Volkswirtschaftliches Seminar
Prof. Dr. Hans-Theo Normann

Heinrich Heine
Universität
Düsseldorf

Sommersemester 2021

MW86 Seminar

"Zur Theorie der Gesellschaftsspiele"

In diesem Seminar wird es um spieltheoretische Analysen von Gesellschaftsspielen gehen. Der Titel des Seminars ist einer bahnbrechenden Veröffentlichung von John von Neumann (1928) entliehen. Als Beispiele dienten von Neumann ganz selbstverständlich Spiele im Wortsinn. Auch wenn die Spieltheorie heute ihren Fokus auf Anwendungen in der Ökonomie hat, so kann ein Blick auf die "Theorie der Gesellschaftsspiele" dennoch interessant sein und Perspektiven für die Forschung eröffnen.

Wir werden zunächst diskutieren, was es bedeutet, wenn ein Spiel lösbar ist. So ist der Beweis der Lösung von Tic-Tac-Toe rigoros, aber eigentlich redundant da die Gewinnstrategie ohnehin offenkundig ist. Bei Connect Four (Vier gewinnt) liegt hingegen nur ein schwacher (quasi vager) Beweis vor, dessen Verständnis aber sehr hilfreich sein kann. Im Gegensatz dazu gehen starke, vollständige Beweise oft mit *brute force* Algorithmen vor, um einen Spielbaum vollständig zu analysieren. Diese Lösungen sind wiederum oft wenig hilfreich.

Technisch gesehen werden uns Maxmin-Strategien, der Wert eines Spiels, sowie Beiträge aus der kombinatorischen Spieltheorie beschäftigen. Wir analysieren durchaus die Spiele selbst, aber der Schwerpunkt liegt auf den mathematischen Beweisen. Zum geringeren Teil geht es auch um empirische Evidenz, *wie* die Leute Spiele spielen.

Wir beschäftigen uns zunächst Zwei-Personen-Spielen mit perfekter Information und mit bekannter Lösung (Nim, Mühle, Dame, Vier gewinnt). Diese sind analytisch lösbar. Die komplexeren Varianten von Nine mens' morris oder Checkers leiten dann zu *brute force* Analysen und zur kombinatorischen Spieltheorie über. Hier werden uns neben Tic-Tac-Toe zur Einführung mit Schach als Anwendung beschäftigen. Zum Schluss schauen wir uns dann Poker und Schere, Stein, Papier an, also Spiele, in denen randomisiert wird. Poker ist dabei dann ein Spiel mit unvollständiger Information.

Hinweise:

- Themen: Seminar- bzw. Vortragsthemen werden in einer Vorbesprechung zu Beginn des Semesters vergeben.
- Zielgruppe: Fortgeschrittene Studierende M.Sc. VWL oder M.Sc. BWL.
- Voraussetzungen: MW68 (Spieltheorie) wird zwingend vorausgesetzt.
- Prüfungsleistung: Vortrag (20 Minuten plus Diskussion) und Hausarbeit (12 Seiten max. plus Anhang).
- Umfang: Zwei dieser Seminare erfüllen zusammen die Prüfungsleistung von MW86.
- Zu formalen Vorgaben, siehe: Hinweise zum Anfertigen von wissenschaftlichen Arbeiten, unter:
  `https://www.dice.hhu.de/studium/studium/hinweise-zur-wissenschaftlichen-arbeit`

Ihre Aufgabe in Vortrag und Seminararbeit:

- Erläuterung des Spiels
- Erschliessung weiterer Literatur
- Präsentation der relevanten Literatur
- Erläuterung Lösungsstrategie bzw. -technik
- Demonstration der Lösung des Spiels

Seminar- bzw. Vortragsthemen

0. Einleitung (Pflichtlektüre, kein Seminarthema)

0.1. Strikt kompetitive Spiele und Maxmin-Strategien
- Normann (2020), MW68 Folien, Part I.3
- Osborne (2009), Kapitel 11

