FAKULTÄT
FÜR !NFORMATIK
Faculty of Informatics

Visualisierung von Eishockeystatistiken auf mobilen Endgeräten

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

im Rahmen des Studiums

Medieninformatik

eingereicht von

Benjamin Beer
Matrikelnummer 0655818

an der
Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuung
Betreuer: Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Eduard Gröller
Mitwirkung: Dipl.-Ing. Johanna Schmidt

Wien, December 1, 2013 _____ _____
(Unterschrift Verfasser) (Unterschrift Betreuer)

Erklärung zur Verfassung der Arbeit

Benjamin Beer
Lilienthalgasse 13/1/10, 1030 Wien

Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.

(Ort, Datum)	(Unterschrift Verfasser)

Abstract

The last few years brought big progress in the field of Information Visualization. There are many new and interesting ways to process and visualize the huge amount of data we collect in our everyday lifes, to make it easier to understand the meaning of the data. Nevertheless it is surprising, that it is very hard to find literature about visualizations of sport statistics, even though this data poses interesting challenges for finding and evaluating new visualization methods. In this thesis we evaluate and examine sport statistics, particularly icehockey statistics and we are looking for existing and new ways, to visualize them. In particular we are focusing on methods, which are suitable for mobile devices like smartphones and tablets, because those have totally different requirements than normal desktop computers. We also build a prototype, which visualizes different icehockey statistics: one to get the most important information of a league on one screen (league standings, past and future games), and a visualization, where the user can compare the statistics of two teams. We evaluated our method by comparing it with a regular table of statistics. Despite showing the strengths and weaknesses of the new method, the evaluation also posed some interesting approaches for future work in the area of sports visualization on mobile devices.

Kurzfassung

In der Informationsvisualisierung wurden in den letzten Jahren viele erfolgversprechende Ergebnisse erzielt, um die immer größeren Datenmengen, die uns im täglichen Leben umgeben, fassbarer und besser verständlich aufzubereiten. Erstaunlicher ist es aber, dass es aus diesem Forschungsbereich vergleichsweise wenig Literatur über Sportstatistiken gibt, obwohl diese eine interessante Herausforderung zum Erforschen passender Visualisierungstechniken darstellen. In dieser Arbeit wird deshalb der Sport und hier insbesondere Statistiken aus dem Eishockeybereich in den Mittelpunkt gestellt. Es wird versucht, dafür geeignete Visualisierungsmöglichkeiten zu finden. Im Besonderen wird dabei darauf geachtet, dass die Methoden auch für mobile Endgeräte, wie Smartphones und Tablets, geeignet sind. Es wird ein Prototyp entworfen, der verschiedene Statistiken visualisiert: einerseits können die wichtigsten Informationen einer Liga auf einem Screen dargestellt werden (Ligastand, vergangene und zukünftige Spiele), und andererseits können die Statistiken zweier Teams direkt miteinander verglichen werden. Um die neue Visualisierungsmethode zu evaluieren, wurde sie in einem Versuch mit einer klassischen Tabellenansicht verglichen. Die Ergebnisse aus dem Versuch zeigen neben den Stärken und Schwächen der neuen Methode auch interessante Möglichkeiten zur Verbesserungen für Sportvisualisierungen im mobilen Bereich auf.

Inhaltsverzeichnis

Abstract ii

Kurzfassung iii

Inhaltsverzeichnis v

1 Einführung 1
- 1.1 Motivation . . . 1
- 1.2 Problemstellung . . . 2
- 1.3 Ziele der Arbeit . . . 2
- 1.4 Struktur . . . 3

2 Stand der Technik 5
- 2.1 Informationsvisualisierung . . . 5
- 2.2 Sportvisualisierung . . . 6
- 2.3 Visualisierung im Eishockeysport . . . 16
- 2.4 Softwareentwicklung für mobile Geräte . . . 18

3 Analysen und Datenerhebung 27
- 3.1 Eishockeysport . . . 27
- 3.2 Statistiken im Eishockeysport . . . 29
- 3.3 Befragung und Auswertung . . . 31
- 3.4 Entwürfe für GUI Oberflächen . . . 38
- 3.5 Testdaten . . . 43

4 Implementierung 45
- 4.1 Datenhaltung und Datenbank . . . 45
- 4.2 Architektur . . . 48
- 4.3 Server und Webservices . . . 50
- 4.4 Client und GUI . . . 54

5 Evaluierung 67
- 5.1 Befragung . . . 67
- 5.2 Diskussion der Umfrageergebnisse . . . 72

5.3 Ergebnisse zu Speicherverbrauch und Geschwindigkeit 73

6 Zusammenfassung und Ausblick **75**
6.1 Erweiterungen und zukünftige Verbesserungen 75
6.2 Zusammenfassung 76

Literaturverzeichnis **79**

Abbildungsverzeichnis **83**

Tabellenverzeichnis **87**

A Der Fragebogen **89**

KAPITEL 1

Einführung

1.1 Motivation

Statistiken spielen in vielen unserer Lebensbereiche eine wichtige und große Rolle. Vor allem durch die rasante Entwicklung der Informationstechnologie, den mobilen Geräten und dem Internet, werden erstens immer mehr Daten gesammelt und zweitens immer mehr Informationen in immer kürzeren Abständen verfügbar. Diese Flut an Daten und Informationen ist für die meisten Menschen nicht mehr fassbar, was dazu führt, dass häufig auch äußerst interessante Zusammenhänge nicht mehr erkannt werden können. Genau hier soll die Informationsvisualisierung eine Stütze sein. Sie soll es uns ermöglichen, die riesigen Datenmengen so wahrzunehmen, dass wir darin einfach und schnell die Informationen finden, die für uns relevant sind. Außerdem sollen wir durch geschickte Visualisierungen neue Zusammenhänge in den Daten entdecken können.

Informationen, Daten und Statistiken werden in unterschiedlichen Bereichen gesammelt, sei es in der Politik, der Wirtschaft, dem Risikomanagement oder auch dem Sport. Gerade hier sammeln sich viele interessante Daten an, die uns dabei helfen sollen, näher mit dem Geschehen in Verbindung zu treten. Gerade im nordamerikanischen Raum sind Statistiken ein äußerst wichtiger Teil für alle Beteiligten im Sport, also für aktive Sportler, Trainer, Offizielle, Medien und vor allem auch für Fans und Zuseher. Dieser Trend ist auch immer mehr in Europa zu beobachten. Es reichen nicht mehr einfache Tabellen, die den aktuellen Stand einer Liga und das Torverhältnis einer Sportart darstellen, sondern jede Sportart wird zerlegt bis in ihre kleinsten Details: welcher Spieler ist wie weit gelaufen? Wer hat im Verlauf einer Saison die meisten Tore in den ersten Spielminuten erzählt, danach aber weniger? Welche Kräfte wirken auf einen Boxer bei einem Treffer? In welchen Teil des Spielfeldes hat der Tennisspieler am öftesten serviert? Mit wie viel Kilometer pro Stunde wurde der Ball ins Tor befördert? Solche Fragen sind es, die einerseits geschickte Analysen und Aufzeichnungen erfordern, andererseits aber eben auch eine entsprechende Darstellung. Die breite Masse will sich nicht tausende Tabellen durchlesen, um irgendwelche besonderen Zusammenhänge zu erkennen, sondern die Zusammenhänge sollten offensichtlich und schnell erkenntlich sein.

Eishockey ist ein Sport, der sehr stark von Statistiken lebt, weshalb in dieser Arbeit speziell auf diese Sportart eingegangen wird. Dadurch, dass die National Hockey League aus Nordamerika die stärkste Liga der Welt ist, werden hier seit Jahren Statistiken gepflegt und immer wieder erweitert. Es bieten sich hier selbstverständlich auch besonders viele Daten an, die man sammeln kann. Weiters ist Eishockey ein extrem schneller, taktisch anspruchsvoller und unterhaltsamer Sport, womit die intensivere Auseinandersetzung damit vor allem auch viel Freude bereitet.

1.2 Problemstellung

Wie oben beschrieben, werden im Eishockeysport tausende Informationen gesammelt, von Torschüssen, Assists (einen Assist bekommen die beiden Spieler zugesprochen, die vor dem eigentlichen Torschützen den Puck gehalten haben, und somit indirekt zum Torerfolg beigetragen haben), Strafminuten bis hin zu Schusspositionen und Einsatzzeiten. All diese Daten bringen normal relativ wenig, wenn sie, wie üblich, tabellarisch aufbereitet werden. Meist verlieren die Benutzer schnell das Interesse, sich mit solch überladenen Tabellen zu beschäftigen, insbesondere deshalb, weil man daraus ohne größeren Aufwand nichts Besonderes herauslesen kann. Auch die bekannten üblichen Aufbereitungsmöglichkeiten, wie einfache Diagramme, haben nur begrenzte Möglichkeiten, Zusammenhänge zwischen verschiedenen Dimensionen der Daten zu präsentieren. Weiters gibt es zwar bereits Ansätze aus der Informationsvisualisierung, um die Daten besser aufzubereiten, diese sind aber großteils für normale Bildschirmgrößen ausgelegt und außerdem oftmals nur für sehr begrenzte Einsatzzwecke geeignet. Nachdem sich in den letzten Jahren die Informationsbeschaffung immer mehr auf Smartphones und Tablets verschoben hat, sind diese Ansätze aber meist ungeeignet und somit wieder eher in den Hintergrund gerückt. Somit ergeben sich zusammengefasst folgende Problematiken, die in dieser Arbeit behandelt werden:

- Unmengen an Daten werden gesammelt, die in klassischer textueller Form nicht mehr sinnvoll auszuwerten sind.
- Die bisher von der Informationsvisualisierung gelieferten Möglichkeiten zur besseren Aufbereitung, sind großteils nur unzureichend für mobile Geräte geeignet.
- Gerade aus dem Eishockeybereich gibt es sehr wenig Literatur, die sich mit entsprechender Aufbereitung von Statistiken beschäftigt.

1.3 Ziele der Arbeit

In erster Linie wurde evaluiert, welche Daten und Informationen für die verschiedenen Benutzergruppen wichtig sind, also welche Daten die Fans, den Trainerstab oder die Athleten selbst interessieren könnten. Dazu werden auch die Gewohnheiten der einzelnen Benutzergruppen näher betrachtet, nämlich wozu die Daten genutzt werden, woher die Informationen bezogen werden, welche Daten fehlen und womit die Benutzer bereits zufrieden sind. Im zweiten Schritt wurde ein Softwareprototyp entwickelt, der Statistiken aus dem Eishockeysport sinnvoll visualisiert. Bei der Auswahl und der Implementierung wurde vor allem darauf geachtet, dass die Software

für den Einsatz auf mobilen Geräten wie Smartphones geeignet ist. Weiters wurden die verschiedenen Interaktionsmöglichkeiten zur Bedienung näher betrachtet, vor allem der Vergleich von klassischer Bedienung mit Maus und Tastatur und Fingerbedienung auf mobilen Geräten. Im Folgenden sind die Forschungsfragen der weiteren Arbeit noch einmal zusammengefasst:

- Welche Daten sind für die verschiedenen Benutzergruppen wichtig?
- Wie können große Datenmengen intelligent gespeichert und verarbeitet werden, vor allem um sie für mobile Geräte zugänglich zu machen?
- Wie können die Daten auf mobilen Geräten so präsentiert werden, dass sowohl der Überblick gewahrt bleibt, als auch weitere interessante Details betrachtet werden können?
- Welche Darstellungsmöglichkeiten gibt es für welche Daten?
- Wie ermöglicht man dem Benutzer eine intuitive Bedienung der Applikation, ohne dabei auf eine gute Datendarstellung verzichten zu müssen?

1.4 Struktur

Nachdem in diesem Kapitel die Problemstellung und die Forschungsziele dieser Arbeit besprochen wurden, wird in Kapitel 2 der derzeitige Forschungsstand aus den Bereichen Informationsvisualisierung, Sportvisualisierung und Visualisierungen auf mobilen Endgeräten näher betrachtet und einige ausgewählte Ergebnisse vorgestellt. In Kapitel 3 wird die Befragung der betroffenen Benutzergruppen analysiert. Außerdem werden die für Visualisierungen geeigneten Daten aus dem Eishockeysport näher betrachtet und Entwürfe für die zukünftige Software vorgestellt. In Kapitel 4 wird die eigentliche Implementierung des Softwareprototypen näher betrachtet und auf interessante Details eingegangen. Der Prototyp wird im Kapitel 5 mit klassischen Methoden verglichen und Vor- und Nachteile aufgezeigt. Es werden auch weitere Verbesserungsmöglichkeiten der Software behandelt. Abschließend werden die Ergebnisse der Arbeit noch einmal im Kapitel 6 zusammengefasst und ein Ausblick auf mögliche zukünftige Forschungen in diesem Bereich gegeben.

Zur besseren Lesbarkeit und Verständlichkeit der Arbeit wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit auf genderneutrale Formulierungen verzichtet. Bei Ausdrücken wie *Spieler*, *Teilnehmer* oder *Zuseher* sind in weiterer Folge immer beide Geschlechter zu verstehen (*der/die Spieler/-in*, *der/die Teilnehmer/-in*, *der/die Zuseher/-in*, etc.).

KAPITEL 2

Stand der Technik

2.1 Informationsvisualisierung

Die Visualisierung von Daten, Statistiken und Informationen hat sich in den letzten 20 Jahren immer mehr zu einem eigenständigen, großen Forschungsgebiet entwickelt. Durch den schnellen Fortschritt der Hardwareentwicklung und auch immer intelligentere Software wurde die automatisierte Sammlung und Aufbereitung von riesigen Datenmengen immer einfacher, billiger und schneller. Diese Datenmengen werden nicht nur durch immer mehr und besser vernetzte Teilnehmer (soziale Netzwerke, Blogs, etc.) per Hand eingegeben und generiert, sondern häufig durch Sensoren, Überprüfungs- und Überwachungssysteme aufgezeichnet. Es sind hier weder Grenzen in verschiedenen Lebensbereichen zu finden, noch in der Art der Daten, die aufgezeichnet werden. Ob bewusst oder unbewusst, jeder einzelne Mensch produziert täglich selbst Unmengen an Daten, vom einfachen Pulsmesser beim Sport bis zu hochgeladenen Fotoalben und selbst aufgenommener Musik. Hier einige Beispiele an typischen Daten, die angesammelt und gespeichert werden:

- Bankomat- und Kreditkartenzahlungen
- Log-Ins und Log-Outs in verschiedensten Onlinediensten
- Medizinische Daten
- Telefon- und allgemeine Verbindungsaufzeichnungen
- Millionen von Bildern, die täglich in soziale Netze geladen werden
- Klimamessstationen, die automatisiert Werte erheben und speichern
- Meinungsforschungsdaten
- Sportstatistiken

- Durch staatliche Behörden erhobene Daten (über Personen, Firmen, usw.)
- ...

Diese Auflistung könnte beliebig erweitert werden. Standardmäßig werden soviele unterschiedliche Parameter wie möglich gesammelt. Somit entstehen sehr komplexe, hochdimensionale Datensammlungen. Die Daten werden vor allem deswegen gesammelt, weil man in diesen Potential für neue, wertvolle Informationen sieht. Um diese Informationen aber auch herauslesen zu können, müssen die Daten entsprechend ausgewertet und dargestellt werden. Mit klassischer Textausgabe kann man aber immer nur sehr kleine Teile des Gesamten erfassbar machen, womit der große Zusammenhang, der möglicherweise zwischen den vielen Dimensionen der Daten liegt, verloren geht. Kann man also aus diesen Daten keine zusätzlichen Informationen herauslesen, werden sie unbrauchbar.

Informationsvisualisierung setzt genau bei diesem Problem an und versucht die Daten entsprechend so aufzubereiten, dass sie dem Menschen nützliche Informationen liefern. Neben der allgemeinen Darstellung der Informationen ist auch die Interaktion ein wichtiger Teil der Informationsvisualisierung. Eine interaktive Darstellung bringt dem Benutzer wesentliche Vorteile, weil die Informationen so präsentiert werden können, wie es für die Benutzer am sinnvollsten ist. Informationsvisualisierung in Kombination mit Interaktionsmöglichkeiten wird in der Literatur als „Visual Data Mining“ bezeichnet. Mehr allgemeine Informationen zum Thema „Visual Data Mining“ und eine gute Einführung in das Thema findet man auch in den Arbeiten von Keim [Kei02] oder Ware [War04].

Einer der am besten erforschten und bekanntesten Methoden der Informationsvisualisierung sind parallele Koordinatensysteme und Treemaps (siehe Abbildung 2.1 und 2.2. Bei parallelen Koordinatensystemen werden auf mehreren parallel ausgerichteten Achsen verschiedene Parameter aufgetragen und durch Linien verbunden. Diese Darstellungsart eignet sich vor allem, wenn viele verschiedene Dimensionen miteinander kombiniert, und verschiedene Ausprägungen miteinander verglichen werden sollen. Treemaps eignen sich wiederum sehr gut zur Visualisierung von hierarchisch angeordneten Daten. Wie aber in den folgenden Kapiteln beschrieben, eignen sich nicht alle Darstellungsarten gleichermaßen für alle Anwendungsgebiete. Darum wird im weiteren Verlauf eine Einführung in Teilbereiche der Informationsvisualisierung gegeben. Dabei werden auch weitere allgemeine Themen dieses wissenschaftlichen Bereichs behandelt und auf Ihre Eignung für den jeweiligen Teilbereiche mit speziellem Fokus auf Sportstatistiken untersucht.

2.2 Sportvisualisierung

Sport ist eine nahezu unerschöpfliche Quelle für Daten und Statistiken. Dies beginnt bereits bei Hobbysportlern, die ihre gelaufenen Kilometer, Pulsschläge, zurückgelegte Höhenmeter, Zeiten für bestimmte Strecken, gewonnene und verlorene Spiele, und vieles mehr dokumentieren. Während bis vor wenigen Jahren dies alles noch relativ aufwendig manuell aufgezeichnet werden musste, reicht mittlerweile zum Beispiel eine einfache GPS-Pulsuhr, die alle relevanten Daten automatisch erhebt, welche dann mit spezieller Software ausgewertet werden können. Im professionellen Umfeld, geht die Datenerhebung und -analyse wesentlich weiter. Ganz allgemein, also

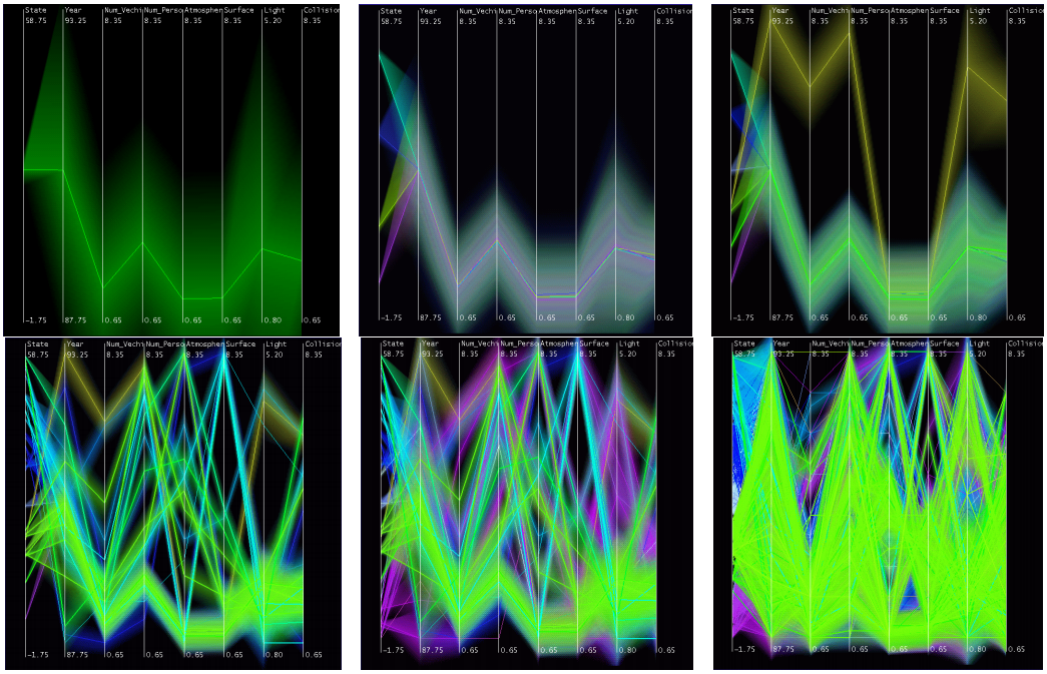


Abbildung 2.1: Beispieldarstellung für ein paralleles Koordinatensystem zur Auswertung von Unfallstatistiken. Hier wird die gleiche Datenmenge in unterschiedlichen Detailausprägungen visualisiert [FWR99].

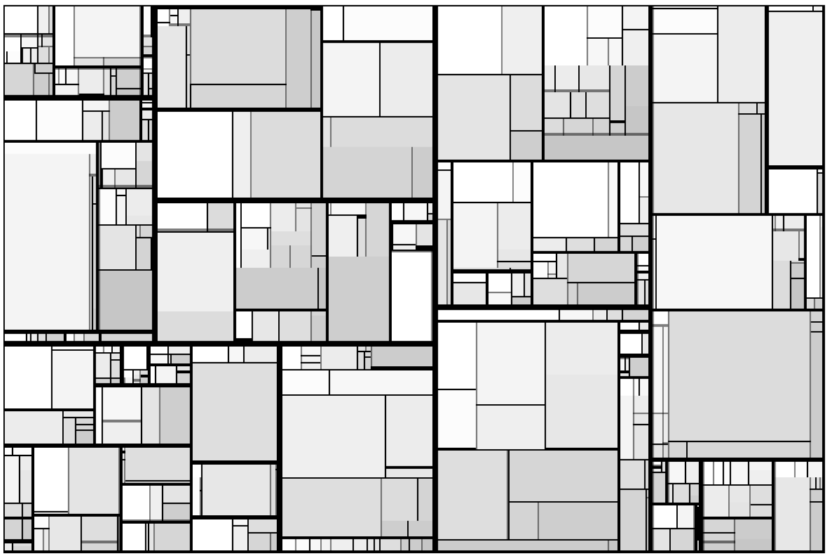


Abbildung 2.2: Beispiel einer Treemap mit Visualisierung von Aktien-Portfolios [SW01].

unabhängig von Sportarten, könnte man folgende Einteilung treffen, wovon Daten gesammelt werden:

- Medizinische Daten (z. B. Leistung, Gesundheit, ...)
- Trainingsdaten (z. B. Art des Trainings, Dauer, Intensität, Häufigkeit, ...)
- Wettkampfdaten (z. B. Anzahl an Punkten/Toren/Körben usw.; erreichte Geschwindigkeiten oder Weiten, ...)
- Persönliche Daten der Sportler (z. B. Alter, Herkunft, sportliche Karriere, ...)

Jede noch so unscheinbare Kennzahl wird gespeichert und ausgewertet. Die Statistiken werden dann von den verschiedensten beteiligten Benutzergruppen für unterschiedliche Zwecke verwendet. Beispiele sind:

- Trainingsoptimierung
- Bestimmung der erbrachten sportlichen Leistung
- Vorhersage von möglichen zukünftigen Leistungen
- Reine Informationsbeschaffung und Hintergrundinformationen

Sport im Allgemeinen ist ein sehr großes Gebiet, weshalb man diesen Bereich unterteilen sollte, bevor man sich näher wissenschaftlich im Bereich Informationsvisualisierung damit auseinandersetzt. Doch die Einteilung von Sport ist nicht trivial und kann von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachtet werden:

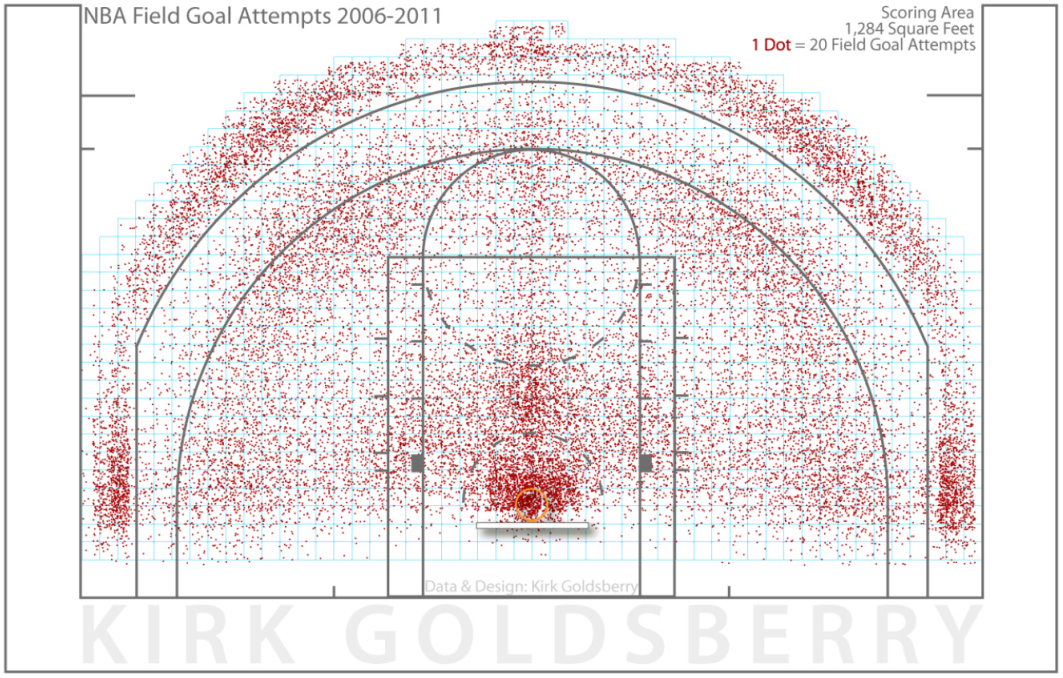
- Einteilung in Ebenen des Sports nach Burk und Digel [BD01] (Breitensport, Leistungssport, Hochleistungssport, Berufssport - siehe auch Abbildung 2.3). In der Informationsvisualisierung ist diese Einteilung hauptsächlich nützlich, um verschiedene Sportarten z. B. nach ihrer Beliebtheit und Popularität einzuteilen (wie etwa der Vergleich des Forbes Rankings der Sportarten mit dem höchsten Einkommen im Leistungssportbereich [For13b]).
- Einteilung nach Art des Sports nach Weineck [Wei04]: Ausdauersport, Kraftsport, Ausdauersport mit hohem Krafteinsatz, Schnellkraftsportart, Spielsportarten, Kampfsportarten. Mit dieser Einteilung kann man ähnliche Sportarten nach ihren Leistungsdaten vergleichen, z. B. sind Leistungsdaten bei Spielsportarten (Fußball, Volleyball, etc.) meist Punkte oder Tore.
- Einteilung in Einzel- und Teamsportarten: Ein Beispiel zu dieser Einteilung wird in der Arbeit von Page und Moere [PM06] vorgestellt, wo ein Visualisierungstool für Teamsportarten vorgestellt wird.
- Berufssport: Verdienst des Lebensunterhaltes durch Sport.

Abbildung 2.3: Verschiedenen Ebenen, auf denen Sport betrieben werden kann [BD01].

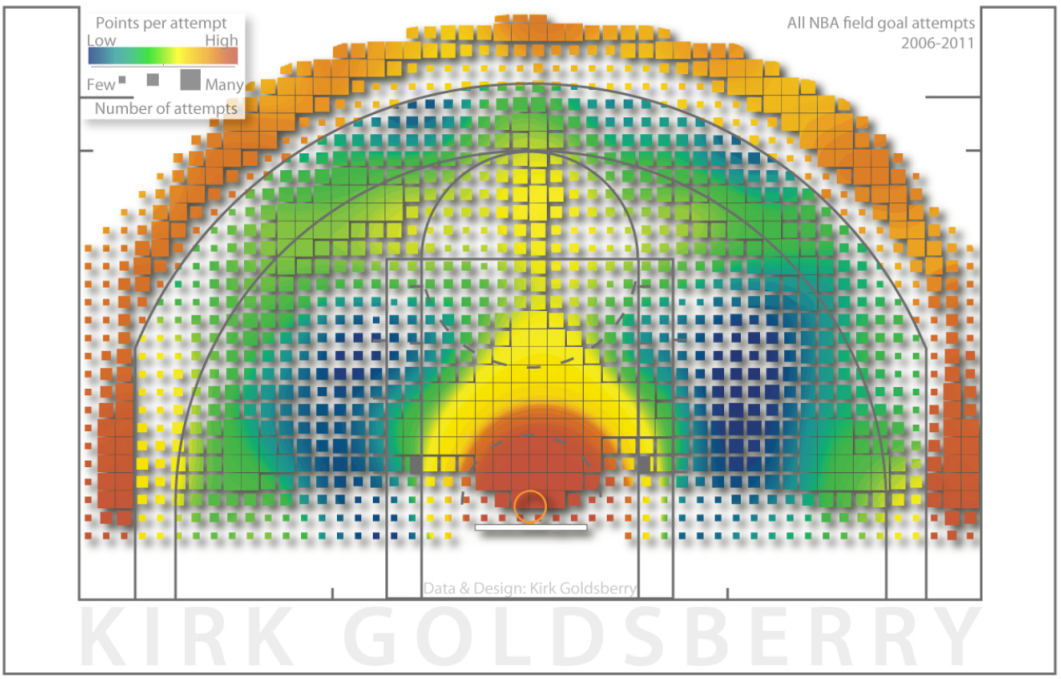
Diese Möglichkeiten der Einteilung von Sport haben aber alle wieder den Nachteil, dass sie nur für sehr eingeschränkte oder spezielle Visualisierungsformen geeignet sind. Das ist auch der Grund, warum meist eine einzelne Sportart für sich betrachtet wird. So kann auf die Spezifika dieser einen Sportart eingegangen werden und es können informativere Visualisierungsmöglichkeiten geschaffen werden. Aus diesem Grund ist auch diese Arbeit auf eine Sportart spezialisiert, wobei selbstverständlich manche Aspekte auch für Visualisierungen von anderen Sportarten geeignet sind. In den folgenden Kapiteln werden einige Arbeiten aus dem Bereich der Sportvisualisierung vorgestellt, die sich, wie eben erläutert, großteils auf eine Sportart spezialisiert haben.

Visualisierung von Basketballstatistiken

Goldsberry hat sich in seiner Arbeit im Speziellen auf Visualisierungen im Basketballbereich konzentriert [Gol12]. Die Hauptproblemstellung war herauszufinden, von welchen Entfernungen die meisten Würfe gemacht werden, von wo die meisten und wenigstens Würfe getroffen werden und wer die besten Schützen sind. Wie in Abbildung 2.4 zu sehen, wird mit einem Basketballfeld gearbeitet, um die Wurfpositionen zu kennzeichnen. Außerdem werden unterschiedliche Größen von geometrischen Objekten und unterschiedliche Farben genutzt, um verschiedene Kenngrößen zu visualisieren. Während die Größe der Rechtecke in Abbildung refnbagoalsb etwa die Anzahl an Wurfversuchen anzeigt, erkennt man durch die Farbe, wie viele der Wurfversuche tatsächlich auch erfolgreich waren.



(a)



(b)

Abbildung 2.4: Visualisierung von Korbwürfen der NBA [Gol12]. (a) zeigt eine einfache Darstellung von den Punkten, von wo geworfen wurde. (b) vereint mehr Informationen: Die Größe der Rechtecke zeigt die Anzahl an Wurfversuchen von der jeweiligen Position und die Farbe zeigt an, wie viele von den Versuchen aus dieser Position auch tatsächlich zum Korberfolg geführt haben.

