

Universität Bielefeld/IMW

**Working Papers
Institute of Mathematical Economics**

**Arbeiten aus dem
Institut für Mathematische Wirtschaftsforschung**

Nr. 151

Ergebnisse experimenteller
Standortspiele I

Wulf Albers

Juli 1986



H. G. Bergenthal

**Institut für Mathematische Wirtschaftsforschung
an der**

Universität Bielefeld

Adresse/Address:

Universitätsstraße

4800 Bielefeld 1

Bundesrepublik Deutschland

Federal Republic of Germany

Das vorliegende Paper gibt einen Überblick über die Ergebnisse einer Serie von Standortspielen, die im Rahmen des mit Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierten Projektes "Standortspiele" durchgeführt wurden.

Zusammenfassung

Es wurden insgesamt 9 Serien von Spielen durchgeführt, bei denen die Spieler in iteriertem Spiel mit wechselnden Partnern die Möglichkeit hatten, spieladäquate Verhaltensweisen auszuprägen.

Ein wesentliches, aber bekanntes Ergebnis ist, daß Spieler in der überwiegenden Mehrheit der Fälle minimal gewinnende Koalitionen bilden. Ebenfalls bekannt ist die starke Annäherung an die Core-Lösung in 4-Personen-Spielen.

Neu ist jedoch, daß sich die Core-Lösung auch bei 4-Personen-Spielen mit Ideallinien ergibt, obwohl sie hier in den Eckpunkt der Figur fällt, also zwei Spieler extrem begünstigt. Die erwartete Blockbildung der zwei anderen Spieler gegen ein solches Ereignis ergab sich überraschenderweise nur bei entsprechenden Symmetrien der Figur.

Neu ist vor allem die Entdeckung, daß bei 5-Personen-Spielen die Spieler in ihrer Argumentation in den minimal gewinnenden Koalitionen die verschiedensten Formen symmetrischer Lösungen anstreben, die sich hier stets als Mittelpunkte von Seiten darstellen. Bei Spielen mit Ideallinien führt dies auf Mittelpunkte kürzester Seiten, bei Spielen mit Idealpunkten auf Mittelpunkte von Verbindungslinien zweier Spieler (wobei nur solche Linien eine Rolle spielen, die die konvexe Hülle der Menge der Idealpunkte aller Spieler in zwei Teile teilen).

Neu ist ebenfalls die Erkenntnis, daß dieses Halbierungsstreben vorrangig ist gegenüber quotenmäßigen Überlegungen.

Grundsätzlich neu ist auch, daß neben Spielen mit Idealpunkten auch Spiele mit Ideallinien betrachtet wurden. Diese Spiele sind strukturell etwas einfacher und erlauben die isolierte Betrachtung einzelner Problemstellungen aus den komplexeren Standortspielen mit Idealpunkten.

Der Versuchsaufbau

Es wurden bislang 9 verschiedene Experimentserien gespielt, und zwar 4- und 5-Personen-Spiele, bei denen die Idealpositionen der Spieler zum Teil durch Idealpunkte, zum Teil durch Ideallinien gegeben waren. Die Spieler hatten die Aufgabe, einen Lösungspunkt dem euklidischen Abstand nach möglichst nah an ihren Idealbereich (Punkt bzw. Linie) heranzubringen. Verhandelt wurde mit einfacher Mehrheitsregel, d.h. drei von vier bzw. drei von fünf Spielern konnten (auch gegen den Willen der übrigen) den Lösungspunkt bestimmen, sofern sie untereinander einig waren.

Die Verhandlungsregeln sahen vor, daß Spieler, sobald sie sich in einer Koalition, die eine einfache Mehrheit umfaßte, geeinigt hatten, ihren Einigungspunkt anmelden konnten. Mit dem Anmeldezeitpunkt begann eine Acht-Minuten-Frist, innerhalb derer die Stabilität des Punktes überprüft wurde. Ergab sich innerhalb der Frist eine neue Koalition (mit der nötigen Mehrheit) mit einem neuen Punkt, so konnte diese eine neue Meldung machen und die Acht-Minuten-Frist begann neu. Ein Punkt, der acht Minuten lang nicht durch einen neuen abgelöst wurde, galt als Endergebnis. Es sei erwähnt, daß auf Wunsch eines der an einer Meldung beteiligten Spieler die acht Minuten auch verlängert werden konnten. Im übrigen wurde die Frist nicht besonders rigide gehandhabt, um "Torschlusseffekte" zu vermeiden.

Die Spieler saßen während der Verhandlung um einen Tisch, auf dem ein Blatt mit den Idealpositionen der Spieler lag. Die Figur hatte im Original eine Größe von ca. 40 bis 50 mal 60 bis 90 cm. Die Kommunikation war weitgehend frei,

auch Geheimverhandlungen vor der Tür waren erlaubt. Es war lediglich verboten, Informationen über vorangehende Spiele auszutauschen.

Jedes 5-Personen-Spiel wurde bei fester Figur mit 4 Versuchspersonen in 5 aufeinanderfolgenden Runden mit je 5 parallelen Spielen (à 5 Personen) durchgeführt, wobei kein Spieler gegen einen anderen zweimal spielte. Im großen und ganzen konnte dieses Design auch durchgeführt werden, jedoch mußten in Einzelfällen Spiele der letzten Runde ausfallen, da die Verhandlungszeiten sich insgesamt zum Teil über 6 und mehr Stunden hinzogen.

Die Auszahlung war wie folgt geregelt: Jeder Spieler erhielt einen mittleren Betrag von ca. DM 50,-- pro Serie, der etwas über dem durch üblichen Stundenlohn ermittelten Betrag lag. (Dieser Ansatz ist notwendig, um auszuschließen, daß die Versuchspersonen den mittleren Betrag als adäquate Auszahlung empfinden, die ein jeder mit nach Hause nehmen sollte; denn ein derartiger Schluß hätte eine Tendenz zur Folge, in jedem Spiel einfach nur Gleichverteilungen durchzuführen, um allen adäquate Auszahlungen zukommen zu lassen. Es ist klar, daß ein solches Verhalten nicht im Sinne des Spiels ist. Geht man in der mittleren Auszahlung ein wenig über den stundenmäßig ermittelten Betrag, so finden erfahrungsgemäß solche Überlegungen nicht statt.) - Das Verhandlungsergebnis eines jeden Spielers wurde in jeder Rolle verglichen mit dem Mittelwert der Ergebnisse der anderen Spieler in der gleichen Rolle (wobei jedoch nur die Spiele berücksichtigt wurden, an denen der betreffende Spieler nicht

teilgenommen hatte). Jeder Zentimeter über diesem Mittelwert gab je nach Spielserie ein oder zwei D-Mark Abzug, jeder Zentimeter darunter ein bzw. zwei D-Mark Gewinn, der dem mittleren Gewinn ab- bzw. zugezogen wurde. Dadurch ergab sich eine marginale Motivation der Spieler von ein bzw. zwei D-Mark pro Zentimeter. Mit der Einführung wurde versucht, die Spieler vor allem durch diese Motivation zu konditionieren, während die Orientierung am Mittelwert eher am Rande erwähnt wurde.

