

**Grundlagen eines
Echtzeit-Analyseprogramms
für den
Handlungskomplex Annahme-Zuspiel**

Andreas Nestke

Zulassungsarbeit für den 31. A-Trainer-Lehrgang 2002/2003
des Deutschen Volleyball-Verbandes

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Spielbeobachtung im Volleyball	4
2.1	Aufgaben der Spielbeobachtung	4
2.2	Zuspielerbeobachtung	6
2.3	Vorstellung des Analysesystems	7
3	Parameter der Handlungskette Annahme – Zuspiel – Angriff	13
3.1	Allgemeine Parameter	14
3.2	Aufschlag	14
3.3	Annahme	14
3.4	Zuspiel	15
3.5	Angriff	15
3.6	Analyseaspekte	15
3.7	Schwellenwerte	17
4	Kategorien und Relationen	17
5	Umsetzung als Programm	23
5.1	Vorgaben für den Einsatz	23
5.2	Eingabemasken	24
5.3	Datenstruktur	30
5.4	Kategorisierung und Ermittlung bestehender Relationen . . .	30
5.5	Speicherung und Aktualisierung	31
5.6	Schwellenwerte	31
5.7	Ausgabe	31
6	Ausblick: Programmierung, Test, Erweiterungen	32
7	Literatur	32
A	Anhang	33
A.1	Die Kategorien	33
A.2	Die Relationen und ihre Primär- und Sekundär- kategorien	34
A.3	Die Programmschritte	36

1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung in allererster Linie der Bereitschaft Michael Warms, den Autor bei der Anfertigung der Zulassungsarbeit für die A-Trainer-Ausbildung des Deutschen Volleyball-Verbandes zu unterstützen. Während einer Hospitation im Trainingslager der Junioren-Nationalmannschaft zur Vorbereitung auf die Europa-Meisterschaft 2002 schlug Michael Warm vor, gemeinsam die Möglichkeit einer noch während des Spiels nutzbaren Analyse, z.B. des Zuspielerverhaltens zu prüfen. Die Idee erschien auf der einen Seite unmittelbar nützlich, weil sie offenbar vorhandenen Interessen Rechnung trug. Die verbreiteten Programme zur Spielanalyse registrieren die Antworten auf die Frage: "Wer macht wann was wie und mit welchem Ergebnis?" Interessant ist aber für die Festlegung der Taktik darüber hinaus auch zu wissen, "in welcher Situation" diese festgehaltenen Abläufe vor sich gegangen sind. Zunächst schließt die Erfassung der "Situation" die vorausgehenden Aktionen der beobachteten Mannschaft ein. Noch weitergehend erfordert ihre Analyse zudem die Einbeziehung von Handlungen der gegnerischen Mannschaft.

Bereits erste Überlegungen zeigten, dass speziell die Modellierung der Beziehungen zwischen den Determinanten des Zuspiels und den Entscheidungen des Zuspielers – mathematisch gesehen – mit ihrer Beschreibung durch *Relationen* möglich sein sollte. Um z.B. zu erfahren, ob ein annehmender Angreifer bei eigener Annahme immer, meist, hin und wieder, selten oder sogar nie den Pass erhält, bildet man aus den erfassten Daten über Annahme und Zuspiel Paare. Die erste Komponente jedes dieser Paare enthält die Trikotnummer des Annahmespielers, und die zweite die des Angreifers, der den aus dieser Annahme resultierenden Pass erhielt. Alle diese Paare bilden eine Relation, die mit *Annahmespieler* \bowtie *Angreifer* bezeichnet wird. Fasst man innerhalb dieser Relation alle diejenigen Paare zusammen, deren erste Komponente eine gegebene Trikotnummer ist, dann ergibt sich ein kompletter Überblick darüber, welche Angreifer nach den Annahmen durch diesen Spieler eingesetzt wurden. Unter diesen Paaren befinden sich insbesondere auch solche, bei denen beide Komponenten gleich sind. Sie beschreiben Situationen, in denen der Annehmer auch den Pass erhielt. Der Quotient der Anzahlen dieser beiden Sorten von Paaren misst also den Anteil der Pässe, die der Annehmer gestellt bekam, an allen Zuspielen, die auf seine Annahmen folgten. Ist diese *Rate* gleich 1, dann bekommt er immer den Pass nach seiner Annahme; ist die Rate etwa größer als 70%, dann erhält er ihn meistens; bei weniger als 30% wird ihm eher selten nach seiner Annahme der

Pass gestellt; und im Falle der Rate 0% bekommt er nach seiner Annahme nie den Pass. Diese Kombination aus Bildung von Relationen und Berechnung von Raten bietet zumindest die Chance, "typische" Handlungsweisen des Zuspielders zu erfassen.

Ein weiterer Reiz des Vorschlags bestand in der Kombination von volleyballspezifischem Gegenstand und mathematischen Methoden zu seiner theoretischen Behandlung mit computer-gestützter Datenerfassung und -auswertung. Angesichts der erstaunlichen Leistungsfähigkeit von "Minicomputern", bei denen die Eingabe direkt auf den Schirm erfolgt, sollte auch die Bereitstellung relevanter Informationen bereits *während* des Spiels möglich sein. Als entscheidende Idee dafür boten sich *Schwellenwerte* an. Sobald eine der eben beschriebenen, mit jeder Eingabe erweiterten Relationen eine Rate aufweist, die diesen vorher eingestellten Schwellenwert überschreitet, erhält der Nutzer eine entsprechende Meldung vom Programm. Wie in der elementaren Wahrscheinlichkeitstheorie üblich, kann man nämlich diese Quotienten (Raten) als *relative Häufigkeiten* ansehen, und jede von ihnen als *Wahrscheinlichkeit dafür* interpretieren, *dass auf die erste der beiden Aktionen der Relation die zweite folgt*.

Von diesen ersten Überlegungen ausgehend entstand noch vor der JEM eine erste Skizze. In stetem Wechsel von weiter ausgearbeiteten Vorschlägen und Gesprächen mit Michael Warm entwickelte sich in den zurückliegenden Monaten der vorliegende Entwurf eines Analysesystems. Für weitere Anregungen, die an verschiedenen Stellen in die Arbeit eingeflossen sind, ist der Autor Sönke Hinz und Endré Puskas dankbar. Schließlich bleibt Athanasios Papageorgiou zu danken für das Einverständnis mit der Änderung des ursprünglich mit ihm vereinbarten Themas für die Zulassungsarbeit.

2 Spielbeobachtung im Volleyball

2.1 Aufgaben der Spielbeobachtung

Beobachtung und Statistik erleben heute eine weite Verbreitung im Volleyball. Auf nahezu allen Leistungsebenen und in fast jeder Altersklasse versuchen Trainer, Cotrainer, Assistenten oder auch SpielerInnen, Aktionen und deren Resultate möglichst präzise, umfassend und effizient festzuhalten. In Abhängigkeit von technischen wie finanziellen Möglichkeiten, Absichten und Fertigkeiten geschieht das mit den unterschiedlichsten Mitteln: Strichlisten, Einträgen in übernommene oder selbst entworfene Beobachtungsbögen, Videoaufzeichnungen, vor einiger Zeit noch mit Diktiergeräten, heute – vor allem auf dem oberen Leistungsniveau – mit Notebooks und entsprechender Analysesoftware. Gerade für das Volleyballspiel mit seinen vergleichsweise kurzen Ballwechseln und häufigen, ausreichend langen Unterbrechungen bietet sich die Verwendung von Computern an. Während es sicher schwierig ist und entsprechend geschulten Umgangs bedarf, *im Verlauf* eines Ballwechsels Daten einzugeben, gelingt es jedem Volleyballkenner mit einiger Übung *nach Abschluss* des Ballwechsels einige wesentliche Fakten festzuhalten. Die Gesamterfassung aller wichtigen Aktionen erfordert jedoch selbst mit den komfortablen Programmen noch ein beträchtliches Maß an Übung.

Den erheblichen Bedarf an Spielbeobachtung im Volleyball und den an sie zu stellenden Anspruch unreißen A. Meusel, A. Papageorgiou und B. Binkowski bzw. A. Papageorgiou, K. Ehren und B. Kosel folgendermaßen:

Volleyball ist in allen Leistungsklassen ein sehr komplexes Sportspiel. Die systematische Spielbeobachtung ist ein geeignetes Mittel, um *die wesentlichen Strukturen* in dieser Komplexität besser zu erkennen sowie Training und Spiel darauf abzustimmen. Sie ist *unverzichtbar, um in einem Spiel objektive Informationen* über die eigene Mannschaft und/oder den Gegner zu erhalten und die vorhandenen technisch-taktischen Möglichkeiten aller Spieler einer Mannschaft optimal einzusetzen und zu fördern.¹

Die *Notwendigkeit* der Verwendung eines Spielbeobachtungsbogens ist zurückzuführen auf

- die Komplexität des Sportspiels Volleyball mit seinen vielfältigen äußeren und inneren Faktoren,

¹[3], S. 33; Hervorhebungen des Autors

- die Unmöglichkeit für den Coach allein, die leistungsbestimmenden Faktoren beider Mannschaften vollständig und *objektiv* zu erfassen.

Im Vordergrund der Entwicklung eines Spielbeobachtungsbogens stand stets die *Praktikabilität*, d.h. die Handhabung des Bogens durch eine einzigste Person . . . und die *sofortige Verwertbarkeit der erfaßten Informationen*.²

Die Anwendung eines Spielbeobachtungsbogens für die oberen Leistungsklassen des Sportspiels Volleyball ist in den letzten Jahren immer mehr zur Notwendigkeit geworden. Die Komplexität des Volleyballspiels mit seinen zahlreichen Möglichkeiten von Angriffskombinationen und verwirrenden Annahmeformationen bedingt eine Beobachtung des Gegners sowohl vor als auch während des Wettkampfes. Da beim Volleyballspiel in erster Linie nur Standardsituationen erfaßt werden, ist das Analysieren leichter als bei offenen Spielsituationen. Somit ist die Gegnerbeobachtung sinnvoll und dringlich.

. . . Während des Wettkampfes erfolgt durch einen Analysator die Beobachtung der gegnerischen Mannschaft. . . Die Beobachtung während des Wettkampfes ist besonders wichtig, da sich Unterschiede zu vorhergegangenen Beobachtung[en] aufzeigen könnten, die durch die Tagesform der Spieler und/oder durch den gesamten Spielverlauf gekennzeichnet sind.³

Der Wichtigkeit dieses Themas trägt auch das **Volleyball-Magazin** Rechnung, indem es den Trainingsteil von Heft **10 (2002)** diesem Schwerpunkt widmet.

Es bleibt allerdings anzumerken, dass die, vor allem im oberen Leistungsbereich übliche, aber auch darüber hinaus inzwischen weit verbreitete Erfassung von immer mehr Spieldaten und ihre dadurch zunehmend an Bedeutung gewinnende statistische Auswertung allein noch keinen Erkenntnisgewinn über oder für Spiel und Training darstellt. Dieser ist erst dadurch gewährleistet, dass

²[4], S. 157; kursive Hervorhebungen des Autors

³[5], S. 121. Zu ergänzen bleibt, dass ein wichtiger Aspekt der Spielanalyse das Aufspüren der Taktik ist, die sich nach den Vorgaben des Trainers, nicht zuletzt aber durch die Wechselwirkung beider Mannschaften im Spiel entwickelt.

1. das Ziel der Beobachtung jeweils klar formuliert,
2. die Analysemethode adäquat gewählt,
3. die Erfassung korrekt und vollständig ausgeführt⁴,
4. ein vernünftiges Maß an
5. aussagekräftigen quantitativen Charakteristika berechnet, und
6. diese schließlich sorgfältig interpretiert werden.

