zur schweren Abhängigkeit von großen und vor allem regelmäßigen Dosen – zu berücksichtigen. Für ein Modell, welches das ganze Konsumspektrum abdeckt, fehlen jedoch geeignete Daten, und eine tiefere Analyse erscheint unmöglich. In diesem Sinne geben Everingham & Rydell (1994) Argumente an, weshalb zumindest für Kokain eine einfache Unterscheidung zwischen den beiden Extrema 'Gelegenheitskonsum' (weniger als wöchentlich) und '(schwere) Sucht' (mehrmals pro Woche) ausreicht.

Ein Modell, welches diesen ersten Schritt in Richtung Heterogenisierung berücksichtigt, findet sich in Behrens et al. (1997). Dort werden die beiden effizientesten Kontrollinstrumente, Therapie und Prävention, in einem Modell mit zwei *Zustandsvariablen* untersucht, wobei therapeutische Maßnahmen nur für Drogenkranke vorgesehen sind, Prävention nur für Nichtkonsumenten (im Unterschied zu dieser 'Primärprävention' gibt es auch sogenannte 'Sekundärprävention', die verhindern soll, daß ein Gelegenheitskonsument süchtig wird). Wesentlich dabei ist, daß die beiden Konsumentengruppen die Initiation zum Konsum unterschiedlich beeinflussen. Während Gelegenheitskonsumenten Bekannte und Verwandte mit enthusiastischen Berichten über ihre Drogenerfahrungen zum Konsum 'überreden' können (Ansteckungseffekt), stellen Süchtige mit ihren sichtbaren sozialen, finanziellen und gesundheitlichen Problemen eine beachtliche Abschreckung dar (Musto, 1987). In vollständiger Abwesenheit Süchtiger würden zwei Gelegenheitskonsumenten jährlich ca. einen Nicht-Konsumenten zum Konsum überreden, wohingegen zwei Süchtige einen potentiellen Neuanfänger abzuschrecken vermögen.

Die Analyse dieses Modells bestätigt einerseits die oben angeführten Resultate, andererseits ergeben sich drei neue Punkte, welche auf die entsprechend andere Modellstruktur (zwei Steuervariablen statt einer, Prävention

statt drogenpolizeilicher Maßnahmen, Abschreckungseffekt schweren Drogenmißbrauchs) zurückzuführen sind. Insbesondere offenbart sich hier in starkem Ausmaß der *dynamische* (epidemische) Charakter des Drogenproblems, welcher eine Anpassung der Kontrollen an den jeweiligen Systemzustand zwingend erforderlich macht.

- Prävention empfiehlt sich zur Drogenkontrolle am ehesten, wenn es wenige Süchtige gibt, wie es am Beginn oder am Ende einer Drogenepidemie der Fall ist. Dies ist darauf zurückzuführen, daß Prävention zu diesen Zeitpunkten das einzige Mittel ist, welches der Experimentierfreudigkeit – insbesondere Jugendlicher – entgegenwirken kann.
- Therapeutische Maßnahmen sind vermehrt dann anzuraten, wenn das rückläufige Verhalten gelegentlichen Konsums bereits diagnostiziert wurde. Therapie liefert dann die optimale Unterstützung eines endogenen 'Ausstiegsprozesses'.
- Wenn die Anzahl der Gelegenheitskonsumenten verglichen mit jener der Süchtigen groß ist (hohe 'Ansteckung', geringe Abschreckung), kann Therapie sogar kontraproduktiv (d.h. kostenerhöhend) wirken, da die dadurch erzielte Verminderung des konsumbedingten Schadens geringer ist als die Verminderung des Abschreckungseffektes.
- Findet der Kontrollbeginn sehr spät statt, entstehen nicht nur immense Kosten, sondern es kann über einen gewissen Zeitraum ein Mitteleinsatz sogar unnötig werden, da das System auf Grund der vielen Süchtigen eine 'Selbstreinigungskraft' entwickelt (großer Abschreckungseffekt).
- Im Gegensatz zur Modellierung eines repräsentativen Drogenkonsumenten betont das heterogene Modell die Wichtigkeit einer freien Budgetwahl. Die Kosten sinken merkbar im Falle einer 'ausgefeilteren' Budgetpolitik.