Teamsport

Page und Moere beschäftigen sich in ihrer Arbeit über Klassifizierung und Visualisierung von Teamsport [PM06] als eine der wenigen Autoren nicht mit einer speziellen Sportart, sondern sie versuchen eine Gruppe, nämlich Teamsportarten, gemeinsam zu betrachten. Dazu teilen die Autoren die Möglichkeiten für Teamsport-Visualisierungen in drei Kategorien ein: Unterstützende Visualisierungen für Athleten, für Zuschauer und für Schiedsrichter. Weiters wurden im speziellen vier Bereiche ausgewählt, die untersucht werden können, nämlich Kleidung, die Umgebung, wie Stadien Spielfelder,. . . , Medien und als vierte Gruppe „Wearable Computing“, also Sensoren und andere technische Hilfsmittel, die verwendet werden.

1. **Kleidung:** wird von den Autoren als eine Art von Visualisierung gesehen, die hauptsächlich dazu dient, Teams voneinander zu unterscheiden, sowie einzelne Spieler erkennen zu können. Die drei Hauptunterscheidungsmerkmale sind Farbe, Nummern und Namen.

2. **Umgebung:** Die Spielfelder und Courts sorgen für eine weitere Art der Visualisierung. Sie dienen dazu, durch ihre Form, Unterteilung und grafische Symbole dem Zuseher oder Schiedsrichtern zusätzliche Informationen zu geben.

3. **Medien:** Viele Innovationen im Sport wurden durch die Entwicklung der Medien (Print, TV, Internet) erzielt. So zählen zum Beispiel die Einblendungen von zusätzlichen Informationen über ein Live-Bild zu wichtigen Mitteln, um den Zuseher besser über das Geschehen informieren zu können (z. B. die eingeblendeten Linien der Höchstweite beim Skispringen, oder die Linie beim Schwimmen, die den Weltrekord kennzeichnet).

4. **Wearable Computing:** Durch direkt am Körper getragene Sensoren werden Daten meist in Echtzeit zur Visualisierung genutzt. Beispielsweise kann beim Training die Herzfrequenz direkt ausgelesen und visualisiert werden.

Der Artikel präsentiert weiters Möglichkeiten, die vorgestellten unterschiedlichen Kategorien und Gruppen in Visualisierungen zu kombinieren. Es wurde eine mehrdimensionale Darstellungsart gefunden (siehe Abbildung 2.5), die dann auf verschiedenen Ebenen betrachtet werden kann. Abbildung 2.6 zeigt etwa die Frontalansicht des Würfels. Man sieht eine in fünf Zonen geteilte Grafik, die verschiedene Visualisierungen den verschiedenen möglichen Benutzern zuteilt. Während z. B. tragbare Bewegungssensoren für den Athleten wichtig sind und verschiedene statistische Grafiken eher für den Zuschauer vor dem Fernseher, sind etwa das Spielfeld und die Teamdressen für alle direkt und indirekt Beteiligten wichtig (deshalb befinden sich diese in der Mitte der Grafik).

Analysen von Fußballstatistiken

Die Arbeit von Rusu, Sotica, u. a. spezialisiert sich auf die Auswertung von Statistiken einzelner Fußballspieler [RSB+10]. Die Visualisierungen sollen unter anderem Teammanager bei Transfers unterstützen. Es wird einführend dargelegt, dass es sehr schwierig ist, die vielen statistischen Daten von einzelnen Spielern ohne grafische Unterstützung auswerten zu können. Während aber

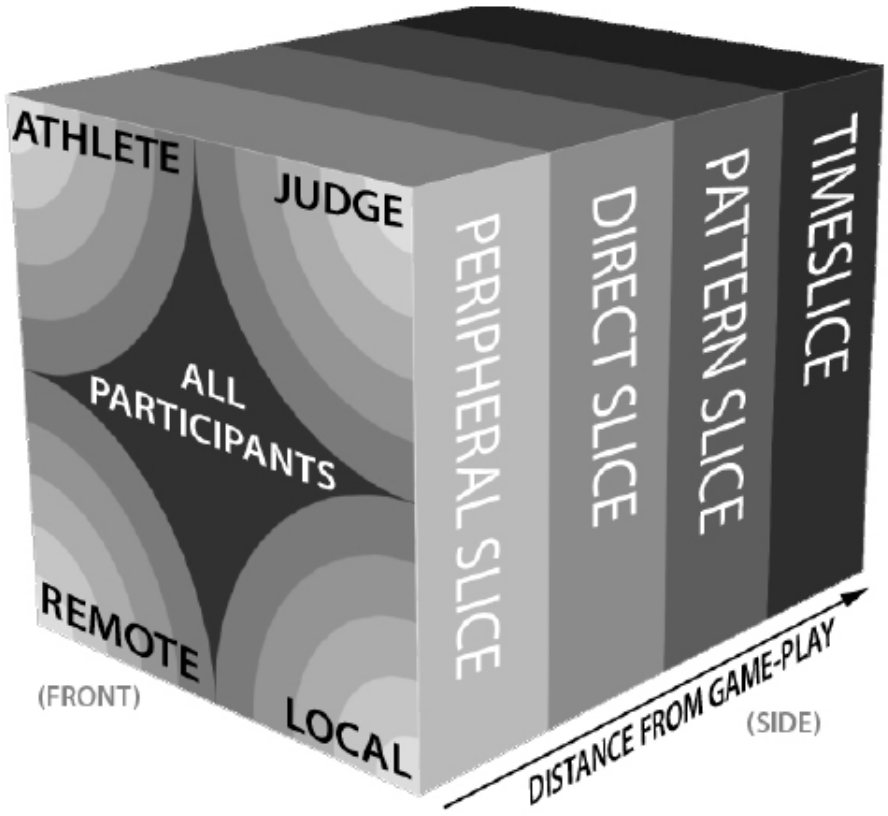


Abbildung 2.5: Mehrdimensionale Darstellung von verschiedenen Kategorien im Teamsport. Während auf der vorderen Seite die unterschiedlichen Benutzergruppen (Athleten und Juroren sowie lokale oder auch nicht-lokale Zuseher) dargestellt sind, werden auf der Seite die verschiedenen Schichten sichtbar, in die sich die Daten unterteilen [PM06].

Vergleiche von einzelnen Spielern noch relativ einfach möglich sind, wird es schnell sehr komplex, wenn man herausfinden möchte, wie ein Spieler im Vergleich zum restlichen Team spielt, und somit wie er in das Teamgefüge passt. Die Autoren haben zwei unterschiedliche Visualisierungen entworfen, den Field Viewer (Abbildung 2.7), der einen Spieler mit einem Team vergleicht, und den Player Viewer (Abbildung 2.8), der zwei Spieler direkt gegenüberstellt. Auch in dieser Arbeit wird wieder mit der Visualisierung des Spielfeldes gearbeitet, was durch die Bekanntheit und den direkten Bezug der Benutzer dazu argumentiert wird. Die Benutzer erkennen somit die gewünschten Abstraktionen schneller, während sie sich mit einer neutralen Darstellung wesentlich schwerer tun würden. Phil Turner führt diese Art der Visualisierungen in einer seiner Arbeiten [Tur08] genauer aus. Der Team Viewer kombiniert weiters taktische Elemente des Teams, Geschwindigkeiten des Spielers und farbliche Repräsentationen von bestimmten Kennzahlen des Spielers.

Der Player Viewer vergleicht zwei Spieler welche durch eine Spielerfigur mit Ball dargestellt

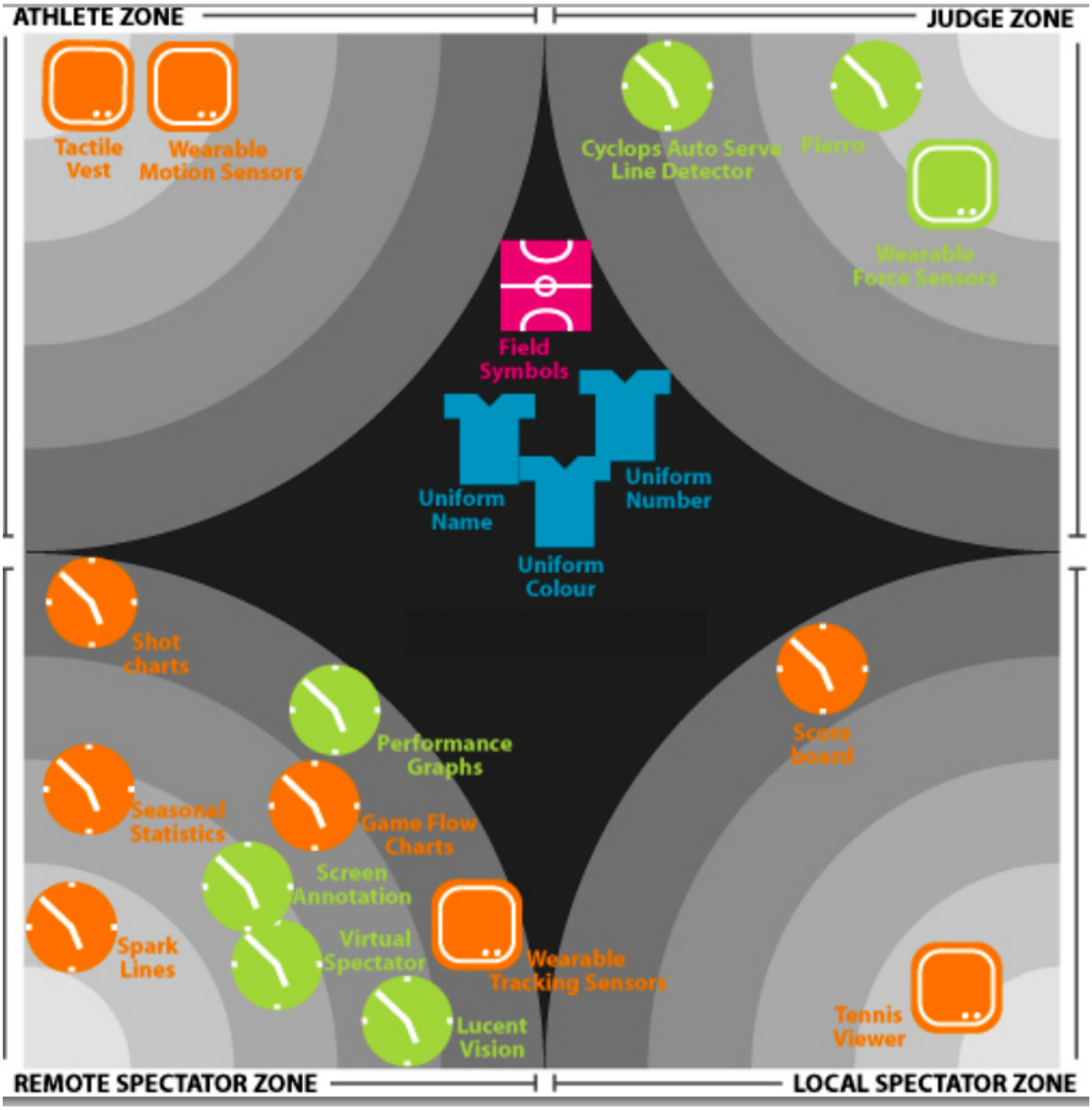


Abbildung 2.6: Frontansicht der Visualisierung aus der Arbeit von Page und Moere [PM06]. Die Grafik ist in fünf Zonen geteilt. Jede Zone repräsentiert eine Benutzergruppe und teilt verschiedene Visualisierungen den jeweiligen Gruppen zu. In der Mitte (Zone 5) sind Visualisierungen, die für alle Benutzergruppen relevant sind.

werden. Die Figur ist in unterschiedliche Bereiche gegliedert, die durch entsprechende Farbkodierung verschiedene Statistiken repräsentieren. Weiters wird durch die Ballhöhe die Dribblingstärke des Spielers angegeben).

Abbildung 2.7: Der Team Viewer bietet einen Vergleich von Spielern zu Teams, also wie gut ein Spieler durch seine Stärken und Schwächen in die Gesamtheit eines Teams passt [RSB+10]. Die Visualisierung vereint mehrere Statistiken mit unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten. So gibt z. B. der Körper und die Füße des Spielers an, wie häufig der Spieler in verschiedenen Kategorien, die diesen Körperteilen zugeordnet werden, Fehler macht. Der Liniengraph im linken unteren Teil der Grafik gibt dagegen an, wie schnell der Spieler Bewegungen ausführt. Auch hier wird zusätzlich mit Farbindikatoren gearbeitet.

Einsatz von Treemaps für Ergebnisse von Tennisspielen

Die Autoren Jin und Banks waren eine der ersten, die sich mit ihrer Arbeit über Tennisstatistiken direkt mit automatisierter Visualisierung von Sportstatistiken beschäftigten [JB96]. Jin und Banks führen aus, dass Ergebnisse und Statistiken im Sport meist hierarchisch aufbereitet werden. So werden etwa bei einem Artikel über ein Spiel zuerst die allgemeinen Informationen

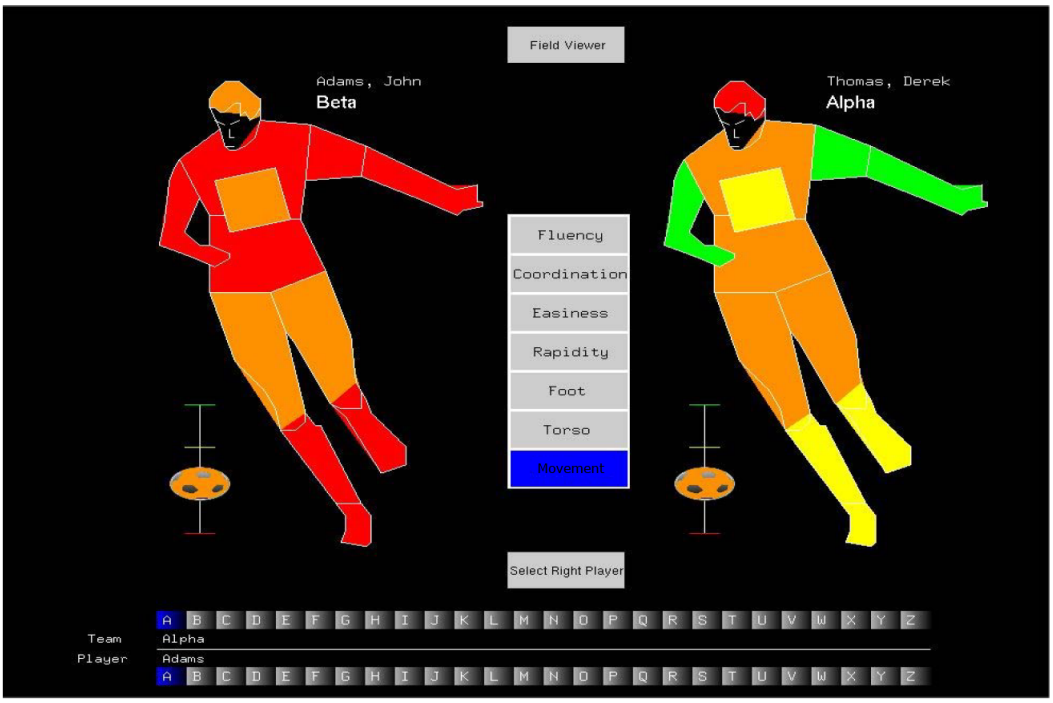


Abbildung 2.8: Der Player Viewer zum Vergleich von zwei Spielern [RSB+10]. Auch in dieser Visualisierung wird mit Farbindikatoren gearbeitet, die anzeigen, welcher Spieler in der jeweiligen Kategorie besser ist.

(Ergebnisse) geliefert, und danach detailliertere Daten aufbereitet. Die Daten würden also eine Baumstruktur aufweisen, werden aber nur in linearer Form wiedergegeben. Somit ist es schwierig, die eigentlich hierarchischen Daten intelligent zu durchsuchen. Die Autoren versuchen nun für Tennisspiele eine bessere Darstellung zu finden, um diese schneller nach den relevanten Informationen durchsuchen zu können. Das Ergebnis sind Competition Trees (Abbildung 2.9). Darüber hinaus wurden sogenannte „Layered Maps“ vorgestellt, die in mehreren Ebenen durch verschiedene Farbkodierungen Informationen darstellen können, und zwar wieder auf Basis einer Baumstruktur. Die Farbkodierung erleichtert es, auf einen Blick festzustellen, wer das Spiel, den Satz oder den Punkt gewonnen hat. So gelingt es recht übersichtlich, eine gesamte Begegnung auf einer einzigen Fläche darzustellen (Abbildung 2.10).

Verschiedene Visualisierungsmöglichkeiten von Baseballstatistiken

Cox und Stasko widmeten sich in ihrer Arbeit ebenfalls einer bestimmten Sportart, und zwar Baseball [CS06]. Es werden zwei Visualisierungsmöglichkeiten für Baseballspiele und Baseballspieler präsentiert. Einerseits wird eine sogenannte baseline bar verwendet, welche die Performance eines Teams im Verlauf einer Saison darstellt. In der Darstellung werden einerseits gewonnene und verlorene Spiele visualisiert und andererseits die Anzahl an erzielten Punkten

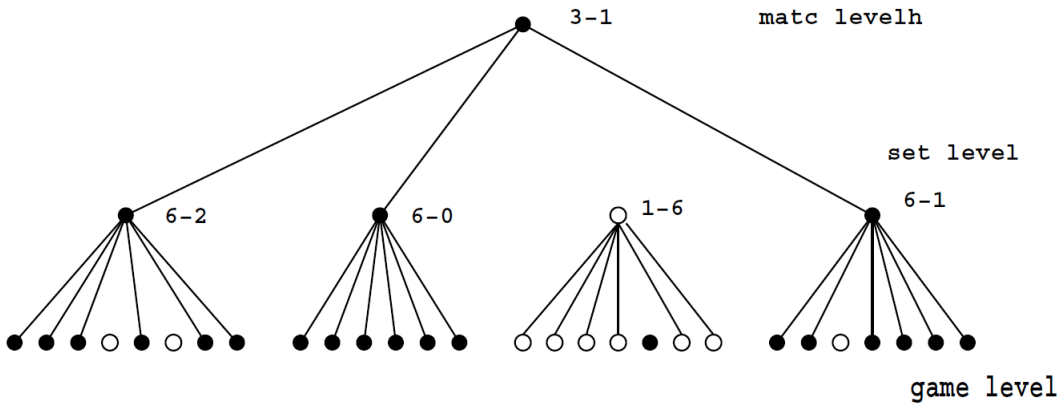


Abbildung 2.9: Visualisierung eines Tennismatches als Competition Tree [JB96]: Der Baum zeigt ein Tennismatch an, welches Spieler A mit 3 zu 1 Sätzen gewonnen hat. In der Hierarchieebene darunter sind die Ergebnisse der einzelnen Sätze angeführt. Die Verbindungen zeigen an, wer welchen Satz gewonnen hat (Satz 3 hat keine Verbindung zum oberen Knoten, somit ist das der Satz, den der Spielverlierer gewonnen hat). Die unterste Ebene zeigt die einzelnen Punkte des Satzes an. Die Grafik könnte noch um eine weitere Hierarchieebene erweitert werden, um die einzelnen Ballwechsel darzustellen.

angegeben (Abbildung 2.11). Für eine Visualisierung von Spielerstatistiken wurde ein Treemap Design ausgewählt. Treemaps dienen zur hierarchischen Darstellung von Daten, wie etwa in der Arbeit von [SW01] beschrieben. Die Größe der Rechtecke in diesen Treemaps zeigt die Spielzeit der einzelnen Spieler an, die Farbe die erzielten Punkte im Vergleich zur Einsatzzeit (rot = viel Zeit für wenig Punkte, grün = vergleichsweise wenig Zeit für viele Punkte). So sieht man auf einen Blick, welcher Spieler vielleicht mehr Spielzeit bekommen sollte (ein kleines hellgrünes Rechteck) oder welcher Spieler seine viele Spielzeit schlecht nutzt (großes Rechteck in dunkelroter Farbe). Siehe auch Abbildung 2.12.

2.3 Visualisierung im Eishockeysport

Konkrete Arbeiten zu Visualisierungen von Eishockeystatistiken gibt es derzeit noch wenige. Ein Beispiel dazu ist etwa SnapShot [PSBS12]. Es handelt sich dabei um ein System, bei dem mit radialen HeatMaps die Schusslängen von Eishockeyspielen visualisiert werden können (Abbildung 2.13). Dabei wird auf einem gezeichneten Eishockeyfeld in Ringen rund um das Tor mit verschiedener Farbintensität dargestellt, wie viele Schüsse aus diesem radialen Abstand abgegeben wurden. In der Software kann man etwa auch unterscheiden, ob nur Schüsse mit Torerfolg in die Grafik eingebunden werden sollen, oder ob alle abgegebenen Schüsse dargestellt werden sollen. So ist es etwa möglich zu vergleichen, von wo Schüsse am erfolgsversprechendsten sind.

Eine interessante Visualisierungsmöglichkeit findet man auch von Robb Tufts auf McKeen's

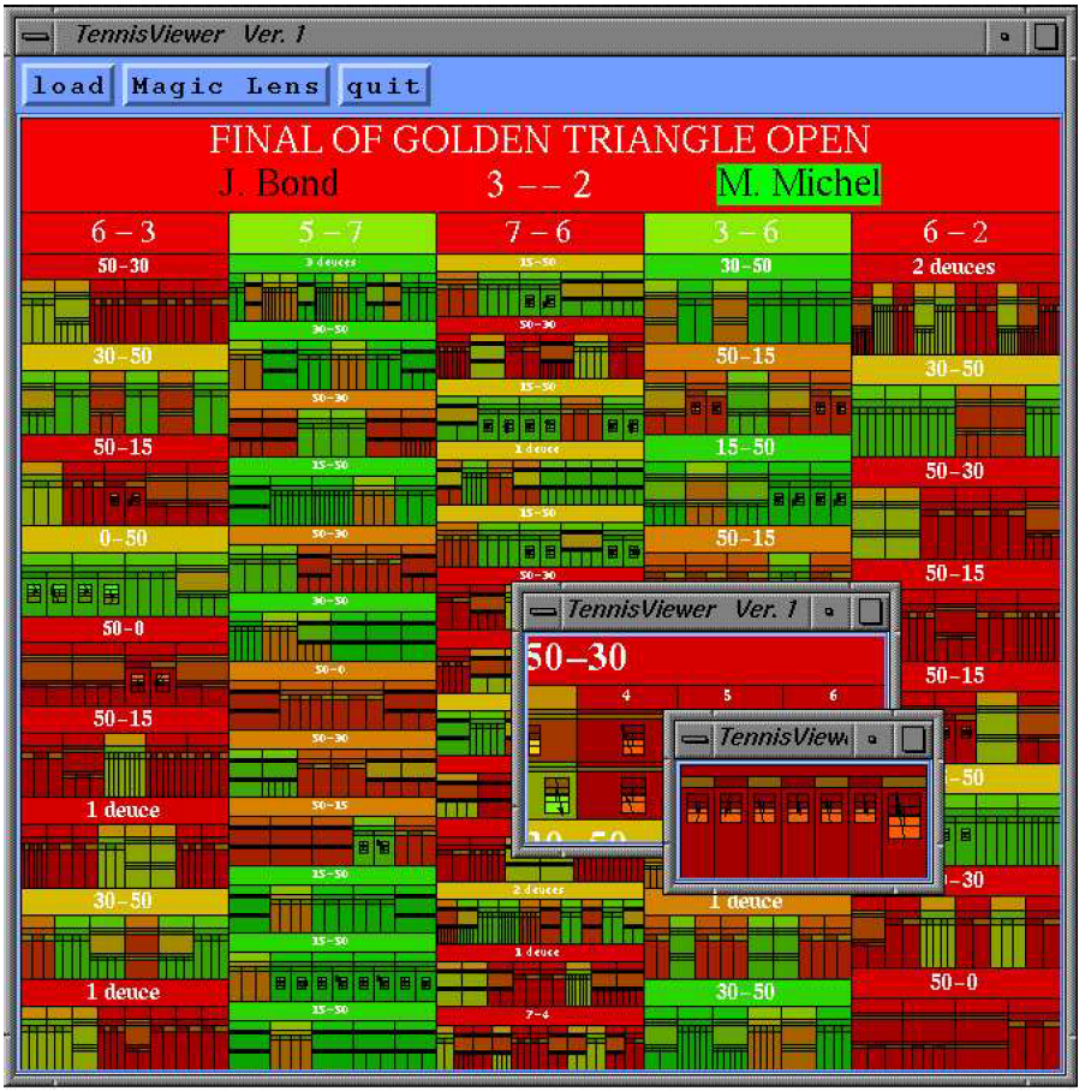


Abbildung 2.10: Darstellung eines gesamten Tennisspiels bis auf Serviceebene in einem Fenster [JB96]. Oben ist der Endstand (3:2) angegeben. Das heißt insgesamt wurden 5 Sätze gespielt, die in 5 Spalten visualisiert werden. Jede Spalte ist darunter in die einzelnen Punkte und in einzelnen Ballwechsel gegliedert. Die Farbindikation auf den unteren Ebenen gibt an, wie knapp ein Ball oder Punkt gewonnen bzw. verloren wurde.

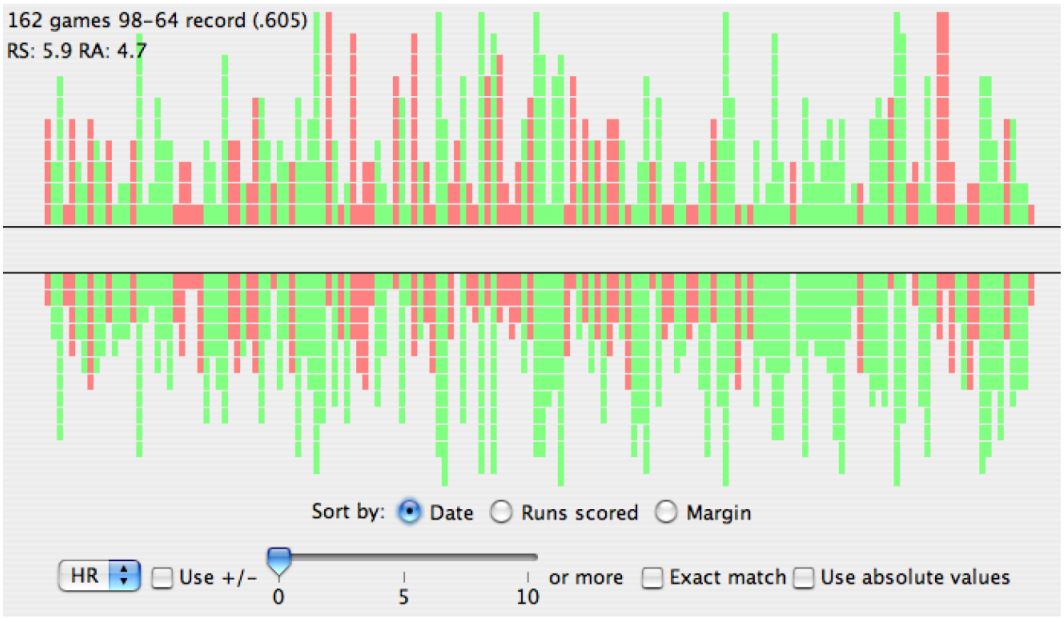


Abbildung 2.11: Visualisierung eines Verlaufs einer Saison für ein Baseball Team mit einer baseline bar [CS06]. Es werden 162 Spiele einer Saison visualisiert. Die Farbe der Balken zeigt an, ob die Spiele gewonnen oder verloren wurden. Nach oben wird angezeigt, mit welchem Abstand ein Spiel jeweils gewonnen oder verloren wurde (kürzere Balken bedeutet knappere Ergebnisse). Die unteren Balken zeigen die Gesamtanzahl an gemachten Punkten an.

Hockey [Tuf13]. Mit dieser Visualisierung können verschiedene Statistiken von NHL Teams und Spielern verglichen werden und zwar bis zu drei verschiedene Statistiken gleichzeitig. Dazu dient ein klassisches Koordinatensystem, bei dem auf der X und Y Achse je eine Statistik aufgetragen wird. Darüber hinaus wird die Größe der angezeigten Logos für eine weitere Kennzahl verwendet. Durch unterstützende Elemente wie einem Mouse-Over Effekt, bei dem die Statistiken der einzelnen Teams separat eingeblendet werden, oder dem Hervorheben von ausgewählten Teams, wird eine einfache und übersichtliche Interaktion ermöglicht. Ein Beispiel dieser Visualisierung ist in Abbildung 2.14 ersichtlich.

2.4 Softwareentwicklung für mobile Geräte

Mobile Geräte bekommen einen immer größeren Stellenwert in unserem Leben. Der Absatz von Smartphones ist stark gestiegen, hat in westlichen Ländern den Absatz klassischer Mobiltelefone überholt und wird vor allem in Ländern wie Indien weiter stark ansteigen [For13a]. Aber auch Tablet PCs sind weiter auf dem Vormarsch und verursachen mittlerweile bereits mehr Internetverkehr als Smartphones, wie man in Abbildung 2.15 erkennen kann. Das hat nicht nur Auswirkungen auf die Art und Weise, wann und wo die Menschen Zugang zu neuesten Informationen

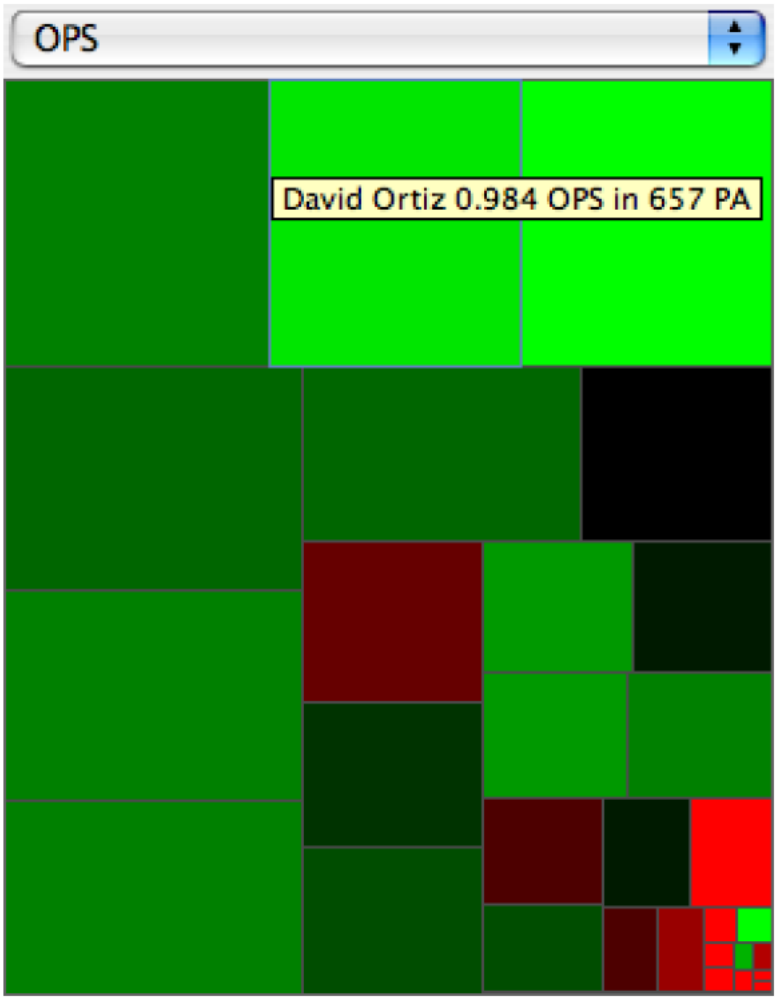


Abbildung 2.12: Die Größe der Rechtecke in der Treemap zeigt die Einsatzdauer, die Farbe, ob der jeweilige Spieler viele (= grün) oder wenige (= rot) Punkte erzielt hat [CS06]. Ein großes dunkelgrünes Rechteck bedeutet also, dass ein Spieler viel Einsatzzeit bekommt, diese aber auch effektiv nutzt und viele Punkte erzielt. Ein Spieler, der recht wenig eingesetzt wird, aber in dieser Zeit viele Punkte erzielt, hat ein sehr kleines, dunkelgrünes Rechteck. Dies könnte z. B. ein Hinweis sein, diesen Spieler mehr einzusetzen.