Die Figuren zu den Spielen sind aus der Anlage zu ersehen. Es wurden in den Serien I-V Spiele mit Ideallinien durchgeführt, Serien VI-IX hatten Idealpunkte. Die in den Figuren der Orientierung halber eingetragenen Hilfslinien waren im Original nicht eingezeichnet, in den Serien VI bis IX waren also nur jeweils die vier bzw. fünf Idealpunkte der Spieler eingetragen. In den Abbildungen sind weiterhin die Endergebnisse der Spieler angegeben und jeweils mit 1a, 1b, ..., 2a, 2b, ... usw. gekennzeichnet. Dabei bedeutet die zuerst stehende Zahl die Runde, in der das Ergebnis ausgehandelt wurde, der nachstehende Buchstabe bezieht sich auf den Raum, 3d kennzeichnet also z.B. das Ergebnis des Spiels in der dritten Runde im Raum d.

Die Ergebnisse in den einzelnen Serien

Es sei nun kurz auf die einzelnen Spielserien eingegangen.

Serie I: Dies war das erste von uns durchgeführte Standortspiel überhaupt. Fragestellung war hier, ob Spieler zwei und drei sich zusammenschließen würden und gegen die anderen ein Ergebnis etwa wie in den Spielen 1c und 1d durchsetzen würden. Es zeigte sich, daß mit Ausnahme der ersten Runde dieser Effekt nur geringe Bedeutung hat. Die Lösung tendiert mit zunehmender Erfahrung mehr und mehr in die Nähe des Schnittpunktes der Linien von 1 und 4. Dieser Punkt ist übrigens der Core-Punkt des Spiels (im engeren Sinn), d.h. der Punkt, dem gegenüber keine Mehrheit der Spieler einen anderen insofern vorzieht, daß mindestens ein Spieler seine Auszahlung verbessert und alle anderen sich nicht verschlechtern. Core-Punkt im weiteren Sinn ist jeder Punkt, zu dem es keinen Alternativpunkt gibt, in dem eine Mehrheit der Spieler echt besser gestellt ist. Core-Punkte im weiteren Sinn sind hier alle Punkte auf den Ideallinien von 1 und 4 im Bereich des von den Linien beschriebenen Vierecks. Das Ergebnis weist klar darauf hin, daß nur das Core-Konzept im engeren Sinn von Bedeutung ist.

Serie II: In dieser Serie wurde untersucht, ob eine mehr symmetrische Gestalt der Figur eine Blockbildung (gemeinsames Vorgehen) der Spieler 3 und 4 fördert, sodaß das Ergebnis vom Core-Punkt weg in die Mitte des Spiels gezogen wird. Dazu wurden in den Runden 1,2 eine unterschiedliche Figur gespielt als in den Runden 3,4. Die erstere dieser Figuren hatte geringere Symmetrieeigenschaften als die zweite. Die Figuren ergeben sich aus einander durch Parallelverschiebung der Ideallinie des Spielers 2. Die stärkere Blockbildung bei der symmetrischen Figur wird deutlich: Die Ergebnisse liegen hier fast ausschließlich in der "Mitte" bzw. in der Nähe der "Mitte", d.h. des Punktes, der zu allen Ideallinien den gleichen Abstand hat. Der Core-Punkt hat als Alternative nur bei der ersten Figur eine größere Bedeutung. Interessant ist hier auch, daß der Mittelpunkt der kürzesten Seite als Lösungspunkt (Spiele 1a, 2b) eine Rolle spielt. (Dies ist der Punkt, in dem in der beschlußfassenden Mehrheit der maximale Schaden minimiert wird.)

Serie III: Hier spielen als erstes die Mittelpunkte der kürzesten Seite eine Rolle (vergleiche die Ergebnisse der Spiele 1d, 2c, 2b, 3c, 5b), und zwar gehört zu dem einen dieser Punkte die Koalition 3, 4, 5, zum anderen die Koalition 5, 1, 2. Da in beiden Alternativen der Spieler 5 enthalten ist, resultiert daraus ein Wettbewerb der Spieler 3, 4 einerseits und 1, 2 andererseits um Spieler 5, der sich im wechselseitigen Nachgeben in Richtung auf die Ideallinie von 5 äußert. Endpunkte dieses Nachgebens sind die Schnittpunkte der Ideallinien von 5 mit 4 bzw. 1, die auch die Ergebnispunkte der Spiele 3b, 4e, 2e, 3e, 4a, 4c, 5c sind. Dabei hat der Schnittpunkt (5,1) größere Stabilität als (5,4), weil beim Übergang von Punkt (5,4) der Spieler 1 sich etwa auf den durch das Endergebnis des Spiels 1c charakterisierten Punkt wesentlich verbessert, während dies für den Spieler 4 von (5,1) etwa auf den durch das Endergebnis des Spiels 2d gegebenen Punkt in viel geringerem Maß der Fall ist. Die unterschiedlichen Stabilitätseigenschaften resultieren also vermutlich aus den unterschiedlichen Winkeln der Ideallinien von 4 bzw. 1 zu der Ideallinien von 5. Hinzu kommt natürlich, daß die Seite 1 kürzer ist als die Seite 4, und damit ein Kompromiß zwischen 2 und 5 auf Seite 1 leichter ist als zwischen 3 und 5 auf Seite 4. -

Die Endergebnisse 2d, 1c, 2a, 1d sind als Ergebnisse wie oben beschriebener Dominanzen der Eckpunkte (5,1) (5,4) anzusehen. Daneben gibt es einige wenige "Kompromisse aller Spieler" in der Mitte der Figur. (Einen Core-Punkt gibt es übrigens für diese 5-Personen-Spiele nicht.)

Serie IV:

Die zu dieser Serie gehörende Figur ergibt sich aus der vorangehenden, wenn man die Ideallinie von 4 in Richtung eines rechten Winkels zu der von 5 stellt. Hierdurch wird die Figur fast spiegelsymmetrisch. Die Risiken sind für Spieler 1 und 4 gleichermaßen hoch, daß sich ein Punkt auf der Ideallinie des jeweils anderen ergibt, so daß eine gewisse Bereitschaft zu einer Lösung auf der Symmetrieachse der Figur entsteht. Zwar bleiben weiterhin die Lösungen auf den Mittelpunkten der 2 kürzesten Seiten von Bedeutung (Endergebnisse 1c, 5b, 1e, 3a, und diese Punkte spielen auch in vielen anderen Spielen als Bezugspunkte eine Rolle), jedoch tritt die Bedeutung der Ergebnisse auf den Schnittpunkten (1,5) und (4,5) zurück, wohl vor allem darum, weil der Anreiz für eine Alternative in der Nähe des Schnittpunktes (2,3) von (1,5) aus für 4 sowie von (4,5) aus für 1 sehr attraktiv ist. Spieler 5 verliert dadurch wesentlich an Bedeutung. Interessant ist übrigens auch,

daß unter den Eckpunkten (1,5) und (4,5) derjenige bevorzugt wird, bei dem der Spieler der Koalition, für den das Endergebnis nicht auf der Ideallinie liegt, weniger nachgeben muß.