In Abb. 3 ist die optimale Politik für gegebene Anzahlen der Gelegenheitskonsumenten (L) bzw. Süchtigen (H) zusammengefaßt. Konkret wird für jeden beliebigen Zustand (L, H) zunächst das entsprechende Gesamtbudget bestimmt, welches proportional zum Konsum ist, der für L Gelegenheitskonsumenten und H Süchtige geschätzt wird. Anschließend erfolgt die optimale Aufteilung zwischen Prävention und Therapie, wie sie durch die Isokurven

Abbildung 3: Zusammenfassung der optimalen Politik für gegebene Anzahlen der Gelegenheitskonsumenten (L) und Süchtigen (H); die Isokurven $f_o = const.$ deuten an, wie die optimale Aufteilung des Gesamtbudgets zwischen Prävention und Therapie bestimmt wird

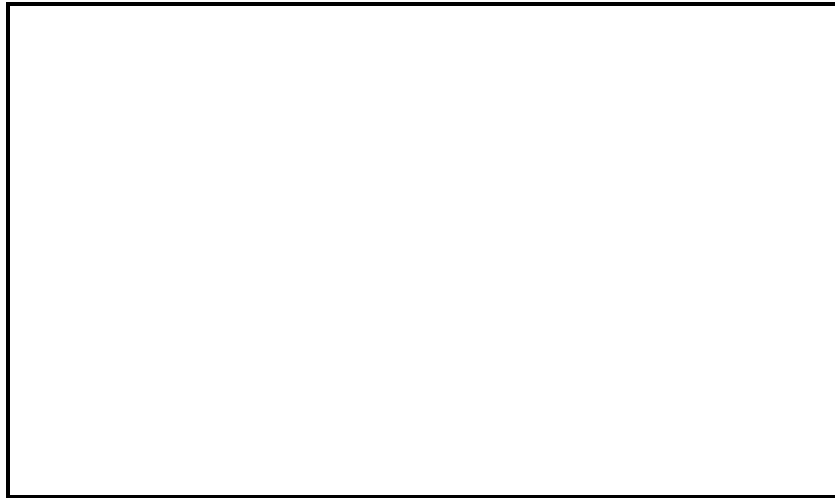


Abbildung 4: Jährlicher Kokainkonsum in Tonnen; die optimal gesteuerte Epidemie (dunkel) ist eindeutig geringer als die tatsächliche U.S.-Kokaineidemie (hell)



$f_o = const.$ angedeutet wird, wobei f_o den optimalen Anteil von Therapie am Gesamtbudget angibt.

Was gemäß diesen Modellen mit Hilfe einer optimalen Kontrolle erreicht werden kann, ist abschließend in Abb. 4 dargestellt, wo der tatsächliche jährliche Kokainkonsum in den U.S.A. (geschätzte Daten; in der Abb. dunkel dargestellt) dem optimal gesteuerten Konsum (hell) gegenübergestellt wird.

5 Modellerweiterungen

Ein wesentliches Ziel der Modelle zur Kontrolle des Drogenkonsums ist die Politikberatung. Eine realistische Sichtweise hat dabei das Umfeld der Drogenkriminalität zu berücksichtigen. Neben Eigentumsdelikten dient (vorwiegend illegale) Prostitution als Beschaffungsmittel für illegale Drogen. Damit sowie mit dem Mehrfachgebrauch von Injektionsnadeln ist wieder das Risiko einer HIV-Infektion verbunden.

Die Erstellung und Analyse eines globalen, all diese Aspekte einbeziehenden Modells sind Zukunftsmusik. Partialansätze existieren allerdings; einige davon werden im folgenden kurz umrissen.

5.1 Beschaffungskriminalität

Benson et al. (1992) stellt die provokante Frage: *'Is property crime caused by drug use or by drug enforcement policy'*? Ein hoher Prozentsatz von Diebstahlsdelikten wird von rauschgiftsüchtigen Tätern zur Drogenbeschaffung begangen (gemäß einer aktuellen österreichischen Statistik 37 %). Es erhebt sich die Frage, ob eine Verstärkung drogenpolizeilicher Maßnahmen zu einer Zunahme anderer Straftaten, insbesondere von Eigentumsdelikten, führt. Zwei Ursachen könnten hierfür verantwortlich sein. *Erstens* führt ein erhöhtes 'law enforcement' zu einem höheren Drogenpreis. Da Süchtige ihren Mindestkonsum benötigen und die Preiselastizität der Nachfrage relativ gering ist, so bleibt zur Finanzierung des Drogenkonsums meist nur der Ausweg in Diebstahl und andere Straftaten. Betrachtet man *zweitens* den Polizeiapparat unter dem Gesichtspunkt knapper Ressourcen, so muß der Gesetzgeber diese Mittel zwischen drogenpolizeilichem Einsatz und den übrigen Verbrechen, einschließlich Raub und Diebstahl, aufteilen. Ein verstärkter Einsatz der Kräfte am Drogensektor führt – bei Konstanz der Polizeikräfte – automatisch zu verringerten Bekämpfungsmöglichkeiten bei Eigentumsdelikten, und – bei rational agierenden Gesetzesabweichern – zu einer Verstärkung ihrer Aktivitäten auf diesem Sektor.