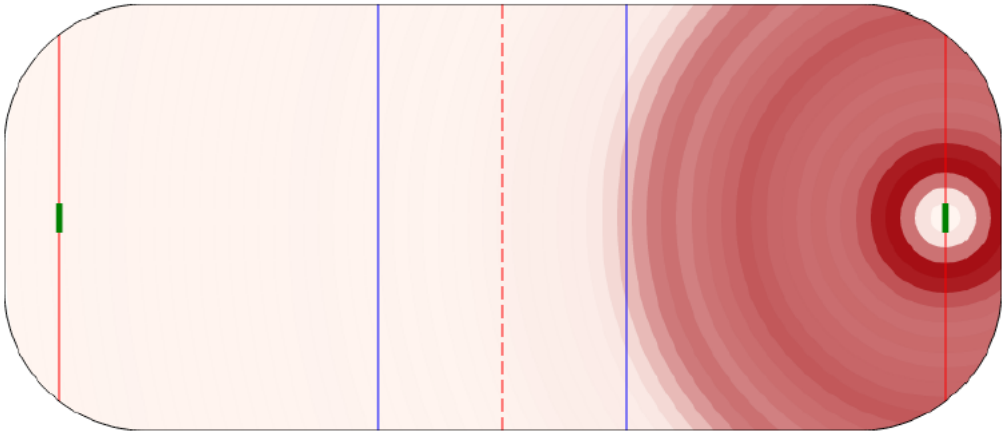


Abbildung 2.13: Visualisierung der Schusslängen durch radiale Heatmaps [PSBS12].

haben, sondern auch darauf, wie sie diese konsumieren. Während auf gängigen Computermonitoren genügend Platz und Auflösung vorhanden ist, um komplexe Grafiken mit vielen Daten entsprechend darzustellen, ist dies auf mobilen Geräten vergleichsweise nur eingeschränkt möglich. Smartphones und Tablets müssen nämlich die Anforderung erfüllen, möglichst leicht und portabel zu sein. Der Trend geht zwar hin zu immer größeren Bildschirmen für Mobiltelefone, wo Diagonalen von über fünf Zoll (12,7 Zentimeter) mit Full HD Auflösungen (entspricht 1920 mal 1080 Pixel) keine Seltenheit mehr sind. Dies führt aber nicht zu Lösungen des eigentlichen Problems, der Platzmangel bleibt: eine Auflösung von z. B. 1920 mal 1080 Pixel auf eine 21 Zoll Diagnoale ist wesentlich flexibler nutzbar wie auf fünf bis zehn Zoll Diagonale. Ein weiterer Punkt, der hier zu beachten ist, sind die Interaktionsmöglichkeiten. Auf einem Computer mit Mausbedienung und großem Bildschirm kann man sehr präzise Auswahloperationen durchführen. Smartphones und Tablets werden aber zum Großteil nur mit dem Finger bedient, was eine genaue Kontrolle und Auswahl von kleinen Details extrem schwierig macht. Darüber hinaus gibt es nach wie vor Beschränkungen bei der Rechen- und Speicherleistung von mobilen Geräten, auch wenn diese mittlerweile nicht mehr so ausschlaggebend sind.

Richtlinien für den Schnittstellenentwurf für mobile Geräte

Gong und Tarasewich [GT04] haben einige Regeln und Musterlösungen zusammengetragen, die bei der Entwicklung von mobilen Applikationen beachtet werden sollen. Hier treffen selbstverständlich auch Regeln zu, die allgemein für Softwareentwicklung wichtig sind. Dazu zählen:

- Für Benutzer, die die Software häufig benutzen, sollen Shortcuts zur Verfügung gestellt werden.
- Die Software soll informatives Feedback liefern.

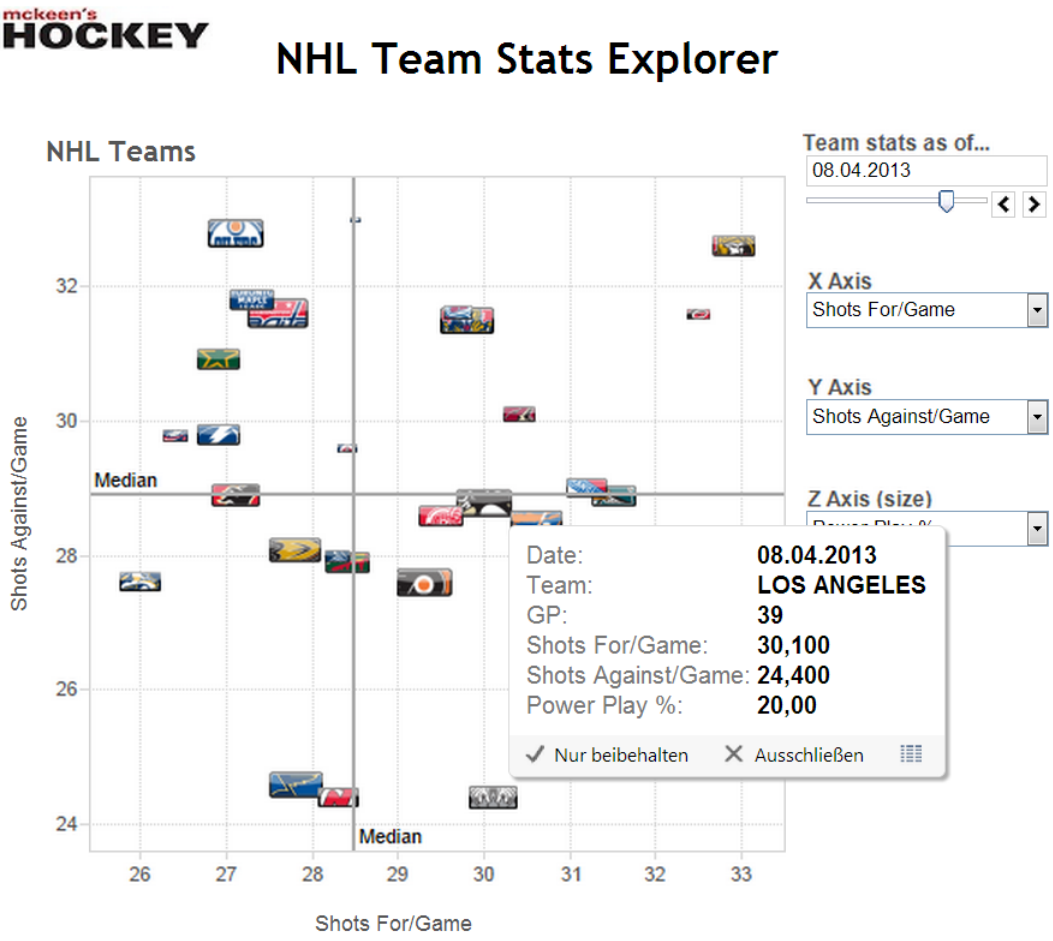


Abbildung 2.14: Interaktive Darstellung von Teamstatistiken in einem klassischen Koordinatensystem. [Tuf13]). Es kann jeweils eine Statistik für die X- und Y-Achse ausgewählt werden. Die Statistik, die für die Z-Achse gewählt wird, wird in Form der Größe des Logos dargestellt. Durch Mouse-Over Effekte können zusätzliche Daten angezeigt werden.

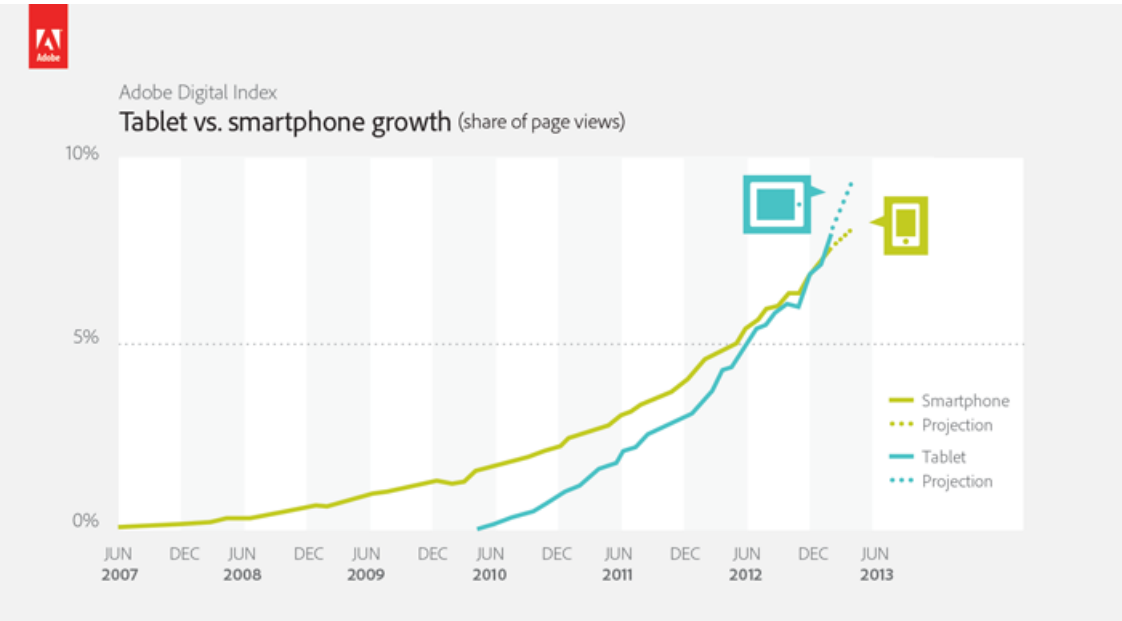


Abbildung 2.15: Der von Tablets verursachte Internetverkehr hat mittlerweile den von Smartphones bereits überholt und ist weiter stark im Wachsen [For13c].

- Aktionen sollen so organisiert werden, dass der Benutzer den Ablauf versteht und am Ende weiß, dass die Aktion abgeschlossen ist.
- Der Benutzer soll das Gefühl bekommen, das System kontrollieren zu können.

Weitere Regeln, die auf Arbeitsplatzsysteme zutreffen, müssen für die mobile Anwendung leicht angepasst werden:

- Konsistenz: Aussehen und Interaktionen sollen auf allen Plattformen gleich sein.
- Mobile Applikationen sollen Internetverbindungen so wenig wie möglich beanspruchen.
- Fehlerprävention und Fehlerbehandlung sind auf Grund der geringen Größe noch kritischer als auf Arbeitsplatzrechnern. Zum Beispiel ist die Wahrscheinlichkeit für unabsichtliche Aktivierung von Buttons wesentlich höher.
- Der Kurzzeitspeicher soll möglichst reduziert werden.

Neben diesen acht Regeln, die mehr oder weniger auf alle Softwareentwicklungen zutreffen sollten, schlagen die Autoren noch weitere spezielle Richtlinien für mobile Geräte vor:

- Der Entwurf soll für verschiedene Kontexte ausgelegt werden. Der Benutzer soll die Möglichkeit bekommen, die Ausgabe entsprechend seinen Vorlieben anzupassen (wie etwa die Textgröße).

- Es ist besser eine Auswahl anzubieten, als zum Beispiel eine Texteingabe zu fordern.
- Der Entwurf soll für limitierte und geteilte Aufmerksamkeit des Benutzers ausgelegt sein. Dies kann etwa mit Tonausgabe oder taktiler Ausgabe (z. B. Vibration) erreicht werden.
- Design für Geschwindigkeit und Unterbrechungen: Die Applikation soll immer und ohne Aufwand gestoppt, gestartet und fortgesetzt werden können, ohne den Kontext zu verlieren. Außerdem soll der Start möglichst schnell sein.
- Design für Top-down-Interaktion: Informationen sollen in erster Linie überblicksmäßig dargestellt werden. Der Benutzer soll selbst entscheiden können, ob er dann tiefer ins Detail gehen will.
- Der Entwurf soll Spaß machen: Die Applikation soll gut aussehen und gut zu bedienen sein.

Insgesamt sind dies also 14 Regeln, die man beim Entwurf von Anwedungen für mobile Geräte beachten sollte. Man kann diese Regeln aber auch sehr kurz zusammenfassen: Die Applikation soll schnell und einfach bedienbar sein, außerdem gut aussehen und möglichst wenige Ressourcen verbrauchen.

Ressourcennutzung auf mobilen Geräten

Das Thema Ressourcenschonung, sowohl die begrenzten Voraussetzungen der Hardware, wie Speicher oder Prozessorleistung, als auch von Reduktion der Netzwerklast wird in der Literatur häufig aufgegriffen. Die Autoren Mohomed, Stuedi und Terry erforschen in ihrer Arbeit [SMT10] zum Beispiel die Handhabung von lokationsbasierten Daten. Das System bekommt die benötigten Daten, die durch den jeweiligen Standort des Benutzers immer wieder anders sein können, aus dem Netzwerk. Die Daten werden aber lokal zwischengespeichert, um die Netzwerklast zu verringern und um schnell wieder darauf zugreifen zu können, wenn die gleichen Inhalte wieder benötigt werden (siehe Abbildung 2.16). Neben der geringeren Netzwerklast und der schnelleren Verfügbarkeit der Daten ist ein weiterer Vorteil einer solchen Architektur, dass die Daten trotzdem immer aktuell gehalten werden können, weil sie immer wieder neu von den Servern geladen werden können. Würden sie nur auf dem Gerät gespeichert werden, wäre eine Aktualisierung aufwendiger, und es kann dann nie garantiert werden, dass dem Benutzer die aktuellsten Versionen zur Verfügung stehen.

Touchscreeninteraktion

Neben dem in Kapitel 2.4 beschriebenen Thema des richtigen Designs von Benutzeroberflächen und Datenverarbeitung auf mobilen Geräten ist auch die Touchscreeninteraktion ein weiterer Faktor, der auf mobilen Geräten besonders beachtet werden muss und nicht einfach von Arbeitsplatzrechnern übernommen werden kann [Bre02]. Mehrere Punkte führen hier zu Problemen:

- Die eingeschränkte Bildschirmgröße macht es schwierig, viele Elemente unterzubringen, mit denen der Benutzer auch eine Interaktion durchführen kann.

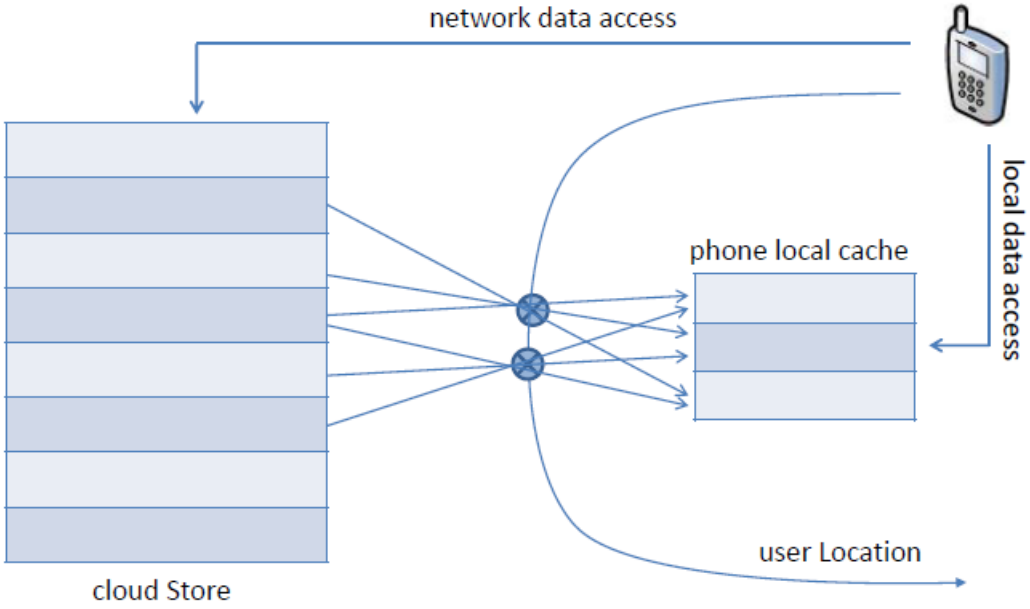


Abbildung 2.16: Vorschlag für mobilen Datenzugriff: Einerseits werden immer aktuelle Daten von den Servern geladen (Zugriff auf den Cloudspeicher über Netzwerkzugriff), andererseits wird versucht durch Auswertung der Lokation des Benutzers auch bereits zuvor geladene Daten zu verwenden (Zugriff auf den lokalen Speicher) und so die Netzwerklast zu verringern [SMT10]

- Während der Interaktion wird der eigentliche Inhalt vom Finger und der Hand des Benutzers verdeckt und ist somit zumindest kurzfristig nicht sichtbar.
- Die Rückmeldung auf die Berührungseingaben kann man nicht gleich aufbauen, wie etwa die Rückmeldung in maus- und tastaturgesteuerter Software, weil auf mobilen Geräten großteils virtuelle Knöpfe und Tasten zum Einsatz kommen, bei denen die physische Rückmeldung komplett fehlt.
- Zusatzinformationen, wie sie etwa mit Mouse-Over Effekten häufig angezeigt werden, entfallen bei Berührungseingaben, weil keine Unterscheidung zwischen Mouse-Over und Klick gemacht werden kann.
- Ein Kontextmenü, welches zum Beispiel häufig mit der rechten Maustaste für einzelne Elemente aufgerufen werden kann, um besondere Einstellungen oder Zusatzfunktionen aufrufen zu können, entfällt auf Touchscreens ebenfalls bzw. kann nur über Umwege implementiert werden (z. B. durch langes Drücken oder spezielle Eingabemethoden). Da diese Funktionen aber nicht standardmäßig überall gleich sind, sollten diese so wenig wie möglich eingesetzt werden, um die Einarbeitungszeit zu verringern).

Ein häufig verwendeter Ansatz, um die Problematiken der begrenzten Auswahlmöglichkeiten auf Touchscreens zu reduzieren oder gänzlich zu umgehen, ist der Einsatz von Zooming [AZ03]. Je weiter in die Benutzeroberfläche bzw. die dargestellte Szene hineingezoomt wird, desto größer auch die Elemente, die dann besser selektiert werden können. Allerdings führt speziell der Zooming-Ansatz wiederum zu anderen Problemen. So verliert der Benutzer beim Zoomen oft die Orientierung zum Kontext (besonders häufig tritt dies beim Zoomen in Landkarten auf). Diese Gefahr kann etwa vermindert werden, indem man dem User zusätzlich zum vergrößerten Bereich eine weitere Übersicht bietet, wo man die Gesamtheit der Fläche und den vergrößerten Ausschnitt extra markiert betrachten kann (siehe dazu etwa [Chi06] und Abbildung 2.17).

Abbildung 2.17: Beispiel, wie man verhindern kann, dass der Benutzer die Übersicht beim Zoomen verliert [Chi06]

Einen anderen Lösungsweg, um den Überblick über die Gesamtheit der Daten nicht zu verlieren, präsentieren Cheon und Yoo [YC06]. In ihrer Arbeit wird neben verschiedenen Algorithmen, die die effiziente Verarbeitung von großen Datenmengen auf mobilen Geräten verbessern, auch ein Fishaugen System präsentiert. So können die Informationen, die den Benutzer im Moment interessieren, wie durch ein Fischauge gezoomt werden. Das heißt, dass der mittlere Bereich der Darstellung stark vergrößert wird, während die derzeit weniger interessanten Informationen im Hintergrund trotzdem verkleinert sichtbar bleiben.

Albinsson und Zhai [AZ03] präsentieren einen anderen Ansatz, der ohne Zoomen auskommt. Dabei kommen zwei Linien zum Einsatz, die sich in einem bestimmten Zielgebiet überschneiden, das durch einen Kreis markiert ist. Durch das Ziehen und Verschieben der Enden der Linien kann im Zielgebiet praktisch eine pixelgenaue Auswahl vorgenommen werden (siehe Abbildung 2.18). Um die Verdeckung von Inhalten möglichst gering zu halten, wurde mit halbtransparenten Objekten gearbeitet. Der große Nachteil dieser Methode ist allerdings, dass sie für den Benutzer sehr zeitaufwendig ist. Gerade bei mobilen Anwendungen ist dies aber oft ein Grund, warum Applikationen weniger oder gar nicht verwendet werden.

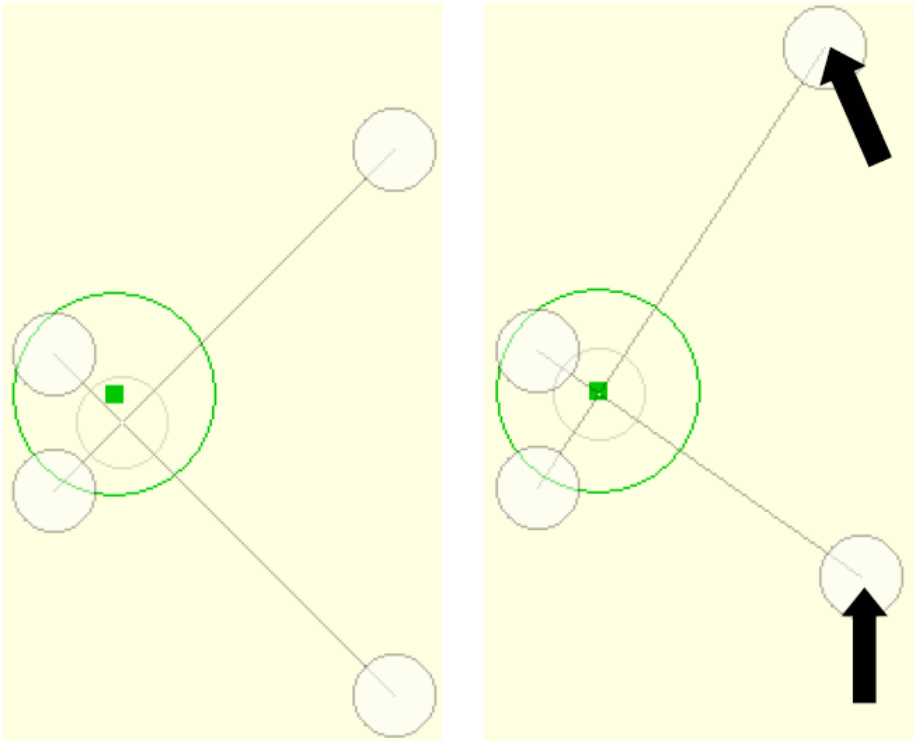


Abbildung 2.18: Pixelgenaue Auswahl mit überkreuzenden Linien [AZ03].

Insgesamt muss man bei Berührungseingaben somit immer einen gewissen Kompromiss eingehen. Entweder man begnügt sich mit weniger genauen Eingabemöglichkeiten, was eine pixelgenaue Auswahl praktisch unmöglich macht, oder man muss zeitintensivere Eingaben bzw. auch den Verlust oder die Überdeckung von Informationen in Kauf nehmen.

KAPITEL 3

Analysen und Datenerhebung

3.1 Eishockeysport

Da diese Arbeit sich auf die Visualisierung von Statistiken aus dem Eishockeysport konzentriert, soll im Folgenden die Sportart selbst näher vorgestellt werden.

Die Spielregeln kurz vorgestellt

Eishockey ist ein Mannschaftssport, der auf einem rechteckigen Spielfeld mit abgerundeten Ecken (Abbildung 3.1) gespielt wird. Ziel ist es, mehr Tore als das gegnerische Team zu erzielen. Von jedem Team stehen normalerweise sechs Spieler am Eis, außer es wurden auf Grund von Regelbrüchen Strafen ausgesprochen. Dann kann es vorkommen, dass ein Team mit einem oder zwei Spielern weniger am Feld steht. Man nennt dies Spiel in Unterzahl bzw. im Englischen Penaltykilling. Das Team, welches noch die volle Anzahl an Spielern am Feld hat spielt in dieser Zeit in Überzahl, dies wird auch als Powerplay bezeichnet. Im Normalfall stehen ein Tormann, zwei Verteidiger und drei Stürmer am Feld. Der Tormann kann in gewissen Situationen von einem Feldspieler ersetzt werden. Die Spieler dürfen beliebig oft, auch ohne Spielunterbrechung, ein- und ausgewechselt werden, wobei meist Gruppen von Spielern gemeinsam am Eis stehen und auch gemeinsam ein- und ausgewechselt werden. Dies sind die sogenannten Linien und der Austausch heißt dann Linienwechsel.

Das Spielfeld teilt sich in drei Drittel, das Verteidigungs-, Mittel- und Angriffsdrittel. Die Abseitsregel besagt, dass der Puck die Linie zum Angriffsdrittel überqueren muss, bevor der erste Angreifer die Linie überquert. Somit können keine weiten Pässe zu Spielern gespielt werden, die bereits im Angriffsdrittel warten.

Ein Spiel dauert 60 Minuten und wird in drei Drittel mit Pausen dazwischen gespielt. Gibt es nach der regulären Spielzeit ein Unentschieden, so wird im Normalfall eine Verlängerung (Overtime) gespielt. Diese kann entweder bis zum ersten Tor gehen, oder sie ist ebenfalls zeitlich begrenzt, und ihr folgt bei Unentschieden ein Shootout, bis eine Mannschaft gewonnen hat (ähnlich dem Elfmeterschießen beim Fußball).

Es gibt verschiedene Regelwerke, die sich in manchen Teilbereichen unterscheiden. Die beiden wichtigsten sind das Regelbuch des internationalen Eishockeyverbands (IIHF), das auch online verfügbar ist [Fed13], sowie das Regulativ der National Hockey League [Lea13b]. So gibt es Abweichungen bei der Spielfeldgröße, den Abseitsregeln, der erlaubten Spielhärte, etc. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird bei Bedarf auf das Regelbuch des IIHF zurückgegriffen.

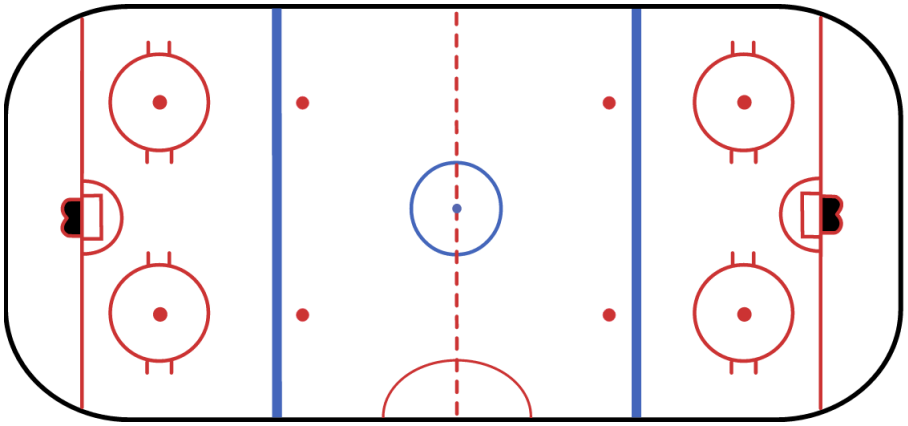


Abbildung 3.1: Schematische Abbildung eines Eishockeyfeldes [Wik13a]

Organisation der Ligen

Die Organisation der verschiedenen Ligen unterscheidet sich je nach Land und Liga mehr oder weniger stark. Die bekanntesten Ligen laufen aber alle nach einem ähnlichen System ab:

- Die Spielsaison ist in einen Grunddurchgang und ein Playoff aufgeteilt.
- Im Grunddurchgang gibt es Hin- und Rückrunden und je nach Sieg oder Niederlage werden Punkte gesammelt.
- Die Teams werden in einer Tabelle vom besten zum schlechtesten Team gereiht.
- Im Playoff spielen zwei Teams mehrmals gegeneinander, bis ein Team eine gewisse Anzahl an Spielen gewonnen hat. Dieses Team steigt in die nächste Runde auf, das andere scheidet aus.
- Das Ligafinale wird von den beiden Mannschaften bestritten, die alle vorigen Playoffrunden überstanden haben. Es gibt keine Spielserie um den dritten Platz.

Da im weiteren Verlauf der Arbeit hauptsächlich mit Beispielen aus der höchsten österreichischen Eishockeyliga, der Erste Bank Eishockeyliga, kurz EBEL, und der nordamerikanischen Liga, der National Hockey League, kurz NHL gearbeitet wird, wird auf diese beiden noch näher eingegangen:

National Hockey League: In der NHL spielen 30 Teams. Auf Grund der Größe, wird die Liga in zwei Conferences und diese wiederum in Divisions geteilt. Die Aufteilung erfolgt ungefähr geografisch. Diese Aufteilung erleichtert einerseits die Übersicht, andererseits hat jedes Team auch mehr Spiele in seiner Division und Conference, was die Reisezeiten und -kosten verringern soll. Die besten acht Teams jeder Conference nehmen am Playoff Teil. Zuerst werden die Playoffrunden innerhalb der eigenen Conference gespielt (erster gegen achten, zweiter gegen siebten, etc.) und zwar solange, bis nur noch ein Team übrig bleibt. Die beiden Gewinnerteams der Conferences spielen dann gegeneinander um den sogenannten Stanley Cup.

Das Spielfeld in der NHL ist etwas kleiner als nach den IIHF Regeln, was das gesamte Spiel etwas schneller macht. Außerdem ist die Auslegung der Regeln für härtere Spielzüge nicht so streng.

Erste Bank Eishockey Liga: Die EBEL ist eine länderübergreifende Liga, an der derzeit zwölf Teams teilnehmen. Der Saisonverlauf teilt sich in einen Grunddurchgang, eine anschließende Platzierungsrunde und das Playoff. Aufgrund der noch eher geringen Anzahl an Teams und der überschaubaren geografischen Entfernungen gibt es keine Aufteilung in Conferences wie in der NHL.

3.2 Statistiken im Eishockeysport

Um Visualisierungsmethoden auswählen zu können, muss festgestellt werden, welche Daten überhaupt zur Verfügung stehen. Wie in Kapitel 1 erwähnt, werden im Eishockeysport eine sehr große Anzahl an Daten gesammelt. Diese kann man auf verschiedene Arten gliedern und einteilen. Im folgenden wird versucht, die verschiedenen Merkmale so in Gruppen einzuteilen, dass daraus sinnvolle und hilfreiche Visualisierungen abgeleitet werden können. Die so eingeteilten Daten dienen im Verlauf der Arbeit als Grundlage für den Entwurf von Visualisierungsvorschlägen.