Serie V:

In dieser Serie war die Koalition aller Spieler verboten. Dadurch ergeben sich auch keine Punkte im Inneren der Figur. Als Ersatzlösung wurde von einer Versuchsperson der Mittelpunkt der Linie 5 durch alle Serien hindurch betrieben, und gegebenenfalls mit ihm selbst schädenden Sanktionen, wie den Ergebnissen der Spiele 3d und 5a verfolgt. Die Spiele, an denen dieser Spieler beteiligt war, sind 3d, 5a, 1c, 2e, 4b. Sie erklären den Großteil der vom allgemeinen Trend abweichenden Spiele. Die große Vielzahl der Spiele endet hingegen in den schon beschriebenen Eckpunkten (5,1) und (5,4), als Ergebnis des Wettbewerbs der Spieler 1,2 bzw. 3,4 um Spieler 5, ausgehend von den Mittelpunkten der kürzesten Linien.

Serie VI: Dieses und die folgenden Spiele wurden sämtlich mit Idealpunkten gespielt. Dieses Spiel hat als Core-Punkt (bei beiden Definitionen) den Schnittpunkt der Diagonalen. Man sieht, daß die Spiel-ergebnisse mit zunehmender Erfahrung mehr an diesen Punkt heranrücken. Auch hier spielt im übrigen die kürzeste Seite (2,3) sowie das kleinste Dreieck (2,3,4) eine Rolle.

Serie VII: Es war damit gerechnet worden, daß die Spiel-ergebnisse hier sämtlich im Inneren des inneren Fünfecks der Figur liegen würden, und zwar vornehmlich auf dem Rand. Dieses Fünfeck hat (bis auf die unterschiedliche Größe) die gleiche Gestalt wie das von Serie IV, zeigt jedoch völlig andere Ergebnisse. Hier spielen die Mittelpunkte der Verbindungslinien (1,3), (2,4), (3,5), (4,1), (5,2) eine Rolle, auf denen die Kompromisse der Spieler (1,2,3), (2,3,4), (3,4,5), (4,5,1) bzw. (5,1,2) gesucht werden. Bevorzugt sind dabei die kürzesten Linien (1,3) und (1,4). Fast durchgehend ist es so, daß nur Spieler, die schlechter abschneiden als im jeweiligen Mittelpunkt der Seite, die Koalition verlassen (jedoch wird ein entsprechendes Verhalten dadurch gefördert, daß die Mittelpunkte der Verbindungsgeraden (1,3), (1,4) und (2,4) mit den zugehörigen Knotenpunkten fast übereinstimmen). Es kann hier unmöglich auf alle

Gesichtspunkte dieses recht komplexen Spiels eingegangen werden. Eine Diplomarbeit über dieses Spiel wird gerade angefertigt.

Serie VIII: Dies ist wieder ein 5-Personen-Standortspiel, in dem jedoch nicht mehr die Mittelpunkte der Seiten mit Knotenpunkten übereinstimmen. Es läßt sich beobachten, daß die meisten Lösungen in der Mitte der kürzesten Verbindungsgerade (1,4) liegen. Abweichend von Serie VII war hier vielfach eine Koalition 1,2,3,4 mit dem Schnittpunkt der Diagonalen des Vierecks (1,2,3,4) als Lösung, und alternativ dazu die Koalition 1,4,5 mit einer Lösung im Mittel- oder Schwerpunkt des zugehörigen Dreiecks im Gespräch. Dabei wurden die alternativen Lösungspunkte im Wettbewerb einander angenähert und führten so ebenfalls in die Nähe des Mittelpunktes der Verbindungslinie (1,4). Die anderen Punkte ergeben sich aus der Dynamik des Spiels und sollen jetzt nicht im einzelnen behandelt werden.

Serie IX: Dies war ein 4-Personen-Spiel mit Idealpunkten (wie Serie VI). Im Unterschied zu Serie VI standen hier die Diagonalen nicht im rechten Winkel zueinander, was im Grunde eine Konvergenz auf den Core-Punkt unter theoretischen Gesichtspunkten erschwert. Dennoch war hier eine viel schnellere und stärkere Konvergenz auf den Lösungspunkt zu beobachten, so daß wir um der Genauigkeit der Darstellung willen von einer Verkleinerung der Figur absehen konnten (man beachte, daß die nicht eingetragenen Idealpositionen in 68,7 bzw. 39,3 cm Entfernung von dem Core-Punkt (Schnittpunkt der Diagonalen) entfernt liegen).

Abschließend läßt sich sagen, daß der sehr hohe monetäre Anreiz der Spieler von ein bzw. zwei D-Mark pro Zentimeter eine außerordentlich hohe Motivation gebracht hat, die zu sehr gut auswertbaren Ergebnissen führte. Die anfängliche Befürchtung, daß in vielen Fällen lediglich Gleichverteilungen gewährt werden würden, ergab sich erfreulicherweise nicht, was wohl auch an der marginalen Motivation der Spieler gelegen haben dürfte. Da die Spiele mit Ideallinien sehr viel einfachere Struktur haben (die Isonutzenlinien sind Parallelen zur Ideallinie, nicht Kreise, die marginale Motivation ist in jedem Punkt im Inneren des Raumes gleich), wurden diese dem komplexeren Spiel mit Idealpositionen vorangestellt, was in der Tat die getrennte Vorabbehandlung einzelner Problemstellungen ermöglichte. (Die Spiele mit Ideallinien sind damit - obwohl sie geringeren unmittelbaren Bezug zur Praxis haben - für eine genaue Analyse der komplexeren Spiele mit Idealpositionen als notwendige Vorstufe anzusehen, durch die einzelne Fragestellungen isoliert werden können.)