5.2 Prostitution & HIV

Die Einbeziehung von Drogensucht, Prostitution und HIV führt auf ein Modell mit (mindestens) sieben Zustandsvariablen. Läßt man zur Vereinfachung die Sucht einmal beiseite und betrachtet die Interaktion legale – illegale Prostitution, so stellt das Ziel des Planers die Minimierung der HIV-Verbreitung sowie – möglicherweise – die Minimierung des Aufkommens aus Prostitution dar. Das Risiko, sich mit HIV anzustecken, ist bei legaler Prostitution niedriger als am Schwarzmarkt. Den Behörden stehen zwei kostspielige Instrumente zur Verfügung: Polizeikontrollen zur Eindämmung der illegalen Prostitution sowie häufigere und schärfere Kontrollen legaler Prostituierten. Ein verstärkter Einsatz des ersten Instruments führt zu einem Schrumpfen

des Schwarzmarktes sowie zu einer Vergrößerung des legalen Sektors 'käuflicher Liebe'. Eine verschärfte Kontrolle des letzteren verringert zwar das Ansteckungsrisiko, kann aber Prostituierte in die Illegalität treiben.

5.3 Dynamische Spiele

Im Ansatz von Becker (1968) wird unterstellt, daß sich Straftäter (zumindest beschränkt) rational verhalten in dem Sinn, daß sie den erwarteten Nutzen einer Straftat maximieren und zwar unter Einbeziehung des Risikos, im Zuge der Tat erwischt zu werden, sowie im Vergleich mit dem auf legalen Wege erzielbaren Einkommen. Ein derart rational agierender Gesetzesbrecher wird natürlich polizeiliche Maßnahmen mit ins Kalkül ziehen. Um die Effizienz der Instrumente zur Eindämmung des Drogenkonsums abzuschätzen, muß man über die Reaktionen der Gesetzesabweicher auf diese Maßnahmen Bescheid wissen. (In welchem Ausmaß reagieren Dealer bzw. Süchtige auf bestimmte drogenpolizeiliche Maßnahmen bzw. auf gewisse Therapien).

Andererseits muß eine strategische Analyse der Symbiose zwischen Händlern und Süchtigen neben den Bekämpfungskosten auch die Reaktionen der Betroffenen berücksichtigen. Eine derartige Betrachtungsweise offenbart – neben der Dynamik – den kompetitiven Aspekt krimineller Aktivitäten und ihrer Bekämpfung. Eine adäquate und vollständige Analyse des Drogenproblems hat im Rahmen der *dynamischen Spieltheorie* zu erfolgen.

Das generelle Paradigma stellen zwei interagierende Gruppen – im vorliegenden Fall die Dealer und die Drogenkonsumenten – dar. Aufgabe der Behörde ist es, wechselseitige Rückkoppelungen zwischen beiden Populationen (die nicht disjunkt sind) zu unterbrechen. Der 'law enforcement agency' stellt sich dabei insbesondere das Problem, wie knappe Mittel zwischen den beiden Gruppen im Zeitablauf zu verteilen sind. Neben dem strategischen Aspekt ist es das zeitliche Moment, welches das Problem interessant, aber auch schwierig macht. Bisher existieren erst wenige Ansätze zur Lösung von Teilen dieses komplexen Problems; vgl. Dawid & Feichtinger (1996).

5.4 Korruption

Ein inhaltlich ganz anderer, formal aber verwandter Problembereich aus der Ökonomie des 'opferlosen' Verbrechens ist jener der Korruption. Auch hier stellt sich dem Gesetzgeber das Problem, die Symbiose von Bestochenen und

Bestechern möglichst effizient zu unterbrechen; vgl. dazu etwa Wirl et al. (1997).

5.5 Umwelt

Abschließend sei auf eine interessante Querverbindung zwischen Drogenkontrolle und Umweltmodellen hingewiesen. In vielen Problemen der Umweltreinigung kann der durch die Verschmutzung entstehende Schaden durch ein ähnliches Instrumentenmix (Vorbeugung, Behandlung von Umweltschäden, *law enforcement*) effizient bekämpft werden wie in der Ökonomie des Verbrechens. Diese Analogien führen formal auf ähnliche Modelle und Lösungspfade.