Turnier- oder Ligastatistiken

In diese Gruppen fallen alle Statistiken und Daten, die einer bestimmten Liga oder einem Turnier (Weltmeisterschaften, Olympische Spiele, etc.) zugeordnet werden können. Dies könnten etwa die folgenden sein:

- Teilnehmer (Vereine und Länder).
- Zeitraum der Mitgliedschaft in einer Liga
- Anzahl der Platzierungen
- Anzahl der Teilnehmer (ändert sich z.B. in der EBEL regelmäßig)
- Turnier- bzw. Spielmodus
- Zuschauerzahlen
- Teilnehmende Städte und Stadien (geografische Daten)

- Zeitpunkt und Dauer

Teamstatistiken

In diesen Bereich fallen Statistiken, die einem Team zuzuordnen sind. Je nach Spielmodus können diese Statistiken häufig in unterschiedliche Zeiträume geteilt werden. So werden etwa in der NHL die Statistiken meist in Grunddurchgangs- und Playoffstatistiken getrennt. Bei großen Turnieren, wie Weltmeisterschaften, gibt es meist Gruppenspiele und eine anschließende KO-Runde, auch hier werden häufig getrennte Statistiken geführt. Daten sind z. B.

- Abgegebene Torschüsse
- Anzahl geschossener/erhaltener Tore (auch prozentual zu abgegebenen Torschüssen bzw. zu gehaltenen Schüssen)
- Anzahl Siege/Niederlagen (gesamt oder auch gegen bestimmte Teams in bestimmten Zeiträumen, etc.)
- Drittelwertung
- Höhe von Siegen/Niederlagen
- Zeiten in Über- und Unterzahl
- Titelgewinne
- Erreichte Plätze in unterschiedlichen Saisonen
- Playoffplätze und -gegner
- Gewonnene/verlorene Spiele in der Overtime und im Penaltyschießen
- Heim- und Auswärtsbilanzen
- Empty Net Goals (Tore, bei denen der gegnerische Tormann das Tor verlassen hat, um einen zusätzlichen Feldspieler ins Spiel nehmen zu können).
- Erfolgsstatistik der einzelnen Linien (Tore/Gegentore)
- Zuschauerzahlen bei Heim- und Auswärtsspielen

Spielerstatistiken

Spielerstatistiken sind teilweise abhängig vom Einsatz, es wird also meist unterschieden, ob die entsprechenden Statistiken für Ligaeinsätze gelten, oder z. B. für das Nationalteam. Außerdem sind für unterschiedliche Spielertypen auch unterschiedliche Statistiken interessant, man kann hier zwischen Feldspielern und Torhütern unterscheiden. Aber auch bei Feldspielern kann man unterscheiden, während für einen Stürmer etwa die Torstatistik extrem wichtig und aussagekräftig ist, ist es für einen Verteidiger eher die +/- Wertung. Daten sind z. B.

- Tore und Assists, bzw. Punkte (= Tore + Assists)
- +/- Wertung (wie oft steht der Spieler bei Toren oder Gegentoren auf dem Eis)
- Abgegebene Torschüsse
- Eiszeit
- Verletzungen
- Strafen und Strafminuten
- Shorthander (= Tor, wenn die eigene Mannschaft in Unterzahl spielt) und Powerplaytore
- „Game Winning Goals“ (= das letzte Tor im Spiel, dass den Endstand für das siegreiche Team herstellt.
- Torhüter: Gehaltene Schüsse bzw. erhaltene Tore (pro Spiel, gesamt)
- Persönliche Spielerdaten (Alter, Größe, Gewicht)
- Fitnessdaten (Kraft, Ausdauer)
- Position (Verteidigung, Linker/Rechter Flügel, Center, Torhüter)
- Gewonnen und verlorene Faceoffs (Faceoff ist der Einwurf des Pucks vom Schiedsrichter, wo zwei Spieler versuchen, den Puck erobern zu können)

Die hier aufgelisteten Statistiken können in einigen Fällen recht leicht ermittelt werden, andere sind im Normalfall nicht zugänglich. So sind etwa medizinische Daten und Fitnessdaten nur dem Betreuerteam bekannt. Außerdem gibt es Unterschiede in verschiedenen Ligen. Während etwa Tore, Assists oder +/- Wertungen in allen größeren Ligen zum Standard gehören, werden andere Daten, wie etwa die Eiszeit, nur in seltenen Fällen erhoben, weil der Aufwand dafür, vor allem für kleine Ligen, viel zu groß wäre.

3.3 Befragung und Auswertung

Grundsätzlich gibt es, je nach Betrachtungsweise, vier bis fünf verschiedene Gruppen, die unterschiedlichen Zugang zum Eishockey haben:

1. Aktive Spieler
2. Schiedsrichter
3. Trainer und Betreuer
4. Fans

5. Medienleute (wobei diese Gruppe eigentlich wieder die Fans bedient, insofern möglicherweise nicht als eigene Gruppe gesehen wird)

Alle diese Gruppen haben einen unterschiedlichen Zugang und benötigen unterschiedliche Hilfsmittel, um ihre Bedürfnisse zu decken. Um diese Bedürfnisse näher kennenzulernen wurde eine Onlinebefragung durchgeführt. Diese war in erster Linie auf das Fanpublikum ausgerichtet, weil dies die inhomogenste Gruppe ist, die einerseits häufig mobile Geräte verwendet und andererseits auch sehr unterschiedliche Bedürfnisse hat. Die Hauptziele der Befragung waren folgende Punkte:

- Welche Gewohnheiten haben die Teilnehmer bezüglich Eishockey (Lieblingsteams, wie häufig und intensiv wird der Sport verfolgt).
- Was sind die Wettgewohnheiten der Teilnehmer (wird gewettet, wenn ja wie oft und in welchem Umfang).
- Wie wichtig sind Statistiken für die Teilnehmer und wie greifen sie normalerweise auf Statistiken zu.

Die erhobenen Daten wurden verwendet, um einerseits festzustellen, wie groß der Bedarf für Visualisierungen von Eishockeystatistiken ist und andererseits um Entscheidungen über den Aufbau der Software treffen zu können: Welche Daten sollen visualisiert werden und auf welche Teilbereiche der Daten (Liga, Teams, Einzelspieler) soll der Fokus gelegt werden.

Der Fragebogen war entsprechend in drei plus eine Kategorien gegliedert: Allgemeines zum Eishockey, Wetten, Statistiken im Eishockeysport und allgemeine statistische Daten zu den Teilnehmern. Der gesamte Fragebogen kann im Anhang nachgelesen werden. Insgesamt nahmen 53 Personen an der Umfrage teil, wobei 50 alle Fragen auch vollständig beantworteten (die unvollständigen Fragebögen wurden nicht in die Auswertung mit einbezogen).

Statistisches zu den Teilnehmern

Knapp über 70 Prozent der Teilnehmer waren dabei männlich und über 60 Prozent im Alter zwischen 20 und 29 (siehe Abbildung 3.2). Der größere Teil der Teilnehmer kam dabei aus Wien (knapp 40%), insgesamt waren über 90% der Beteiligten aus Österreich. Dies ist insofern relevant, weil sich dadurch weitere Ergebnisse, etwa die Fragen über die verfolgten Ligen, besser deuten lassen. Außerdem wurde nach der jeweiligen Gruppe gefragt, zu denen sich die Teilnehmer zählen würden. Wie erwartet gab der Großteil (über 85%) an, die Rolle Eishockeyfan einzunehmen. Nur einmal wurde zusätzlich zu Fan auch Spieler ausgewählt (Mehrfachauswahl war möglich), die restlichen Teilnehmer entfielen auf Sonstige, die im Kommentarfeld der Frage angaben, dass sie sich berufsmäßig mit dem Sport auseinandersetzen oder die sich nur als Gelegenheitszuseher bezeichnen würden. Das sind also vermutlich Personen, die sich nicht als Fan bezeichnen würden, aber indirekt mit dem Sport zu tun haben oder hin und wieder dafür Interesse zeigen.

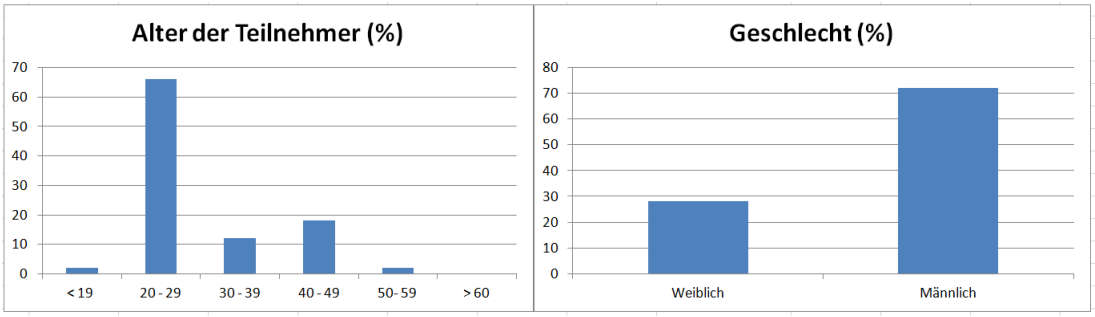


Abbildung 3.2: Alter und Geschlecht der Umfrageteilnehmer in Prozent.

Allgemeines zum Eishockey

In dieser Kategorie war die erste Frage nach der Dauer, wie lange sich die Teilnehmer bereits mit dem Sport auseinandersetzen (Abbildung 3.3). Hier gibt es ein recht ausgeglichenes Ergebnis zwischen kurzer und langer Dauer. Knapp über 50% gaben an, sich weniger als fünf Jahre dem Sport zu widmen, knapp unter 50% mehr als fünf Jahre. Mit über einem Viertel der Gesamtteilnehmer, die hier mehr als zehn Jahre angaben, ist die Dichte an erfahrenen Eishockeyfans sehr hoch.

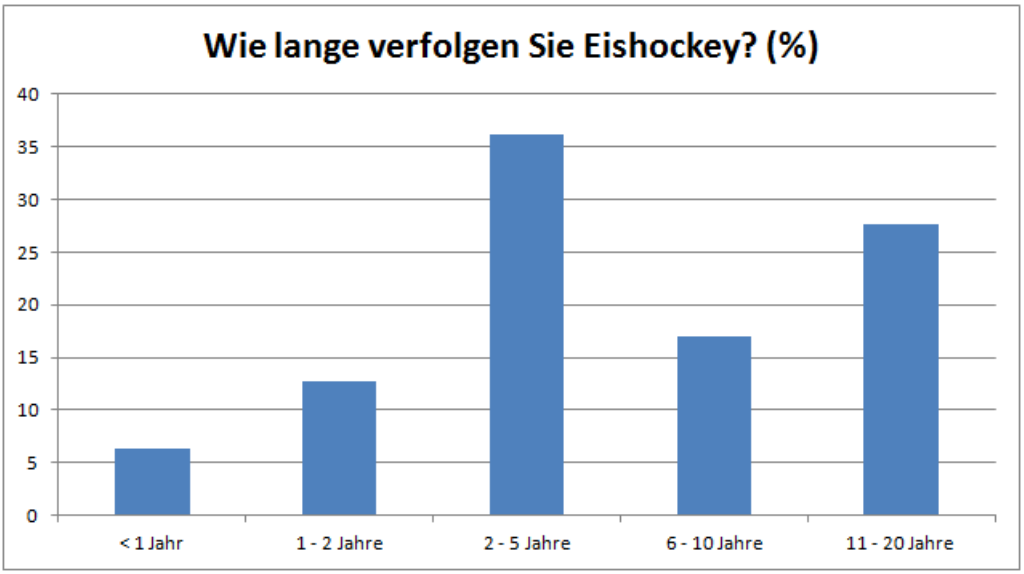


Abbildung 3.3: Wie lange beschäftigen sich die Teilnehmer bereits mit dem Eishockeysport.

Weiters wurde erhoben, welche Ligen die Teilnehmer verfolgen. 48 der Teilnehmer wählten hier auch entsprechend mindestens eine Liga aus. Auf Grund der hauptsächlich österreichischen

Beteiligungen ist das Ergebnis nicht überraschend. Die EBEL verfolgen 37 der 48, weiters folgt die NHL mit 34 Nennungen und DEL (deutsche Eishockeyliga) mit 16 Fans. Die Ergebnisse im Detail findet man in Abbildung 3.4 (es werden nur die Ligen dargestellt, die mehr als einmal ausgewählt wurden).

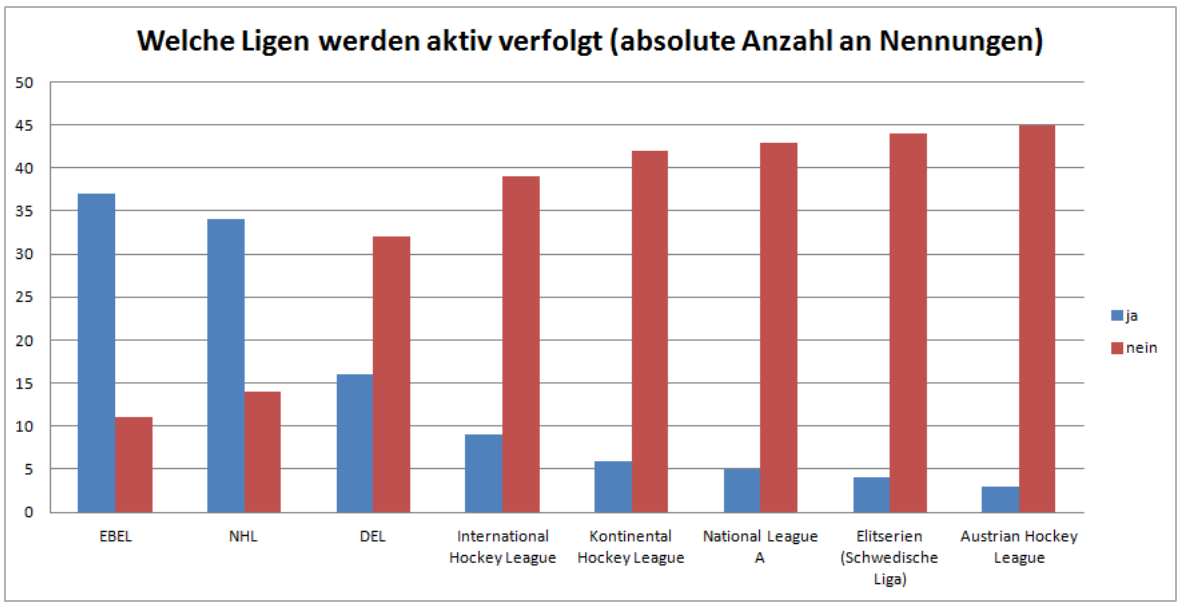


Abbildung 3.4: Auswertung der Frage, welche Ligen die Umfrageteilnehmer verfolgen.

Da vor der Befragung bereits festgelegt wurde, dass hauptsächlich die Daten aus NHL und EBEL bearbeitet werden sollen, wurden auch Fragen gestellt, welche Teams in den jeweiligen Ligen am beliebtesten sind. In der EBEL konnte man hier genau ein Team als Favoriten festlegen, in der NHL konnte man bis zu drei Teams angeben. Das am meisten favorisierte Team in der EBEL sind in der Umfrage mit über 45% die UPC Vienna Capitals. Da aber auch mehr als 40% der Teilnehmer aus Wien stammen, ist dies nicht verwunderlich. Platz zwei hält mit knapp 18% der EHC Linz gefolgt von Red Bull Salzburg (13%).

28 der Befragten gaben zumindest ein Team der NHL als Favoriten an, 17 davon ein zweites und 7 füllten alle drei aus. Hier ergibt sich ebenfalls ein sehr eindeutiges Bild, 16 Personen nannten die Buffalo Sabres als ihren Favoriten, gesamt wurde das Team 19 mal aufgezählt. Die Pittsburgh Penguines sind das am zweithäufigsten favorisierte Team, wenn man nach den Erstgenannten geht (fünf Erwähnungen), gesamt wurden aber die Detroit Red Wings öfter genommen (sieben mal). Auch hier wundert das Ergebnis wenig, immerhin spielt bei den Buffalo Sabres seit Jahren der beste österreichische Eishockeyspieler, Thomas Vanek.

Um abschätzen zu können, mit welcher Intensität die Umfrageteilnehmer Eishockey verfolgen, wurde auch gefragt, wie viele Livespiele durchschnittlich pro Saison besucht werden, sowohl Heim- und Auswärtsspiele des eigenen Lieblingsteams, als auch andere Spiele. Auffallend ist hier ein großer Anteil an Saisonkartenbesitzern mit knapp über 25%. Bei einem genaue-

ren Blick auf die Daten fällt hier auch auf, dass in absoluten Zahlen 9 der 12 Teilnehmer, die Saisonkartenbesitzer sind, bereits mehr als 10 Jahre mit Eishockey zu tun haben. Im mittleren Bereich der besuchten Heimspiele (fünf bis 15) sind mit etwa 20% weniger Teilnehmer als Saisonkartenbesitzer. Insgesamt gaben immerhin nur 15% der Teilnehmer an, gar kein Heimspiel zu besuchen. Bei Auswärtsspielen sind das ganze 50% und nur rund 20% besuchen mehr als drei Auswärtsspiele ihres Teams. In Abbildung 3.5 ist das detaillierte Ergebnis von besuchten Heim- und Auswärtsspielen zu sehen. Bei Spielen, wo das favourisierte Team nicht spielt, geben über 55% an, keines zu besuchen, rund 30% ein bis zwei Spiele und immerhin 10% drei bis fünf Spiele.

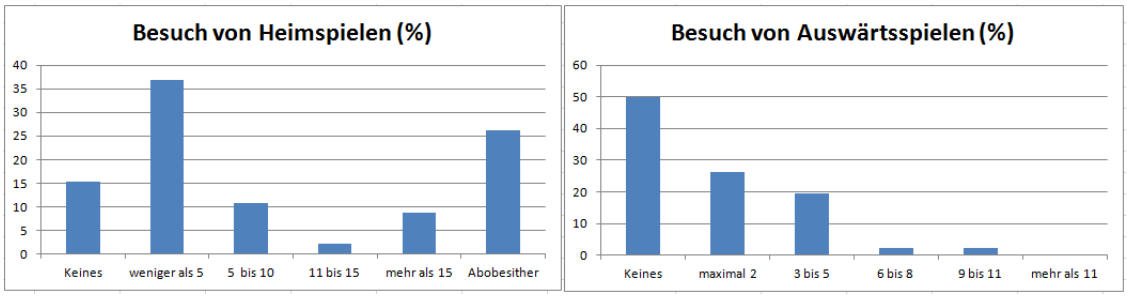


Abbildung 3.5: Wie viele Heim- und Auswärtsspiele des eigenen Lieblingsteams werden besucht.

Wetten

Sport ist auch immer ein beliebtes Umfeld für Wetten und in diesem Bereich spielt Statistik für viele eine wichtige Rolle. Es wird versucht aus vergangenen Ergebnissen zukünftige sozusagen vorherzusagen. Um einen Einblick zu bekommen, was hier für die Teilnehmer wichtig ist, und ob bestimmte Visualisierungstechniken die Teilnehmer bei ihren Wettentscheidungen unterstützen könnten, wurde ein Teil des Fragebogens diesem Thema gewidmet.

Insgesamt gaben allerdings nur etwa 37% der Teilnehmer an, bei Spielen ihres Lieblingsteams Wetten abzugeben (unabhängig davon, ob sie live vor Ort sind oder nicht). Dabei gab nur ein Teilnehmer an, sehr häufig (bei über 90% der Spiele) zu wetten, 15% wetten gelegentlich bis oft (30 - 70% der Spiele) und knapp 20% geben an selten (weniger als bei 30% der Spiele) zu wetten. Bei Spielen, bei denen ihr Lieblingsteam nicht spielt, geben nur knapp über 20% an, gelegentlich bis selten zu wetten, alle anderen wetten nie auf solche Spiele.

Die Frage, wie die Teilnehmer die Entscheidungen für die Wetten treffen, ergab, dass sich etwa ein Drittel auf ihr Bauchgefühl verlassen. Beinahe genau so viele geben weiters an, sich nach den Wettquoten der Wettanbieter zu richten. Zirka 20% richten sich aber auch nach dem bisherigen Saisonverlauf. Die anderen Optionen (das für den Teilnehmer sympathischere Team des Spiels, Statistiken der Einzelspieler, Diskussionen mit dem Umfeld, Berichterstattungen der Medien) wurden nur vereinzelt gewählt. Detailergebnisse können der Abbildung 3.6 entnommen werden.

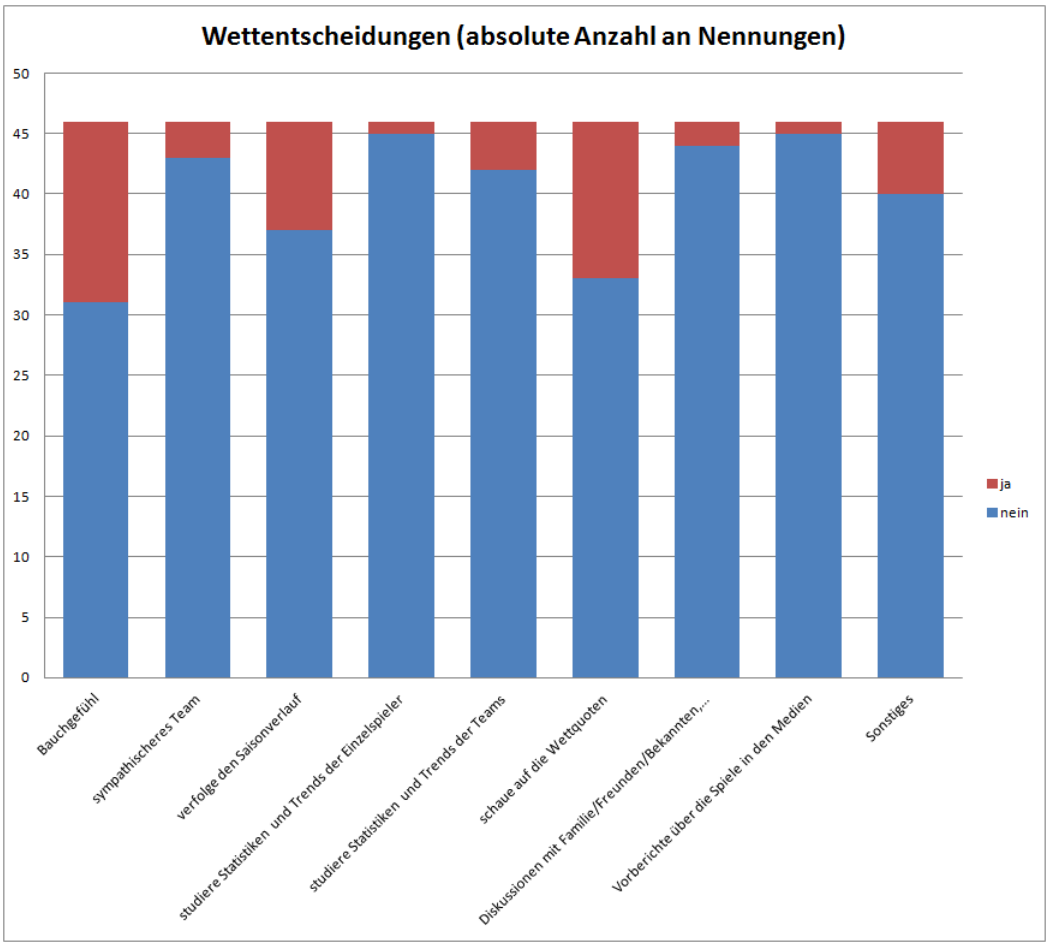


Abbildung 3.6: Wie die Teilnehmer ihre Wettentscheidungen treffen.

Die Frage nach der Höhe der Wetteinsätze ergab, dass der Großteil mit eher geringen Einsätzen spielt (kleiner zehn Euro), was darauf hindeutet, dass es den Teilnehmern hier weniger um große Gewinne geht, sondern mehr darum, die Spiele dadurch spannender zu machen.

Statistiken im Eishockeysport

In diesem Teil des Fragebogens wurde untersucht, wie die Teilnehmer Statistiken im Eishockeysport wahrnehmen und ob und wie sie genutzt werden. Die grundsätzliche Frage, wie wichtig Statistiken im Eishockey empfunden werden, beantworteten über 55% mit sehr wichtig oder wichtig. Für ca. 30% sind sie weniger wichtig und knapp über 10% empfinden sie als unwichtig. Etwa 35% der Befragten geben an, wenig oder keinen Einblick in Statistiken zu haben, aber über 45% meinen, sehr genau über Statistiken Bescheid zu wissen, oder zumindest einen guten Überblick zu haben. Etwa 15% sehen sich bei dieser Frage im Mittelfeld und behaupten von

sich, einen mäßigen Einblick in die Statistiken der Spieler und Teams zu haben.

Der Großteil der Umfrageteilnehmer gab dabei an, die Statistiken hauptsächlich aus Tabellen zu entnehmen (etwa 55%). Knapp 20% geben an, diese überwiegend grafisch aufbereitet z. B. in Form von Stabdiagrammen zu verfolgen und nur fünf Prozent geben an, textuelle Beschreibungen von Statistiken zu lesen. Immerhin über 20% bevorzugen eine Kombination aus allen drei angegebenen Optionen.

Weiters wurde nach den Gründen gefragt, warum Statistiken überhaupt verfolgt werden. Über 50% gaben an, allgemeines Interesse an den Daten zu haben und einen besseren Überblick über Team- und Spielerleistungen haben zu wollen. Das Detailergebnis kann Abbildung 3.7 entnommen werden.

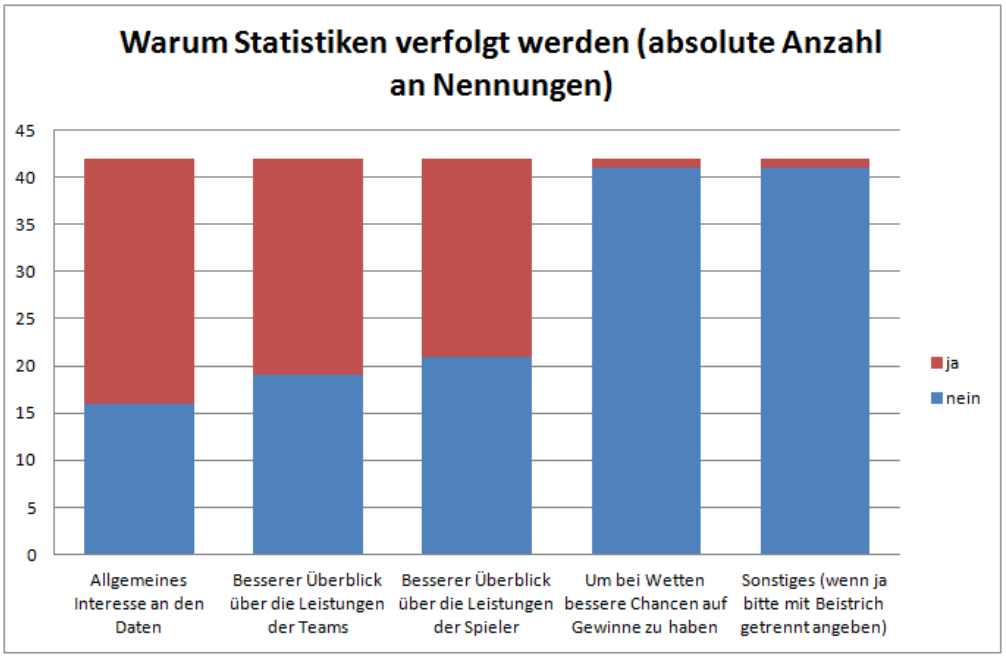


Abbildung 3.7: Gründe, weshalb Statistiken verfolgt werden.

Zusammenfassung der Ergebnisse

Insgesamt geht aus der Befragung hervor, dass die Teilnehmer Statistiken im Eishockeysport hauptsächlich zur Vertiefung des Wissens über den Sport verwenden. Zumindest bei den hier teilnehmenden Personen geht es weniger darum, die Statistiken gezielt auszunutzen, um bessere Wettergebnisse erzielen zu können. Wetten ist den Teilnehmern dieser Studie eher unwichtig, es wird mehr aus Spaß am Spiel gewettet, und nicht um große Gewinne zu erzielen. Darum wird auch eher nach Bauchgefühl entschieden und eher auf das eigene Team gesetzt. Trotzdem empfinden der Großteil der Befragten Statistiken im Eishockeysport als wichtig.

Statistiken werden von den meisten klassisch in Tabellenform gelesen, vermutlich auch aus Mangel an Alternativen. Viele gaben aber auch an, Statistiken mit grafischer Unterstützung (wie Balkendiagrammen) zu bevorzugen.

3.4 Entwürfe für GUI Oberflächen

Auf Grund der Befragung in Kapitel 3.3 wurden gewisse Schwerpunkte an Funktionalitäten ausgearbeitet, die der Softwareprototyp erfüllen soll:

- Unterstützung von verschiedenen Ligatypen (mit und ohne Unterteilungen in Conferences und Divisions), weil viele Benutzer mehrere Ligen verfolgen.
- Schneller, unkomplizierter Überblick über den derzeitigen Ligastand.
- Schnell zugängliche Informationen der letzten und nächsten Spiele.
- Übersichtlicher Vergleich von Teams, die gegeneinander spielen.
- Die wichtigsten Statistiken zu einem Team auf einen Blick darstellen.
- „Overview + Detail“: der Benutzer soll schnell von einem gesamten Überblick zu detaillierteren Informationen gelangen können.

Der Ligaüberblick

Für den Einstieg ist der Ligaüberblick (sprich die Tabelle) das Wichtigste, was dargestellt werden muss. Man soll am besten auf den ersten Blick sehen, welches Team etwa wo platziert ist. Die am häufigsten genutzte Methode zur Darstellung einer solchen Übersicht ist eine einfache Tabelle, in der die Teams vom ersten bis zum letzten Platz aufgelistet sind und die verschiedenen Werte enthält (z. B. Tore, Tordifferenz, Punkte, gewonnene und verlorene Spiele, etc.). Abbildung 3.8 zeigt eine solche Tabelle vom Endstand des Grunddurchgangs in der EBEL aus dem Jahr 2013. Der tatsächliche Punktestand ist dabei im ersten Moment eher nebensächlich. Eine einfache Darstellung der Teams entweder untereinander oder nebeneinander bietet sich für diese Aufgabe an. Erste Skizzen dazu sieht man in Abbildung 3.9. Versuche mit einem radialen Layout (die Teams werden auf einem Kreisbogen aufgetragen, wie in Abbildung 3.10), wurden wieder verworfen. Das Design wäre vielversprechend gewesen, weil hier eine gut nachvollziehbare Verbindung zwischen den Teams zur Darstellung von den Spielen hergestellt werden kann. Um das erreichen zu können, müsste die Darstellung aber annähernd ein Kreis sein, wodurch man die Länge bzw. Breite des Bildschirms nicht mehr voll ausnutzen kann (siehe Beispiel in Abbildung 3.9).