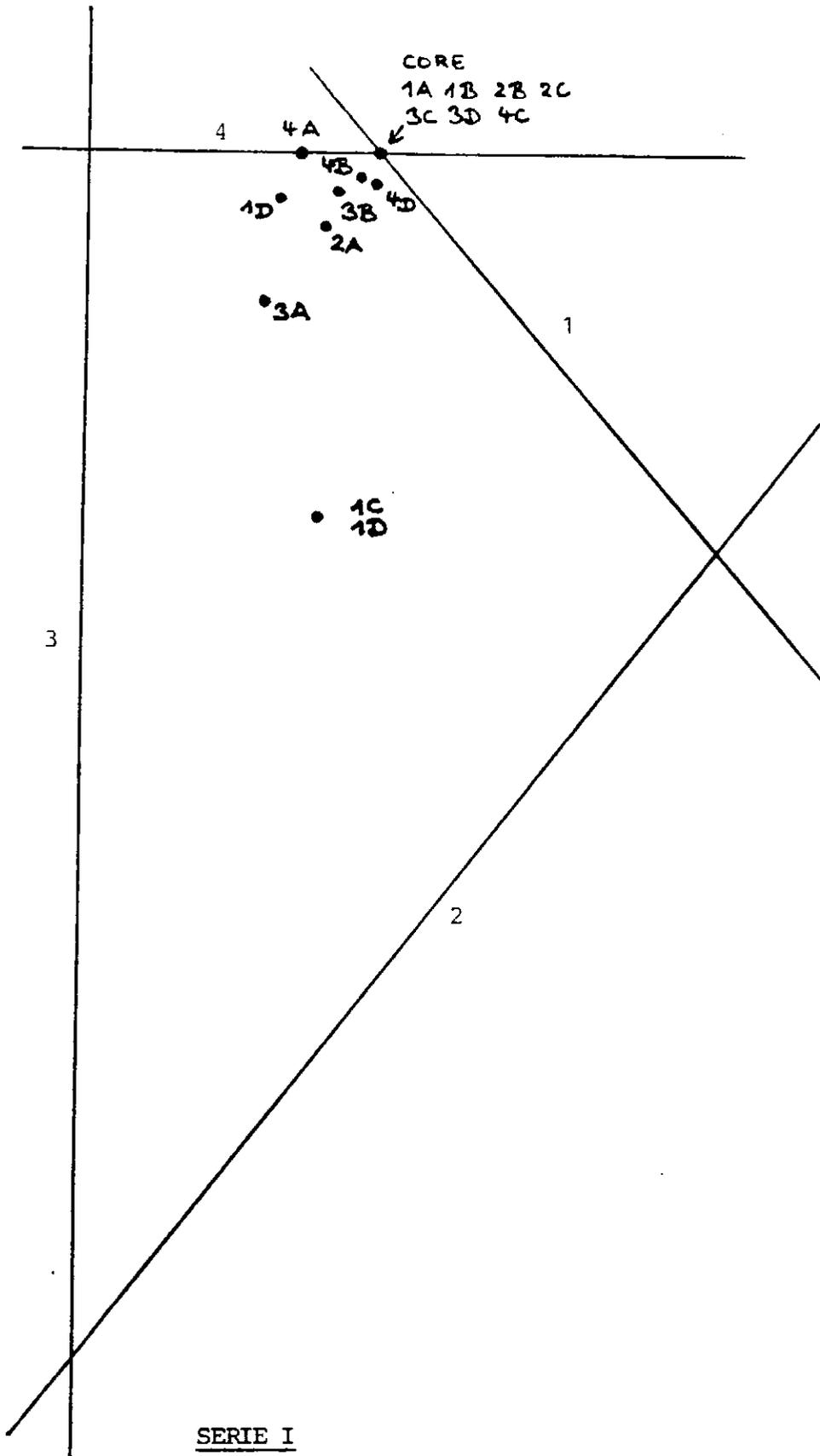
Zentrale Fragestellungen

Folgende Beobachtungen und Fragestellungen spielen nach den vorliegenden Ergebnissen eine Rolle und sollen durch intensive Analyse der vorhandenen Experimentserien untersucht werden:

1. Bei 4-Personen-Spielen ergibt sich der Core-Punkt relativ klar, wird jedoch nicht immer exakt getroffen. Nur bei symmetrischer Figur ist eine Blockbildung möglich. Bei nicht symmetrischer Figur scheint die prognostizierte Blockbildung so gut wie keine Rolle zu spielen.
2. Die Mittelpunkte der (kürzesten) Seiten spielen eine besondere Rolle für Kompromisse (bei 5-Personen-Standortspielen die Mittelpunkte der hier betrachteten Art der Verbindungslinien (Pareto-Linien) je zweier Spieler $i, i+2 \pmod{5}$).
3. Die Rolle der Quotenpunkte in 5-Personen-Spielen tritt gegenüber den Mittelpunkten zurück. Treffen jedoch Quotenpunkte und Mittelpunkte aufeinander, dann wird das gefühlsmäßige Urteil, vergleichsweise wenig bekommen zu haben, das sich an dem Mittelpunkt orientiert, auch durch nachfolgende strategische Konsequenzen unterstützt, so daß man sich wirklich verbessern kann, wenn man weniger als im Mittelpunkt erhält.
4. Über die Sequenz von Argumenten bzw. aufeinander folgenden Meldungen kann noch nicht viel gesagt werden, insbesondere wäre auch zu untersuchen, warum Dominanzketten in bestimmten Punkten abbrechen: Ist es das Gefühl der Spieler, daß nach einer bestimmten Zahl von Übergängen Schluß sein muß, oder werden die Punkte mit vergleichsweise höchster Stabilität ausgewählt? Auch andere Alternativen sind denkbar. Ein modifizierter Markoff-Ansatz wird derzeit versucht.

5. Welche Motivation führt auf "Mittelpunktlösungen" im Inneren der Figur?

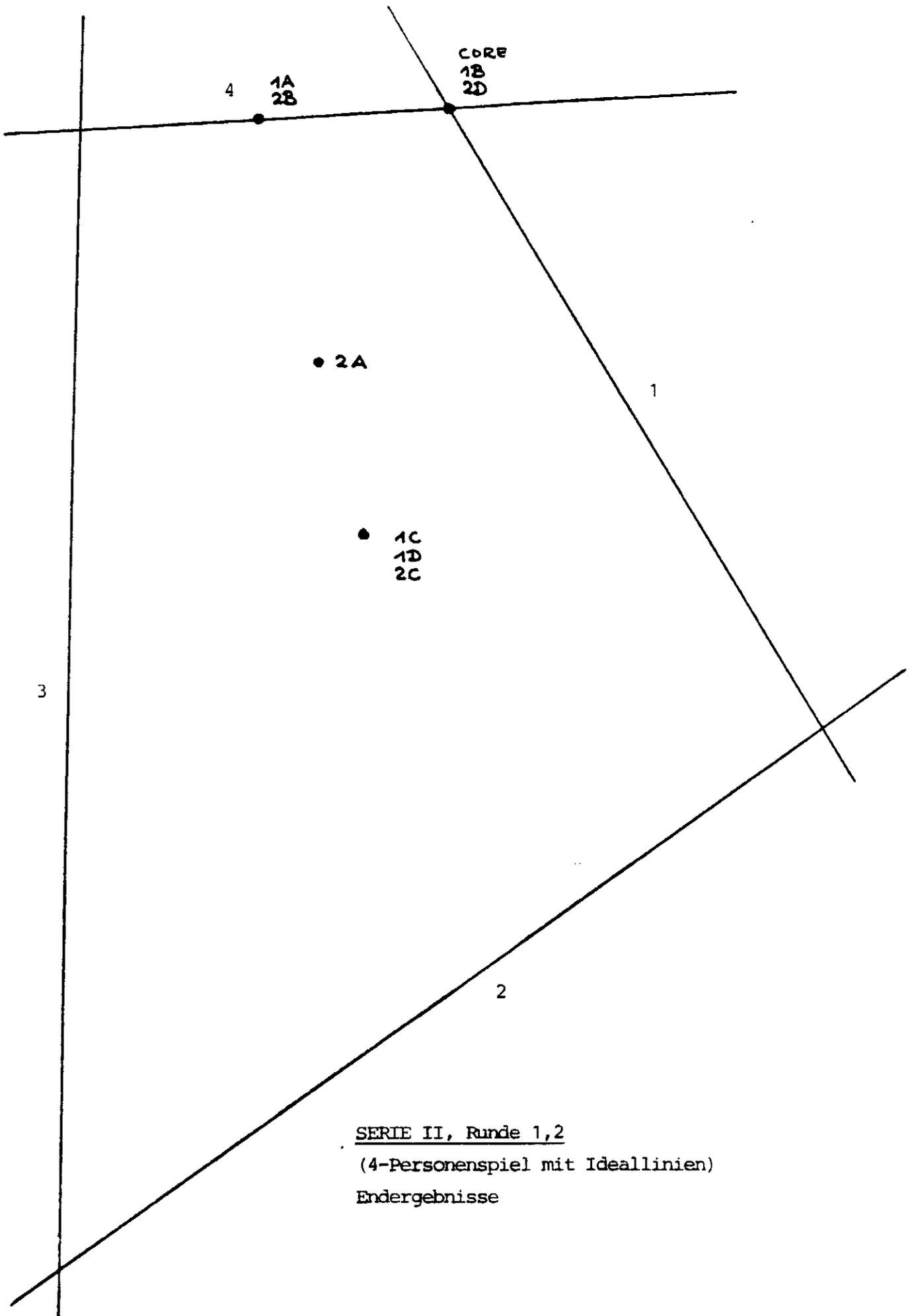
6. Wir haben hier strukturelle Informationen über einige wenige Typen von Standortspielen bekommen, die durch weitere Experimente mit anderen Typen abgesichert bzw. ergänzt werden sollten. Meinem Eindruck nach ist die Zeit noch nicht ganz reif für ein umfassendes Lösungskonzept. Hierfür sollte man etwa doppelt bis dreimal soviel Spiele spielen wie bisher gespielt wurden (dazu sei angemerkt, daß auch andere Autoren hier Lösungskonzepte versuchen, die jedoch nicht besser sind als unser Ansatz. Sie geben z.B. für die hier betrachteten 5-Personen-Spiele ebenfalls die Quotenpunkte an, die als Erklärungs- oder Prädiktorpunkte jedoch einfach zu wenig bieten, da sie die beschriebenen Mittelpunktstendenzen überhaupt nicht berücksichtigen).