2.2 Zuspielerbeobachtung

Eine besondere Rolle im Rahmen der Beobachtung einer Mannschaft spielt stets das Zuspiel:

Die Eigenschaften eines Zuspielers sind die bestimmenden Faktoren für das Kombinationsspiel des Gegners. Spielt ein Zuspieler grundsätzlich einen Angreifer bei einem Fehler nicht ein zweites Mal an, so können die Blockspieler diesen Angreifer beim nächsten Angriff vernachlässigen und sich auf die anderen Angreifer konzentrieren.⁵

Um besonders dem eigenen Mittelblocker wichtige Handlungsanweisungen geben zu können, wurde vorab das Zuspielerverhalten des gegnerischen Stellers exakt analysiert und auch im Hinblick auf Eigenheiten untersucht.⁶

Das Erfassen der Taktik des Zuspiels kann durch entsprechende Umsetzung in Aufschlag, Block und Feldabwehr durchaus zu Punkterfolgen führen. Bei der verbreiteten Ausgeglichenheit von Mannschaften und den häufig sehr knappen Satzausgängen kann dadurch eventuell ein für den Gewinn ausschlaggebender Vorteil erzielt werden. Damit bleibt in erster Linie die Frage zu beantworten, was sich während des Spiels über die Zuspieltaktik ermitteln und durch Trainer wie Mannschaft auch erfolgreich umsetzen läßt. In [9] (S.

⁴Hier gilt sicher die Bemerkung auf S. 40 in [8], daß ein “aufmerksames Trainer- und auch Spielerauge . . . durch nichts zu ersetzen” ist. Umgekehrt läßt sich als Antrieb für die Entwicklung eines Analyseprogramms anführen, dass die subjektive, befangene und erinnerte Beobachtung durch aufbereitetes Datenmaterial durchaus bereichert werden kann.

⁵[5], S. 127

⁶[4], S. 162

40) führt M. Warm im Zusammenhang mit dem Einsatz von Videoanalysen das folgende Beispiel an:

Die gegnerische Mannschaft spielt sehr erfolgreich im Schnellangriff. Eine Schnittliste mit allen Schnellangriffen wird abgerufen, wobei noch zusätzlich nach den Angreifern sortiert wird. Bei dem mehrmaligen Abspielen dieser Sequenzen wird deutlich, dass der gegnerische Zuspeler nur in ganz bestimmten Situationen das erste Tempo einsetzt – etwa, wenn der Zuspelort sehr nah am Netz ist oder aber genau auf der Position III. Ist dies der Fall, kann man in einer Art Gegenprobe alle Zuspelaktionen beobachten, in denen der Angriff nicht als Schnellangriff gelöst wurde. Jetzt erkennt man, dass es auch für diese Pässe typische Situationen gibt, die der Zuspeler nutzt. Dieses Wissen sowie die visuelle Vorstellung der Ausgangssituation bietet dem Mittelblocker eine detailliertere und effizientere Information als jede noch so ausgeklügelte Strichliste.

Das im folgenden vorgeschlagene Analyseprogramm versucht, genau die hier geschilderte Art von Information bereits im Verlauf des Spiels bereitzustellen.

2.3 Vorstellung des Analysesystems

Als inhaltliche Leitgedanken für die Gestaltung des Analyseprogramms können die folgenden Passagen aus der Diplomarbeit von M. Warm an der Trainerakademie Köln dienen:

Es kann von großer Bedeutung sein, gewisse *Zusammenhänge* zu analysieren. Beispielsweise könnte es sein, dass eine bestimmte Angreiferin nur dann einen Pass zugespielt bekommt, wenn sie vorher selbst angenommen hat. Oder aber umgekehrt. Bestimmte Angreifer bekommen möglicherweise stets zu Satzbeginn den Pass, andere werden vorwiegend in der heißen Phase am Satzende angespielt, besonders nervenstarke Spieler müssen möglicherweise immer in extrem wichtigen Situationen die Kastanien aus dem Feuer holen. *Dieser ganze Bereich der Kausalzusammenhänge ist ein weites Feld, das wesentliche Informationen für das eigene Defensivverhalten bietet.*⁷

⁷[8], S. 29; Hervorhebungen des Autors

HAUPTAUFGABE DES SYSTEMS IST ES, *im laufenden Spiel*⁸ FÜR DEN TRAINER AKTUELLE INFORMATIONEN ÜBER *signifikante Bedingtheiten der Zuspieleraktionen* BEREITZUSTELLEN. SEINE ANWENDUNG SOLL MÖGLICHSIT EINFACH UND DER BENUTZTE RECHNERTYP LEICHT HANDHABBAR SEIN, UM SPEZIELL DER BEGRENZTHEIT DES APPARATIVEN AUFWANDS RECHNUNG ZU TRAGEN, DIE UNMITTELBAR SPIELNAH – ETWA FÜR DEN CO-TRAINER AUF DER SPIELERBANK – GEGEBEN IST. DAS SYSTEM SOLLTE ZUDEM IN DER AUSWAHL DER ANALYSEASPEKTE FLEXIBEL UND, SOWEIT MÖGLICH, AUCH ROBUST IN BEZUG AUF EINGABEMÄNGEL SEIN. DIE GESAMMELTEN DATEN UND ERMITTELTEN ERGEBNISSE SIND DABEI IN FORMAT UND DATEITYP SO ZU SPEICHERN, DASS SIE SOFORT DER SPÄTEREN BE- UND VERARBEITUNG ZUR VERFÜGUNG STEHEN, D.H., SIE MÜSSEN INSBESONDERE KOMPATIBEL MIT DAZU MEIST VERWANDTEN PROGRAMMEN SEIN. DAZU WERDEN

- ENTSPRECHENDE ANALYSEDATEN WÄHREND DES SPIELS EINGEGEBEN,
- AUS IHNEN ERRECHNETE KENNGRÖSSEN LAUFEND AKTUALISIERT, UND
- RELEVANTE ERGEBNISSE BEI ÜBERSCHREITUNG EINZUSTELLENDER SCHWELLENWERTE GEMELDET.

Mit den Termini der statistischen Erfassung von Wahldaten lässt sich die Anwendung des Programms in die folgenden Phasen einteilen.⁹

- **Prognose:** Die aus vorangegangenen Spielen selbst ermittelten oder aus anderen Quellen bezogenen Informationen werden in Gestalt der Auswahl von Eingabedaten und Relationen, speziell aber durch die Festlegung der jeweiligen Schwellenwerte zu Vorhersagen bzw. Erwartungen.
- **Hochrechnung:** Etwa nach dem ersten Satz stellt das Programm die bis dahin ermittelten Daten zur Verfügung, die eine vorläufige Bilanz des Spiels darstellen.

⁸Darauf bezieht sich die aus der Informatik entlehnte Bezeichnung “Echtzeitprogramm”, die dort für Rechengänge verwandt wird, die den modellierten Prozeß synchron begleiten.

⁹Diese Art der Betrachtung schlägt E. Puskas vor.

- **Ständige Aktualisierung:** Jeder folgende Satz erweitert die analysierte Datenmenge und vervollständigt dadurch das Bild. Bezogen auf die Gesamtdaten des Spiels geschieht eine stete Annäherung an die komplette Erfassung des Spiels.
- **Endergebnis:** Mit Ende des Spiels liegt die Datenmenge in ihrer Gesamtheit vor, und die aus ihnen berechneten Werte bilden die aktuelle Gesamtanalyse des Spiels.
- **Auswertung:** Nach Übertragung in andere Auswertungssysteme und Vergleich mit weiteren Daten bzw. Analyseresultaten werden in der Nachbereitungsphase, je nach Bedarf, mit Details angereicherte oder unter gewissen Aspekten systematisierte Strukturen des Spiels sichtbar gemacht.

Aus Gründen der Verfügbarkeit, rascher Eingabe, besonderer Handlichkeit, und um die nachfolgende Weiterverarbeitung der Daten mit Hilfe anderer Programme zu vereinfachen, soll das System vorzugsweise auf üblichen PDAs/Pocket PCs mit direkter Stifteingabe auf den Schirm, also ohne Tastatur, unter Windows CE laufen.

Die Beobachtung der gegnerischen Mannschaft ist häufig eine der wichtigsten Aufgaben des Cotrainers während des Spiels. Deshalb muss die Konzipierung des Programms in Bezug auf Handhabung, technische Hilfsmittel und Eingabeumfang den entsprechenden Bedingungen Rechnung tragen. Wenn möglich ist diesem Vorgehen aber der Einsatz eines von A. Papageorgiou, K. Ehren und B. Kosel in [5] (S. 121; vgl. S. 3 dieser Arbeit) vorgeschlagenen Analysators vorzuziehen. Der Cotrainer kann sich dann noch anderen Aufgaben widmen, und seine subjektiven Eindrücke werden durch Zahlen ergänzt, deren Ermittlung auch durch die bessere Übersicht von einem günstiger gewählten Standort (als der Spielerbank) erleichtert wird. Mit der aktuellen Version von PDAs, die per Funk mit einem Handy, Notebook oder anderen Geräten vernetzt werden können und damit auch Zugang zum Internet haben, besteht die Möglichkeit der direkten Kommunikation mit der Trainerbank.

Für die Analyse des Volleyballspiels werden heute verschiedene Programme verwandt. Am weitesten verbreitet ist Data Volley¹⁰, eine benutzerfreundlich aufgebaute, auf Tastatureingabe basierende Datenbank, die es dem geübten Anwender erlaubt, nahezu alle Spielhandlungen beider Mann-

¹⁰vgl. [1]

schaften zu erfassen. Das Programm bietet für die Auswertung eine umfassende quantitative Übersicht aller Einzelaktionen an, die in Form von Tabellen, Diagrammen und Dateien aufbereitet wird. Dabei kann auch die vom Programm bereitgestellte Möglichkeit genutzt werden, während des Spiels, z.B. durch Installation eines Netzwerks, Analyseresultate direkt an den Trainer weiterzugeben. Ein weiteres Programm, SIMIScout Sport¹¹, basiert auf der räumlichen Erfassung von Bewegungen. Seine Vorzüge bestehen in der unmittelbaren Kopplung von direkter Dateneingabe mit einer parallel durchgeführten Videoanalyse. Nach dem Spiel können der jeweiligen Statistik die entsprechenden Spielhandlungen als Bildfolge zugeordnet werden. Wie diese beiden ist auch das Programm Provoline nicht speziell für die *Echtzeitanalyse* konzipiert. Außerdem erlaubt keines dieser Programme die Erfassung von Zusammenhängen zwischen einzelnen Spielhandlungen.

Inhaltliche Grundlage für den Programmentwurf stellt die zweckentsprechende Erfassung der Handlungskette Annahme - Zuspiel - Angriff in ihren für die Analyse wesentlichen Komponenten dar. Dazu gehören¹²

- *für die Annahme* die Aufschlagart, der Annahmeort und der annehmende Spieler sowie die Flugbahn des ersten Passes,
- *für das Zuspiel* der Ort und der Pass und
- *für den Angriff* der Angreifer und Erfolg/Misserfolg sowie der Laufweg des Schnellangreifers.

Als Einsatzgebiet ist zunächst der *Komplex 1*, also die Annahme des gegnerischen Aufschlags gedacht. Die Hinzunahme von *Dankebällen* erfordert vor allem den Erwerb entsprechender Fertigkeiten im Umgang mit dem System. Ob auch das Zuspiel nach Abwehr gegnerischer Angriffe, das ja zum Großteil als *Feldzuspiel* und häufig nicht durch den Zuspieler erfolgt, einbezogen werden kann, wird erst die praktische Erprobung zeigen. Die Grenzen der Anwendung werden aus derzeitiger Sicht in erster Linie durch die reale Eingabefrequenz gesetzt, d.h. die Anzahl der Datensätze, die im Verlaufe eines einzigen Spielzugs mit dem System erfasst werden können. Mit anderen Worten, sie liegen auf der Seite des Anwenders, nicht etwa auf der des Programms. Hervorzuheben ist auch, dass in der hier vorgeschlagenen Form das Programm auf die Beobachtung einer Mannschaft beschränkt bleibt, also die

¹¹vgl. [7]

¹²In [2], S. 37, werden unter den Kriterien der Beobachtung "Annahmeort, -qualität (dreistufig) und -häufigkeit" sowie "Passverteilung des Zuspielers" genannt.