Die beiden Skizzen in Abbildung 3.9 bieten auch bereits eine Möglichkeit, wie letzte und nächste Spiele visualisiert werden können. Diese werden über Verbindungslinien zwischen den einzelnen Teams dargestellt (Linien links bzw. oben stehen für vergangene, rechts bzw. unten für nächste Spiele). Die Pfeile in der in Abbildung 3.9a deuten auf eine Interaktionsmöglichkeit hin: man soll hier durch Wischbewegungen nach links/rechts bzw. oben/unten Spieltage vor-

	Team	GP	W	L	VW	VL	PW	PL	G	GA	Saldo	Pkt
1	UPC Vienna Capitals	44	28	16	1	3	3	2	137	100	37	61
2	KHL Medvescak Zagreb	44	27	17	1	2	2	4	145	109	36	60
3	Moser Medical Graz 99ers	44	24	20	2	4	2	4	142	130	12	56
4	EC VSV	44	26	18	1	2	2	2	171	138	33	56
5	EC KAC	44	26	18	2	0	5	3	140	127	13	55
6	EHC LIWEST Linz	44	26	18	1	0	5	1	154	135	19	53
7	HC Orli Znojmo	44	23	21	2	2	1	4	149	136	13	52
8	EC Red Bull Salzburg	44	22	22	0	2	1	1	163	121	42	47
9	SAPA Fehervar AV19	44	21	23	1	1	2	2	127	138	-11	45
10	HDD TELEMACH Olimpija Ljubljana	44	20	24	3	1	2	2	123	145	-22	43
11	Dornbirner Eishockey Club	44	13	31	4	1	2	2	128	183	-55	29
12	HC TWK Innsbruck "Die Haie"	44	8	36	1	1	2	2	94	211	-117	19

Abbildung 3.8: Beispiel einer Tabelle, die den aktuellen Ligastand mit einigen zusätzlichen Statistiken (Anzahl gewonnener und verlorener Spiele, Tore, Gegentore, etc.) [Lig13]. GP = Anzahl gespielter Spiele, W = Anzahl gewonnener Spiele, L = Anzahl verlorener Spiele, VW = Siege in der Verlängerung, VL = Niederlagen in der Verlängerung, PW = Spiele im Penaltyschießen gewonnen , PL = Spiele im Penaltyschießen verloren, G = Anzahl Tore, GA = Anzahl Gegentore, Saldo = Tordifferenz (G - GA), Pkt = Gesamtpunktezahl.

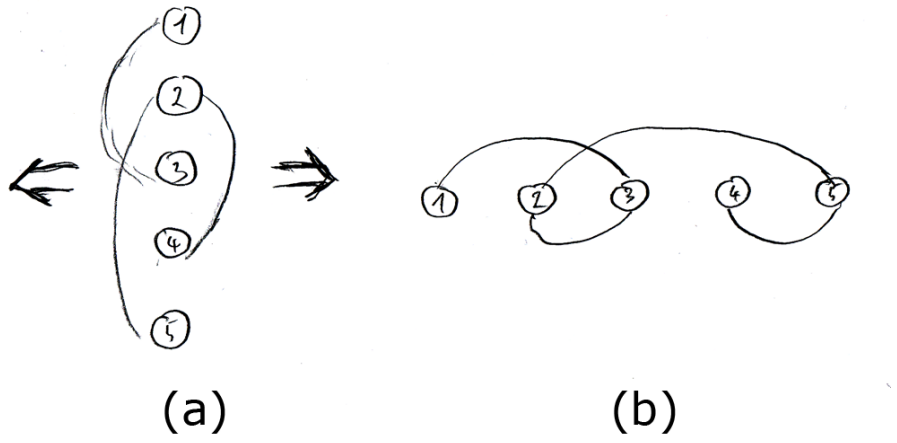


Abbildung 3.9: Zwei Skizzen zu GUI Entwürfen für die Ligaübersicht. (a): für Hochformat, (b): für Querformat.

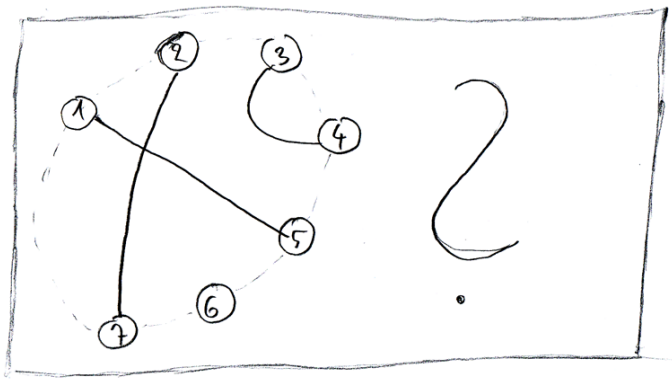


Abbildung 3.10: Skizze eines Designs mit radialem Layout. Würde sich gut für die Darstellung der nächsten und letzten Spiele eignen. Problem: die Bildschirmgröße wird nicht ausgenutzt.

und zurückblättern können. So kann man die Änderung der Ligastände über die Zeit recht gut nachvollziehen. Der Vorteil dieser Darstellungsart gegenüber den klassischen Tabellen ergibt sich daraus, dass sowohl der Stand in der Liga ersichtlich ist, als auch sofort die nächsten und letzten Gegner zu erkennen sind.

Direkt in die Visualisierung können folgende Daten integriert werden:

- Punkteanzahl (z. B. in den Kreisen, die die Teams darstellen, oder knapp daneben)
- Ergebnisse der vergangenen Spiele (auf den Linien)
- Datum der nächsten Spiele (z.B. direkt über den Verbindungslinien)
- Wer hat gewonnen bzw. verloren durch Farbkodierung
- Welches Team war das Heimteam (etwa indem die Verbindungslinie aus kleinen Pfeilen besteht).

Mehr Information soll auf den ersten Blick gar nicht verfügbar gemacht werden, weil die Visualisierung sonst schnell überladen und unübersichtlich wird. Deshalb soll der Benutzer durch einfache Interaktionen mehr Daten angezeigt bekommen.

Direkter Vergleich von Teams

Neben dem Überblick über Liga und Spiele soll es auch möglich sein, zwei direkte Gegner vergleichen zu können. Fans und Zuschauer interessiert meist vor dem Spiel, wie gut die beiden Teams im Vergleich zueinander sind: Wer hatte bisher eine erfolgreiche Saison, wer eine weniger erfolgreiche? Wer hatte den besseren Angriff, wer die bessere Verteidigung? Wer spielt besser

im Powerplay? Mit solchen und ähnlichen Fragen beschäftigen sich viele vor direkten Duellen, einerseits um informiert zu sein, andererseits auch, um Wettentscheidungen treffen zu können.

Zur Gegenüberstellung von zwei Teams gibt es verschiedenste Möglichkeiten. Eine sehr gebräuchliche Methode sind Stabdiagramme, bei denen von der Mitte aus die Werte des einen Teams nach links und des anderen Teams nach rechts aufgetragen werden (siehe Abbildung 3.11). Vorteile sind, dass man so die verschiedenen Parameter recht gut direkt Vergleichen kann.

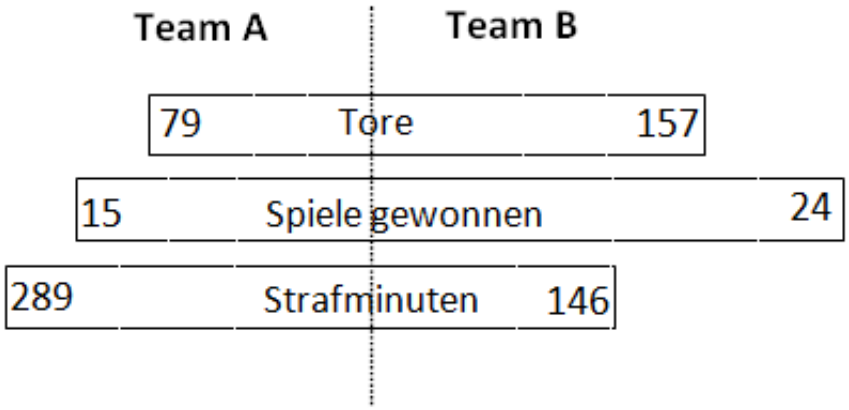


Abbildung 3.11: Vergleich von Teams mittels direkter Gegenüberstellung von Balkendiagrammen.

Eine sehr gute Darstellungsart für hoch-dimensionale Daten, die auch ausgezeichnete Interaktionsmöglichkeiten bietet, wurde von den Autoren Elmqvist, Stasko und Tsigas vorgestellt [EST08]. Hier können die verschiedenen Statistiken aufgetragen werden und ähnlich wie in parallelen Koordinatensystemen verbunden werden, allerdings sind in diesem Fall die Achsen nicht parallel, sondern in Kreisform angeordnet (siehe Abbildung 3.12. Durch gezielte Mausinteraktionen können die Daten dann gefiltert und durchsucht werden. Diese Darstellungsart eignet sich aber nicht für mobile Geräte. Bereits auf großen Monitoren mit hoher Auflösung stößt diese Darstellungsform bei vielen Daten an ihre Grenzen. Auf mobilen Geräten könnte man nur durch sehr gezielte Filterung sinnvolle Ergebnisse erzielen. Weiters sind die Interaktionsmöglichkeiten mit Touchgesten sehr eingeschränkt. Wie in Kapitel 2.4 bereits behandelt, ist eine punktgenaue Auswahl auf Touchscreens praktisch nicht möglich, insofern ist es auch bei dieser Darstellungsart schwierig, die einzelnen Datensätze oder die einzelnen Dimensionen mit dem Finger auszuwählen.

Wie bereits in Kapitel 2.2 beschrieben, ist es immer ratsam, den Benutzer durch Verwendung von kontextbezogenen Elementen eine gedankliche Stütze zu bieten. Insofern bietet es sich auch in diesem Fall an, einen Vergleich der Teams mit Elementen aus dem Eishockeysport zu kombinieren. So wurde die Idee entwickelt, verschiedene Statistiken auf einem Eishockeyfeld zu vergleichen. Es bietet sich hier an, das Feld an der Mittellinie zu teilen und jeweils rechts bzw. links

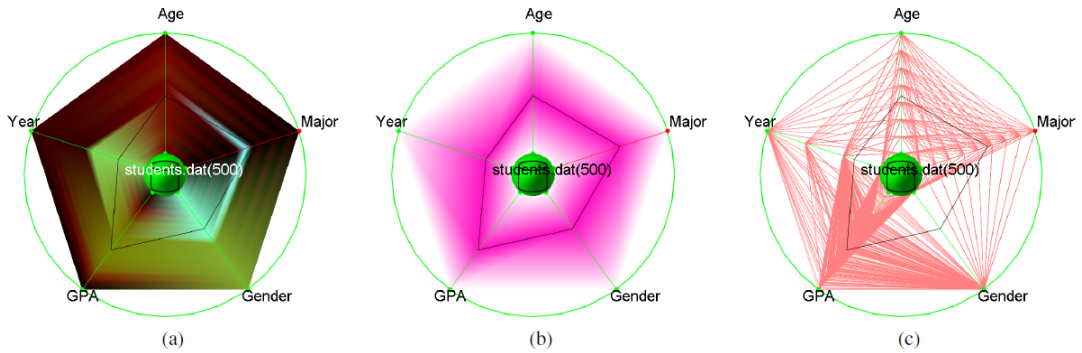


Abbildung 3.12: DataMeadow: Hoch-dimensionale Daten als Datenrosen visualisiert [EST08]. Visualisiert werden hier (erfundene) statistische Daten von 500 Informatikstudenten mit fünf Dimensionen. (a) zeigt den Farbhistogramm Modus, (b) zeigt die Häufigkeit der durchschnittlichen Vorkommen (je durchsichtiger desto weiter ist der Wert vom Durchschnitt entfernt) (c) den Modus für parallele Koordinatensysteme.

ein Team zu behandeln. Wird die Darstellung direkt auf ein bestimmtes Spiel bezogen, dann soll die Auswahl der Seiten auch gleich nach Heim- und Auswärtsteam getroffen werden. Hier soll das Auswärtsteam auf der linken Spielfeldseite und das Heimteam auf der rechten visualisiert werden. Das steht im Gegensatz zur bei uns üblichen Darstellung, bei der das Heimteam zuerst (also links) genannt wird (etwa bei Fernsehübertragungen beim Spielstand), ist aber im amerikanischen Raum üblich und ergibt sich aus der Sprechweise: „Team A plays at Team B“. Diese Darstellungsform wurde gewählt, weil der Softwareprototyp speziell auf die NHL ausgerichtet wird. Das ergibt sich einerseits daraus, dass diese durch die Teilung der Liga in Conferences und Divisions einen spannenderen Ligaaufbau hat und andererseits daraus, dass bei der Umfrage der großteil der Befragten auch an der NHL interessiert ist.

Die ersten Pläne sahen vor, die Felder entsprechend verschiedener Statistiken einzufärben und außerdem noch die Spieler auf dem Feld darzustellen, und für diese etwa durch Größe und Farbe ebenfalls Statistiken zu visualisieren. Dies würde zwar wieder auf Standardmonitoren gut funktionieren, eignet sich aber für mobile Displays wieder weniger. Außerdem müsste die Anzahl der visualisierten Spieler stark eingeschränkt werden. Deshalb wurde überlegt, wie man auf dem Feld vorhandene Elemente zur Visualisierung nutzen kann. Auf jeder Feldhälfte gibt es je ein Tor und zwei Bullykreise. Wenn man diese nach Größe und Farbe verschieden darstellt, kann man bis zu sechs Dimensionen visualisieren. Eine der ersten Skizzen dazu sieht man in Abbildung 3.13.

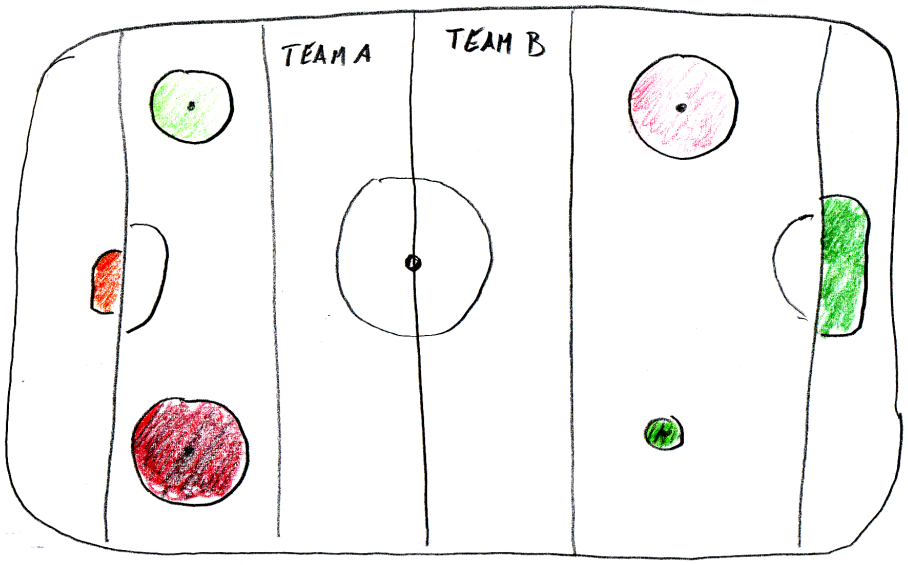


Abbildung 3.13: Vergleich von Teams auf einem Eishockeyfeld. Die Größe und Farben der Bullykreise sowie der Tore können für die Visualisierung verschiedener Statistiken herangezogen werden.

3.5 Testdaten

Um den Softwareprototyp entwickeln und ausführlich testen zu können, musste ein gewisser Bestand an Testdaten aufgebaut werden. Ein manuelles Anlegen der Daten ist hier keine Option, allein im Grunddurchgang (ohne Playoffs) der NHL finden über 1200 Spiele pro Jahr statt [Lea13a]. Selbst in der wesentlich kleineren EBEL fanden in der Saison 2012/13 über 360 Spiele statt [Lig13]. Leider gibt es auch keine Möglichkeit, über APIs direkt auf die Daten der Ligen zuzugreifen, und sie werden auch nicht in maschinenlesbarer Form (wie CSV Dateien) zur Verfügung gestellt. Auch mehrere Anfragen dazu bei der EBEL wurden nicht beantwortet. Über die offiziellen Seiten der Ligen können die Tabellen nur über HTML Seiten und in kleinen Teilen betrachtet werden (wie 20 Einträge pro Seite zu speziellen Torstatistiken).

Auf der Seite des „Hockey Summary Project“ [Pro13] können dagegen alle Ligadaten der NHL seit dem Jahr 1917 als CSV Dateien heruntergeladen werden. Es stehen einerseits die gesamten Spielergebnisse einer Saison zur Verfügung, andererseits Statistiken zu Toren, Assists, Schiedsrichter, Plus-Minus Wertungen, Torwartstatistiken, etc. Für die Zwecke dieser Arbeit sind diese Daten ausreichend, weil keine Spielerdetails benötigt werden. Für den Prototypen wurden aus den vorhandenen Daten die Ligastatistiken aus des Grunddurchgangs der Saison 2011/2012 herangezogen. Um eine komplette Datenbank mit Statistiken zu mehreren Bereichen einrichten zu können, wurden ebenso Spielerdaten benötigt. Diese wurden von hockeyDB.com [Hoc13] organisiert und automatisiert analysiert und aufbereitet. In Kapitel 4.1 wird noch näher auf die entsprechende Organisation der Daten und die Datenhaltung eingegangen.

KAPITEL 4

Implementierung

4.1 Datenhaltung und Datenbank

Da es sich insgesamt um sehr große Datenmengen handeln kann, mit denen gearbeitet wird, muss über eine entsprechende Möglichkeit der Datenspeicherung nachgedacht werden. Alleine in den Testdaten aus dem Grunddurchgang der NHL Saison 2011/2012 gibt es 1230 Spiele, über 6500 Tore und 11200 Assits. Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, werden die Daten auf einen Server ausgelagert, weshalb Überlegungen, um Speicherplatz zu sparen, nicht unbedingt notwendig sind. Insofern eignet sich auch ein normales relationales Datenbankmodell, zur Abbildung der Datenstruktur.

Um eine entsprechende Erweiterbarkeit des Prototyps zu gewährleisten, werden in die Designüberlegungen zum Datenbankmodell auch bereits noch nicht benötigte Daten mit einbezogen. Folgende Daten sollen im Modell abgebildet werden:

- Spielerdaten
- Statistiken der Spieler
- Ligaaufbau
- Teamdaten
- Statistiken der Teams
- Spieldaten
- Ergebnisse und Statistiken der Spiele (Tore, Assists, etc.)

Besonderheiten der Spielerdaten: Hier muss insbesondere beachtet werden, dass Spieler nicht konstant bei einem Team spielen, sondern diese die Teams im Laufe der Zeit wechseln, auch innerhalb einer Saison. Somit wird hierfür eine m:n Beziehung benötigt.

Besonderheiten des Ligaaufbaus: Den Ligaaufbau allgemein in einer Datenbank darzustellen, ist relativ schwierig, weil sich die verschiedenen Ligen in ihrem Aufbau unterscheiden. Um möglichst flexibel zu sein, wurde in diesem Modell ein Ansatz gewählt, um diese Unterschiede auch abbilden zu können. Dazu wurden die Strukturen der NHL und EBEL analysiert, weil diese beiden ein gutes Beispiel für den unterschiedlichen Aufbau von Ligen sind. So hat z. B. die kontinentale Hockey Liga (die zweitgrößte Liga nach der NHL) eine ähnliche Struktur wie die NHL mit Divisions und Conferences und die meisten Ligen in einzelnen Ländern haben einen sehr ähnliche Aufbau wie die EBEL. Somit kann im Datenbankmodell eine Liga mehrere Conferences und Divisions haben, kann aber ebenso nur als Liga ohne Unterteilungen existieren. Teams sind immer einer Liga zugeordnet, wenn die Liga auch Conferences und Divisions hat, werden diese ebenfalls entsprechend beim Team mitgespeichert.

Statistiken im Datenbankmodell: im Modell wird nicht zwischen Statistiken für Spieler oder Teams unterschieden. Der Grund ist, dass alle Daten, die gesammelt werden können, sowohl einem Team als auch einem Spieler in einem Spiel zuzuordnen sind. Die Strafminuten werden beispielsweise für einen Spieler pro Spiel ausgesprochen. Alle Strafminuten des Spiels zusammengezählt ergeben die Gesamtstatistik für das Team. Tore und Assists werden in einer eigenen Tabelle abgespeichert, weil hier pro Tor viele andere Daten gesammelt werden können. Das fertige Datenbankmodell als Entity-Relationship Diagramm (ER-Diagramm) ist in Abbildung 4.1 zu sehen.

Das Datenbanksystem wurde so aufgebaut, dass ein Mittelweg zwischen geringem Speicherverbrauch und Einfachheit beim Auslesen der Daten geschaffen wird. So könnten etwa Endstände der Spiele auch leicht aus den Toren, die zum Spiel gehören, ermittelt werden. Durch das zusätzliche Abspeichern der Endstände ist es aber möglich, mit einer einzigen Abfrage und ohne Zwischenberechnungen das Ergebnis auslesen zu können. Es wurde aber beispielsweise darauf verzichtet, die Statistiken bereits vorberechnet zu speichern. Will man z. B. die Gesamtanzahl der Tore für ein gewisses Datum wissen (für die Darstellung des Ligastands interessant und zur Berechnung des Torverhältnisses nötig), so müssen diese zuerst zusammengerechnet werden.

Aufbereitung der Testdaten

Wie in Kapitel 3.5 beschrieben, wurden die Testdaten großteils automatisiert von Onlinequellen bezogen. Diese müssen entsprechend aufbereitet werden, um sie für das Datenbankmodell, welches in Kapitel 4.1 beschrieben wurde, vorzubereiten und Datenbankskripte zum Befüllen der Datenbank zu erzeugen.

Spielerdaten: Die Spielerdaten inklusive deren Statistiken wurden als HTML Dateien bezogen. Um die Daten effektiv auszulesen, wurde das Java Framework JSoup [JSo13] verwendet. So konnten die Statistiktabellen einfach ausgelesen und in leicht handhabbare CSV Dateien mit Standardtrennzeichen gespeichert werden. Wichtig ist, dass hier zwischen Feldspielern und Torwarten unterschieden werden muss, weil für diese jeweils unterschiedliche Statistiken erhoben werden. Deshalb werden diese auch in separaten Dateien gespeichert.

Umwandlung von CSV Dateien in Datenbankskripte: Die Statistiken zu den Saisonen, Spielen und Toren enthalten die Spielernamen immer im Volltext. Diese mussten im ersten Schritt den Spielern, die zuvor aus den HTML Dateien ausgelesen wurden, zugeordnet werden. Problematisch war, dass in verschiedenen Dateien verschiedene Formate der Namen verwendet

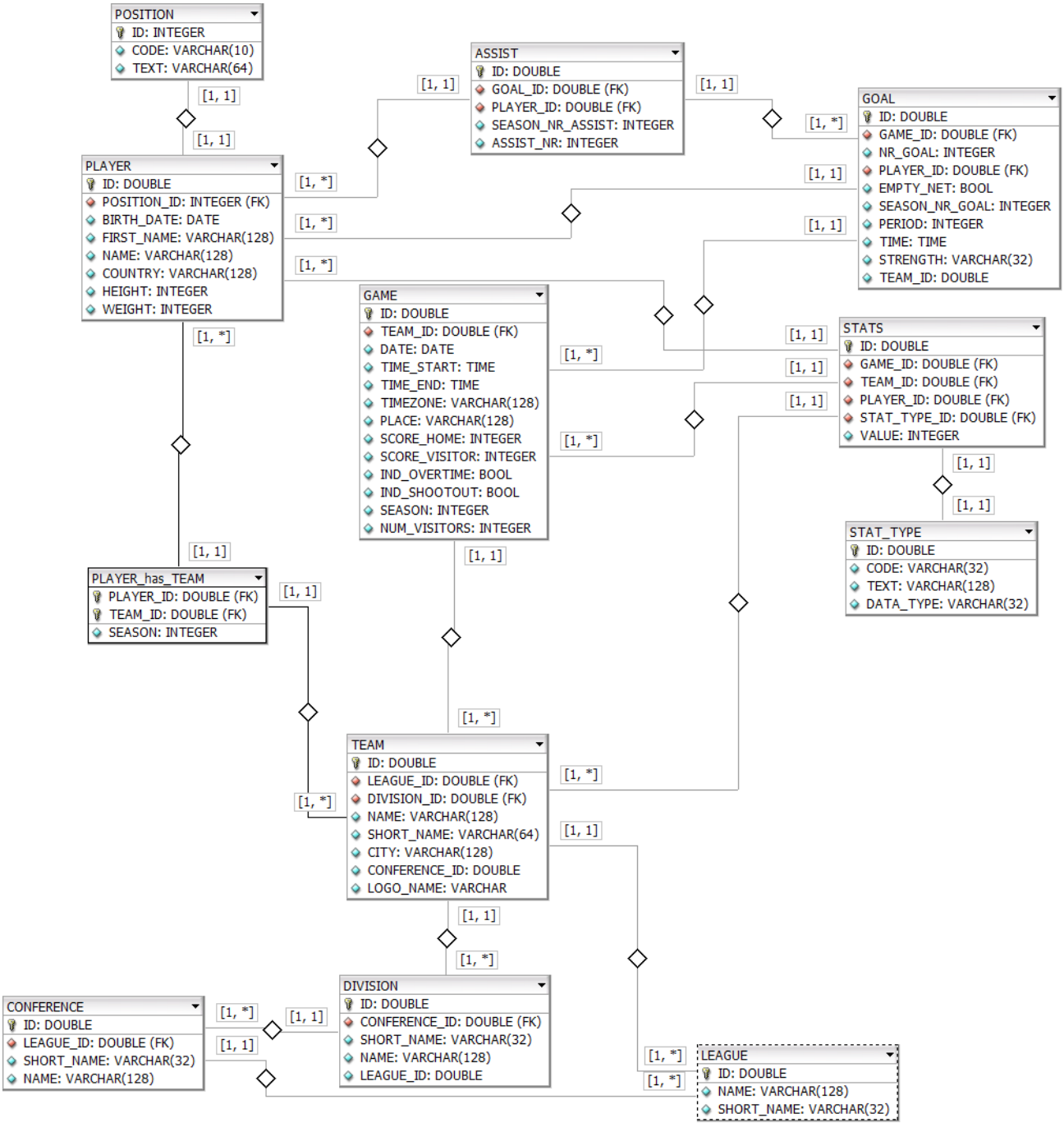


Abbildung 4.1: Das für den Prototypen verwendet Datenbankmodell als ER Diagramm.

wurden, einmal z. B. „Vorname Nachname“, ein anderes mal „V. Nachname“. Hin und wieder wurde auch der Nachname zuerst angegeben. Deswegen wurden alle diese Möglichkeiten in einer Zuordnungsmethode abgedeckt. Durch die große Anzahl an Spielern (über 10000 Spieler spielten bereits in der NHL), kann es so auch zu Überschneidungen und falschen Zuordnungen kommen (der Spieler M. Cullen kann entweder Mark Cullen oder Matt Cullen sein), die bei der Erzeugung zwar als Warnung ausgegeben werden, die aber nicht extra behandelt werden. Auf eine komplexere Zuordnungsmethode, um eine größere Treffsicherheit zu erhalten, wurde aber verzichtet, weil das Ziel der Arbeit im Bereich Visualisierung und nicht im Bereich Datenaufbereitung liegt. So könnten z. B. die Jahre, in denen die Spieler gespielt haben und die Teams der Spieler ebenfalls mit einbezogen werden. Unvollständige oder fehlerhafte Testdaten stellen somit kein Problem dar, solange darauf hingewiesen wird, dass die Daten im Testsystem nicht genau den Echtdaten entsprechen müssen. Ähnliche Probleme wie bei den Namen traten auch bei Datums- und Zeitangaben auf (etwa Geburtsdatum der Spieler), auch hier wurden Standardformate korrekt ausgelesen, Sonderfälle aber nicht explizit behandelt und als leerer Wert in die Datenbank übernommen.

Wie in Kapitel 3.5 beschrieben, werden für den Prototypen die NHL Daten der Saison 2011/2012 herangezogen, der Aufbau der CSV Dateien der anderen Saisonen ist aber gleich, somit könnte die Testdatenbank mit wenig Aufwand stark erweitert werden.

Insgesamt wurde die Testdatenbank somit mit ca. 5000 Spielerdaten, ca. 1200 Spieldaten von Spielen aus der regulären Spielzeit der Saison 2011 und 2012, ca. 6500 Toren und ca. 11000 Assisteinträgen gefüllt. Die Einträge für Ligen und Teams wurden manuell zusammengestellt, mit Hilfe der Daten der offiziellen Internetauftritte der NHL Liga [Lea13a] und der EBEL [Lig13]. Somit enthält die Datenbank über 60 Teams in zwei Ligen, für die NHL wurden auch die entsprechenden Einträge für die Conferences und Divisions angelegt.

4.2 Architektur

Architektur des Softwareprototypen

Um eine geeignete Architektur für die Software auszuwählen, müssen mehrere Punkte beachtet werden.

- Da es sich um eine Applikation für mobile Geräte handeln soll, ist zu beachten, dass mit Systemressourcen sparsam umgegangen werden muss. Mobiltelefone und Tablets werden zwar immer leistungsstärker und auch die Speicherkapazitäten sind kein großes Problem mehr, aber gerade um eine flotte Darstellung zu gewährleisten und nicht unnötig viel Daten auf den Geräten speichern zu müssen, sollten manche Aufgaben ausgelagert werden.

- Die Applikation soll dazu dienen, aktuelle Daten darstellen zu können, insofern müssen die Daten auch immer aktuell gehalten werden. Dies ist nur schwer möglich, wenn die Daten direkt auf den Geräten gespeichert werden.

- Die Statistiken, die benötigt werden, sind sehr umfangreich, auch bereits für den Prototypen mit Liga- und Teamvergleich. Bei Erweiterung der Funktionalitäten auf z. B. Spie-

lervergleiche würden die Datenmengen noch wesentlich größer werden. Insofern spricht auch dieser Punkt dafür, die Daten extern zu halten.

- Während in der hier implementierten Version keine besonders komplexen Berechnungen nötig sind, wären solche aber für Weiterentwicklungen denkbar. So gäbe es etwa bei parallelen Koordinatensystemen die Möglichkeit, die Achsen so zu sortieren, dass es insgesamt am wenigstens Überschneidungen gibt. Solche Berechnungen sind sehr aufwendig und benötigen eine entsprechend hohe Rechenleistung, die auf mobilen Geräten ebenfalls meist nicht zur Verfügung steht.

All diese Punkte sprechen für eine Server-Client Architektur. Die Daten sollen auf einem Server gehalten werden, und alle nötigen Berechnungen und Datenaufbereitungen sollen am Server durchgeführt werden. Der Client dient allein zur Darstellung der Daten, beinhaltet also so wenig Logik wie möglich. Die Kommunikation des Clients mit dem Server erfolgt über Webservices. Insofern kann man von einer minimalen serviceorientierten Architektur sprechen. Webservices bieten den Vorteil, dass die benötigten Daten sehr gezielt abgefragt werden können und Server und Client im Prinzip komplett unabhängig voneinander sind, also etwa bei Änderung des Serverteils müssten keine Anpassungen beim Client durchgeführt werden. Details dazu findet man im Kapitel 4.3.

Vorteile der Client-Server Architektur:

- Daten können zentral am Server verwaltet und aktuell gehalten werden.
- Komplexe Berechnungen können auf leistungsfähiger Hardware am Server durchgeführt werden.
- Der benötigte Speicherplatz am Client-Gerät wird minimal gehalten.
- Die großen Datenmengen, die mit verschiedenen Ligen und erweiterter Funktionalität anfallen, können auf leistungsfähigen Servern gespeichert werden, wo der Speicherplatz auch wesentlich günstiger ist, als auf den Client-Geräten.