SERIE I

(4-Personenspiel mit Ideallinien)

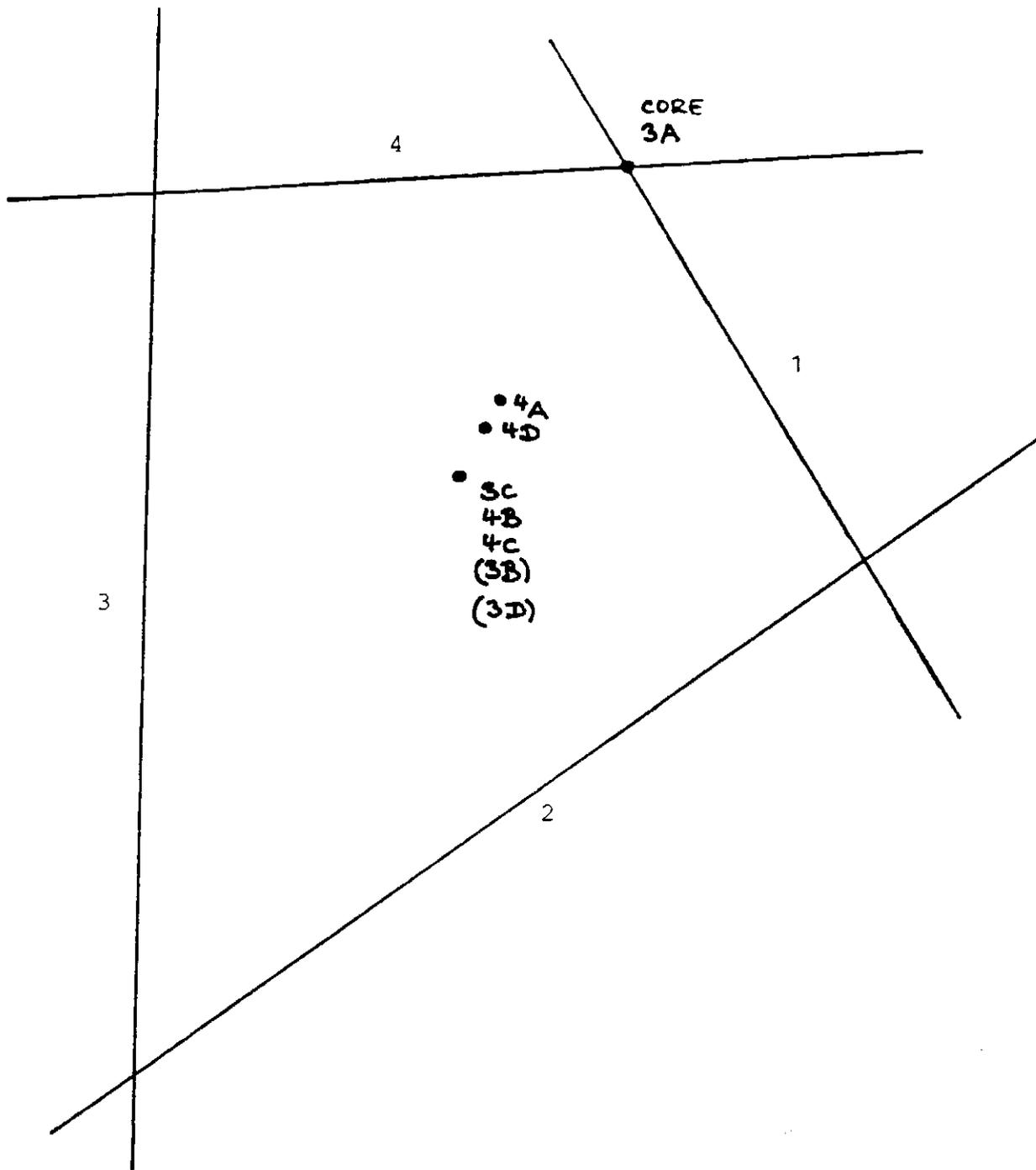
Endergebnisse



SERIE II, Runde 1,2

(4-Personenspiel mit Ideallinien)