Wechselwirkung des Spiels, und damit eigentlich taktische Beziehungen nicht berücksichtigt werden. Ein durchaus möglicher Ausbau in dieser Richtung erfordert in erster Linie klare Entscheidungen in Bezug auf die erforderlichen Eingabeumfangs und die zu ermittelnden Beziehungen. Am ehesten kommt dafür vielleicht die Vernetzung zweier PDAs in Frage, die von verschiedenen Beobachtern mit entsprechend verteilten Erfassungsaufgaben bedient werden. Jeder der Beobachter erfasst Daten jeweils einer Mannschaft, wobei in bestimmten Momenten, etwa dem Zeitpunkt der Annahme, beide Rechner "synchronisiert" werden, und zugleich die Zeitintervalle registriert werden müssten. In gewissen Abständen, z.B. während der technischen Auszeiten, hätte der Datenabgleich zwischen beiden Rechnern zu erfolgen. Aus der von beiden Rechnern erfassten Gesamtdatenmenge ließen sich dann nach dem hier vorgestellten Schema wieder Kategorien, Relationen und Raten berechnen, die eventuell Aufschluss über taktische Wechselbeziehungen im Spiel geben könnten.

Für die Konzipierung des Programms ist es entscheidend, aus der Gesamtheit der Komponenten die für die intendierte Anwendung ausschlaggebenden auszuwählen. Damit alle für die Analyse erforderlichen Eingaben während des Spiels vollständig und korrekt zu bewältigen sind, darf deren Anzahl nicht zu groß sein. Im Sinne der angestrebten Flexibilität sollte dem Nutzer die Freiheit gegeben sein, die vorgegebenen Einstellungen seinen Interessen anzupassen. Speziell betrifft das die Reduzierung der Eingaben und Analyseaspekte (Relationen).

Die anfallenden Daten müssen in möglichst (Speicher-)effizienter Weise in Form einer relationalen Datenbank abgelegt, adäquat kategorisiert, die für die Analyse relevanten Relationen zwischen den Kategorien ermittelt und durch charakteristische Kenngrößen (Raten) ausgedrückt werden, die automatisch nach jedem Eingabekomplex (Ballwechsel) zu aktualisieren sind. Die errechneten Raten gibt das Programm bei Überschreiten vom Nutzer einzustellender Schwellenwerte sofort in leicht erfassbarer Weise aus.

Das gesamte Modell und alle seine Komponenten beinhalten keine tiefer gehenden statistischen Methoden. Die anfallenden Operationen sind elementarer Natur – sie beschränken sich auf das Sortieren und Zählen von Daten sowie einfache arithmetische Berechnungen.

Die Eingabeaktionen betreffen die Grundaufstellung der Mannschaft (einschließlich Libero und Auswechslungen), die Rotationen (jeweilige Läuferpositionen), erzielte Punkte, Auszeiten und die Daten für die zu erfassenden Spielaktionen. Der Nutzer kann gegebenenfalls die Analyse auf weniger Komponenten der Handlungskette gründen und/oder Analyseaspekte auswählen.

Außerdem lassen sich die dem Programm vorgegebenen Schwellenwerte für die Raten ändern, die das vom Trainer bestimmte Maß für die Signifikanz einer errechneten Beziehung z.B. zwischen Annahme und Zuspiel setzen.

Das System sollte in der Handhabung unkompliziert sein. Dafür bietet sich die Eingabe der zu erfassenden Aktionen mit Hilfe eines Stiftes jeweils in eine möglichst intuitive und der Aktion angepasste grafische Maske an.¹³

Die Ausgabe sollte auf prägnante Art so erfolgen, dass dem Trainer unmittelbar die relevante Information angeboten und ihre taktische Umsetzung vereinfacht werden. Einige der in [9](S. 41) angeführten Maßstäbe für die Umsetzung der aus einer Beobachtung gewonnenen Fakten können unmittelbar auch auf den Trainer angewandt werden:

- Wie kann der Spieler [Trainer] diese Information am schnellsten verstehen? Mittels einer Grafik, . . . , einer Tabelle oder verbal?
- Wie viel Information kann ich dem Spieler [Trainer] geben? Die Beschränkung auf die Kernpunkte ist oft das Geheimnis des Erfolgs.

Zur Methodologie sei angemerkt, dass eine gesicherte Statistik stets auf ausreichendem Stichprobenumfang beruht. Ob dieser im Verlaufe eines einzigen Spiels überhaupt zu erreichen ist, hängt im wesentlichen davon ab, ob die Relation der betrachteten Größen so ausgepägt ist, dass bereits mit vielleicht 30 Werten Beziehungen mit einer gewissen Zuverlässigkeit erfasst werden können. Im betrachteten Zusammenhang ist die wichtigste Voraussetzung, dass die Abhängigkeit der Handlungen des Zuspielers von den vorausgehenden Aktionen stabil genug ist. Diese wird in einem einzelnen Spiel allein durch die Individualität des Zuspielers getragen und kann insofern als hinreichend stabil angesehen werden. Die zweite wesentliche Determinante stellt eine mögliche taktische Vorgabe des Trainers dar. Deren Stabilität kann nur bei Spielern als gesichert angenommen werden, die über die dazu erforderlichen technisch-taktischen und mental-charakterlichen Voraussetzungen verfügen.

Für den Entwurf des Programms geht es in erster Linie darum, die einbezogenen Handlungen so in Daten umzusetzen, dass die Aussicht besteht, Beziehungen zwischen den beobachteten Einzelhandlungen zu erfassen. Die

¹³In [2], S. 37, bemerken die Autoren: "Durch das Freihandzeichnen können die individuellen Positionen der Annehmer genau festgehalten und aufstellungsbedingte Problemzonen schnell erkannt werden."

Eingabedaten müssen dazu grob genug kodiert sein, um von der Vielzahl zufälliger oder unerheblicher Einflüsse abzusehen. Andererseits bedarf es aber hinreichender Feinheit, damit klar voneinander unterscheidbare Handlungsabläufe erkennbar bleiben. In der Regel wird die dazu erforderliche Gruppierung der Daten bereits durch die “Rasterung” der Eingabe geleistet, d.h. die Reduzierung des Eingabevorgangs auf die Entscheidung für eine von wenigen angebotenen Möglichkeiten. Die anschließende Verarbeitung dieser Daten für die Erfassung der Beziehungen beruht auf weiterer Vergrößerung bzw. Auswahl (Bildung von Datenkategorien) und Zusammenfassung zu Gesamtheiten (Relationen zwischen Kategorien), in denen sich die jeweiligen Analyseaspekte dann quantitativ ausdrücken.

Die vorliegende Arbeit versucht, einen Grad der Ausarbeitung des Konzeptes zu erreichen, an den anknüpfend mit der unmittelbaren Programmierung begonnen werden kann. Dem entsprechend sind in Abschnitt 4 und im Anhang für jede der angegebenen Relationen die zugehörigen Kategorien (einschließlich Primär- und Sekundärkategorie) aufgelistet und die Programmschritte aufgeführt.

Es bleibt zu betonen, daß sich ein etwaiger Gewinn an Einsichten, die Trainer und Mannschaft noch im laufenden Spiel erfolgreich umsetzen können, erst in der Erprobung erweisen kann. Die mit Hilfe des Programms einmal ermittelten absoluten Zahlen und Raten allein sind aber in jedem Fall von eigenständigem Wert.

3 Parameter der Handlungskette Annahme – Zuspiel – Angriff

In diesem Abschnitt werden die zur Analyse verwandten Parameter zusammengestellt und für jeden von ihnen die Charakteristika seiner Erfassung beschrieben. Jegliche Festlegung von einzubeziehenden Parametern bedeutet zugleich die Vernachlässigung einer beträchtlichen Anzahl weiterer. In einigen Fällen sind Beispiele für nicht berücksichtigte Komponenten der Spielhandlung angeführt. Insgesamt wurden für das Programm deutlich mehr Parameter, Kategorien und Relationen aufgenommen, als unmittelbar für den Handlungskomplex Annahme – Zuspiel – Angriff erforderlich. Sollte sich die Eingabe der zugehörigen Daten nicht als zu umfangreich erweisen, dann stellt die Analyse damit zusätzlich nützliche Informationen über das Spiel der beobachteten Mannschaft zur Verfügung, ohne den Programmieraufwand unvertretbar zu erhöhen.

3.1 Allgemeine Parameter

Zu den allgemein das Spiel und den Satz betreffenden Daten gehören der *Tag*, die *Uhrzeit*, der *Spielort* und die *Halle*, die beteiligten *Mannschaften* und die Art des *Wettkampfes*. Für jeden Satz werden seine *Satznummer* und die *Grundaufstellung* benötigt. Außerdem sind im Verlauf des Satzes stets der aktuelle *Spielstand* zu prüfen bzw. ändern, jede erfolgte *Rotation* festzuhalten, etwaige *Auswechslungen* und *Auszeiten* einzugeben.

3.2 Aufschlag

In Bezug auf den Aufschlag kann der Eingebende einen von vier vorgegebenen *Typen* wählen: Sprungaufschlag, langer Flatteraufschlag, taktischer Flatteraufschlag oder Sprungflatteraufschlag.

3.3 Annahme

Die vom Programm berücksichtigten Annahmeparameter sind der *Ort*, die *Trikotnummer des Annahmespielers* und die *Flugbahn der Annahme*. Der Ort wird 2-dimensional erfasst. Dafür sind die Eingabekoordinaten in der Feldebene durch eine vorgegebene Einteilung gerastert. Die Höhe des Balles über dem Feld im Moment der Annahme wird somit vernachlässigt. Einzugeben sind ferner die Trikotnummer des Annehmenden und die Flugbahn des ersten Passes. Dafür gibt das Programm die Wahl einer von vier Varianten (Annahme von oben, direkter erster Pass oder hoher erster Pass und sehr flache Annahme) bzw. Annahmefehler vor.

Hierbei werden also Komponenten wie Einzelheiten der Annahmetechnik, z.B. die relative Lage des Balls zum Körper im Moment der Annahme (vorn, links/rechts, vor/neben dem Körper, im Hecht, . . .), das Tempo des ersten Passes und die Ballrotation nicht berücksichtigt. Die Qualität der Annahme wird dagegen über die Eingabe des Zuspieldortes bewertet. Darüber hinaus drückt sie sich auch in der einzugebenden Bahnkurve aus. Aus beiden gemeinsam ergibt sich dann eine vom Programm verwandte explizite Bewertung der Annahmequalität.¹⁴

Für nachfolgende Versionen des Programms könnte zusätzlich die Eingabe der jeweiligen Annahmeformation von Bedeutung sein, insbesondere, falls z.B. aktuelle Experimente im Beachvolleyball auch in den Hallenvolleyball übertragen werden.

¹⁴Siehe §4.

3.4 Zuspiel

Einzugebende Parameter für das Zuspiel sind sein Ort und der gestellte Pass (einschließlich Zuspielerfinte und -angriff). Der Ort wird ebenfalls 2-dimensional erfasst, wobei das Eingabefeld zuspieladäquat gerastert ist. Der Pass bzw. der Zuspielerangriff oder die -finte sind in einer Grafik zu wählen. Auch das Zuspiel durch einen anderen Spieler (den eventuell eingesetzten zweiten Zuspieler im 2-4-System oder den Feldzuspieler) kann hier erfasst werden.

3.5 Angriff

Die im Zusammenhang mit der Angriffsaktion (abgesehen vom Zuspielerangriff) erfassten Daten betreffen die Trikotnummer des Angreifers, den Angriffserfolg bzw. -misserfolg und den Laufweg des Schnellangreifers, der den Ball nicht erhält.

3.6 Analyseaspekte

In der ersten Programmversion wird das Analysesystem zumindest die nachfolgend angeführten Beziehungen erfassen, die sich neben dem Komplex Annahme – Zuspiel noch auf einige weitere Zusammenhänge erstrecken, die einerseits im Spiel von Bedeutung und andererseits ohne großen Aufwand umzusetzen sind. Als Erläuterung dient in jedem Fall eine charakteristische Frage, deren Beantwortung das Analysesystem unterstützen soll.