Dies alles zeigt, daß noch großer Forschungsbedarf auf diesem Gebiet besteht. In dem oben erwähnten Projekt kann davon zwar nur ein geringer Teil behandelt werden, jedoch wird die Durchführung von Folgeprojekten, auch auf europäischer Ebene, angestrebt.

Danksagungen

Die Autoren danken Prof. Jonathan P. Caulkins (Carnegie Mellon University, H. John Heinz III School of Public Policy and Management, Pittsburgh, U.S.A.), der wesentliche Beiträge zu den hier besprochenen Arbeiten geliefert hat, sowie dem FWF (Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung), der die Forschung im Rahmen des Projektes P11711 ('Dynamic Law Enforcement') finanziell unterstützt.

Literaturhinweise

Becker, G. S., 1968, Crime and punishment: An economic approach, *Journal of Political Economy*, 76, 169–217.

Behrens, D. A., J. P. Caulkins, G. Tragler und G. Feichtinger, 1997, Controlling the U.S. Cocaine Epidemic: Finding the Optimal Mix of Drug Prevention and Treatment, Technische Universität Wien, Institut für Ökonometrie, Operations Research und Systemtheorie, Forschungsbericht No. 214.

Benson, B. L., I. Kim, D. W. Rasmussen und T. W. Zuehlke, 1992, Is property crime caused by drug use or by drug enforcement policy?, *Applied Economics*,

24(7), 679–692.

Caulkins, J. P., C. P. Rydell, W. L. Schwabe und J. Chiesa, 1997, Mandatory Minimum Sentences: Throwing Away the Key or the Taxpayer's Money? (RAND, Santa Monica).

Dawid, H. und G. Feichtinger, 1996, Optimal Allocation of Drug Control Efforts: A Differential Game Analysis, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 91(2), 279–297.

Dechert, W. D. und K. Nishimura, 1983, A Complete Characterization of Optimal Growth Paths in an Aggregative Model with a Non-concave Production Function, *Journal of Economic Theory*, 31, 332–354.

Everingham, S. S. und C. P. Rydell, 1994, Modeling the Demand for Cocaine (RAND, Santa Monica).

Feichtinger, G. und R. F. Hartl, 1986, Optimale Kontrolle ökonomischer Prozesse – Anwendungen des Maximumprinzips in den Wirtschaftswissenschaften (Walter de Gruyter, Berlin).

Kleiman, M. A. R., 1993, Enforcement Swamping: a Positive-Feedback Mechanism in Rates of Illicit Activity, *Mathematical and Computer Modeling*, 17(2), 65–75.

Musto, D. F., 1987, *The American Disease* (Yale University Press, New Haven).

Office of National Drug Control Policy, 1997, *The National Drug Control Strategy, 1997: Budget Summary* (The White House, Washington).

Rice, D. P. S. Kelman, L. S. Miller und S. Dunmeyer, 1990, *The Economic Costs of Alcohol and Drug Abuse and Mental Illness*, Institute for Health and Aging, University of California, San Francisco, CA.

Rydell, C. P. und S. S. Everingham, 1994, *Controlling Cocaine: Supply Versus Demand Programs* (RAND, Santa Monica).

Rydell, C. P., J. P. Caulkins und S. S. Everingham, 1996, Enforcement or treatment? Modeling the relative efficacy of alternatives for controlling cocaine, *Operations Research*, 44(6), 687–695.

Rydell, C. P., 1997, *The Dynamics of Cocaine Control Policy Analysis Based on Exploratory Modeling*, Working Paper.

Stares, P. B., 1996, *Global Habit: The Drug Problem in a Borderless World* (Washington D.C., Brookings Institute).

Tragler, G., J. P. Caulkins und G. Feichtinger, 1997, *Optimal Dynamic Allocation of Treatment and Enforcement in Illicit Drug Control*, Technische Universität Wien, Institut für Ökonometrie, Operations Research und Systemtheorie, Forschungsbericht No. 212.

Wirl, F., A. Nowak, G. Feichtinger und H. Dawid, 1997, *Indeterminacy of Open-Loop Nash Equilibria: The Ruling Class versus the Tabloid Press*, in Y. Ben-Haim, *Uncertainty: Models and Measures* (Akademie-Verlag, Berlin), 124–136.

Wolfram, S., 1996, *The Mathematica Book, Third Edition* (Cambridge University Press, Cambridge).