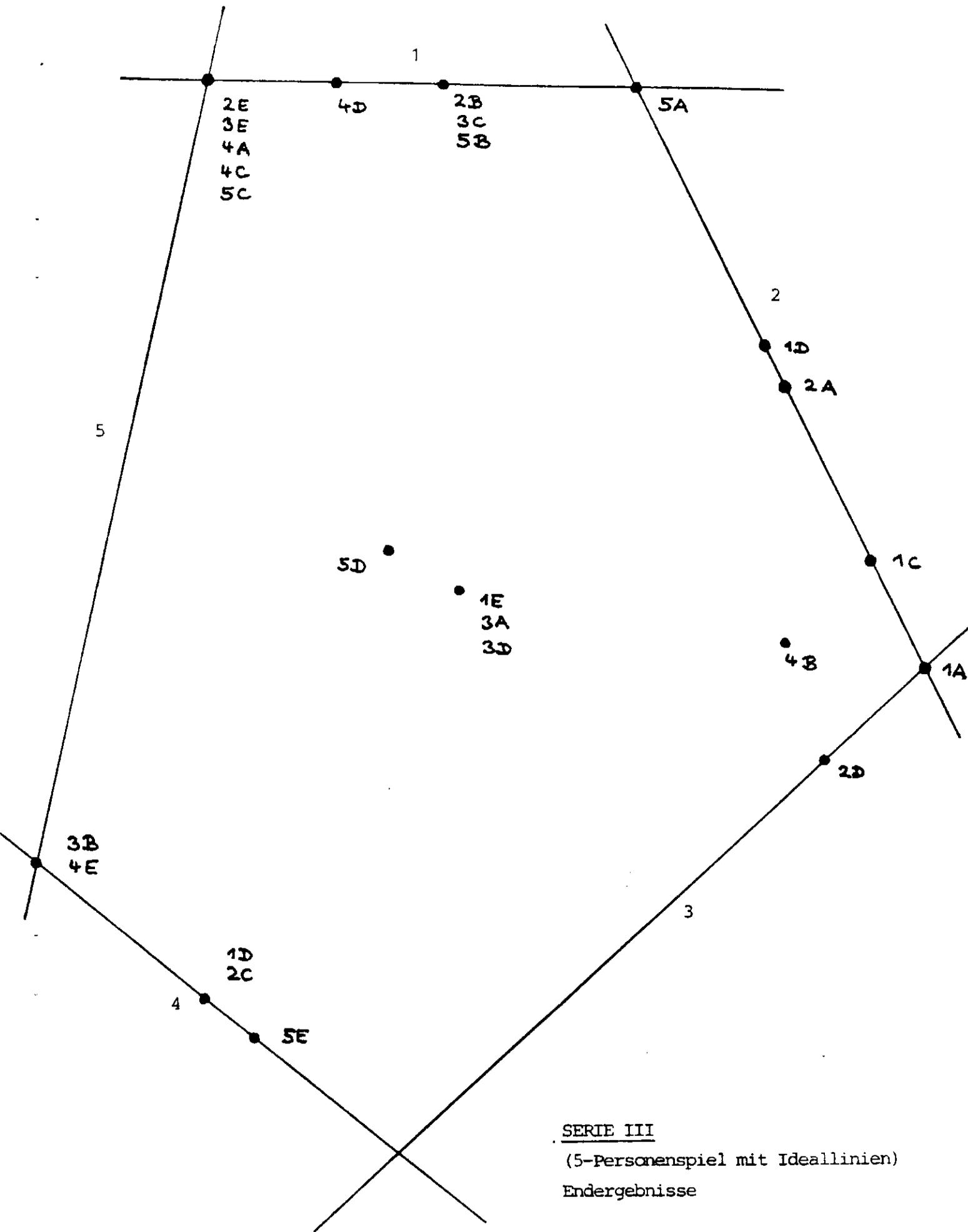
Endergebnisse

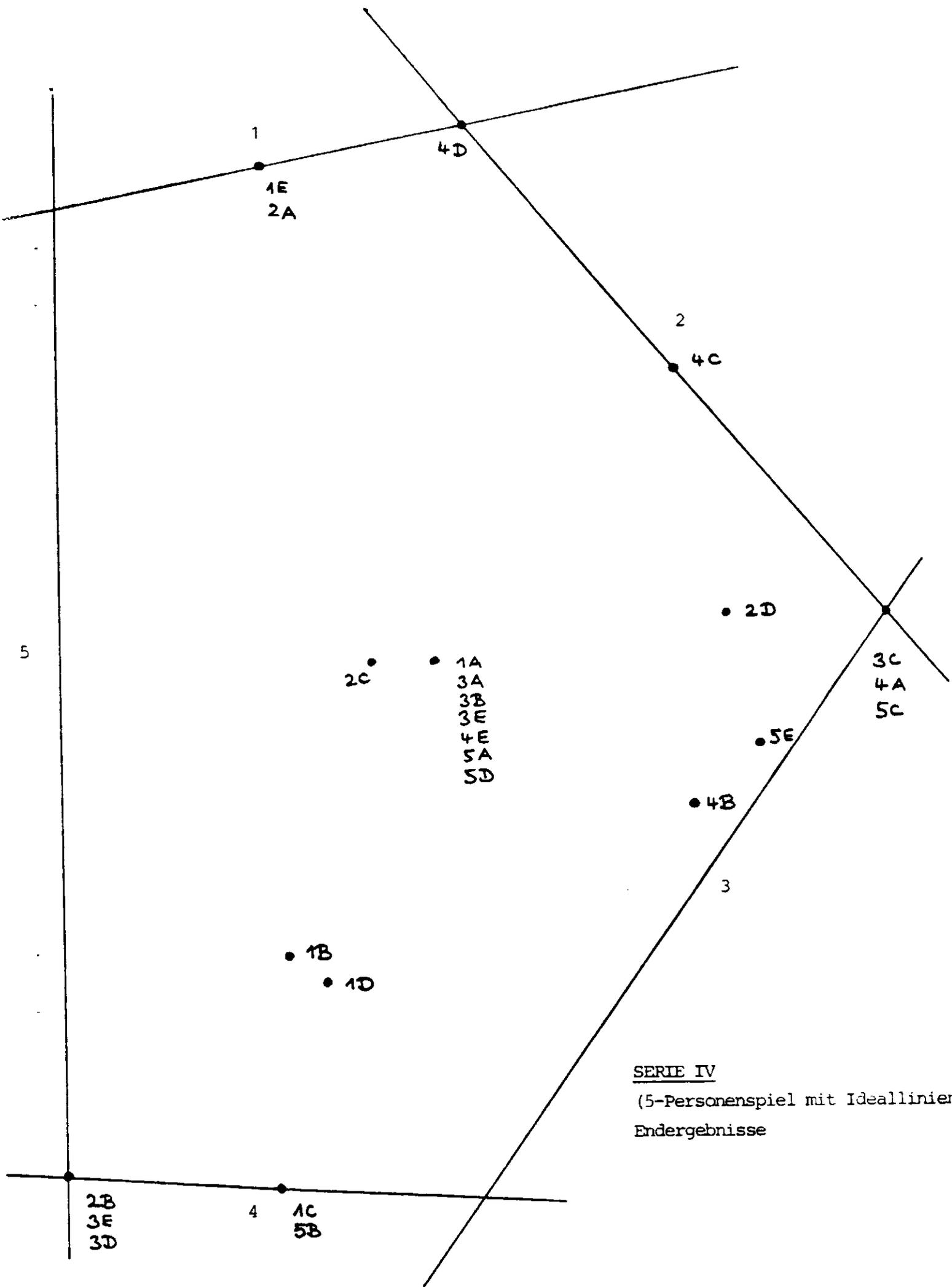


SERIE II, Runde 3,4

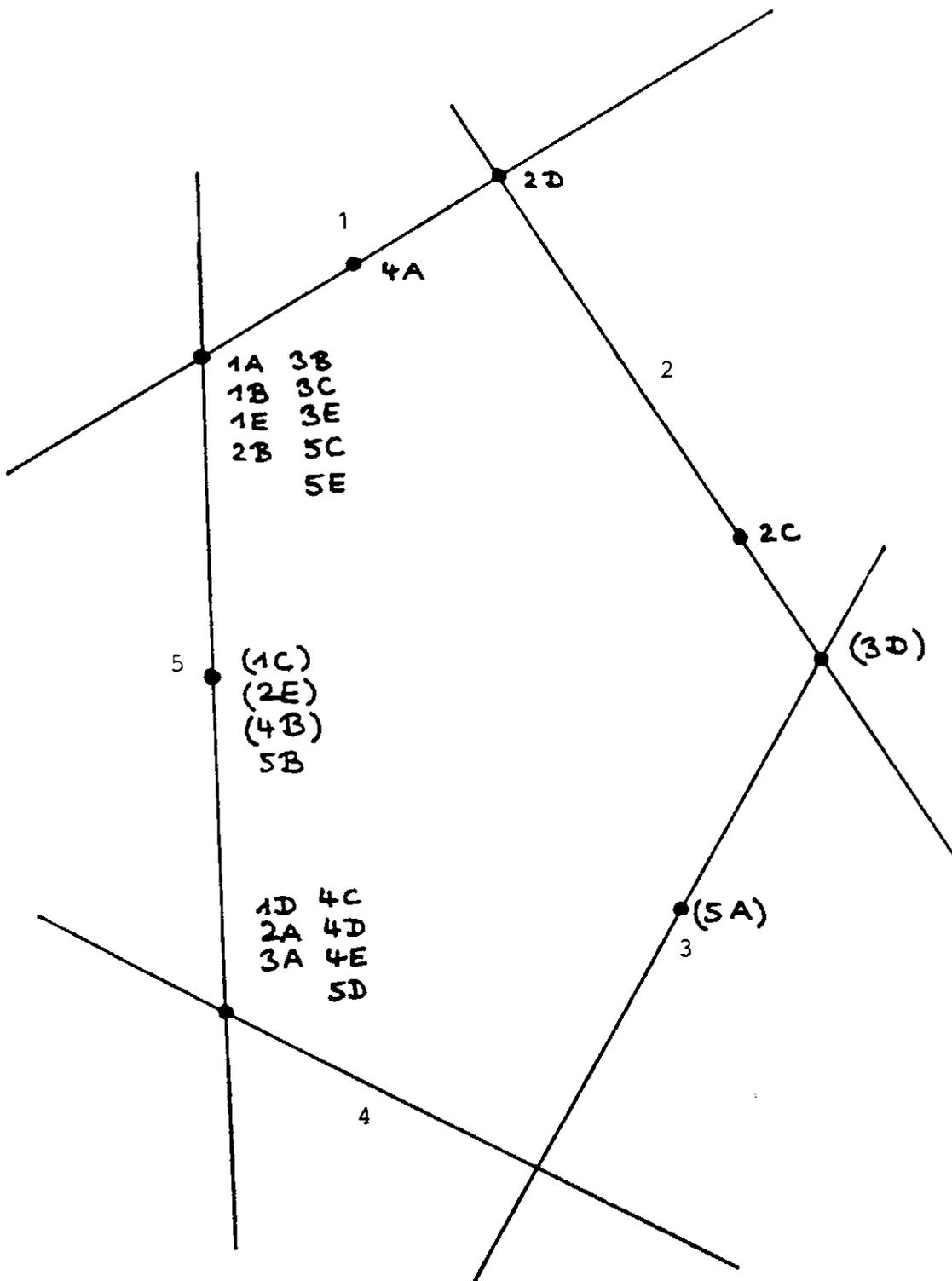
(4-Personenspiel mit Ideallinien)