- **Winkel des ersten Passes zum Netz** \bowtie **Pass:** Gibt es Pässe, die der Zuspieler meist oder zumindest sehr häufig spielt, wenn die Annahme in einem bestimmten Winkel zum Netz kommt?
- **Annahmezone** \bowtie **Pass:** Bevorzugt der Zuspieler bei Annahmen, die aus dem hinteren Feldbereich kommen, andere Pässe als bei Bällen, die aus dem Mittelfeld kommen, und was spielt er, falls die Annahme nah am Netz erfolgt?
- **Flugbahn des ersten Passes** \bowtie **Pass:** Spielt der Zuspieler gewisse Pässe vorrangig bei speziellen Flugbahnen der Annahme?
- **Zuspielort** \bowtie **Pass:** Für welche Pässe entscheidet sich der Zuspieler vorwiegend, sobald die Annahme in eine bestimmte Zone des Feldes erfolgt?

- **Zuspielort und Flugbahn der Annahme** \bowtie **Zuspielerfinte bzw. -angriff:** Gibt es spezielle Annahmen, bei denen der Zuspieler gern angreift oder fintiert?
- **Pass** \bowtie **Angreiferposition:** Wie ist die Verteilung der Pässe auf die verschiedenen Positionen?
- **Annahmespieler** \bowtie **Angreifer:** Welcher Annahmespieler erhält meist bzw. selten den Pass bei eigener Annahme?
- **Dopplung nach Angriffsfehler:** Spielt der Zuspieler den Angreifer, der mit seinem Angriff nicht erfolgreich war, unmittelbar danach wieder an?
- **Satzstand** \bowtie **Pass:** Welche Passverteilung bevorzugt der Zuspieler in den Stresssituationen (vor allem zu Anfang des Satzes, nach Auszeit oder nach dem 20. Satzpunkt)?¹⁵
- **Satzstand** \bowtie **Angreifer:** Wer ist der “go-to-guy”?
- **Satzstand** \bowtie **Angreiferposition:** Was ist die vorrangig angespielte Position in den Stresssituationen?
- **Pass** \bowtie **Laufweg des Schnellangreifers:** Welche speziellen Kombinationen werden hauptsächlich gespielt?
- **Annahmespieler** \bowtie **Annahmequalität:** Wie gut sind die Annahmespieler?
- **Aufschlagart** \bowtie **Annahmequalität:** Welche Aufschlagart wird schlecht bzw. gut angenommen?
- **Aufschlagart und Annahmespieler** \bowtie **Annahmequalität:** Gibt es Annahmespieler, die bei bestimmten Aufschlagarten schlecht annehmen?

Wichtig für die Anwendung kann sein, auch die Kombination von Relationen festlegen und in die Analyse einbeziehen zu können. Im Anhang sind alle bisher vorgesehenen Relationen mit den beteiligten Kategorien aufgelistet.

¹⁵siehe auch [5], S. 127

3.7 Schwellenwerte

Die vom Programm errechneten Raten geben den Anteil an, den die Aktionen mit der betreffenden Sekundärkategorie am Gesamtumfang aller Aktionen mit der vorgegebenen Primärkategorie haben. Sie drücken also für jede der vorgesehenen Folgeaktionen die Häufigkeit aus, mit der sie auf eine bestimmte Vorgängerhandlung folgt. Im Sinne der Elementaren Wahrscheinlichkeitstheorie können diese Relativen Häufigkeiten als Wahrscheinlichkeiten für das Eintreten der Folgehandlung interpretiert werden, falls die vorausgehende Handlung ausgeführt wird. Wie im Zusammenhang mit der Methodologie angemerkt, basiert diese Deutung auf der entscheidenden Annahme, dass die Abfolge beider Abläufe als – im statistischen Sinne – *zuverlässig* angesehen werden kann. Von dieser Hypothese ausgehend lassen sich dann aus den berechneten Raten *Vorhersagen* für die betrachteten Handlungsketten ableiten. Von größtem Nutzen ist es natürlich, wenn eine solche Rate den Wert 1 hat, d.h., die Abfolge kann dann – für den aktuellen Stand der Datenerfassung! – als sicher betrachtet werden, die Folgehandlung ist gewisse Konsequenz der vorausgehenden. Inwieweit bzw. für welche der vorgeschlagenen Relationen schon eine Rate von 90% oder auch nur 80% taktische Maßnahmen ermöglicht oder zumindest deren Erprobung nahelegt, bleibt der Entscheidung des Trainers überlassen. In diesem Sinne sind die einzugebenden Schwellenwerte vorwiegend aus der Erfahrung oder vorliegenden Informationen, z.B. aus früheren Beobachtungen, zu gewinnen. Im Programm muss allerdings aus Gründen der Aussagekraft festgelegt werden, dass Raten überhaupt erst errechnet bzw. angezeigt werden, wenn etwa fünf Einträge als Basisdaten vorliegen.

4 Kategorien und Relationen

Die für den Trainer (hoffentlich) interessanten Informationen, die das Programm liefern soll, beziehen sich in erster Linie auf gewisse typische Entscheidungen des Zuspielers, etwa den Pass, das tempo, die Kombination oder den Angreifer betreffend. Dabei geht es genauer um deren Abhängigkeit von anderen Parametern wie Charakteristika der Annahme, Satzstand, vorausgegangene Aktion, Rotation, Dabei besteht die primäre Aufgabe jeder Analyse, die bei Beobachtung ohne technische Hilfsmittel allein die Erfahrung des Beobachters gewährleistet, darin, die bestimmenden Parameter auszuwählen und sie zu *kategorisieren*. Von sehr vielen unerheblichen Einzelheiten wird abgesehen, und eine Vielzahl von Aktionen unter einem ein-

zigen Aspekt zusammengefaßt. Die geschulte Wahrnehmung leistet beides, die Entscheidung für wesentliche Determinanten und die Gruppierung der Einzelereignisse. Bei Verwendung des Programms geschieht der Hauptteil der Kategorisierung nach den oben erläuterten Vorstellungen bereits durch die entsprechende Rasterung der Eingabemasken. Darüber hinaus sind allerdings für die angeführten Aspekte der Analyse weitere Kategorisierungen erforderlich.

Aus dem in Form von Teilfeldern kodierten Annahmeort sind etwa Winkel zum Netz oder auch Abstandszonen in Bezug auf das Netz zu bilden. Bei den Annahmespielern ist nach Vorder- und Hinterspieler zu gruppieren. Der Zuspieldort kann auch daraufhin betrachtet werden, ob er auf der linken Netzseite, zentral oder auf der rechten Netzseite liegt. Die Pässe werden nach dem Tempo eingeteilt, in das sie eingeordnet sind, und nicht nur zum Angreifer, sondern auch zu dessen Position in Beziehung gesetzt. Selbst der als Index verwandte Satzstand muss in Kategorien umgesetzt werden. Die erste Aktion im Satz, die Aktionen nach dem zwanzigsten Satzpunkt oder in allgemeinen Stresssituationen und die unmittelbar auf eine Auszeit folgenden bilden jeweils gesonderte Kategorien. Etwas aufwendiger stellt sich die Erfassung der auf einen Misserfolg des Angreifers folgenden Zuspielderentscheidung dar. Hier sind zunächst die Paare von Datensätzen daraufhin zu prüfen, ob ihre Eingabe aufeinander folgte. Dann müssen diejenigen unter diesen ausgewählt werden, bei denen die erste Annahme nicht mit einem Angriffserfolg beendet wurde. Schließlich dürfen nur die berücksichtigt werden, für die auch die zweite Annahme dem Zuspielder eine relativ freie Entscheidung ließ, d.h. "gut genug" war. Erst dann werden unter allen verbliebenen Paaren diejenigen erfasst, bei denen derselbe Angreifer auch den Pass erhielt.

Erst zwischen den Kategorien werden die zu ermittelnden Relationen hergestellt. Was nun ein versierter Beobachter meist unbewußt leistet, muß das Programm algorithmisch ausführen. Der Vorgang läßt sich in folgende Schritte gliedern:

1. Jede Eingabe liefert einen *Datensatz*, der einige allgemeine Angaben als "Index" enthält, u.a. Grundaufstellung und Rotation sowie den jeweiligen Spielstand (ggf. auch einen Zähler für die Aktionen innerhalb eines Spielzugs), bzw. auf diese zurückgreift. Dann folgen die spezifischen Daten für Annahme, Zuspielder und Angriff. Alle diese Datensätze bilden die stetig wachsende *Datenmenge*.
2. Aus diesen Datensätzen werden anschließend durch Auswahl und Bildung von Klassen *Kategorien* gebildet. Dadurch ergibt ein einzelner

Datensatz eine ganze Reihe von Categoriesätzen. Abstrakt gesehen wird die Datenmenge auf vielfältige Weise in Klassen aufgeteilt und bildet *Familien von Kategoriemengen*.

3. Für jeden Aspekte der Analyse wird aus den Kategoriemengen ein Paar von Kategoriefamilien gebildet, die zugehörige *Primär-* und *Sekundärkategorie*.
4. Eine *Relation* faßt im nächsten Schritt alle einzubeziehenden Categoriesätze zusammen, deren Primärkategorien übereinstimmen. Danach wird diese Relation in alle Klassen zerlegt, für deren Elemente auch die Sekundärkategorien dieselben sind. Deren Vertreter unterscheiden sich damit in ihren Indizes und eventuell in allgemeinen Angaben (sollten sie diese noch enthalten).
5. Im letzten Schritt werden in jeder Relation die Gesamtzahl der sie bildenden Elemente und der in ihr enthaltenen Klassen gebildet sowie die zugehörigen *Raten* berechnet. Im Sinne der Robustheit des Systems in Bezug auf Eingabemängel sind unvollständige Datensätze für die Bildung der Relationen und Raten nicht zu verwenden.

In §3.6 wurden die wichtigsten von der ersten Version des Programms zu analysierenden Aspekte aufgelistet. Für deren Bearbeitung sind vom Programm aus den eingegebenen Datensätzen folgende Kategorien zu bilden:

1. Allgemeine Kategorien

- *Position*: Aus der eingegebenen Rückennummer, der Grundaufstellung des Satzes einschließlich vorgenommener Wechsel und der aktuellen Rotation errechnet das Programm die momentane Position des Spielers.
- *Vorder-/Hinterspieler*: Diese momentane Position ergibt ihrerseits unmittelbar, ob der Spieler Vorder- oder Hinterspieler ist.

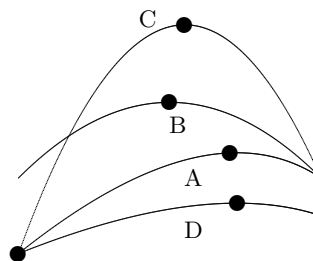
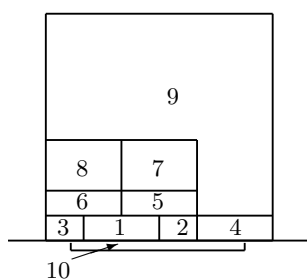
2. Aufschlag

- *Aufschlagart*: Die vier Eingabekategorien reichen aus.
- *Auftreffbereich eines Aufschlagasses*: Hierfür werden die Felder des Rasters für den Annahmeort verwandt.

3. Annahme

- *Annahmeort*: Die Eingabe bestimmt zunächst durch die Rasterung in die Felder bereits eine Kategorie für den Annahmeort.
- *Annahmespieler*
- *Position des Annahmespielers*: Aus der Rotation und der eingegebenen Trikotnummer wird die Position bestimmt.
- *Annahmer ist Vorder-/Hinterspieler*: Das ergibt sich aus seiner Position mit Hilfe der allgemeinen Kategorie Vorder-/Hinterspieler.
- *Annahmezone*: Jeder der drei Streifen, die parallel zum Netz liegen, bildet je eine der Kategorien.
- *Bahnkurve*: Jede Bahnkurve ist eine Kategorie.