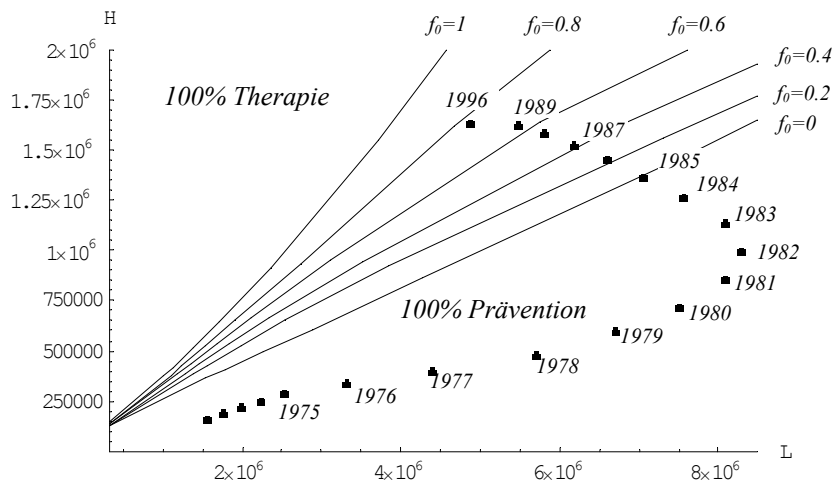


Abb. 3: Zusammenfassung der optimalen Politik für gegebene Anzahlen der Gelegenheitskonsumenten (L) und Süchtigen (H); die Isokurven $f_0 = const.$ deuten an, wie die optimale Aufteilung des Gesamtbudgets zwischen Prävention und Therapie bestimmt wird

jährlicher Kokainkonsum in Tonnen

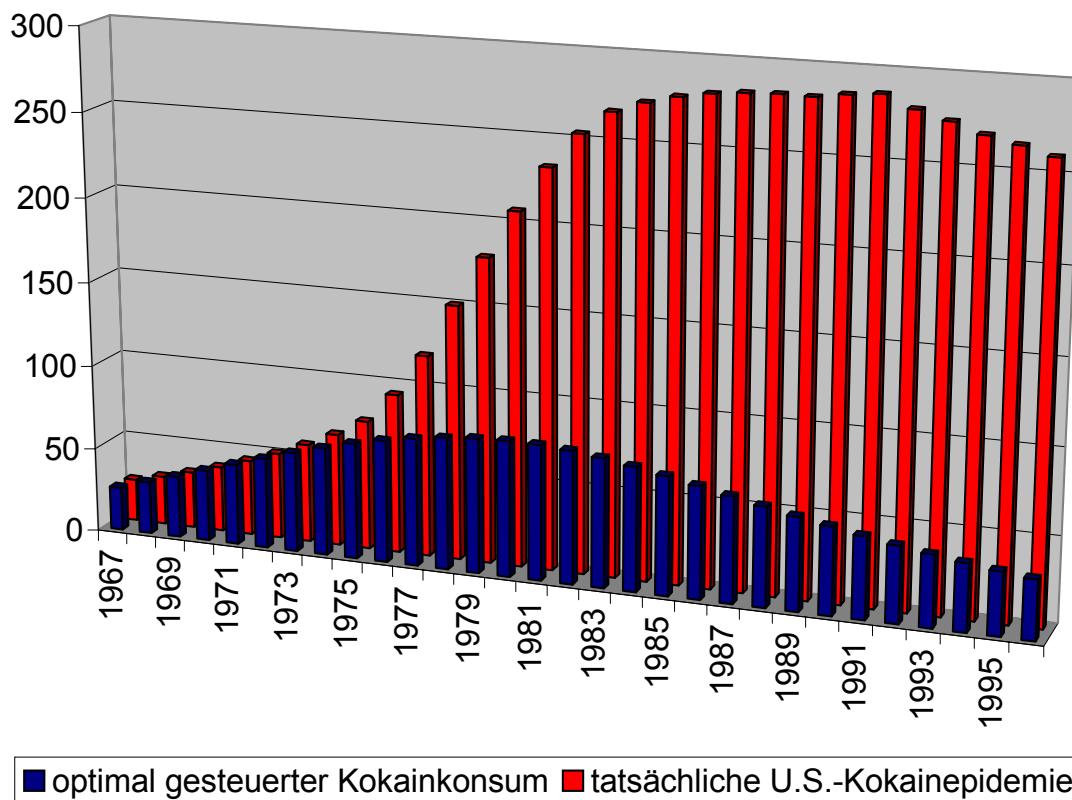


Abb. 4: Jährlicher Kokainkonsum in Tonnen; die optimal gesteuerte Epidemie (blau) ist eindeutig geringer als die tatsächliche U.S.-Kokaineidemie (rot)