Endergebnisse





SERIE IV
 (5-Personenspiel mit Ideallinien)
 Endergebnisse

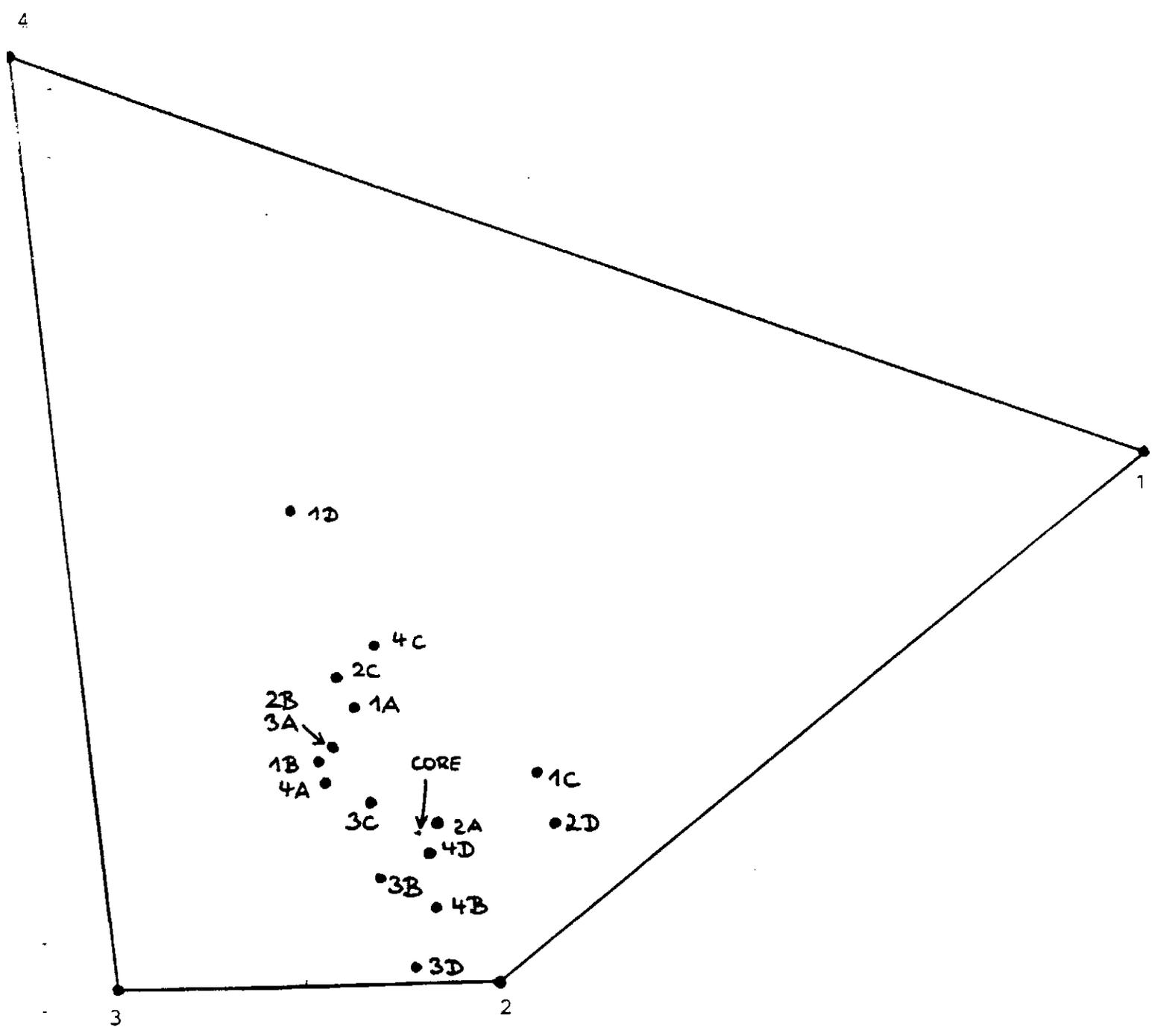


SERIE V

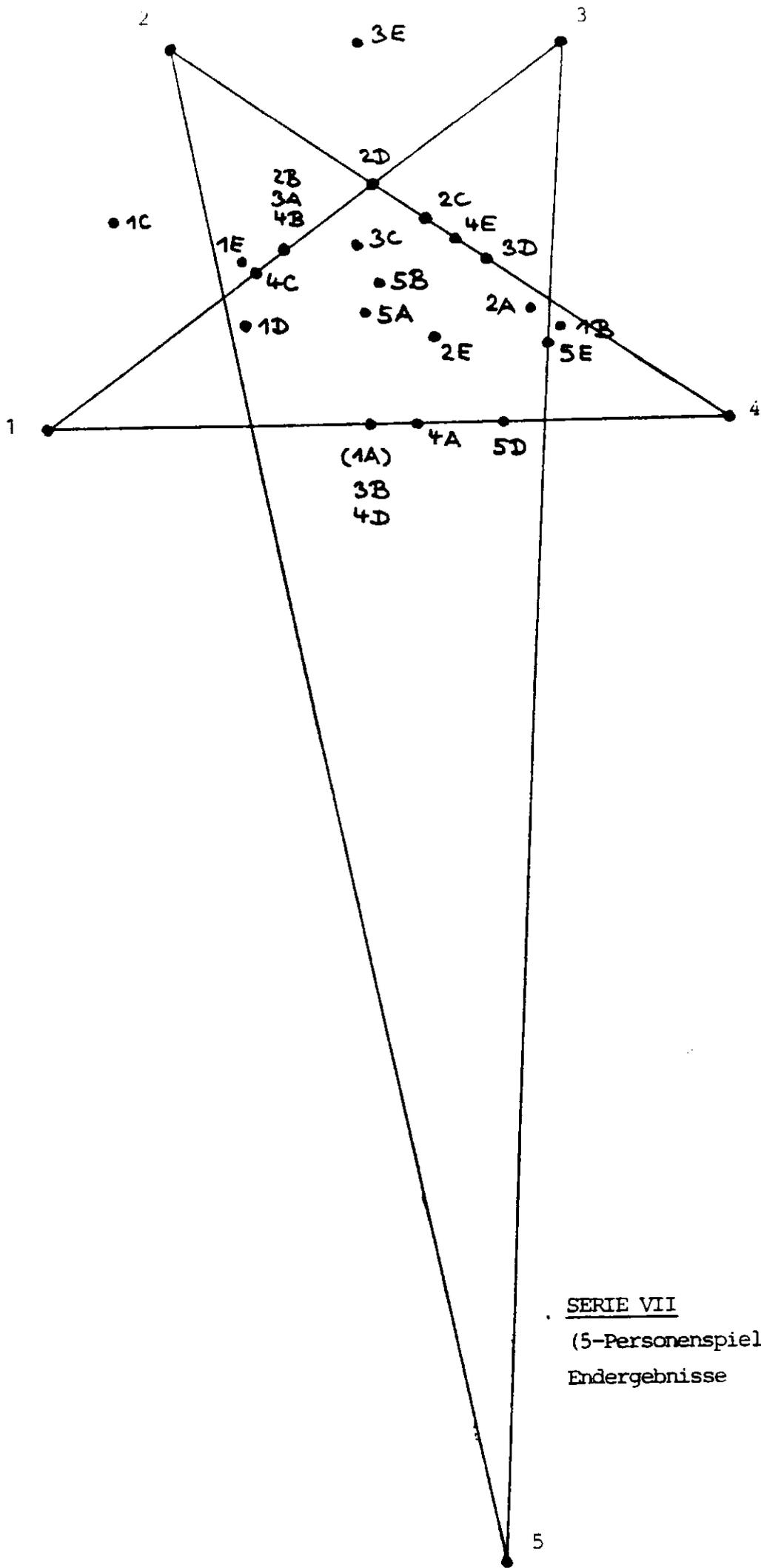
(5-Personenspiel mit Ideallinien)

Endergebnisse

(Hier waren nur Lösungen auf dem Rand