1	3	5	7	9
2	4	6	8	10
11		12		



- *Qualität der Annahme*: Aus den Feldern, die den Zuspieldort festlegen, sind mit den Bahnkurven Klassen zu bilden, die jeweils eine Güteklasse bilden. Für die (vom Programm vorgenommene) Bewertung der Annahmequalität auf der Grundlage der 10 Zuspieldorte und 4 Bahnkurven ist eine Skala von 1 (sehr gut) bis 6 (Annahmefehler) vorgesehen. Die vorgeschlagenen Noten für jedes Paar der Gestalt (n, X) bestehend aus einem Zuspieldort, $n = 1, 2, \dots, 10$, und einer Bahnkurve, $X = A, B, C, D$, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Bewertung	(Zuspielort, Bahnkurve)
1	$(1, A), (1, B), (1, C)$
2	$(1, D); (2, A), (2, B), (2, C); (3, A), (3, B), (3, C); (4, C); (5, A), (5, B), (5, C)$
3	$(2, D); (3, D); (4, A), (4, B); (5, D); (6, A), (6, B), (6, C); (7, A), (7, B), (7, C); (8, C); (9, C)$
4	$(4, D); (6, D); (7, D); (8, A), (8, B); (9, A), (9, B); (10, A), (10, B)$
5	$(8, D); (9, D); (10, C)$
6	Annahmefehler

- *Winkel zum Netz:* Für die Festlegung eines Winkels, unter dem die Annahme zum Netz kommt, werden verschiedene Zahlenpaare, die den Annahme- und den Zuspielort kodieren, zu einer Kategorie zusammen gefasst. Die nachfolgende Tabelle enthält die entsprechende Zusammenstellung von Paaren, die jeweils einen “Winkel der Annahme zum Netz” bilden. Die Zahlen beziehen sich auf die Feldnummern im Raster für den Annahme- bzw. den Zuspielort.

Winkel zum Netz	Zuspielort	Annahmeort
$> 90^\circ$	1	1 oder 2
	2, 5 oder 7	1, 2, 3 oder 4
	3, 6 oder 8	—
	4	1, 2, 3, 4, 5 oder 6
\perp	1	3 oder 4
	2, 5 oder 7	5 oder 6
	3, 6 oder 8	1, 2, 3 oder 4
	4	7, 8, 9 oder 10
$< 90^\circ$ und $> 45^\circ$	1, 5 oder 7	5, 6 oder 7
	2	8, 9 oder 10
	3, 6 oder 8	3, 4 oder 5
	4	—
$< 45^\circ$	1, 5 oder 7	8, 9 oder 10
	2	—
	3, 6 oder 8	6, 7, 8, 9 oder 10
	4	—

4. Zuspiel

- *Zuspielort*
- *Zuspielzone*: Die Zuspielorte bilden in Bezug auf ihre Nähe zum Netz folgende Kategorien. 1, 2, 3 und 4 bilden den netznahen Bereich, 5 und 6 den mittleren Bereich, 7 und 8 den entfernten Zuspielbereich und 9 den verbliebenen Bereich des allgemeinen Feldzuspiels.
- *Netzseite*: Die netznahen Zuspielfelder werden eingeteilt in die “linke Netzseite” (Zuspielort 4), die “Netzmitte” (Zuspielorte 1 und 2) und die “rechte Netzseite” (Zuspielort 3).
- *Pass*
- *Tempo*: Die Pässe sind in erstes, zweites und drittes Tempo eingeteilt.
- *Zuspielerangriff*: In diese Kategorie werden die registrierten Zuspielerfinten und -angriffe eingeordnet.

5. Angriff

- *Angreifer*

- *Angreiferposition*: Wie im Fall des Annahmespielers wird sie aus der eingegebenen Trikotnummer und der Rotation bestimmt.
- *Angreifer ist Vorder-/Hinterspieler*: Diese Kategorie ergibt sich aus der Position.
- *Angriffserfolg/-misserfolg*

6. Laufweg des Schnellangreifers

- Betrachtet werden die unmittelbaren Eingabekategorien “direkt vor dem Zuspeler”, “direkt hinter dem Zuspeler” und “Schuss”.
- *vor bzw. hinter dem Zuspeler*
- *direkt beim Zuspeler bzw. Schuss*

7. Satzstand

- *erste Aktion im Satz*
- *Aktion nach Auszeit*
- *mehr als 20 Satzpunkte*
- *allgemeine Stresssituation*
- *Aktion nach Angreifermisserfolg*: Für diese Kategorie sind Paare aufeinander folgender Annahmen zu erfassen, also *Paare von Satzständen*, die einen Punktgewinn der anderen, d.h. nicht beobachteten Mannschaft darstellen.

Für die gebildeten Relationen sind dann jeweils ihre relativen Häufigkeiten bezogen auf alle bisherigen Annahme-Zuspiel-Ketten in der entsprechenden Kategorie zu berechnen und mit den vorgegebenen Schwellenwerten zu vergleichen.

5 Umsetzung als Programm

5.1 Vorgaben für den Einsatz

Das Programm ist für einen Einsatz in dem sich zunehmend verbreitenden und einer rapiden Entwicklung unterliegenden Rechnertyp des *Personal Digital Assistent* (PDA) oder *Pocket PC* konzipiert. Selbst die derzeitige Generation verfügt mit Taktfrequenzen von 200 MHz, Arbeitsspeichern von 32 oder 64 MB, Steckplätzen für Speichererweiterung und leistungsfähigen

Energiequellen über Leistungsparameter, die das für die Anwendung des Programms Erforderliche weit übersteigen. Dazu kommen die außerordentliche Handlichkeit und geringe Größe, ein Gewicht von weniger als 200 g sowie eine Version des Betriebssystems Windows (*Windows CE*), die sowohl die Benutzung von entsprechend angepassten Programmen wie *Pocket Word*, *Pocket Excel*, *Pocket PowerPoint* u.v.a. ermöglicht, als auch die direkte Kommunikation mit PCs unkompliziert gestaltet. Zur Zeit erscheint bereits die nächste Generation von PDA bzw. Pocket PC auf dem Markt, die über Prozessoren mit Taktfrequenzen von 400 MHz verfügt, sich aber besonders durch die verbesserte Möglichkeit auszeichnet, per Funk in einem Netzwerk mit anderen Geräten wie Notebooks, Handys o.ä. zu arbeiten bzw. selbst als Handy fungiert. Mit unter 700 EURO ist der Preis zwar (noch) recht hoch, liegt aber deutlich unter dem eines zudem beträchtlich unhandlicheren Notebooks. Den wichtigsten Begrenzungsfaktor für das Programm stellt der sehr kleine Bildschirm dar. Deshalb wird eine wesentliche Komponente der tatsächlichen Programmierung darin bestehen, die grafischen Masken so zu gestalten, dass die erforderlichen Ein- und Ausgabevorgänge schnell, fehlerfrei und leicht erlernbar ablaufen können. Ob bzw. inwieweit dabei die hier vorgeschlagenen Grafiken zu verwenden sind, abgewandelt werden können oder sogar verworfen werden müssen, bliebe zu gegebener Zeit zu entscheiden. Allgemein wird die konkrete Übersetzung des Entwurfs in eine geeignete Programmiersprache zu einer Reihe von Festlegungen führen, die hier noch nicht getroffen werden sollten. Anderes wird erneut zu bedenken und ggf. zu modifizieren sein. Außerdem werden mit Sicherheit Fragen aufgeworfen, die erst durch die Umsetzung in den Programmcode entstehen.

5.2 Eingabemasken

Im Folgenden werden für die vorgesehenen Eingaben die zugehörigen Daten beschrieben und zu wichtigen Punkten zugleich Vorschläge für die Gestaltung unterbreitet. Sie alle sind als inhaltliche Grundsätze oder Vorgaben zu verstehen, deren konkrete Umsetzung erst in Zusammenarbeit mit dem Programmierer möglich ist.

- *Grundaufstellung, Rotation und Satzstand*
 - Für jeden Satz sollte zunächst die *Netzseite* der zu beobachtenden Mannschaft eingestellt werden, um nicht spiegelverkehrt eingeben zu müssen.

- Als nächstes wird die *Grundaufstellung* (einschließlich Libero) eingegeben, etwa dadurch, dass die Trikotnummern in ein vorgegebenes Spielfeld eingetragen werden. Der *Zuspieler* ist anschließend gesondert auszuweisen. In diesem Zusammenhang sollte auch die Möglichkeit eingeräumt werden, dass die Mannschaft im 4-2-System spielt. D.h., es sind dann zwei Zuspieler zu berücksichtigen, deren Aktionen separat zu registrieren und vom Programm auch getrennt zu verarbeiten sind. Der tatsächliche Einsatz des Libero, selbst wenn dieser in der Regel bereits vor dem Anpfiff des ersten Satzes das Feld betritt, sollte auch noch nach Satzbeginn erfasst werden können.
- Permanent ist die Möglichkeit bereitzuhalten, *Auswechslungen* einzutragen.
- Der *Punktstand* sollte unbedingt manuell einzugeben sein. Durch die Eingabe des Angriffserfolges oder -misserfolges kann das Programm im allgemeinen die Änderung des Satzstandes allein vornehmen. Das trifft allerdings nur dann zu, wenn vereinbart wird, als Angriffserfolg den Punktgewinn der beobachteten Mannschaft und als Angriffsmisserfolg den Verlust des Punktes zu werten. Die übrigen Aktionen werden demnach als Nullbälle gewertet. Daneben muß aber stets die Möglichkeit gegeben sein, von Hand Änderungen des Satzstandes vorzunehmen. Das ist aus mehreren Gründen wichtig: Die Entscheidung kann durch eine andere Aktion als den Angriff herbeigeführt werden (etwa Netzfehler), die das Programm nicht erfasst. Das gilt insbesondere im Falle eines Doppelfehlers. Schließlich mag es als Vereinfachung einer speziellen Analyse zweckmäßig sein, auf die Angriffsbewertung zu verzichten. Auch in diesen und eventuell noch weiteren Situationen muss stets der korrekte Satzstand eingegeben werden.
- Die Einschätzung der Spielsituation kann nicht allein dem Programm überlassen werden. Einerseits kann das Erreichen des zwanzigsten Satzpunktes nicht in jedem Fall (z.B. bei deutlichem Vorsprung) als eine tatsächliche *Stresssituation* angesehen werden. Andererseits erwachsen auch aus anderen Satzverläufen besondere Belastungen, etwa wenn der Gegner einen deutlichen Vorsprung aufholt. Bei welcher konkreten Punktdifferenz dann die Stresssituation einsetzt, sollte durch den Beobachter eingeschätzt werden. Neben der Voreinstellung, von zwanzig

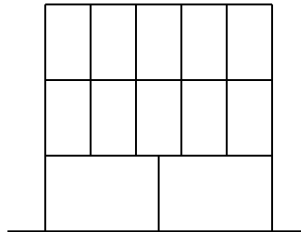
Satzpunkten an grundsätzlich gesonderte Relationen zu bilden, sollte das Programm eine Schaltfläche vorsehen, deren Berührung den Beginn einer als solche zu behandelnden Stresssituation markiert.

- Bei Aufschlagwechsel ist, etwa durch Drücken eines Knopfes, vom Programm die *Rotation* zu registrieren. Das Programm ändert dann die Positionen entsprechend.
- Alle *Auszeiten* sind festzuhalten.

- *Aufschlagart und Ass*

- *Annahmeort und Annahmespieler*

Der Annahmeort ist als eines der unten dargestellten Teilfelder einzugeben. Die vorgeschlagene Einteilung ist recht fein, um neben einer genauen Erfassung der Beziehungen zwischen Annahmeort und Zuspiel zugleich auch eine zumindest grobe Analyse des Aufschlags zu ermöglichen. Ob die geringe Größe der Felder die Eingabe verzögert, bleibt im Test zu ermitteln. Aufgefasst als “Feldmitte”, “Mitte der linken bzw. rechten Feldhälfte” und “linke bzw. rechte Außenseite” erscheint das Erkennen selbst aus relativ ungünstiger Beobachtungsposition zumindest möglich.