Selbstverständlich bietet diese Art der Architektur nicht nur Vorteile. Der wichtigste negative Punkt dabei ist, dass man für die Funktionalität der Software immer eine gute Internetverbindung benötigt. Die gesendeten Datenmengen summieren sich außerdem, deshalb muss die Verbindung schnell sein und das übertragene Datenvolumen darf keine zu große Rolle spielen. Aus diesem Grund wurde auch die Entscheidung getroffen, Team- und Ligalogos nicht über die Services zu übertragen, sondern diese direkt im Client zu speichern. Über das Service wird nur der entsprechende Dateiname des Logos übertragen, um eine Zuordnung machen zu können. Eventuell können dann bei nicht aktuellen Clients manche Logos fehlen, wenn etwa neue Teams in einer Saison zur Liga kommen, diese werden dann durch Standardicons ersetzt.

Programmierumgebung und Frameworks

Für eine möglichst plattformunabhängige Software, die vor allem auch leicht auf mobile Plattformen portiert werden kann, fiel die Entscheidung bezüglich der Clientprogrammiersprache

auf Java [JAV13]. Somit kann die Entwicklung des Prototypen auf beliebigen Betriebssystemen durchgeführt und getestet werden. Mit vergleichsweise wenig Aufwand kann später eine mobile Version für das Androidbetriebssystem davon abgeleitet werden, weil Android Applikationen ebenfalls in Java implementiert werden. Durch die Verwendung von Webservices könnte der Serverteil davon unabhängig in beliebiger Sprache entwickelt werden, der Einfachkeit halber wurde aber auch hier eine Javalösung gewählt. Zur Umsetzung der Datenbank wurde der freie MySQL Standard gewählt [MyS13].

Entwickelt wurde in Eclipse Version Juno [Ecl13]. Als Buildmanagementsystem wurde Apache Maven ausgewählt [Apa13a], was einerseits eine übersichtliche Projektstruktur und andererseits eine sehr einfache Verwaltung der Abhängigkeiten ermöglicht. Als lokale Testserverumgebung wurde die XAMPP Sammlung verwendet, die den Apache HTTP Server und die MySQL Datenbank zur Verfügung stellt [Apa13c].

Das Projekt wurde in folgende Pakete aufgeteilt:

- **CSV Parser (parser.jar):** In diesem Projekt werden die Testdaten ausgelesen, aufbereitet und die entsprechenden Skripts für die Datenbank generiert. Dieses Projekt ist unabhängig von allen anderen, dient also nur zu Vorbereitungsarbeiten, die mit der eigentlichen Funktionalität des Prototypen nichts zu tun haben.

- **hockeyvis-commons-jar:** Dieses Paket beinhaltet die Schnittstellenbeschreibungen und außerdem Klassen, die von allen anderen Projekten ebenfalls benötigt werden, zum Beispiel eine Hilfsmethode zum sortierten Einfügen von Elementen in Java-Listen (etwa um Spiele nach Datum sortiert hinzufügen zu können).

- **hockeyvis-gui-jar:** Dieses Projekt beinhaltet den Client des Prototypen. Dies ist also die Benutzeroberfläche, mit allen grafischen Teilen, die benötigt werden.

- **hockeyvis-services-jar:** Hier werden die Backend Aufgaben durchgeführt, also das Auslesen der Daten aus der Datenbank und die Aufbereitung der Daten.

- **hockeyvis-services-war:** Dies ist das Projekt, das am Server läuft. Hier sind die Webservices eingebaut, über die die eigentlichen Backendklassen angesprochen werden können.

- **hockeyvis-services-client-jar:** Der Client der Webservices. Dieses Paket wurde in hockeyvis-gui-jar eingebunden, um die Webservices am Server aufrufen zu können.

Die Abhängigkeiten der Pakete zueinander sind in Abbildung 4.2 dargestellt.

4.3 Server und Webservices

In den folgenden Unterkapitel wird das Backend, also der Serverteil, näher betrachtet, vom Auslesen der Daten, der Aufbereitung, der Struktur der Daten bis hin zu den Beschreibungen und dem Aufbau der Webservices.

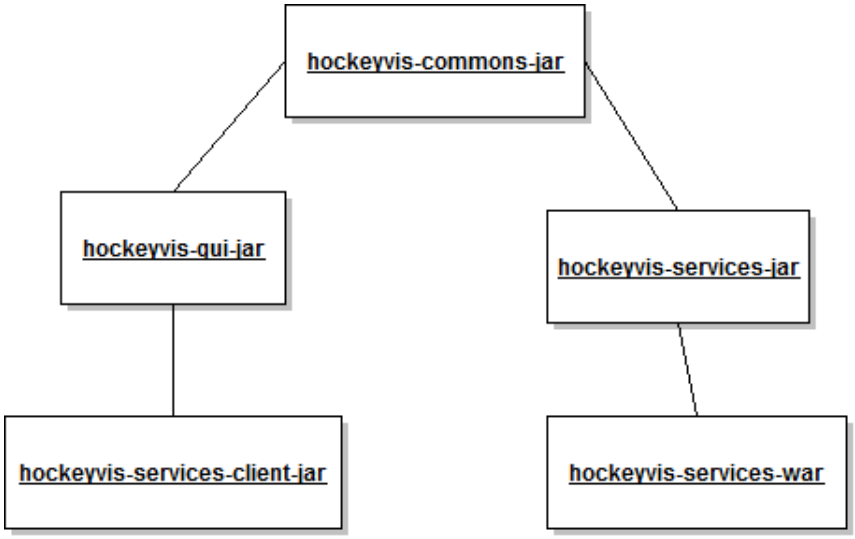


Abbildung 4.2: Abhängigkeiten der Programmpakete des Prototypen.

Daten auslesen und Datenaufbereitung (Paket hockeyvis-services-jar)

Die Funktionen zum Auslesen und zur Aufbereitung der Daten befindeen sich im Paket hockeyvis-services-jar, einer Klasse vom Typ „Data Access Object“ namens „LeagueDao“ gekapselt. Darin befinden sich verschiedene Methoden, um etwa Ligen, Conferences, Divisions oder Teams auszulesen. Vom JDBC Framework kommen dabei immer Objekte vom Typ „ResultSet“ zurück, diese werden ebenfalls in der Dao Klasse zu sinnvollen Objekten (z. B. einem Datenobjekt „Team“) zusammengefasst. Wie im Kapitel 4.1 beschrieben, werden in der Datenbank keine aufsummierten Ligastände gehalten, somit müssen diese nach dem Auslesen noch entsprechend berechnet werden. Diese Berechnungen und die Zuordnung der ausgelesenen Daten zu den Datenobjekten für die Webservices werden in der Klasse „PersistenceToServiceMapper“ durchgeführt. Die Daten sollen für jeden Spieltag aktuell zur Verfügung stehen, somit wird eine Datenstruktur mit Schlüssel-Werte Paarungen angelegt, die als Schlüssel das Datum hat. Für jedes Datum wird für jedes Team ein Objekt angelegt, in dem die aktuellen Punktestände, aufsummierten Tore, gewonnene und verlorene Spiele und weitere Statistiken gespeichert sind.

Die Struktur der Webservices (Paket hockeyvis-services-war)

Für den Betrieb des Prototypen ist ein Webservice ausreichend, welches zwei Methoden bietet, eine zum Auslesen der Ligen und eine zum Auslesen der Ligastände, Spiele und Teams. Die Webservicemethode „getAllLeagues“ liefert eine Liste mit allen Ligainformationen zurück. Hierfür sind keine Eingabeparameter notwendig. Als Ausgabe werden alle Ligen als Array geliefert, wobei jede Liga ihre Conferences und jede Conference ihre Divisions enthält. Das dazugehörige Klassendiagramm wird in Abbildung 4.3 dargestellt. Die getAllLeagues-Webservicemethode dient dazu, dem Benutzer eine Vorauswahl der Liga bieten zu können. Da

im Prototypen nur zwei Ligen zur Verfügung stehen (NHL und EBEL), werden eben diese beiden geliefert, die NHL inklusive ihrer zwei Conferences und Divisions.

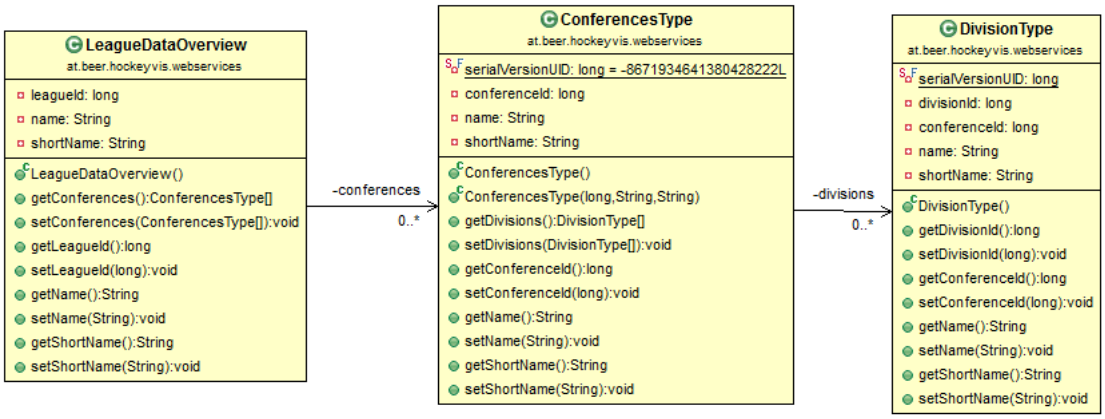


Abbildung 4.3: Klassendiagramm der Ausgabeparameter der „getAllLeagues“-Webservicemethode.

Die zweite zur Verfügung gestellt Servicemethode heißt „getLeagueInfo“ und dient zur Lieferung der Ligastände inklusive Spielstatistiken und Teams. Um das Service auch für mögliche Erweiterungen vorzubereiten, kann man durch verschiedene Eingabeparameter das Ergebnis beeinflussen. In Tabelle 4.1 werden die Eingabeparameter vorgestellt. Die LigaID muss angegeben werden. Diese ist bekannt, weil angenommen wird, dass zuvor die getAllLeagues-Servicemethode aufgerufen wurde, in dem die IDs übergeben werden. Die Conference- und DivisionID sind optional, es ist allerdings nicht möglich, nur eine DivisionID ohne ConferenceID anzugeben. Wenn z. B. eine ConferenceID übergeben wird, so werden alle Daten auf diese Conference eingeschränkt, d. h. es werden dann nur die Statistiken für die Teams zurückgeliefert, die auch in dieser Conference sind. Ebenso werden nur die Spiele geliefert, die auch innerhalb der Conference gespielt wurden. Mit einem von und bis-Datum wird der Zeitraum eingeschränkt, für den die Werte geliefert werden sollen. Da derzeit die Stände am Server immer neu aus den Spieldaten berechnet werden, bringen diese Parameter momentan noch keinen Geschwindigkeitsvorteil, weil eben sowieso alle Daten ausgelesen und berechnet werden müssen.

Das Service liefert ein Objekt vom Typ „LeagueInfoResponseData“ retour, welches die verschiedenen benötigten Daten beinhaltet. In Tabelle 4.2 sind die Ausgabedaten überblicksmäßig beschrieben. Das dazugehörige Klassendiagramm wird in Abbildung 4.4 dargestellt.

Es werden keine Datenstrukturen aus dem Javaframework (wie z. B. HashMaps) verwendet, sondern die Datenstrukturen wurden als einfache Javaobjekte mit einem Datumsfeld implementiert, um die Services kompatibel für alle möglichen Programmiersprachen zu machen. Die Servicemethoden wurden für lokale Tests auf einem Server installiert und können so über eine lokale URL angesprochen werden.

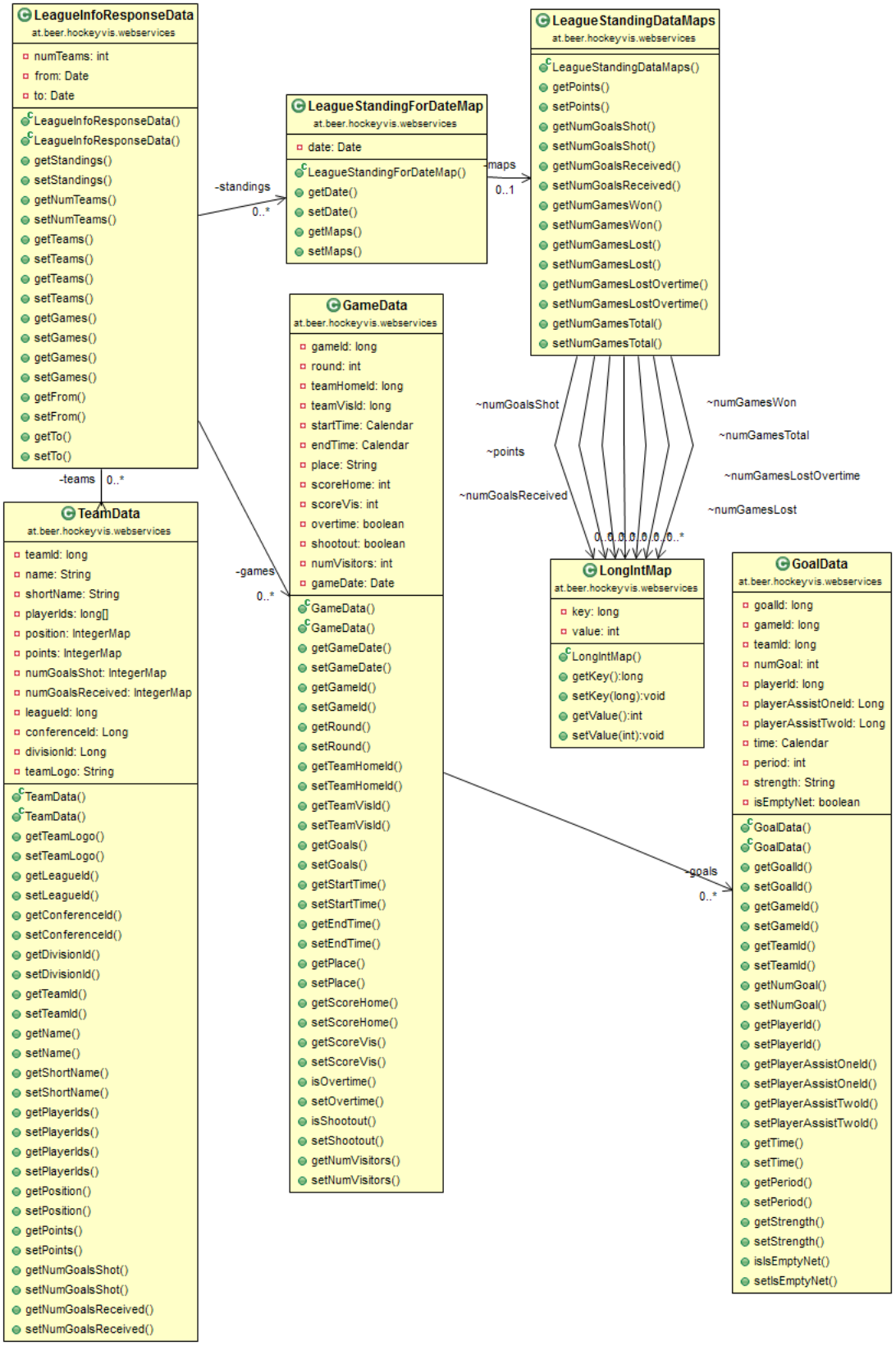


Abbildung 4.4: Klassendiagramm der Outputparameter der „getLeagueInfo“-Webservicemethode.

Tabelle 4.1: Eingabeparameter der Webservicemethode „getLeagueInfo“

Name	Datentyp	Optional?	Beschreibung
LeagueId	Long	nein	Die eindeutige ID der Liga.
ConferenceId	Long	ja	Die eindeutige ID der Conference.
DivisionId	Long	ja	Die eindeutige ID der Division.
Season	Integer	ja	Das Jahr, für das die Daten geliefert werden sollen (z. B. für die Saison 2011/2012 muss das Jahr 2011 angegeben werden).
From	Date	ja	Datum, von welchem weg die Ligadaten geliefert werden sollen. Wird keines angegeben, so werden alle Daten von Saisonbeginn an geliefert.
To	Date	ja	Datum, bis zu dem die Ligadaten geliefert werden sollen. Wird keines angegeben, so werden alle Daten bis Saisonende geliefert.

Zum Testen wurde ein Serviceclient implementiert, über den die Services aufgerufen werden können. Dieser wurde automatisiert in Eclipse generiert und kann so in verschiedene Projekte als Paket eingebunden werden.

4.4 Client und GUI

Bei der Entwicklung der GUI-Komponente wurde vor allem darauf geachtet, dass sie sich auch zur komfortablen Bedienung auf einem mobilen Gerät mit Touchgesten und auf kleineren Displays eignen würde. Folgende Punkte sollten somit allgemein Beachtung finden:

- Entsprechende Größe der Symbole und Schriften, aber vor allem von anklickbaren Elementen, um sie mit Fingerbedienung gut und bequem erreichen zu können [PKB06].
- Alle Navigationen innerhalb der Applikation sollen auch über Wischgesten (rechts-links, oben-unten) durchgeführt werden können.
- Auf Mouse-Over Effekte soll komplett verzichtet werden. Es gibt zwar mittlerweile auf manchen Mobiltelefonen, wie etwa dem Samsung Galaxy S4 die Möglichkeit, sogenannte Hover Gesten durchzuführen, sprich den Finger in geringem Abstand über das Display zu halten und so zusätzliche Informationen angezeigt zu bekommen [New13]. Für diese Funktionalität gibt es aber keinen Standard, der in näherer Zukunft auf einem größeren Teil der Geräte eingesetzt werden würde. Somit sollte darauf geachtet werden, dass die Funktionalitäten immer allen Benutzern zur Verfügung stehen.
- Da die Bildschirmgröße und die Auflösung relativ gering sein kann, soll auf zu komplexe Diagramme und Grafiken verzichtet werden, weil kleine Details dann nicht mehr oder nur schwer zu erkennen sind.

Tabelle 4.2: Ausgabeparameter der Webservicemethode „getLeagueInfo“

Name	Datentyp	Optional?	Beschreibung
NumTeams	Integer	nein	Die Gesamtanzahl an Teams, die sich in der angefragten Liga/Conference/Division befinden.
Teams	TeamData	nein	Array mit Daten zu allen Teams.
GameData	GameData	ja	Array mit allen Spielen (wenn keine Spiele bekannt, dann wird nichts zurückgeliefert).
Standings	LeagueStandingForDateMap	ja	Die berechneten Ligastände für alle Spieltage (beinhaltet z. B. Punkte, Tore, Anzahl an Spiele, etc.).
From	Date	nein	Datum des ersten Spieltags (muss nicht äquivalent mit dem „From“ Datum der Eingabeparameter sein).
To	Date	ja	Datum des letzten Spieltags der gelieferten Daten (muss nicht äquivalent mit dem „to“ Datum der Eingabeparameter sein).

- Innerhalb eines Fenster soll so weit wie möglich auf Scrollmöglichkeiten verzichtet werden.

Da die GUI in Java entwickelt wird und sich somit relativ leicht für das Betriebssystem Android portieren ließe, gibt es noch einige Vorschläge von Android, die man beachten sollte [And13]. Hier eine Auswahl der Vorschläge:

- Echte Objekte sind besser als Buttons oder Menüs: Man sollte nach Möglichkeit Buttons und Objekte mit realen Objekten ersetzen, mit denen die User kognitive Verbindungen aufbauen (z. B. Teamlogo anstatt eines einfachen Buttons mit dem Teamnamen).
- Die Applikation sollte sich wichtige Benutzereingaben merken und mit so wenig Eingaben wie möglich auskommen können (z. B. soll nicht jedes mal nach dem Datum gefragt werden, von dem der Ligaüberblick angezeigt werden soll, sondern es wird automatisch bei den aktuellsten Einträgen begonnen).
- Halte es kurz: Je weniger Text z. B. für Fragen verwendet wird, desto besser. Benutzer neigen dazu, längere Sätze nicht fertigzulesen oder diese ganz zu überspringen.
- Bilder sagen mehr als 1000 Worte: Es ist besser mit Bildern als mit Text zu arbeiten.
- Zeige nur, was der Benutzer braucht: Objekte und Menüs, die nicht benötigt werden, sollten nicht immer angezeigt werden (z. B. wird in der Visualisierungsapplikation das Fens-

ter, in das man die ausgewählten Teams für den Teamvergleich zieht, beim Start nicht in voller Größe angezeigt).

Die GUI wird in drei Teile aufgeteilt:

1. Ligaauswahl: Hier kann der Benutzer die gewünschte Liga oder auch Conferences und Divisions auswählen.
2. Ligaüberblick: Eine Ansicht, in der der aktuelle Ligastand visualisiert wird.
3. Vergleichsansicht: Ein Fenster, in dem zwei Teams miteinander verglichen werden können.

Auf Grund der entwickelten Entwürfe in der Analysephase wurde die Entscheidung getroffen, die Applikation im Querformat zu entwerfen. Für den Prototypen wird eine fixe Auflösung von 1280 Pixel Breite mal 768 Pixel Höhe angenommen. Gerade auf Android Geräten unterscheiden sich die Bildschirmauflösungen bei verschiedenen Geräten sehr stark, weshalb diese Fixannahme nur für die Entwicklungsphase geeignet ist.

Die GUI wird über einen AppStarter aufgerufen, welcher ein MenuCanvas-Objekt anlegt. In dieser Klasse werden die Serviceaufrufe und die Aufrufe der weiteren Applikationsteile verwaltet. Zuerst wird die Ligaauswahl aufgebaut. Sobald eine Liga gewählt wurde, wird die ausgewählte Liga über ein Observer Pattern an den MenuCanvas übergeben. Dieser baut daraufhin den Ligaüberblick (Klasse *LeagueStandingOverview*) auf. Werden in diesem zwei Teams gewählt und diese verglichen, meldet das System wieder die gewählten Teams und der MenuCanvas baut den entsprechenden Vergleichsscreen auf. Der MenuCanvas dient also als zentrale Verwaltungsklasse aller weiteren GUIs. Die anderen Teile sind voneinander unabhängig. Dies ist auch in Abbildung 4.5 zu sehen.

Durch diesen Aufbau wird auch der klassische Ansatz Model-View-Controller (MVC) eingehalten. In der Abbildung 4.5 entspricht die rot eingefärbte Klasse LeagueData dem Model, die grün eingefäbrten GUI-Klassen dem View, und die blau eingefärbten Klassen dem Controller. Abbildung 4.6 zeigt das MVC-Prinzip mit den dazugehörigen Klassen der HockeyVis Applikation.

In den folgenden Unterkapiteln werden die drei GUI Teile näher betrachtet:

Die Ligaauswahl

Dieser Bildschirm dient der Auswahl der Ligen, für die die Statistiken angezeigt werden sollen. Im Testsystem gibt es nur zwei Ligen zur Auswahl, wobei bei der NHL eine Unterteilung in Conferences und Divisions vorliegt, während es bei der EBEL keine weiteren Unterteilungen gibt. Die Aufteilung bei der NHL wird als Baum visualisiert. Um dem Benutzer visuelle Unterstützung zu geben, werden die Logos der Ligen (soweit vorhanden) statt reinen Textbuttons angezeigt. Die Logos werden relativ groß gehalten (in dieser Version haben sie eine Größe von 200x60 Pixel) und befinden sich außerdem in einem gewissen Abstand, damit nicht versehentlich die falsche Auswahl getroffen wird. Sobald eine Auswahl getroffen wurde, also mit dem Finger bzw. Mauszeiger eine Liga ausgewählt wurde, wird ein Mouse-Down Event aufgerufen,

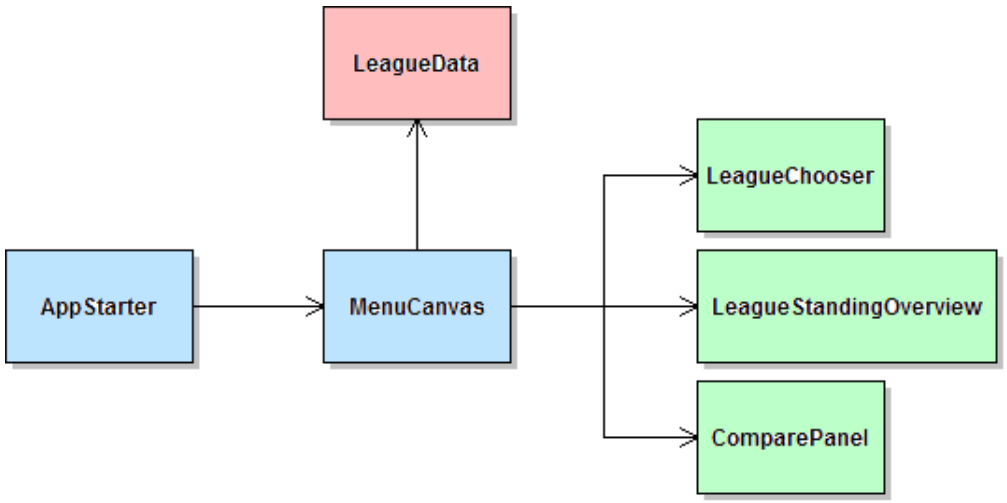


Abbildung 4.5: Aufbau der GUI Klassen. Die MenuCanvas Klasse dient als zentraler Verwalter aller weiteren GUI Fenster. Die Farbkodierung repräsentiert die Teile des Model-View-Controller Prinzips. Blaue Klassen entsprechen dem Controller, die rote repräsentiert das Model und die grünen die Views.

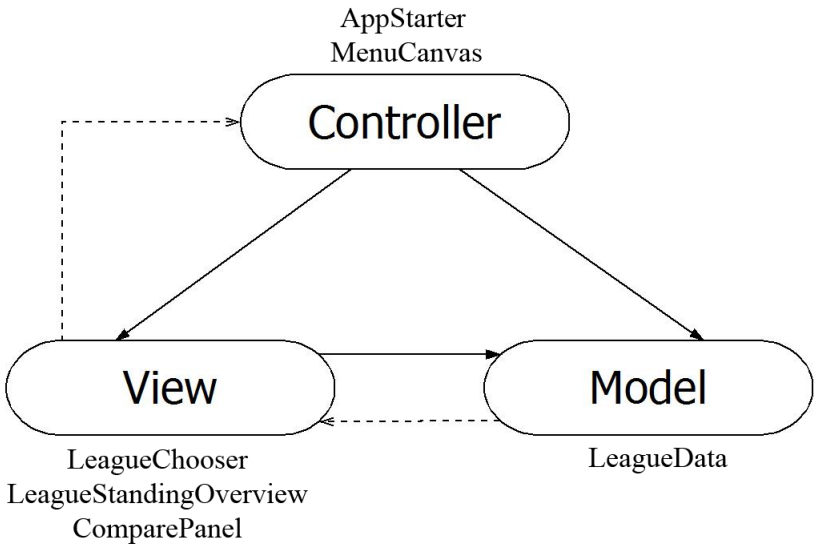


Abbildung 4.6: Model-View-Controller Prinzip in der GUI der Applikation.

der das gedrückte Logo identifiziert und ein wenig größer als die anderen darstellt. So weiß der Benutzer, dass die Eingabe angenommen wurde. Befindet sich die Auswahl unterhalb der Liga (also Conference oder Division), so werden die Verbindungen dorthin eingefärbt, was ebenfalls die Wahrnehmung für den Benutzer verbessert. In Abbildung 4.7 ist ein Screenshot der Ligaauswahl zu sehen.

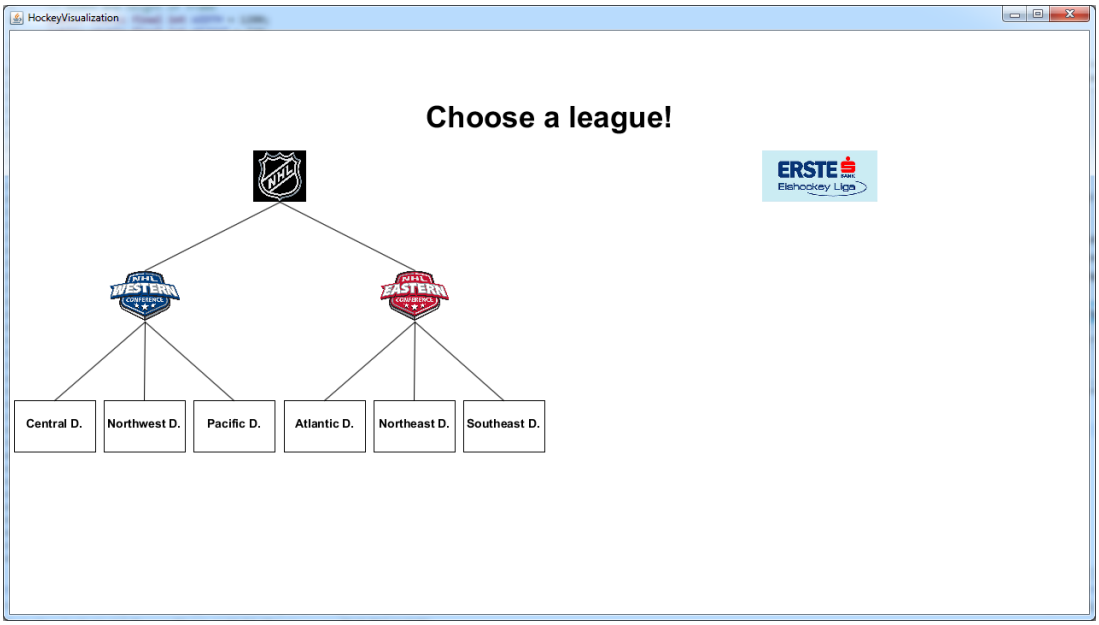


Abbildung 4.7: Screenshot des Ligaauswahl-Bildschirms.

Der Ligaüberblick

In diesem Teil der GUI soll der Benutzer einen Überblick über den derzeitigen Ligastand bekommen, und auch die vergangenen und nächsten Spiele inklusive Zusatzinformationen auslesen können. Es wird immer angenommen, dass der Benutzer den aktuellsten Stand der zur Verfügung stehenden Daten sehen möchte. Somit wird aus den vom Service gelesenen Daten das jüngste Datum herausgesucht und dieser Zeitpunkt als anzuzeigenden Tag voreingestellt. Zu Beginn wurde angedacht, nicht einzelne Tage darzustellen, sondern die Ligen in Runden zu visualisieren. Dies ist aber wenig praktikabel, weil vor allem in größeren Ligen nicht immer alle Rundenspiele am gleichen Tag oder überhaupt hintereinander ausgetragen werden (z. B. können Spiele durch Terminkollisionen mit anderen Bewerben verschoben werden, so dass ein Spiel einer späteren Runde vorgezogen werden muss). In der NHL gibt es durch das System mit Conferences und Divisions keine fixe Anzahl an Hin- und Rückspielen, die jedes Team zu absolvieren hat. Somit kann es sein, dass manche Teams mehr oder weniger Spiele (und somit auch Runden) haben, als andere. Aus diesem Grund wurde das System so umgestellt, dass nun einzelne Spieltage visualisiert werden. Tage an denen gar keine Spiele stattfinden (sich also der

Ligastand auch nicht verändert), werden übersprungen. Diese Art der Darstellung (Datum anstatt von Runden) ist mittlerweile sowohl in der NHL als auch der EBEL die übliche Art der Darstellung und wird auch auf den offiziellen Seiten so praktiziert [Lea13a]. Der Benutzer kann die Spieltage durchscrollen, in dem mit den Maustasten nach oben (Datum erhöhen) bzw. nach unten (Datum erniedrigen) navigiert wird. In einer mobilen Touchscreenversion werden diese Eingabemöglichkeiten durch einfache Wischbewegungen nach oben bzw. unten ersetzt.