0.2. Rückwärtsinduktion und Teilspielperfektheit
- Normann (2020), MW68 Folien, Part II.1
- Osborne (2009), Kapitel 5

1. Gelöste zwei-Personen-Spiele mit perfekter Information

1.1. Nim
- Bouton (1901)
- Binmore (2008), Abschnitt 2.3.4 und 2.6
- McKinney und van Hyck (2007)

1.2. Connect Four (Vier gewinnt)
- Allen (1989)
- Allis (1988)
- Allis (1994)

1.3. Three men's morris und Nine men's morris (Mühle)
- Osborne (2006), S. 179 und Lösungshandbuch
- Gasser (1996)

1.4. English draughts bzw. Checkers (Dame)
- Schaeffer (2007)
- Schaeffer (2009)

1.5. Tic-Tac-Toe (3×3 und 4×4×4 Qubic)
- Osborne (2009), S. 178-9 und Lösungshandbuch
- Patashnik (1980)
- Synstad (2019)

2. Kombinatorische Spieltheorie

2.1. Tic-Tac-Toe
- Beck (2008), Kapitel 1

2.2. Schach
- Elkies (1996)
- Königsberg (2007)

3. Randomisierung

3.1. Schere-Stein-Papier
- Batzilis, Jaffe, Levitt, List und Picel (2019)
- Cook, Bird, Lünser, Huck und Heyes (2011)

3.2. Poker (unvollständige Information)
- Billings et al. (2003)
- Binmore, Kapitel 15.2
- von Neumann (1928)

Literatur

Allen, J. D. (1990). Expert Play in Connect-Four. Verfügbar unter `https://web.archive.org/web/20131023004851/http://homepages.cwi.nl/~tromp/c4.html`

Allis, V. (1988). A Knowlewdge-based Approach of Connect-Four. The game is solved: White wins. Department of Mathematics and Computer Science, Vrije Universiteit, Amsterdam, The Netherlands.

Allis, L. V. (1994). Searching for solutions in games and artificial intelligence (pp. 21-152). Wageningen: Ponsen and Looijen.

Batzilis, D., Jaffe, S., Levitt, S., List, J. A., und Picel, J. (2019). Behavior in strategic settings: Evidence from a million rock-paper-scissors games. Games, 10(2), 18.

Billings, D., Burch, N., Davidson, A., Holte, R., Schaeffer, J., Schauenberg, T., and Szafron, D. (2003). Approximating game-theoretic optimal strategies for full-scale poker. In IJCAI (Vol. 3, p. 661).

Binmore, K. (2007). Playing for real: a text on game theory. Oxford university press.

Bouton, C. L. (1901). Nim, a game with a complete mathematical theory. The Annals of Mathematics, 3(1/4), 35-39.

Cook, R., Bird, G., Lünser, G., Huck, S., und Heyes, C. (2012). Automatic imitation in a strategic context: players of rock–paper–scissors imitate opponents' gestures. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 279(1729), 780-786.

Elkies, Noam D. (1996). On numbers and Endgames in: Games of No Chance, Volume 29, S. 135-150, Cambridge University Press, Cambridge.

Gasser, R. (1996). Solving nine men's morris. Computational Intelligence, 12(1), 24-41.

Königsberg, Z. R. (2007). A combinatorial game mathematical strategy planning procedure for a class of chess endgames. In International Mathematical Forum (Vol. 2, No. 68, pp. 3357-3369).

McKinney Jr, C. N., und Van Huyck, J. B. (2007). Estimating bounded rationality and pricing performance uncertainty. Journal of Economic Behavior and Organization, 62(4), 625-639.

Neumann, J. von (1928). Zur theorie der gesellschaftsspiele. Mathematische annalen, 100(1), 295-320.

Normann, H.-T. (2020). Game Theory, lecture notes.

Osborne, M. J. (2009). An introduction to game theory. Oxford university press.

Patashnik, O. (1980). Qubic: 4×4×4 tic-tac-toe. Mathematics Magazine, 53(4), 202-216.

Schaeffer, Jonathan (2007). Checkers Is Solved. Science. 317 (5844): 1518–22.

Schaeffer, J. (2009). One jump ahead: challenging human supremacy in checkers. Springer Science and Business Media.

Synstad (2019). The tic-tac-toe solution space, verfügbar unter: `http://knutsynstad.com/the_tic_tac_toe_solution_space`