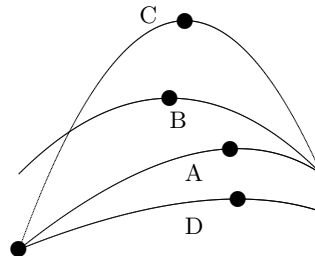


Bei Anklicken eines der Felder bietet das Programm die Nummern der Spieler an, aus denen die des Annehmers ausgewählt wird. Zu entscheiden bleibt, ob jeweils alle Nummern gezeigt werden, oder eine Vorauswahl aus Grundaufstellung und Rotation errechnet wird. Vermutlich ist das “Gesamtangebot” nicht zu unübersichtlich und ohnehin für die Programmgestaltung unkomplizierter.

Ohne nennenswerten zusätzlichen Aufwand kann das Programm so eingerichtet werden, dass Aufschlagasse mit dem jeweiligen Ort, an dem der Ball den Boden berührt hat, erfasst werden. Dazu wird im Menü für die Eingabe des Annahmespielers ein zusätzliches Feld ange-

boten, nach dessen Berührung das Feld für den Annahmeort mit der Aufschlagart als Ass gespeichert wird.

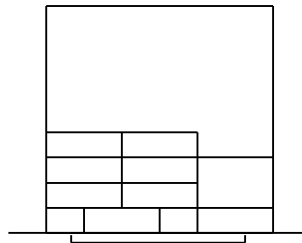
- *Flugbahn des 1. Passes*



Die vier angebotenen Kurven symbolisieren – von oben nach unten – einen im Bagger gespielten sehr hohen ersten Pass, eine Annahme im oberen Zuspiel, ein normal hohes unteres Zuspiel und eine sehr flache Annahme. Zusätzlich ist die Eingabemöglichkeit für einen Annahmefehler durch den Punkt am linken Ende der drei Kurven angedeutet.

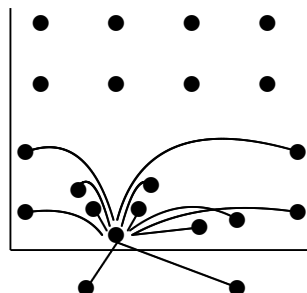
- *Zuspielort*

Die in der folgenden Grafik vorgeschlagene Einteilung des Feldes in Zuspielorte entspricht einer grundsätzlichen Bewertung in Bezug auf die Quantität und Qualität der Entscheidungsvarianten für den Zuspieler. Sie sollte andererseits so grob und übersichtlich sein, dass selbst aus ungünstigerer Beobachtungsposition die korrekte Eingabe noch möglich ist.



Nach Eingabe des Zuspielortes bietet das Programm ein Menü an, in dem ggf. festgehalten wird, durch wen das Zuspiel erfolgt ist.

- *Pass*



Die hier vorgeschlagene Darstellung ist symbolisch zu sehen. Sie soll dem Nutzer lediglich die Eingabe des beobachteten Passes erleichtern. Die Eingabe erfolgt durch Berührung des jeweiligen Punktes auf dem Schirm mit dem Eingabestift. Für Vorderspieler dargestellte Passvarianten sind (von links nach rechts bzw. von unten nach oben): halbhoch auf II, hoch auf II, Meterball über Kopf, Aufsteiger über Kopf, hoch auf IV, Meterball vorn, Aufsteiger vorn, zwischen III und IV, halbhoch auf IV und Schuss. Die für Rückraumspieler gestellten Pässe sind durch die Punkte im oberen Teil des Bildes dargestellt. Der untere symbolisiert einen halbhohen und der obere einen hohen Pass auf die jeweilige Position. Dazu enthält das Bild noch die Eingabepunkte für die Zuspielerfinte, den Zuspielerangriff und den Zuspielfehler. Selbstverständlich sind damit keineswegs alle möglichen Zuspielvarianten vertreten. Es scheint jedoch ohne weiteres möglich und sollte für die erste Phase der Erprobung in jedem Fall ausreichen, die Beobachtungen einer der angebotenen Kategorien zuzuordnen. Für die weitere Kategorisierung werden in *das erste Tempo* die beiden Aufsteiger und der Schuss, in *das zweite Tempo* die beiden Meterbälle, die halbhohen Pässe auf I, II, IV und VI sowie der Ball zwischen III und IV und alle übrigen Pässe in *das dritte Tempo* eingeordnet.

- *Laufweg des Schnellangreifers*



Nach Eingabe des Zuspielort und der Angriffsdaten wird in dieser Grafik lediglich festgehalten, ob sich der nicht angespielte Schnellangreifer hinter oder vor dem Zuspieler für einen Aufsteiger bzw. einen Schuss angeboten hat.

- *Angreifer* Die Trikotnummer des Angreifers wird direkt eingegeben. Sollte es im Hinblick auf Schirmaufteilung und Übersichtlichkeit der Eingabemaske möglich sein, kann das Programm eventuell eine aus Grundaufstellung (mit Auswechslungen) und Rotation sowie Pass errechnete Nummer anbieten, die zu bestätigen oder zu ändern wäre.
- *Angriffserfolg* Hier erfolgt lediglich eine Bewertung etwa mit +, – oder 0, wobei – wie oben angemerkt – mit \pm im Fall eines Punkterfolges der beobachteten Mannschaft bzw. des Gegners zu werten ist. Für das originäre Ziel des Analysesystems, die Zuspielerbeobachtung, genügt es, alle anderen Angriffe neutral zu bewerten. Eine weitere Differenzierung daraufhin, welche Mannschaft nach dem Angriff die Handlungsinitiative hat, ist ohne weiteres möglich. Die Ergänzung des Programms mit dem Ziel, auch Komponenten der Angreiferbeobachtung einzubeziehen, bedeutet geringen Mehraufwand, erhöht allerdings das Eingabepensum des Beobachters.
- *Rückstellknopf* Für die gelegentlich erforderliche Korrektur einer Eingabe sollte ein entsprechendes Feld bereitgestellt sein, bei dessen Berührung die Annullierung der jeweils letzten Eingabe erfolgt.

Als wiederholte Eingabeaktionen ergeben sich damit:

1.	Allgemeine Eingaben
2.	Satznummer und Netzseite
3.	Grundaufstellung (Liberio, Auswechslungen)
4.	Punkte und Rotationen
5.	Aufschlagart, Dankeball oder Angriff
6.	Annahmeort bzw. Ass
7.	Zuspielort
8.	Zuspieler
9.	Flugbahn der Annahme
10.	Pass
11.	Laufweg des Schnellangreifers
12.	Angreifer
13.	Angriffserfolg/-misserfolg

Jede ausgeführte Handlungskette Annahme – Zuspiel – Angriff erfordert demnach 8 (mit der vorausgehenden Aktion – Aufschlag, Dankeball oder Angriff – 9) Eingaben. Dadurch sind zunächst für die Gestaltung des Pro-

gramms in Bezug auf Effektivität, Übersichtlichkeit und Robustheit der Anwendung und in der Folge auch dem Nutzer ein hoher Anspruch gesetzt.

5.3 Datenstruktur

Jedes Eingabedatum erhält als Index die Satznummer, den aktuellen Satzstand und ggf. einen Zählindex für die Eingaben bei gleichem Satzstand. Dazu kommen die geeignet kodierten Eingaben für die Grundaufstellung im Satz, die Auswechslungen, jede Rotation, den Aufschlag, die Annahme, den Pass und den Angriff:

$$\text{Datensatz einer Aktion} = (i, A; \Downarrow; a, \alpha, \frown; z, \omega, \Leftarrow; |, \sigma; 0\pm),$$

wobei i für den Index steht, A für die Angabe, ob die Aktion auf eine Auszeit folgt oder in einer allgemeinen Stresssituation stattfindet, \Downarrow für die Aufschlagart, a für den Annahmeort, α für die Nummer des Annahmespielers, \frown für die Bahnkurve des ersten Passes, z für den Zuspielort, ω für die Trikotnummer des Zuspielers, \Leftarrow für den Pass, $|$ für den Laufweg des Schnellangreifers, σ für die Nummer des Angreifers und $0\pm$ für die Wertung des Angriffs. (Vgl. §1 des Anhangs.)

Um einen Eindruck vom entstehenden Rechenaufwand zu erhalten, sei zunächst daran erinnert, dass aus den 12 Eingabedaten im ersten Schritt Kategorien gebildet werden. Da für einen gegebenen Datensatz *jede* Kategorie für *jede* Komponente zu berücksichtigen ist, entstehen bereits aus der Eingabe für eine einzige Handlungskette circa 25 Kategoriesätze, die in etwa 70 zu erfassende Relationen eingehen. Rechnet man mit vielleicht 30 Annahmen pro Satz, dann umfasst die in einem Satz zu verarbeitende Datenmenge mindestens 2.100 Elemente. Natürlich erwachsen daraus keinerlei Kapazitätsprobleme, aber allein deshalb sollte die erforderliche Programmierung durch einen Fachmann erfolgen. Darüber hinaus zeigt diese Überschlagsrechnung, dass kein noch so versierter Volleyballkenner auch nur annähernd in der Lage sein kann, die Gesamtheit der vom Programm einbezogenen Zusammenhänge zu erfassen. Allerdings bleibt es eben wegen der nicht zu überschauenden Datenfülle tatsächlich der praktischen Erprobung überlassen, den Nutzen des Programms unter Beweis zu stellen.

5.4 Kategorisierung und Ermittlung bestehender Relationen

Jeder zu erfassenden Relation entspricht ein Paar von Kategorienfamilien – die zugehörige *Primär-* bzw. *Sekundärkategorie*. Aus den Eingabedaten

werden vom Programm alle erforderlichen Kategorien gebildet, die in die untersuchten Aspekte eingehen. Zur Unterscheidung trägt jeder Kategorie-satz noch seinen ursprünglichen Index. Für jede zu bildende Relation werden dann zunächst alle kategorisierten Daten *mit übereinstimmender Primärka-tegorie* zusammengefaßt. Anschließend wird die so gebildete Menge in die Teilmengen zerlegt, deren Elemente jeweils auch *dieselbe Sekundärkategorie* haben. Dann werden die betreffenden Raten berechnet.

5.5 Speicherung und Aktualisierung

Hier sollte durch den Programmierer ein ihm vertrautes und möglichst gängi-ges Programm entsprechend modifiziert werden, das insbesondere die Aus-gabe in üblichen Datenformaten anbietet, damit die spätere Weiterverarbei-tung der Daten auf anderen Rechnern gewährleistet ist. Zu prüfen ist dabei natürlich, in welchem Umfang Rechte, Lizenzen oder ähnliches betroffen sind.

5.6 Schwellenwerte

Die im Programm vorgegebenen Schwellenwerte können erst im Verlauf der praktischen Erprobung ermittelt werden. In seiner Endfassung enthält es ein Menü, in dem vom Anwender für jede der zu analysierenden Relationen ein entsprechender Schwellenwert eingestellt werden kann. Auch während der Benutzung des Programms sollten die Änderung dieser Einstellungen möglich und die neuen Werte unmittelbar Grundlage aller folgenden Be-rechnungen sein.

5.7 Ausgabe

Für jede auszuwertende Relation ist in einem entsprechend gestalteten Menü ein Feld anzulegen, das sich bei Erreichen des eingestellten Schwellenwertes deutlich verfärbt. Angesichts der geringen Ausmaße des Bildschirms und der großen Zahl von Relationen wird es wohl unvermeidlich sein, dass erst beim Überschreiten eines Schwellenwertes dieses Menü mit der hervorgehobenen Relation erscheint. Bei Anklicken des betreffenden Feldes öffnet sich dann ein Fenster, in dem die zugehörigen Daten explizit und/oder aufbereitet gezeigt werden.

6 Ausblick: Programmierung, Test, Erweiterungen

Gespräche mit W. Liepe, dem Geschäftsführer der *Informatics Consulting GmbH, Berlin* lassen die Fertigstellung einer ersten lauffähigen Version des Programms bis Ende des Jahres 2002 und einer Testversion bis Februar 2003 möglich erscheinen. Die von ihm veranschlagten Kosten für die Programmierung belaufen sich auf etwa **24.000 EURO**. Unter dieser Maßgabe könnte – bei erfolgreicher Klärung der Finanzierungsfrage – eine erweiterte Testserie des Analyseprogramms noch in der Endphase des Spieljahres 2002/2003 der 1. Bundesliga, speziell während der Play-offs, durchgeführt werden. Sollten die sich daraus ergebenden Änderungen keinen außergewöhnlichen Umfang annehmen, dann bestünde die Möglichkeit, eine nutzbare Version bis zur Qualifikation für die Junioren-WM bereitzustellen.