Nach dem Designvorschlag von Android „Triff Entscheidungen, die der Benutzer aber korrigieren kann“, wird also die aktuellste Saison mit dem aktuellsten Datum zuerst angezeigt. Innerhalb der Saison kann der Benutzer scrollen. Würden mehrere Saisonen zur Auswahl stehen, könnte man den Benutzer über ein Menü auch eine ältere Saison auswählen lassen.

In den ersten Versionen des Prototyps war angedacht, den Ligastand auf einer horizontalen Linie anzuordnen, unabhängig von der Anzahl der Punkte. Darüber waren die letzten und darunter die nächsten Spiele eingezeichnet. Die Punkte der Teams sollten direkt bei den Kreisen bzw. Logos eingezeichnet werden, die die Teams repräsentieren. Die Darstellung wirkte allerdings wenig übersichtlich und man konnte nicht sehr gut erfassen, wie groß die jeweiligen Punkteabstände zwischen den Teams tatsächlich sind. Man müsste erst recht wieder genauer auf die Punkte schauen, was keinen deutlichen Mehrwert gegenüber tabellarischer Darstellung bringen würde. Darum wurde die Visualisierung erweitert, um auch den Abstand zwischen den Teams und die Punkte an sich prominenter in die Darstellung miteinzubeziehen. Somit werden die Teams nun je nach Punkte in gewisser Höhe visualisiert. Die Punkte befinden sich unten am Bildschirm. Um nicht nach vielen Runden alle Teams auf ähnlicher Höhe zu haben, wird nur die relative Höhe zwischen den meisten und wenigstens Punkten herangezogen, es wird also bei der minimalen Höhe nicht von null gestartet. In Abbildung 4.8 ist ein Beispielscreenshot zu sehen.

Unter der Annahme, dass Ergebnisse der letzten Spiele interessanter sind, als die verfügbaren Daten der zukünftigen Spiele (Gegner, Zeit, Ort), werden nun standardmäßig die letzten Spiele angezeigt. Über einen Button kann man die Ansicht wechseln, sodass die kommenden Spiele angezeigt werden. Der Wechsel zwischen den angezeigten Spielen kann in Abbildung 4.9 nachvollzogen werden.

Um zusätzliche Informationen zu den Teams und Spielen angezeigt zu bekommen, können die Spiele und Teams ausgewählt werden. Dann öffnet sich ein kleines zusätzliches Fenster, in dem weitere Statistiken zum Team (z. B. Anzahl geschossener Tore, Anzahl gespielter Spiele, ...) oder zu den Spielen (z. B. Endstand, Zuschauerzahl, ...) angezeigt werden können (siehe auch Abbildung 4.10).

Weitere Details der Ligaübersicht:

- Die Verbindungslinien von Teams zu den Spielen sind bei bekanntem Endergebnis grün bzw. rot eingefärbt, was signalisiert, welches Team das Spiel gewonnen hat (wie in Kapitel 3.1 beschrieben, gibt es im Eishockeysport kein Unentschieden).

- Nach dem Designprinzip „Echte Objekte sind besser als Buttons oder Menüs“ wurden für die Teamdarstellung die Teamlogos herangezogen. Zusätzlich dazu werden aber auch noch die Kürzel der Teams unterhalb visualisiert, um auch weniger erfahrenen Benutzers die eindeutige Zuordnung zu erleichtern. Für die Darstellung der Spiele wird eine

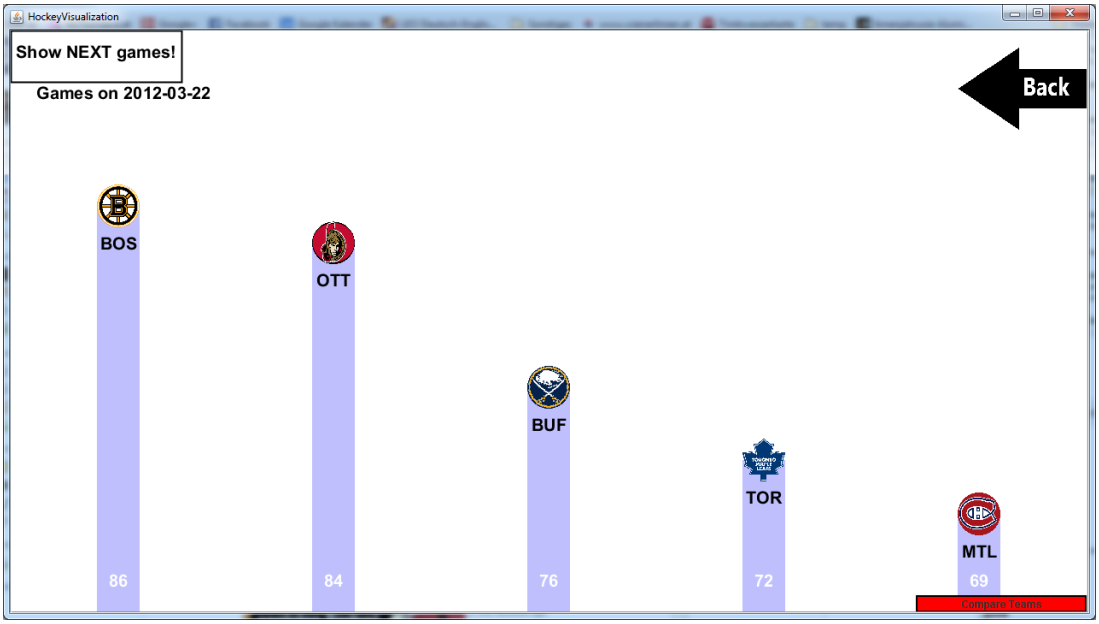


Abbildung 4.8: Visualisierung des Tabellenstands einer NHL-Division.

Abbildung eines Eishockeypucks verwendet, um auch hier eine Verbindung zum Sport herzustellen.

- Wenn ein Spiel ausgewählt wird (das Fenster mit den zusätzlichen Informationen wird angezeigt), werden die Linien zu den Teams dicker dargestellt, um dem Benutzer die Zuordnung zu erleichtern.

- Gibt es mehr als zwölf Teams in einer Liga, so werden nicht mehr alle Teams in dem Fenster auf einmal angezeigt, sondern das Fenster wird erweitert und man kann weiter nach rechts scrollen, um die hinteren Plätze zu sehen. Es werden allerdings keine Scrollleisten angezeigt, weil solche auf mobilen Geräten nicht sinnvoll nutzbar sind. Stattdessen kann mit den Pfeiltasten nach rechts und links gescrollt werden (auf Touchscreens kann mit dem Finger nach rechts und links gewischt werden).

- Die Kontrollelemente sind fixiert, sie scrollen also mit. Somit können diese immer betätigt werden, auch wenn man z. B. in einer Liga mit einer großen Teamanzahl ganz nach rechts gescrollt hat.

Die Vergleichsansicht

Um von der Ligaübersicht in die Vergleichsansicht wechseln zu können, wurde im Ligaüberblick-Fenster rechts unten ein Vergleichsfenster implementiert. Dieses ist standardmäßig minimiert, um die Punkte der Teams nicht zu überdecken und kann mit einem Klick geöffnet werden. Die

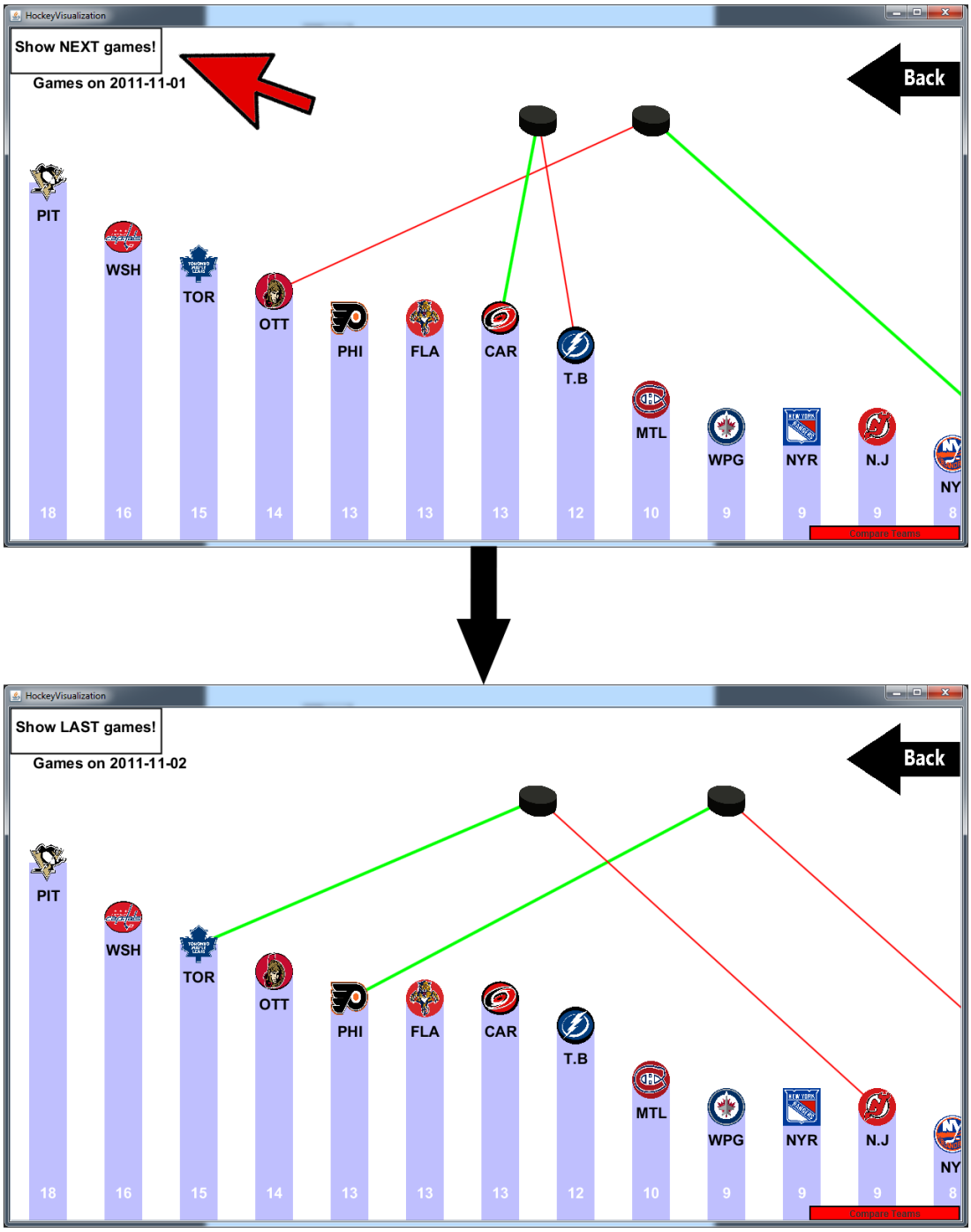


Abbildung 4.9: Wechsel zwischen zuletzt gespielten Spielen und den Spielen, die als nächstes gespielt werden.

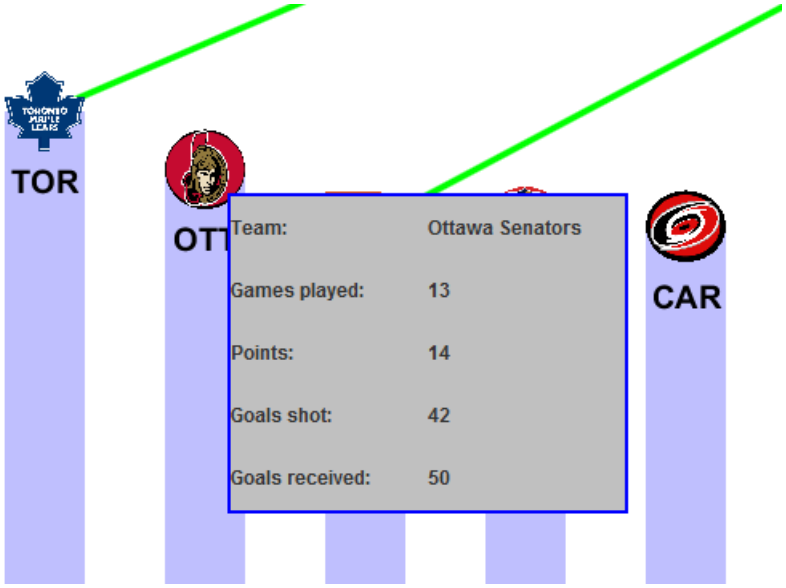


Abbildung 4.10: Beim Klick auf ein Team (oder ein Spiel) werden zusätzliche Informationen angezeigt.

Teams können entweder auf das Vergleichsfenster gezogen werden (mit Maus oder Touchgeste), oder ein Doppelklick auf ein Spiel fügt automatisch die gegnerischen Teams in das Vergleichsfeld hinzu. Dies soll die Nutzung vereinfachen, weil meist Vergleiche von Teams gewünscht sind, die etwa im nächsten Spiel aufeinandertreffen. Solange kein Team ausgewählt wurde, ist das Vergleichsfeld rot eingefärbt, wenn Teams gewählt sind wird es grün, was anzeigt, dass ein Vergleich gestartet werden kann. In Abbildung 4.11 sind die New York Rangers und Winnipeg zum Vergleich ausgewählt worden. Um in die Vergleichsansicht der Teams wechseln zu können, muss zumindeste ein Team in der Ligaübersicht ausgewählt worden sein.

Um in das Vergleichsfenster zu wechseln, muss man mit dem Finger bzw. der Maus länger auf das kleine Fenster klicken. Ist nur ein Team ausgewählt, so wird dieses Team zum Ligadurchschnitt verglichen.

Um wieder den Bezug zum Eishockeysport herzustellen, dominiert im Teamvergleich ein großes Eishockeyfeld die GUI. Jede Feldhälfte repräsentiert ein Team (bzw. wurde nur eines gewählt, gehört eine Hälfte dem Ligadurchschnitt). Über die Mittellinie hinweg werden die bisherigen Ergebnisse der direkten Duelle der Teams angezeigt, inklusive Spieldatum und einer Visualisierung der Anzahl der Tore (grüner Balken beim Gewinner- und roter Balken beim Verliererteam). Das Gesamttorverhältnis von allen Spielen wird ebenfalls angezeigt.

Die Tore des Feldes haben eine vorbelegte Bedeutung: die Größe der Tore gibt die Anzahl der gesamt geschossenen Tore an, und die Farbe der Tore zeigt das Torverhältnis. Dabei wird ein Farbverlauf von hellgrün bis hellrot verwendet. Die entsprechende Farbe wird für jeden Farbkanal einzeln nach folgendem Muster berechnet:

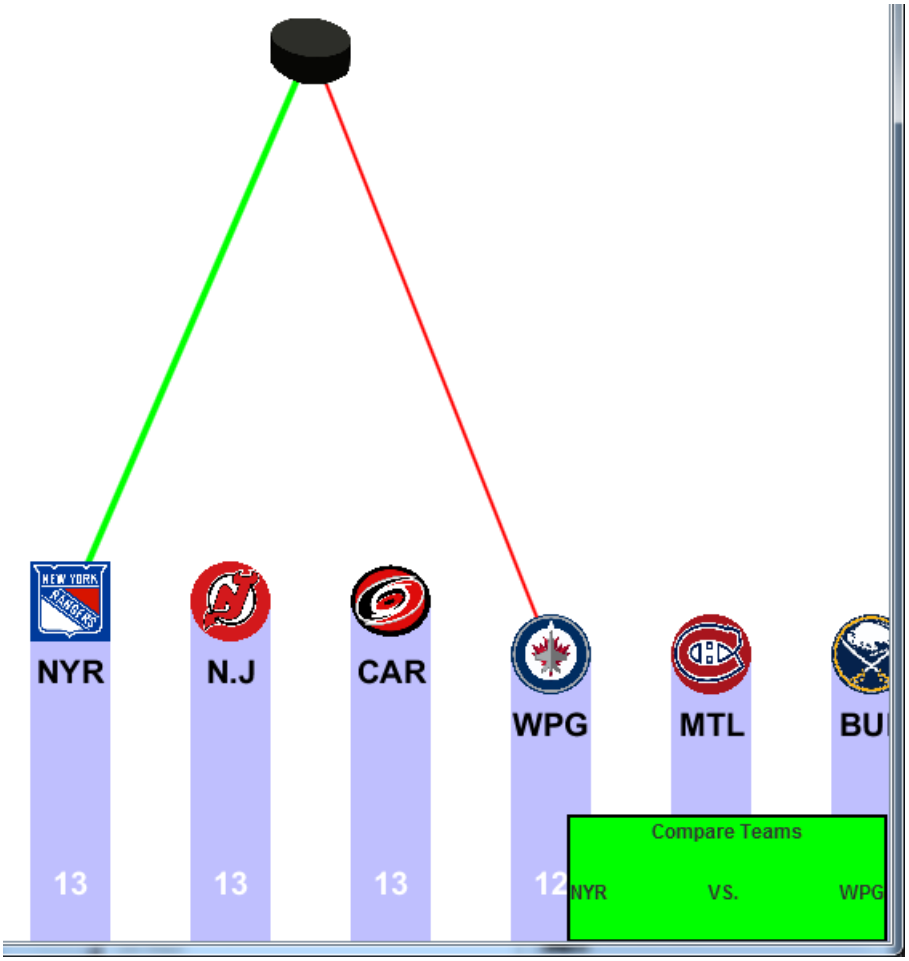


Abbildung 4.11: Auswahl von Teams für den Vergleich.

$$farbanteil = minFarbe + (maxFarbe - minFarbe) * relativerWert$$

Der relative Wert wird folgendermaßen berechnet:

$$relativerWert = (absoluterWert - minWert)/(maxWert - minWert)$$

Der Benutzer hat nun zusätzlich die Möglichkeit, auf der linken Seite aus einem Menü verschiedene Statistiken auszuwählen, und diese in die Bullykreise zu ziehen. Diese werden dann ebenfalls nach gleichem Muster wie bei den Toren visualisiert, also ein Statistikparameter für die Größe der Kreise verwendet und ein weiterer für die Farbe. Um den Überblick nicht zu verlieren, wird in der Legende angezeigt, wo welche Statistiken visualisiert werden. Außerdem wird in der Legende ein Beispielfarbverlauf angezeigt von „hoch“, was einem hellen grün entspricht,

bis „niedrig“, was hellrot dargestellt wird, damit man besser einschätzen kann, in welchem Bereich die angezeigte Farbe liegt. Abbildung 4.12 zeigt das Fenster, wenn der Benutzer noch keine Statistiken gewählt hat und nur die Tore entsprechend befüllt sind. Abbildung 4.13 zeigt das Vergleichsfenster mit bereits ausgewählten Statistiken. Im konkreten Beispiel hat das Team der Buffalo Sabres offensichtlich eine sehr gute Tordifferenz, während das Team der Ottawa Senators vergleichsweise eine eher schlechte Tordifferenz erreicht hat. Dafür haben die Ottawa Senators insgesamt mehr Tore geschossen, was man daran erkennt, dass das Tor größer ist.

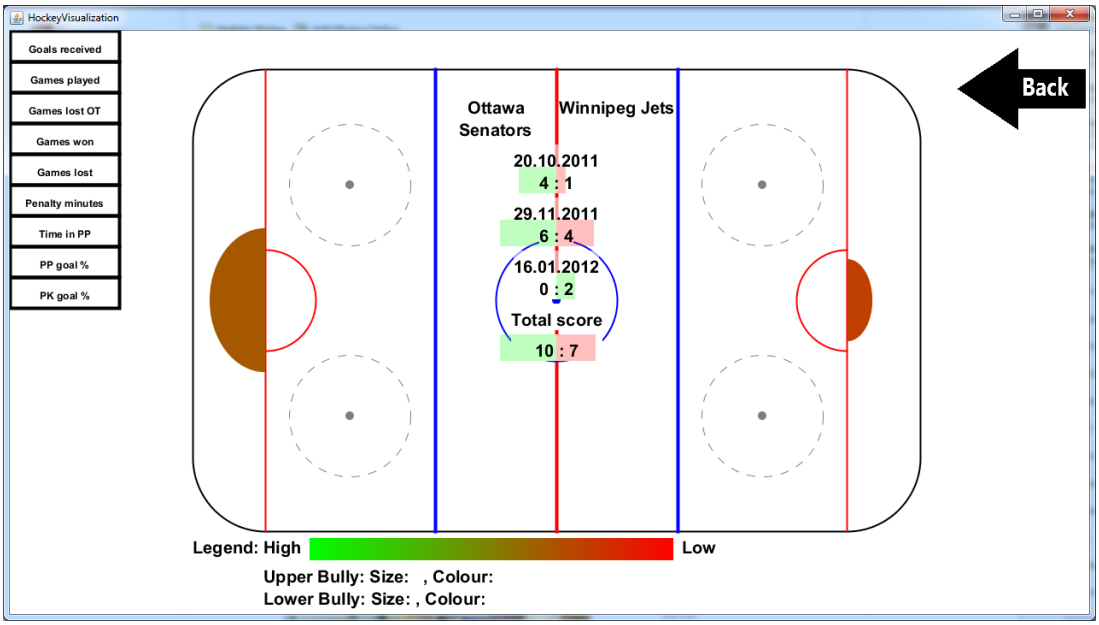


Abbildung 4.12: Teamvergleich, wenn noch keine weiteren Statistiken ausgewählt sind. Standardmäßig werden mit der Torfläche die Anzahl geschossener Tore und mit der Torfarbe die Tordifferenz visualisiert.

Wie weiter oben bereits erwähnt, ist es auch möglich, nur ein Team in der Ligaübersicht auszuwählen und dann in den Vergleichsmodus zu wechseln. Dann wird dieses Team mit dem Durchschnitt der Liga verglichen. Als Durchschnitt wird immer ein einfaches arithmetisches Mittel der gesammelten Statistiken berechnet und visualisiert. In Abbildung 4.14 ist ein Beispiel für einen Vergleich von einem Team mit dem Ligadurchschnitt abgebildet. Man sieht, dass Minnesota etwa durchschnittlich viele Tore geschossen hat, vom Torverhältnis her aber nicht ganz an den Ligadurchschnitt heranreicht, weil das Grün der Torfläche dunkler ist. An der Größe des Bullykreises erkennt man, dass sie überdurchschnittlich viele Spiele gewonnen haben, und etwa durchschnittlich viele Spiele verloren haben.

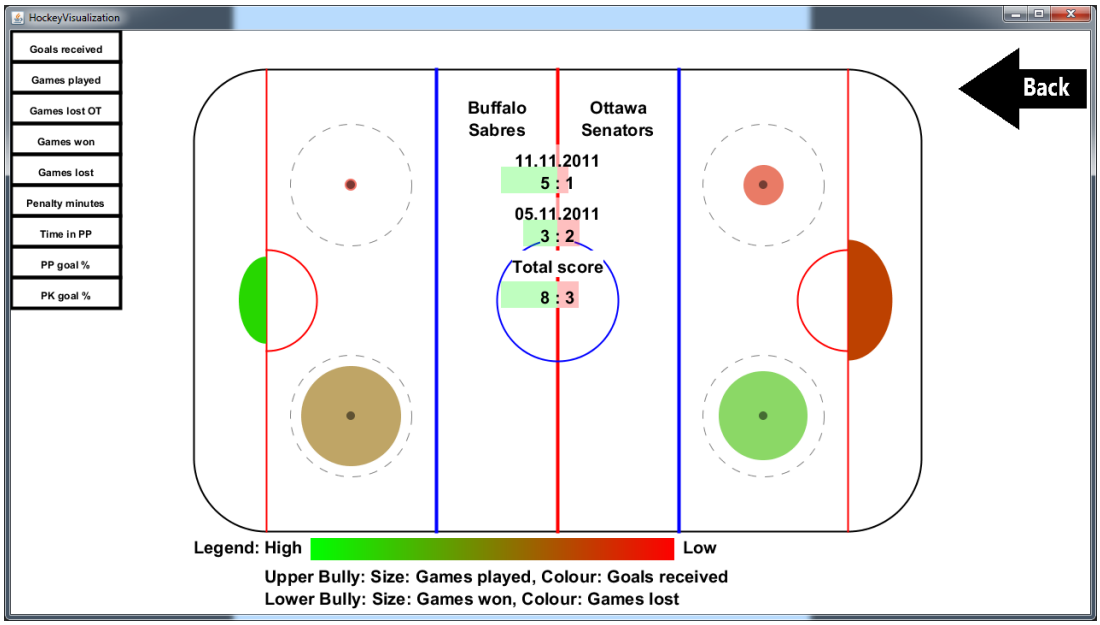


Abbildung 4.13: Teamvergleich mit vom User ausgewählten Statistiken.

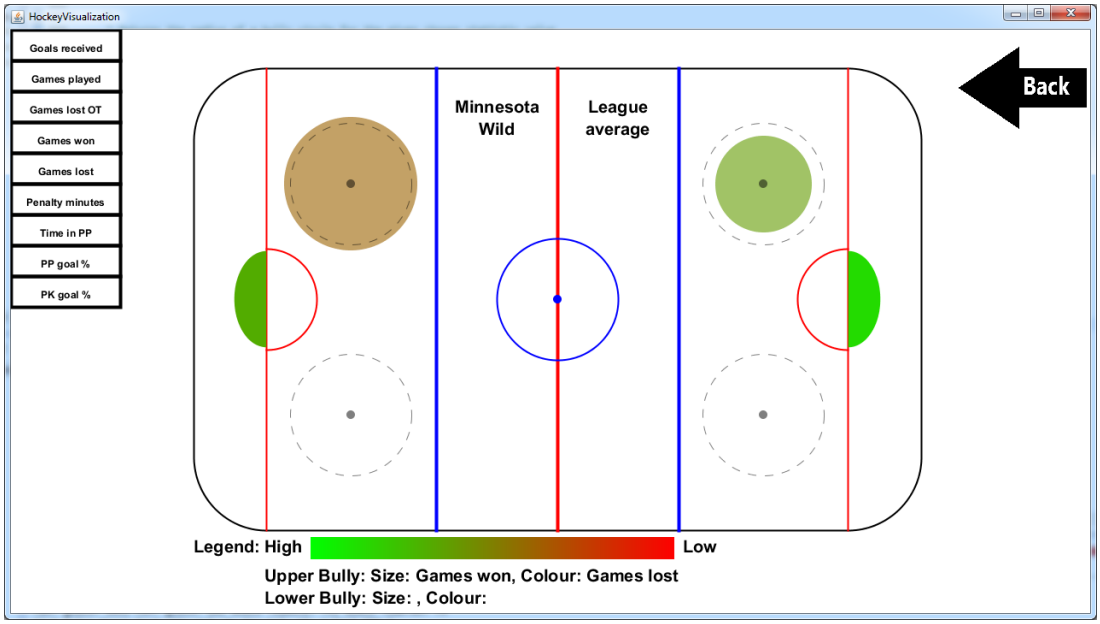


Abbildung 4.14: Vergleich eines Teams mit dem Durchschnitt der Liga.

KAPITEL 5

Evaluierung

Um den Softwareprototypen auf seine möglichen Einsatzfelder zu testen, wurde eine Evaluierung durchgeführt. In einem Onlinefragebogen wurden den Teilnehmern mehrere Aufgaben gestellt, die sie mit Screenshots des Prototypen und Screenshots von vergleichbaren, bereits vorhandenen Methoden (z. B. Tabellen) lösen sollten. Die Umfrage beinhaltete auch einen Teil mit Fragen zu Vor- und Nachteilen des Prototypen und dem allgemeinen Eindruck über die Software. Insgesamt gab es zehn Teilnehmer an der Evaluierung. Da in der Evaluierung qualitatives Feedback gesammelt wurde, ist diese Teilnehmerzahl ausreichend, um erste Schlüsse ziehen zu können.

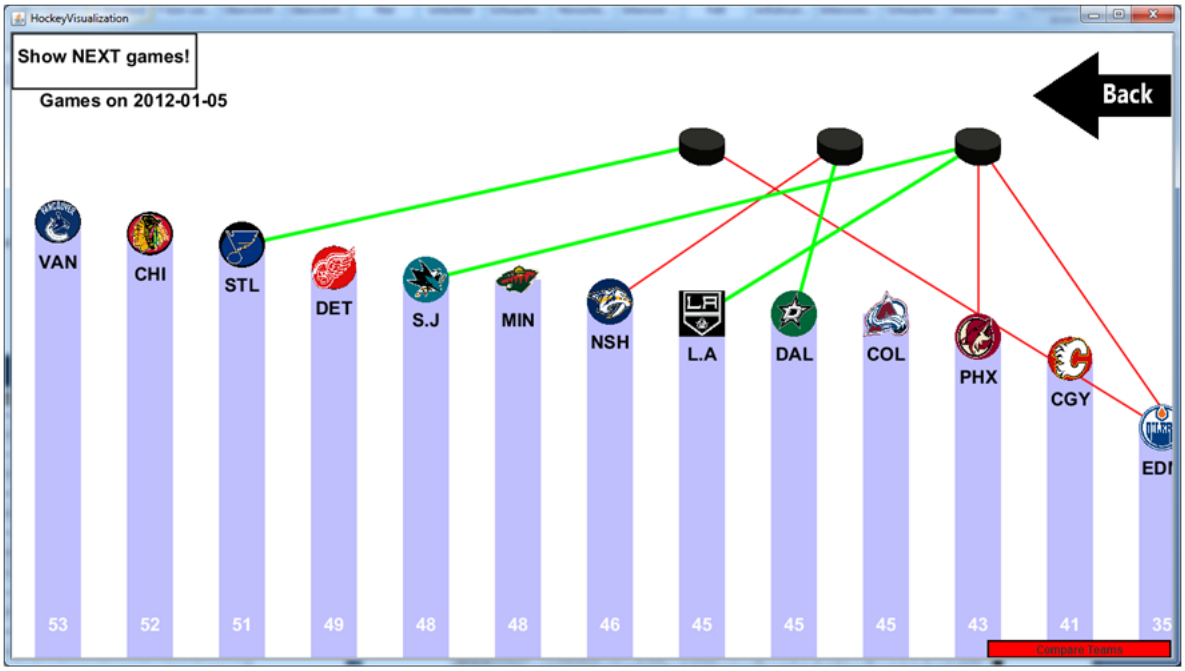
Neben den Screenshots der Visualisierungssoftware wurden Tabellen aus dem Archiv der NHL [Lea13a] angezeigt, um den Teilnehmern die Wahl zu lassen, mit welchen der beiden Methoden sie die Aufgabe lösen möchten. Am Ende jeder Aufgabe wurde immer gefragt, welche Darstellung hauptsächlich zur Lösung verwendet wurde, bzw. ob vielleicht auch beide Formen gemeinsam benutzt wurden.