des 5-Ecks zugelassen.)



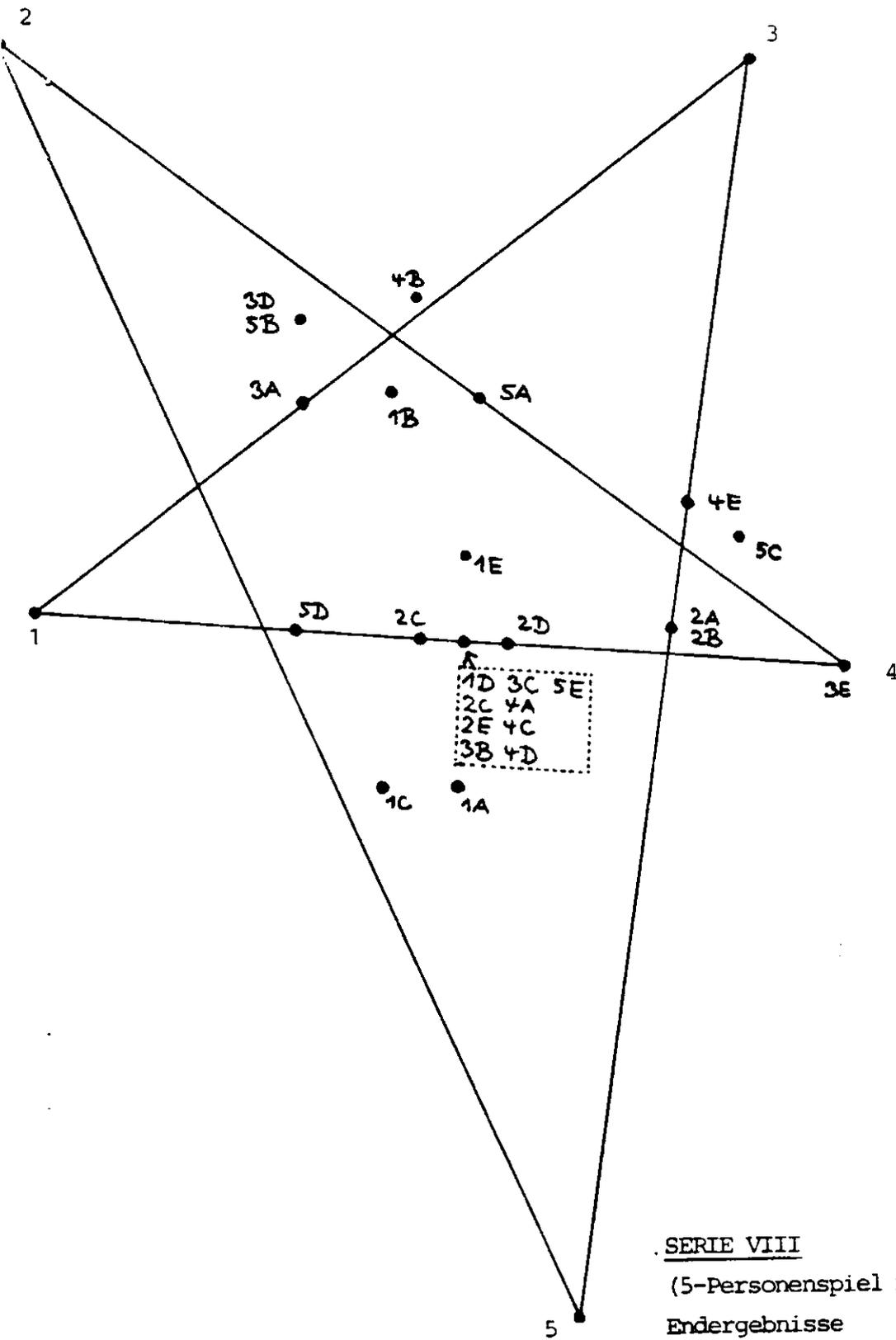
SERIE VI
 (4-Personenspiel mit Idealpunkten)
 Endergebnisse



SERIE VII

(5-Personenspiel mit Idealpunkten)

Endergebnisse



SERIE VIII

(5-Personenspiel mit Idealpunkten)

Endergebnisse