Sollte die Erprobung erfolgreich verlaufen, dann könnte auch über wünschenswerte Verbesserungen oder Erweiterungen entschieden und die kommerzielle Komponente bedacht werden.

7 Literatur

- [1] *Data Volley*. URL: www.dataprojectsport.com
- [2] A. KÜNKLER, P. SCHRAMM. *Die Details erfassen*. **Volleyball-Magazin 10 (2002)**, 37-38.
- [3] A. MEUSEL. *Durchblick*. **Volleyball-Magazin 10 (2002)**, 33-36.
- [4] A. PAPAGEORGIOU, B. BINKOWSKI. *Spielsteuerung während des Wettspiels*. **Sportwissenschaft und Sportpraxis 78 (1989)**, 157-168.
- [5] A. PAPAGEORGIOU, K. EHREN, B. KOSEL. *Gegnerbeobachtung im Volleyball*. **Sportwissenschaft und Sportpraxis 82 (1990)**, 121-153.
- [6] A. PAPAGEORGIOU, W. SPITZLEY. **Handbuch für Leistungsvolleyball**, 3. Auflage. Meyer & Meyer, Aachen, 2000.
- [7] *SIMIScout Sport*. URL: www.simi.com.
- [8] M. WARM. *Spielbeobachtung im Volleyball: Technikanalysen – Gegnervorbereitung – Wettkampf-Scouting – Leistungsanalyse*. **Diplomarbeit an der Trainerakademie Köln**, 1996.
- [9] M. WARM. *Mut zur Technik*. **Volleyball-Magazin 10 (2002)**, 39-41.

A Anhang

A.1 Die Kategorien

1	Läuferposition	L
2	Vorder-/Hinterspieler	Ξ
3	Aufschlagart	\Downarrow
4	Ass	\swarrow
5	Annahmeort	a
6	Bahnkurve	$($
7	Winkel zum Netz	\sphericalangle
8	Annahmezone	\equiv
9	Qualität der Annahme	\oplus
10	Annahmespieler	α
11	Position des Annahmespielers	Λ
12	Zuspielort	z
13	Netzseite des Zuspiels	\longleftrightarrow
14	Zuspielzone	\odot
15	Pass	\longleftrightarrow
16	Tempo	\nearrow
17	Zuspielerangriff	\downarrow
18	Zuspieler	ω
19	Angreifer	σ
20	Position des Angreifers	Σ
21	Angriffsbewertung	$0\pm$
22	Laufweg des Schnellangreifers	$ $
23	Schnellangreifer vor/hinter dem Zuspieler	\wedge
24	Schnellangreifer beim Zuspieler/Schuss	\sqcap
25	erste Aktion im Satz	1
26	Aktion nach Auszeit	1_A
27	mehr als 20 Satzpunkte	> 20
28	allgemeine Stresssituation	∇
29	Aktion nach Angreifermissersfolg	\parallel

A.2 Die Relationen und ihre Primär- und Sekundärkategorien

1	Läuferposition \bowtie Ass	(L, \nearrow)
2	Auftreffort \bowtie Ass	(a, \nearrow)
3	Läuferposition und Auftreffort \bowtie Ass	$(L, a; \nearrow)$
4	Annahmeort \bowtie Pass	$(a; \longleftrightarrow)$
5	Annahmeort \bowtie Zuspielerangriff	(a, \downarrow)
6	Annahmeort \bowtie Tempo	(a, \nearrow)
7	Winkel des ersten Passes zum Netz \bowtie Pass	$(\angle; \longleftrightarrow)$
8	Winkel des ersten Passes zum Netz \bowtie Tempo	$(\angle; \nearrow)$
9	Winkel des ersten Passes zum Netz \bowtie Zuspielerangriff	$(\angle; \downarrow)$
10	Annahmezone \bowtie Pass	$(\equiv; \longleftrightarrow)$
11	Annahmezone \bowtie Tempo	$(\equiv; \nearrow)$
12	Annahmezone \bowtie Zuspielerangriff	$(\equiv; \downarrow)$
13	Flugbahn der Annahme \bowtie Pass	$(\frown; \longleftrightarrow)$
14	Flugbahn der Annahme \bowtie Tempo	$(\frown; \nearrow)$
15	Flugbahn der Annahme \bowtie Zuspielerangriff	$(\frown; \downarrow)$
16	Zuspielort \bowtie Pass	$(z; \longleftrightarrow)$
17	Netzseite \bowtie Pass	$(\longleftrightarrow; \longleftrightarrow)$
18	Zuspielzone \bowtie Pass	$(\odot, \longleftrightarrow)$
19	Zuspielort \bowtie Tempo	$(z; \nearrow)$
20	Netzseite \bowtie Tempo	$(\longleftrightarrow; \nearrow)$
21	Zuspielzone \bowtie Tempo	(\odot, \nearrow)
22	Zuspielort und Flugbahn der Annahme \bowtie Zuspielerangriff	$(z, \frown; \downarrow)$
23	Netzseite und Flugbahn der Annahme \bowtie Zuspielerangriff	$(\longleftrightarrow, \frown; \downarrow)$
24	Zuspielzone und Flugbahn der Annahme \bowtie Zuspielerangriff	$(\odot, \frown; \downarrow)$
25	Pass \bowtie Angreifer	$(\longleftrightarrow; \sigma)$
26	Pass \bowtie Angreiferposition	$(\longleftrightarrow; \Sigma)$
27	Pass \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(\longleftrightarrow; \Sigma, \Xi)$
28	Tempo \bowtie Angreifer	$(\nearrow; \sigma)$

29	Tempo \bowtie Angreiferposition	$(\nearrow; \Sigma)$
30	Tempo \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(\nearrow; \sigma, \Xi)$
31	Annehmer \bowtie Angreifer	$(\alpha; \sigma)$
32	Aktion nach Angreifermissersfolg	$(\parallel; \sigma)$
33	erste Aktion im Satz \bowtie Pass	$(1; \iff)$
34	erste Aktion im Satz \bowtie Tempo	$(1; \nearrow)$
35	erste Aktion im Satz \bowtie Angreifer	$(1; \sigma)$
36	erste Aktion im Satz \bowtie Angreiferposition	$(1; \Sigma)$
37	erste Aktion im Satz \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(1; \Sigma, \Xi)$
38	Aktion nach Auszeit \bowtie Pass	$(1_A; \iff)$
39	Aktion nach Auszeit \bowtie Tempo	$(1_A; \nearrow)$
40	Aktion nach Auszeit \bowtie Angreifer	$(1_A; \sigma)$
41	Aktion nach Auszeit \bowtie Angreiferposition	$(1_A; \Sigma)$
42	Aktion nach Auszeit \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(1_A; \Sigma, \Xi)$
43	mehr als 20 Satzpunkte \bowtie Pass	$(> 20; \iff)$
44	mehr als 20 Satzpunkte \bowtie Tempo	$(> 20; \nearrow)$
45	mehr als 20 Satzpunkte \bowtie Angreifer	$(> 20; \sigma)$
46	mehr als 20 Satzpunkte \bowtie Angreiferposition	$(> 20; \Sigma)$
47	mehr als 20 Satzpunkte \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(> 20; \Sigma, \Xi)$
48	allgemeine Stresssituation \bowtie Pass	$(\nabla; \iff)$
49	allgemeine Stresssituation \bowtie Tempo	$(\nabla; \nearrow)$
50	allgemeine Stresssituation \bowtie Angreifer	$(\nabla; \sigma)$
51	allgemeine Stresssituation \bowtie Angreiferposition	$(\nabla; \Sigma)$
52	allgemeine Stresssituation \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(\nabla; \Sigma, \Xi)$
53	Annehmer \bowtie Annahmequalität	$(\alpha; \oplus)$
54	Aufschlag \bowtie Annahmequalität	$(\Downarrow; \oplus)$
55	Aufschlag und Annehmer \bowtie Annahmequalität	$(\Downarrow, \alpha; \oplus)$
56	Laufweg des Schnellangreifers \bowtie Pass	$(\mid; \iff)$
57	Laufweg des Schnellangreifers \bowtie Tempo	$(\mid; \nearrow)$
58	Laufweg des Schnellangreifers \bowtie Angreifer	$(\mid; \sigma)$
59	Laufweg des Schnellangreifers \bowtie Angreiferposition	$(\mid; \Sigma)$
60	Laufweg des Schnellangreifers \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(\mid; \Sigma, \Xi)$

61	Schnellangreifer vor/hinter dem Zuspieler \bowtie Pass	$(\wedge; \iff)$
62	Schnellangreifer vor/hinter dem Zuspieler \bowtie Tempo	$(\wedge; \nearrow)$
63	Schnellangreifer vor/hinter dem Zuspieler \bowtie Angreifer	$(\wedge; \sigma)$
64	Schnellangreifer vor/hinter dem Zuspieler \bowtie Angreiferposition	$(\wedge; \Sigma)$
65	Schnellangreifer vor/hinter dem Zuspieler \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(\wedge; \Sigma, \Xi)$
66	Schnellangreifer beim Zuspieler/Schuss \bowtie Pass	$(\sqcap; \iff)$
67	Schnellangreifer beim Zuspieler/Schuss \bowtie Tempo	$(\sqcap; \nearrow)$
68	Schnellangreifer beim Zuspieler/Schuss \bowtie Angreifer	$(\sqcap; \sigma)$
69	Schnellangreifer beim Zuspieler/Schuss \bowtie Angreiferposition	$(\sqcap; \Sigma)$
70	Schnellangreifer beim Zuspieler/Schuss \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(\sqcap; \Sigma, \Xi)$
71	Zuspieler \bowtie Angreifer	(ω, σ)
72	Zuspieler \bowtie Angreiferposition	$(\omega; \Sigma)$
73	Zuspieler \bowtie Angreifer vorn/hinten	$(\omega; \Sigma, \Xi)$

A.3 Die Programmschritte

1. Allgemeine Eingaben:

Für **Tag**, **Uhrzeit**, **Spielort**, **Halle**, **Wettkampftart** (Hier ist speziell einzugeben, ob es sich um ein Spiel handelt, in dem bei erstmaligem Erreichen von 8 bzw. 16 Punkten durch eine Mannschaft eine **technische Auszeit** eintritt.), **Mannschaften** und **Bemerkungen** sind Felder für Text- und Zahlenangaben vorzusehen, die nicht weiter verwandt werden vom Programm.

2. Satzspezifische Eingaben:

- Die **Satznummer** $\in \{1, 2, 3, 4, 5\}$ geht in den Aktionsindex ein.
- Die **Netzseite** (links bzw. rechts) spielt bei der entsprechenden Ausrichtung der Feldgrafiken für die Eingaben eine Rolle. Eventuell sollte auch bei anderer Beobachterposition eine korrespondierende Ausrichtung gewählt werden können, z.B. senkrecht zum Netz.

- Die **Grundaufstellung** ergibt ein 6-Tupel natürlicher Zahlen zwischen 1 und 99, $(x_I, x_{II}, x_{III}, x_{IV}, x_V, x_{VI})$, sowie eine gesondert zu erfassende Zahl aus demselben Bereich für die **Trikotnummer des Libero**.
- Bei jeder **Rotation**, die über einen betreffenden Knopf auf der Oberfläche eingegeben wird, werden die Zahlen im Tupel zyklisch um eine Position nach links verschoben.
- Bei einer **Auswechslung**, die ebenfalls über einen entsprechenden Eingabeknopf angekündigt wird, erscheint das Eingabefeld der Grundaufstellung, in dem die Trikotnummer des ausgewechselten Spielers durch die des eingewechselten Spielers ersetzt wird.
- In der Grundaufstellung ist der **Zuspieler** zu markieren. Sollte bekannt sein, dass die Mannschaft mit **2 Zuspielern** spielt, dann muss bei der internen Verarbeitung jeder Datensatz dem betreffenden Zuspieler zugeordnet werden. Alle Berechnungen haben dann für jeden Zuspieler separat zu erfolgen.
- Für die **Rückwechslung** gibt es einen gesonderten Eingabeknopf, weil es hier ausreicht, den ausgewechselten Spieler anzugeben. Das Programm fügt die Trikotnummer des zurückgewechselten Spielers wieder ein.
- Der **Spielstand**, ein geordnetes Paar natürlicher Zahlen von 0 bis mindestens 50, wird ständig angezeigt. In einigen Fällen (bei Assen, Erfolg bzw. Misserfolg des Angreifers, Annahme- oder Zuspielfehler) ändert das Programm ihn selbständig. Seine Änderung muss aber auch stets über die Oberfläche vom Nutzer ausgelöst werden können. Dazu sollte einfach das Feld für den Punktstand der betreffenden Mannschaft berührt werden, woraufhin das Programm diesen um 1 erhöht. Allerdings muss auch die **Korrektur durch Zahleneingabe** möglich sein, z.B. bei Eingabefehlern oder Annullierung von Punkten. Zu Beginn eines Satzes, etwa bei Eingabe der neuen Satznummer, wird der Punktstand jeweils auf $(0, 0)$ gesetzt.
- Für die Eingabe der beiden möglichen **Auszeiten** jeder Mannschaft muss ein Feld mit einem Zähler vorgesehen werden. In den Index der folgenden Aktion geht diese Angabe ein.
- Das Programm hat ein Eingabefeld für **allgemeine Stresssituationen**, die der Nutzer erkennt. Über dieses Feld werden der

Anfang und das Ende der Situation eingegeben. Diese Information geht in den Index jeder dazwischen stattfindenden Aktion ein. Mit dem Satzende erlischt diese Einstellung.

- Es sollte ein **Rückstellknopf** vorgesehen werden, der die Korrektur der vorausgegangenen Eingabe bewirkt.

3. *Aktionseingaben:*

- Die Art des **Aufschlags** wird durch eine Zahl von 1 bis 4 kodiert, eventuell noch eine 0 für einen Aufschlagfehler (dessen Eingabe dann vorzusehen ist).
- Die Eingabe des **Annahmeortes** ergibt eine Feldnummer zwischen 1 und 12.
- Für die Eingabe des **Annahmespielers** bietet das Programm nach oder neben der Eingabe des Annahmeortes die aktuelle Aufstellung (Grundaufstellung mit Auswechslungen) plus Libero (Feld "L") sowie Annahmefehler an, in der die betreffende Nummer angetippt wird. Die Eingabe "Ass" kann intern etwa durch die Zahl 0 dargestellt werden.
- Die **Bahnkurve** ergibt eine Zahl zwischen 0 (Annahmefehler) und 4.
- Der **Zuspielort** ist eine Zahl zwischen 1 und 10.
- Der **Pass** ist durch eine Zahl zwischen 0 (Zuspielfehler) und 20 repräsentiert, von denen aber die Zahlen 19 (Zuspielfinte) und 20 (Zuspielerangriff) als Angriffsaktionen zu verarbeiten sind.
- Der **Laufweg des Schnellangreifers** ist kodiert durch 1, 2 oder 3.
- Das Programm muss ein Eingabefeld für den **Zuspieler** bereithalten. Im Falle eines einzigen Zuspielers wird hierüber lediglich der eventuelle Feldzuspieler eingegeben. Sollte die nächste Eingabe (Angriff) erfolgen, ohne dass hier ein Spieler gewählt wurde, dann ordnet das Programm die Aktion automatisch dem Zuspieler zu. Für zwei Zuspieler sollte die Wahl zwischen diesen beiden vorgegeben, die übrigen Möglichkeiten aber ebenfalls angeboten werden.
- Die Eingabe des **Angreifers** geschieht über die Auswahl aus der aktuellen Aufstellung (ohne Libero und Zuspieler).

- Der **Angriffserfolg** wird erfasst als $-$ (Fehler, d.h. Punkt für den Gegner), 0 oder $+$ (Erfolg, d.h. Punkt für die beobachtete Mannschaft).
- Als Grundsatz sollte gelten, dass bei Auslassen einer Eingabe das Programm zunächst darauf aufmerksam macht, bei Abschluss der Eingabe einer Handlungskette an die betreffende Stelle dann einen speziellen Wert (z.B. -1) setzt, der in der Weiterverarbeitung berücksichtigt wird.
- Der **Abschluss** der Eingabe eines Datensatzes sollte der Einfachheit halber durch verschiedene Aktionen erfolgen: nächster Aufschlag, Änderung des Satzstandes, Auszeit, Auswechslung oder über einen **Endknopf**. Hier ist die vollständige Berücksichtigung aller Möglichkeiten wichtig, um “hängende Situationen” zu vermeiden.

4. Aktueller Datensatz

Wie im Text beschrieben besteht ein aktueller Datensatz,

$$\text{Datensatz einer Aktion} = (i, A; \Downarrow; a, \alpha, \curvearrowright; z, \omega, \iff; |, \sigma; 0\pm),$$

aus folgenden Komponenten:

- $i = (s; n_1, n_2; \iota) \in \{1, 2, 3, 4, 5\} \times \mathbf{N} \times \mathbf{N} \times \mathbf{N}$: “Index”, der die Satznummer s , den aktuellen Satzstand (n_1, n_2) und ggf. einen Zähler ι für Eingaben bei gleichem Satzstand, d.h. innerhalb eines Ballwechsels, umfasst. Die aktuelle Aufstellung und die momentane Rotation bzw. Verweise auf sie gehören ebenfalls zum Index.
- $A \in \{0, 1, 2\}$: Marke, die etwa $= 1$ ist, falls es sich um die erste Aktion nach einer Auszeit handelt, $= 2$, falls eine Stresssituation besteht und sonst $= 0$ gesetzt wird.
- $\Downarrow \in \{0, 1, 2, 3, 4\}$: Aufschlagfehler bzw. Aufschlagart
- $a \in \{1, \dots, 12\}$: Annahmeort
- $\alpha \in \{1, \dots, 99\}$: Trikotnummer des Annahmespielers
- $\curvearrowright \in \{0, 1, 2, 3, 4\}$: Annahmefehler bzw. Bahnkurve des ersten Passes
- $z \in \{1, \dots, 10\}$: Zuspielort
- $\omega \in \{1, \dots, 99\}$: Trikotnummer des Zuspielers

- $\iff \in \{0, \dots, 20\}$: Zuspielfehler bzw. Pass bzw. Zuspielerfinte bzw. Zuspielerangriff
- $l \in \{1, 2, 3\}$: Laufweg des Schnellangreifers
- $\sigma \in \{1, \dots, 99\}$: Trikotnummer des Angreifers
- $0 \pm \in \{-1, 0, +1\}$: Angriffsbewertung

Der Zähler ι wird bei jeder Änderung des Satzstandes auf 0 gestellt und nach Abschluss der Eingabe einer Handlungskette um 1 erhöht bis der Punktstand geändert wird. Für $\iota > 0$ enthält der folgende Datensatz **keinen Aufschlag**. Bei einer Änderung des Satzstandes, einer Auszeit oder Auswechslung beginnt mit dem neuen Index eine neue Zählung. Nach Abschluss des Datensatzes wird dieser gespeichert. Sind zu diesem Zeitpunkt einige Komponenten noch ohne Eintrag, dann setzt das Programm einen gesonderten Wert, z.B. -1 , an diese Stellen. Dadurch soll gewährleistet werden, dass die anderen Einträge nicht verloren gehen, der komplette Datensatz aber **nicht für die Bildung von Relationen berücksichtigt wird, an denen ausgelassene Einträge beteiligt sind**.

5. *Kategorien*

Die vom Programm in der ersten Version zu bildenden Kategorien sind im Text bzw. im ersten Teil des Anhangs festgelegt. Die aus den Datensätzen gebildeten müssen nicht gespeichert oder separat abgelegt werden, sondern können direkt bei der Zusammenfassung der Relationen gebildet werden. Für die Ausgabe im Zusammenhang mit der Analyse nach Spielende, eventuell auch bei der Anzeige von Relationen, deren Raten den entsprechenden Schwellenwert überschreiten, können sie ebenfalls aus den gespeicherten Eingabedaten aktuell berechnet werden. Ob es für die Gestaltung des Programms günstiger ist, sie zu speichern, ist beim Programmieren zu entscheiden.

6. *Relationen*

Der Text und Anhang 2 enthalten die zunächst zu bildenden Relationen mit den zugehörigen Primär- und Sekundärkategorien. Mit jedem gespeicherten Datensatz, der in Bezug auf die betrachtete Relation komplett ist, d.h. an keiner der verwandten Stellen -1 enthält, wird jede Relation entsprechend ergänzt. Dann sind in jeder Relation R alle

Tripel $(i; x, y)$ zusammenzufassen, deren Primärkategorien übereinstimmen. Diese Teilrelationen

$$R_X := \{(i; x, y) \mid x = X\} \subset R$$

sind anschließend weiter einzuteilen in die Mengen, bei denen auch die Sekundärkategorien denselben Eintrag enthalten,

$$R_{X,Y} := \{(i; x, y) \mid x = X, y = Y\} \subset R_X \subset R.$$

Mit jedem neuen Datensatz bleibt jede der Mengen R , R_X , $R_{X,Y}$ gleich oder erhält ein weiteres Element.

7. *Raten*

Nachdem alle Mengen R , R_X , $R_{X,Y}$ gebildet sind, werden für jedes R_X , das **mindestens fünf Elemente umfasst, und alle Teilmengen $R_{X,Y}$ mit $R_{X,Y} \neq \emptyset$** die zugehörigen Raten berechnet,

$$r_{X,Y} := \frac{\#(R_{X,Y})}{\#(R_X)}.$$

8. *Ausgaben*

Vor dem Spiel sind vom Nutzer für jede der möglichen Relationen Schwellenwerte ε_R mit $0 < \varepsilon_R \leq 1$ einzugeben. Dafür ist ein entsprechendes Menü einzurichten. Als Vereinbarung sollte gelten, dass **bei fehlender Eingabe, d.h. keiner Änderung des vom Programm vorgegebenen Wertes 0, die Relationen und ihre Teilmengen zwar gebildet und gespeichert, aber die betreffenden Raten nicht berechnet werden**. Unmittelbar nach ihrer Ermittlung werden die berechneten Raten $r_{X,Y}$ mit dem Schwellenwert verglichen. Tritt der Fall

$$r_{X,Y} > \varepsilon_R$$

ein, dann gibt das Programm die Information aus, für welche Relation der Schwellenwert überschritten wurde. **Dadurch darf die weitere Eingabe nicht behindert werden**. Es kann also durchaus sein, dass bereits mit der folgenden Eingabe die Rate wieder unter den Schwellenwert fällt. Als Material über den Spielverlauf ist es interessant, die mit den Satzständen parametrisierte Folge aller Raten zu speichern. Der Nutzer kann bei passender Gelegenheit ein Menü öffnen, in dem

die Relation R , in der eine Rate $r_{X,Y}$ den Schwellenwert übersteigt, zusammen mit den anderen Raten $r_{X,Y'}, Y' \neq Y$, und den zugehörigen Anzahlen $\#(R_X), \#(R_{X,Y})$ angezeigt werden. Es sollte ständig möglich sein, bei jeder Relation R nachzusehen, welcher Schwellenwert vorgegeben war, welchen momentanen Wert die Raten haben und für welche der Mengen $R_X, R_{X,Y}$ die Bedingungen $\#(R_X) > 5$ und $R_{X,Y} \neq \emptyset$ gerade erfüllt sind.

Auch während des Spiels muss es stets möglich sein, die Schwellenwerte zu verändern. Nach Änderung findet der Vergleich sofort mit dem neuen Wert statt.

Insbesondere gilt es, bei jetzt mehr als 70 Relationen eine geeignete Form der Darstellung, sowohl für die Ein- als auch für die Ausgabe aller erforderlichen und interessanten Werte zu finden.