5.1 Befragung

Frage 1: Stand in der Liga

Im ersten Teil der Studie sollten die Probanden eine Frage zum aktuellen Punktestand in der Liga lösen. Einerseits wurde gefragt, wer zu dem angegebenen Zeitpunkt die Liga anführt, und andererseits wurde gefragt, mit wie viel Vorsprung die Teams geführt hatten. Dazu wurden die beiden Screenshots in Abbildung 5.1 zur Verfügung gestellt. Die richtigen Antworten waren, dass zu dem Zeitpunkt die Vancouver Canucks die Liga einen Punkt vor den Chicago Blackhawks und einen weiteren Punkt vor den St. Louis Blues anführten.

Alle zehn Teilnehmer konnten beide Teilfragen richtig beantworten. Dabei gaben jeweils fünf Teilnehmer an, zur Beantwortung hauptsächlich die Visualisierung herangezogen zu haben, die anderen fünf arbeiteten mit beiden Darstellungsformen. Keiner der Teilnehmer hat sich nur auf die Tabelle verlassen.



NHL WESTERN CONFERENCE

	WESTERN	DIV	GP	W	L	OT	P	ROW	GF	GA	DIFF	HOME	AWAY	S/O	L10	STREAK
1	* - VANCOUVER	NW	41	25	13	3	53		141	96	+45	12-5-2	13-8-1	-	7-2-1	WON 1
2	* - CHICAGO	CEN	40	24	12	4	52		135	113	+22	14-4-3	10-8-1	-	6-4-0	LOST 2
3	* - SAN JOSE	PAC	37	22	11	4	48		111	86	+25	13-7-2	9-4-2	-	7-1-2	WON 3
4	DETROIT	CEN	39	25	13	1	49		136	88	+48	15-2-1	10-11-0	-	6-4-0	WON 2
5	ST. LOUIS	CEN	40	23	12	5	51		107	84	+23	16-3-2	7-9-3	-	5-3-2	WON 2
6	MINNESOTA	NW	41	21	14	6	48		102	94	+8	11-6-3	10-8-3	-	1-6-3	LOST 2
7	LOS ANGELES	PAC	41	20	14	7	47		91	88	+3	12-9-2	8-5-5	-	6-1-3	WON 1
8	NASHVILLE	CEN	40	21	15	4	46		108	111	-3	11-7-3	10-8-1	-	6-4-0	LOST 1
9	DALLAS	PAC	39	22	16	1	45		113	112	+1	12-7-1	10-9-0	-	5-5-0	WON 1
10	COLORADO	NW	41	22	18	1	45		112	116	-4	13-10-0	9-8-1	-	8-2-0	WON 3
11	PHOENIX	PAC	41	19	17	5	43		107	106	+1	7-8-3	12-9-2	-	3-5-2	OT 1
12	CALGARY	NW	42	18	19	5	41		102	121	-19	10-5-2	8-14-3	-	4-5-1	LOST 3
13	EDMONTON	NW	40	16	21	3	35		114	112	+2	10-6-2	6-15-1	-	2-8-0	LOST 2
14	ANAHEIM	PAC	38	10	22	6	26		90	123	-33	7-12-1	3-10-5	-	2-7-1	LOST 3
15	COLUMBUS	CEN	39	10	24	5	25		95	126	-31	6-11-3	4-13-2	-	2-7-1	LOST 2

Abbildung 5.1: Screenshots, mit denen die Teilnehmer herausfinden sollten, wer die Liga derzeit anführt (Frage 1 der Evaluierung).

Frage 2: Informationen zu einem Spiel

Im zweiten Teil der Evaluierung sollte die Visualisierung der Spiele getestet werden. Gefragt wurde, welches Team am angegebenen Tag gegen Washington gespielt hatte, wer das Spiel gewonnen hatte und wie der Endstand des Spiels war. Die korrekten Antworten waren hierbei, dass Washington gegen Carolina gespielt hatte, und dass Carolina das Spiel mit einem Endstand von 5:0 gewonnen hatte. Abbildung 5.2 zeigt die Screenshots, die den Teilnehmern zur Beantwortung der Frage zur Verfügung gestellt wurden.

Auch hier könnten alle zehn Teilnehmer alle Teilfragen korrekt beantworten. Bemerkenswert war, dass acht Teilnehmer angaben, hauptsächlich die Visualisierung zur Beantwortung der Frage herangezogen zu haben, und nur zwei Teilnehmer gaben an, beide Darstellungen gleichwertig genutzt zu haben. Daraus kann man schließen, dass alleine das Suchen des richtigen Spiels in der Tabelle wesentlich länger dauern würde, als der Blick auf die Visualisierung.

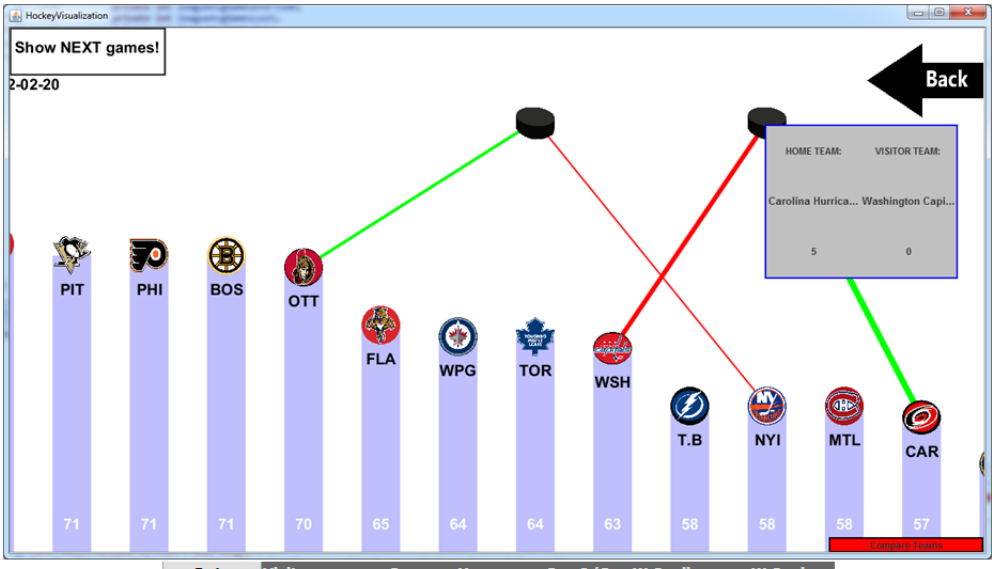
Frage 3: Vergleich von zwei Teams

Im dritten Teil wurde das Teamvergleichsfenster evaluiert. Dazu wurden die Pittsburgh Penguins mit den Toronto Maple Leafs verglichen. Die beiden Screenshots sind in Abbildung 5.3 dargestellt. Die Tore zeigen gemäß der fixen Vorgabe die Anzahl geschossener Tore (Größe der Tore) bzw. das Torverhältnis (Farbe der Tore) an. Für die oberen Bullykreise wurde die Anzahl der verlorenen Spiele (Größe der Kreise) bzw. die Anzahl gewonnener Spiele (Farbe der Kreise) ausgewählt. Gefragt wurde, welches Team das bessere Torverhältnis hatte, welches mehr Tore geschossen hatte und welches Team mehr Spiele verloren hatte. Korrekte Antworten waren, dass Pittsburgh das bessere Torverhältnis (+30 zu +7) und auch auch knapp mehr Tore (159 zu 156) geschossen hatte und Toronto im Gegenzug mehr Spiele verloren hatte (Toronto 19, Pittsburgh 17).

Eine besondere Schwierigkeit bei der Beantwortung dieser Frage ergab sich dadurch, dass sich die Statistiken der Teams nicht so stark voneinander unterscheiden. Deshalb waren die Tore und Bullykreise fast gleich groß. Trotzdem waren fast alle Antworten der Teilnehmer korrekt, nur ein Teilnehmer hatte beim Torverhältnis das falsche Team angegeben. Hier verhielt sich das Nutzerverhalten genau umgekehrt zur Frage 2: Acht Teilnehmer gaben an, beide Darstellungsformen zur Beantwortung verwendet zu haben, und nur zwei gaben an, nur die Visualisierung benötigt zu haben. Ein Teilnehmer hatte extra angemerkt, dass es sehr schwierig war, die Unterschiede der Anzahl geschossener Tore und verlorener Spiele im Screenshot des Prototypen zu erkennen. Das erklärt auch, warum die meisten Befragten dann auch zusätzlich die Tabelle zu Hilfe genommen hatten, um eine sichere Aussage treffen zu können.

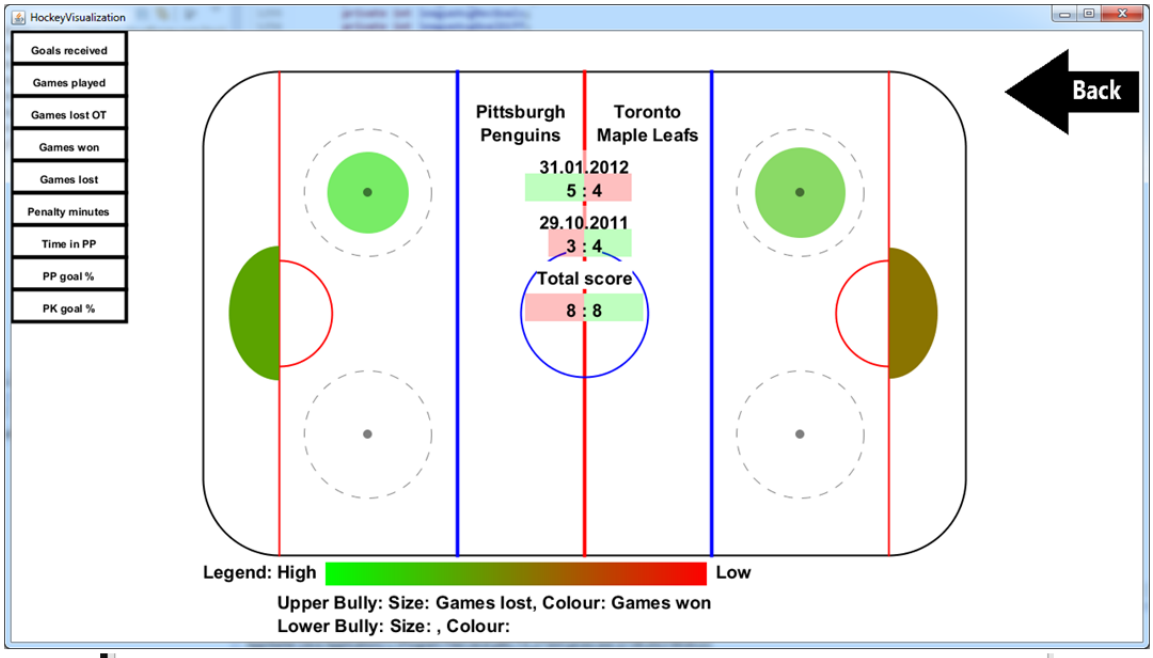
Allgemeine Fragen zum Softwareprototypen

Im vierten und abschließenden Teil der Umfrage wurden allgemeine Fragen zum Softwareprototypen gestellt. Einerseits wurden Vor- und Nachteile des Systems erhoben; die Teilnehmer sollten auswählen, ob sie sich vorstellen können, das Tool auch wirklich zu nutzen (inklusive einer Begründung), und es wurde erhoben, was den Teilnehmern an der Software gefallen



Date	Visitor	Scr	Home	Scr	O/S	W Goalie	W Goal
Apr 07 '12	WASHINGTON	4	NY RANGERS	1		B. Holtby	M. Perreault
Apr 05 '12	FLORIDA	2	WASHINGTON	4		B. Holtby	B. Laich
Apr 02 '12	WASHINGTON	2	TAMPA BAY	4		D. Roloson	S. Stamkos
Mar 31 '12	MONTREAL	2	WASHINGTON	3	SO	M. Neuvirth	M. Hendricks
Mar 29 '12	WASHINGTON	3	BOSTON	2	SO	M. Neuvirth	B. Laich
Mar 27 '12	BUFFALO	5	WASHINGTON	1		R. Miller	D. Stafford
Mar 25 '12	MINNESOTA	0	WASHINGTON	3		B. Holtby	J. Chimera
Mar 23 '12	WINNIPEG	4	WASHINGTON	3	OT	O. Pavelec	T. Stapleton
Mar 22 '12	WASHINGTON	1	PHILADELPHIA	2	SO	I. Bryzgalov	W. Simmonds
Mar 19 '12	WASHINGTON	5	DETROIT	3		B. Holtby	K. Aucoin
Mar 18 '12	WASHINGTON	2	CHICAGO	5		C. Crawford	P. Kane
Mar 16 '12	WASHINGTON	2	WINNIPEG	3		O. Pavelec	D. Byfuglien
Mar 13 '12	WASHINGTON	5	NY ISLANDERS	4	SO	M. Neuvirth	M. Hendricks
Mar 11 '12	TORONTO	0	WASHINGTON	2		M. Neuvirth	B. Laich
Mar 10 '12	WASHINGTON	4	BOSTON	3		T. Vokoun	B. Laich
Mar 08 '12	TAMPA BAY	2	WASHINGTON	3	OT	T. Vokoun	A. Ovechkin
Mar 06 '12	CAROLINA	4	WASHINGTON	3	OT	C. Ward	J. Faulk
Mar 04 '12	PHILADELPHIA	1	WASHINGTON	0		I. Bryzgalov	E. Wellwood
Mar 02 '12	NEW JERSEY	5	WASHINGTON	0		J. Hedberg	Z. Parise
Feb 28 '12	NY ISLANDERS	2	WASHINGTON	3	OT	M. Neuvirth	A. Ovechkin
Feb 25 '12	WASHINGTON	4	TORONTO	2		M. Neuvirth	J. Halpern
Feb 24 '12	MONTREAL	1	WASHINGTON	4		M. Neuvirth	J. Chimera
Feb 22 '12	WASHINGTON	2	OTTAWA	5		C. Anderson	M. Michalek
Feb 20 '12	WASHINGTON	0	CAROLINA	5		J. Peters	J. Faulk
Feb 18 '12	WASHINGTON	1	TAMPA BAY	2		M. Garon	S. Stamkos
Feb 17 '12	WASHINGTON	2	FLORIDA	1		T. Vokoun	A. Semin
Feb 13 '12	SAN JOSE	5	WASHINGTON	3		T. Greiss	B. Burns
Feb 12 '12	WASHINGTON	2	NY RANGERS	3		H. Lundqvist	B. Prust
Feb 09 '12	WINNIPEG	3	WASHINGTON	2	SO	O. Pavelec	B. Little
Feb 07 '12	FLORIDA	0	WASHINGTON	4		T. Vokoun	M. Perreault

Abbildung 5.2: Screenshots, mit denen die Teilnehmer Informationen über das Spiel Washington gegen Carolina herausfinden sollten (Frage 2 der Evaluierung).



NHL EASTERN CONFERENCE

	EASTERN	DIV	GP	W	L	OT	P	ROW	GF	GA	DIFF	HOME	AWAY	S/O	L10	STREAK
1	* - NY RANGERS	ATL	48	31	12	5	67		137	96	+41	15-5-2	16-7-3	-	6-3-1	OT 1
2	* - BOSTON	NE	48	32	14	2	66		179	104	+75	17-7-2	15-7-0	-	6-3-1	WON 1
3	* - WASHINGTON	SE	49	26	19	4	56		142	139	+3	18-6-1	8-13-3	-	5-3-2	OT 1
4	PHILADELPHIA	ATL	49	29	14	6	64		166	140	+26	11-7-4	18-7-2	-	5-3-2	OT 1
5	PITTSBURGH	ATL	50	29	17	4	62		159	129	+30	15-7-2	14-10-2	-	8-2-0	WON 8
6	OTTAWA	NE	53	27	20	6	60		161	162	-1	14-9-1	13-11-5	-	5-5-0	LOST 4
7	NEW JERSEY	ATL	49	27	19	3	57		136	137	-1	13-9-2	14-10-1	-	6-3-1	WON 1
8	TORONTO	NE	50	25	19	6	56		156	149	+7	14-8-4	11-11-2	-	5-4-1	OT 1
9	FLORIDA	SE	48	22	15	11	55		125	130	-5	11-5-7	11-10-4	-	3-3-4	OT 1
10	WINNIPEG	SE	51	23	22	6	52		128	141	-13	15-8-2	8-14-4	-	3-6-1	WON 1
11	TAMPA BAY	SE	49	22	23	4	48		141	165	-24	14-7-1	8-16-3	-	5-4-1	WON 5
12	NY ISLANDERS	ATL	49	20	22	7	47		124	143	-19	11-11-4	9-11-3	-	6-3-1	WON 1
13	MONTRÉAL	NE	50	19	22	9	47		135	130	+5	9-10-7	10-12-2	-	4-4-2	LOST 1
14	BUFFALO	NE	50	21	24	5	47		126	148	-22	11-9-5	10-15-0	-	3-6-1	WON 2
15	CAROLINA	SE	52	18	25	9	45		133	160	-27	13-12-3	5-13-6	-	4-4-2	LOST 1

Abbildung 5.3: Screenshots, mit denen die Teilnehmer Informationen zum direkten Vergleich zweier Teams auslesen sollten (Frage 3 der Evaluierung).

hatte und was nicht. Im Folgenden werden die häufigsten und interessantesten Antworten der Befragten zusammengefasst:

- **Vorteile:** Beinahe alle Teilnehmer haben als Vorteil den schnellen Überblick über den Ligastand hervorgehoben. Die einfache Verständlichkeit der Aufbereitung wurde ebenfalls mehrmals erwähnt. Immerhin vier mal wurde auch die Integration der Spiele in die Ligaübersicht positiv hervorgehoben. Es wurde auch erwähnt, dass eine Visualisierung immer besser ist, als einfache Tabellen und dass es *„einmal etwas anderes ist“*.

- **Nachteile:** Hier fielen die Ergebnisse recht unterschiedlich aus. Häufiger wurde das Vergleichsfenster erwähnt. Bei dieser Funktion haben sich manche Teilnehmer nicht oder nur schlecht zurechtgefunden, bzw. konnten nicht viel damit anfangen. Ein Teilnehmer meinte auch, dass bei den Spielen zu wenige Informationen dargestellt werden. Es wurde auch erwähnt, dass manche Dinge, vor allem die Bedienung nicht ganz intuitiv sind, was aber auch nicht verwunderlich ist, da nur Screenshots und nicht die Software zur Verfügung gestellt wurde.

- **Verwendung der Software:** Neun der zehn Befragten gaben an, sich vorstellen zu können, die Software zu benutzen, um sich über Eishockeystatistiken zu informieren. In den Begründungen wurde wieder der einfache Überblick über die Tabelle, sowie die Spiele genannt. Manche Teilnehmer merkten aber an, dass noch zusätzliche Kriterien erfüllt werden müssten, um das Tool dauerhaft zu verwenden. So sollten mehr Informationen verfügbar sein, wie etwa die Zeitpunkte der Tore und die Zwischenstände nach dem ersten und zweiten Drittel. Der oder die Teilnehmerin, die sich gegen die Verwendung ausgesprochen hat, begründete die Entscheidung damit, dass eine Tabelle für ihn/sie ausreichend sei und deswegen keine zusätzliche Darstellungsart benötigt wird.

- **Was gefällt gut an der Software:** Zusammengefasst fand der Großteil der Befragten die Darstellung der Ligaübersicht mit den eingeblendeten Spielinformationen gut gelungen und auch interessant. Die Details mit Logos und dem Spielfeld im Vergleichsfenster wurden auch positiv hervorgehoben.

- **Was gefällt weniger gut:** Einer der häufigsten Kritikpunkte war die grafische Aufbereitung bzw. das Design. Ein Teilnehmer hatte die Unübersichtlichkeit der Legende im Vergleichsfenster kritisiert, ein anderer meinte, er verstehe den Nutzen des Teamvergleichs allgemein nicht ganz. Auch hier wurde noch einmal erwähnt, dass vielleicht insgesamt zu wenige Statistiken zur Auswahl zur Verfügung stehen.

5.2 Diskussion der Umfrageergebnisse

Die Teilnehmer haben die Aufgaben großteils mit Hilfe der Visualisierungen (oder zumindest in Kombination mit der Tabellenansicht) gelöst. Auch die Kommentare und die Nennung Vor- und Nachteile sind eher positiv zu sehen, vor allem weil die Studienteilnehmer nur Screenshots zur Verfügung hatten. Problematisch ist dadurch vor allem der Teamvergleich, denn unter diesem konnten sich viele wenig vorstellen.

Besonders hervorgehoben wurde von vielen der Befragten die Ligaübersicht. Diese bietet für viele offensichtlich auch ohne damit direkt gearbeitet zu haben einen eindeutigen Mehrwert gegenüber der klassischen tabellarischen Darstellung. Das Feedback der Teilnehmer wird auch noch im Kapitel 6.1 über mögliche Weiterentwicklungen und Verbesserungen näher betrachtet.

5.3 Ergebnisse zu Speicherverbrauch und Geschwindigkeit

Eine Anforderung an die Software war, die Rechenlast und den Speicherverbrauch auf dem Client gering zu halten. Auf Grund der Client-Server Architektur ist das sehr gut gelungen. Die reine Größe des Programms für den Client beträgt inklusive der Bibliothek für die Webservice-Clients und inklusive der Logos der Teams 1,83 Megabyte. Sobald die Daten über die Services geladen sind, laufen die weiteren Interaktionen auf der Oberfläche (Datumswechsel auf der Ligaübersicht, Wechsel von Ligaübersicht auf Teamvergleich und umgekehrt) verzögerungsfrei ab. Ein Problem stellt allerdings das Laden der Daten dar. Die Datenmengen werden schnell relativ groß, wenn Statistiken für längere Zeiträume abgefragt werden. Werden z. B. alle Teams der NHL mit allen Statistiken der Saison 2011 auf einmal abgerufen, müssen 10,8 Megabyte an Daten übertragen werden, was selbst bei schnelleren Wireless LAN Verbindungen zu Verzögerungen führen würde. Deshalb werden auch nur jeweils kleiner Zeiträume abgefragt, was den Datenstrom wesentlich verringert. Die Daten für 5 Spieltage haben z. B. je nach Anzahl an Spielen nur mehr zw. 0,2 und 0,4 Megabyte. Da aber die Statistiken wie die Punktestände oder die Summen der Tore immer aktuell berechnet werden müssen und nicht für jedes Datum und für jedes Team vorgespeichert sind, ergeben sich trotz allem Wartezeiten von zwei bis vier Sekunden pro Aufruf. Hier hilft auch eine Einschränkung auf einen Teil der Liga nichts, weil für die Punktestände z. B. trotzdem alle Spiele mit einbezogen werden müssen. Das liegt daran, dass für die Gesamtpunktestände und Ergebnisse natürlich auch die Daten der Spiele dabei sein müssen, die gegen Teams aus anderen als der gewählten Conference oder Division stattgefunden haben. Insofern gibt es gerade hier Verbesserungspotential (siehe Kapitel 6).

KAPITEL 6

Zusammenfassung und Ausblick

6.1 Erweiterungen und zukünftige Verbesserungen

Da es sich bei der Software um einen reinen Prototypen handelt, gibt es viele Punkte, die man erweitern oder verbessern könnte. Das folgende Kapitel ist in Unterkapitel zu den bereits vorhanden Teilen der Software gegliedert, um spezielle Erweiterungen und Verbesserungen für diese zu besprechen, und das letzte Unterkapitel behandelt mögliche erweiterte Funktionalitäten.

Erweiterungen allgemein

Ein Punkt, der während der Entwicklung und den Tests beobachtet wurde, ist die relativ geringe Geschwindigkeit beim Laden der Daten vom Server über die Webservices (siehe Kapitel 5.3). Die sinnvollste Lösung für dieses Problem wäre, die Zwischenstände für jeden Spieltag ebenfalls in der Datenbank in einer eigenen Tabelle abzulegen. So müssten vor allem bei Serviceabfragen mit eingeschränktem Zeitraum nicht mehr alle Daten geladen werden, was den Vorteil dieser Abfragen noch wesentlich erhöhen würde. Um den Aufwand für die Wartung der Daten trotzdem gering zu halten, können Datenbanktrigger eingesetzt werden, die die Einträge für die neu eingefügten Daten in der Tabelle mit den Ligaständen automatisiert erstellen.

In der Evaluierung war ein häufig genannter negativer Punkt die grafische Oberfläche der Applikation. Da es sich um einen Prototypen handelt, wurde darauf bisher weniger Wert gelegt. Um eine besseres Nutzererlebnis zu bieten, müsste das Design entsprechend angepasst und moderner gestaltet werden. Es könnten z. B. Schatteneffekte und 3D Effekte für die grafischen Elemente implementiert werden.

Erweiterungen Ligaübersicht

Die Zusatzinformationen, die in kleinen Fenstern bei Teams und Spielen angezeigt werden, können noch mit vielen weiteren Daten gefüllt werden. Dies war auch ein Punkt, den ein Evaluierungsteilnehmer vorgeschlagen hat. Weiters wäre es sinnvoll, die Zusatzfenster nicht über die

Visualisierung zu legen, sondern z. B. bei einem Klick auf ein Team ein Fenster von rechts über den Bildschirm auszufahren, das etwa ein Drittel der Breite des Schirm bedeckt. In diesem könnten die weiteren Informationen eingeblendet werden. Sobald man ein anderes Team oder ein anderes Spiel markiert, werden die Daten im Zusatzfenster aktualisiert. Will der Benutzer dieses wieder schließen, muss es wieder nach außen geschoben werden. Diese Art der Darstellung hat den Vorteil, dass die Visualisierung im linken Teil voll sichtbar bleibt und keine Daten überdeckt werden. Außerdem ist diese Art der Interaktion vielen Benutzern von mobilen Applikationen bereits bekannt. Ein weiterer Vorteil ist, dass dieses Fenster insgesamt etwas größer als die bisherigen Zusatzfenster wäre und so mehr Daten mit zusätzlichen visuellen Unterstützungen angezeigt werden können.

Erweiterungen Teamvergleich

Der Teamvergleich ist noch etwas schwierig verständlich und wenig übersichtlich. Wenn man etwa vier verschiedene Parameter für die Größen und Farben der Bullykreise auswählt, ist es schwer nachvollziehbar, wo welche Größen angezeigt werden. Die Legende alleine ist hier zu wenig. Als Lösung könnten Mouse-Over Texte dienen, die allerdings bei mobilen Displays wieder nicht hilfreich sind. Als Alternative könnte auch ein Maus- bzw. Fingerklick dienen, ist aber auch wenig intuitiv. Eine andere Möglichkeit wäre auch, jedem Statistiktyp eindeutige Glyphen zuzuordnen, und diese jeweils bei der entsprechenden Visualisierung anzuzeigen.

Zukünftige Funktionalitäten

Neben den beiden implementierten Hauptfunktionalitäten gibt es noch andere Bereiche, die die Applikation abdecken könnte:

- Spielerstatistiken: Bei den Teams und Spielen können die Spieler und Spielerstatistiken integriert werden. Das Vergleichsfenster würde sich auch zum direkten Vergleich von zwei Spielern eignen. Jede Spielhälfte würde wieder einem Spieler zugeteilt werden und der Benutzer könnte für die Spieler verschiedene Statistiken auswählen, wie Spielzeit, Tore oder Strafminuten.
- Spielanalysen: Grafische Aufbereitung von Spielen und Spielverläufen.
- Mannschaftsanalysen: Visualisierungen von speziellen Statistiken, wie z. B. in welchem Drittel die Mannschaft im Durchschnitt am meisten Tore schießt oder bekommt.

6.2 Zusammenfassung

Die Arbeit begann mit einer Literaturrecherche, die ergab, dass+ es zum Thema Informationsvisualisierung auf mobilen Geräten wenigwissenschaftlichen Abhandlungen gibt. Auch im Bereich Sportvisualisierungen gibt es nur wenige innovative Forschungsergebnisse, was etwas verwunderlich ist, weil sich gerade dieses Thema für den Forschungszweig Informationsvisualisierung gut eignet und auch das öffentliche Interesse an Sport sehr groß ist. Die Problematik bei

der Visualisierung von Sportstatistiken ist allerdings, dass man sehr spezielle Methoden für jede Sportart entwickeln muss und es im allgemeinen nicht möglich ist, erprobte Methoden von einer Sportart auf die andere zu übertragen. Somit wurde auch für diese Arbeit eine bestimmte Sportart, nämlich Eishockey, ausgewählt, auf die die Analysen und Implementierungen zugeschnitten waren.

Eine Befragung von über 50 Personen aus dem Eishockeyumfeld (größtenteils Fans) ergab dann auch, dass das Interesse an Statistiken in diesem Sport relativ groß ist. Die meisten Teilnehmer gaben dabei aber auch an, dass sie die Statistiken nicht unbedingt für einen bestimmten Zweck benötigen, wie um z. B. Wettergebnisse besser einschätzen zu können, sondern hauptsächlich, um allgemein gut informiert zu sein. Daraufhin wurde ein Prototyp geplant und entwickelt, der im Speziellen darauf abzielt, die für die Fans wichtigsten Informationen so gut und übersichtlich wie möglich abzubilden. So entstand eine Ligaübersicht, in der man den Tabellenstand und die letzten und nächsten Spiele sehr einfach erfassen kann. Weiters wurde eine Ansicht implementiert, die es ermöglicht, zwei Teams direkt zu vergleichen. Mit diesem Prototyp wurde eine Evaluierung durchgeführt, die ergab, dass der Prototyp durchwegs positiv aufgenommen wurde. Vor allem die Ligaübersicht wurde von vielen der klassischen Tabellenansicht vorgezogen.

Während der Analyse der Thematik wurde festgestellt, dass es äußerst schwierig ist, Methoden der Informationsvisualisierung, die sich für Arbeitsplatzrechner sehr gut eignen, für mobile Displays zu verwenden. Viele Ideen mussten wieder verworfen werden, weil entweder die Displaygröße für diese Darstellungsarten zu klein sind, oder die Interaktionsmöglichkeiten mit Touchgesten zu ungenau sind. Die Einschränkungen, die man auf mobilen Geräten hinnehmen muss, sind vor allem auch physisch bedingt, z. B. kann eine Toucheingabe nicht auf den Pixel genau sein, weil ein Finger eine gewisse Dicke hat.

Trotz dieser Einschränkungen haben aber die Umfrage- und Evaluierungsergebnisse gezeigt, dass auch relativ einfach aufbereitete Visualisierungen sehr willkommen sind, weil es dem Menschen durch grafisch unterstütze Darstellungen wesentlich leichter fällt, komplexere Zusammenhänge auf den ersten Blick zu erkennen und zu verstehen.

Literaturverzeichnis

[And13] ANDROID, Google: *Android Design*. http://developer.android.com/design/index.html, 2013. – [Online; 02. September. 2013]

[Apa13a] APACHE: *Apache Maven*. http://maven.apache.org/, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[Apa13b] APACHE: *Apache Tomcat*. http://tomcat.apache.org/, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[Apa13c] APACHE: *Apache XAMPP*. http://www.apachefriends.org/en/xampp.html, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[AZ03] ALBINSSON, P. ; ZHAI, S: High precision touch screen interaction. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA : ACM, 2003 (CHI '03). – ISBN 1–58113–630–7, 105–112

[BD01] BURK, V. ; DIGEL, H.: Sport und Medien - Entwicklungstendenzen und Probleme einer lukrativen Beziehung. In: *Sport und Sportrezeption* (2001), 15–31. http://www.mediendaten.de/fileadmin/Texte/Digel.pdf

[BIH08] BUTLER, A. ; IZADI, S. ; HODGES, S.: SideSight: multi-"touchïnteraction aroand small devices. In: *Proceedings of the 21st annual ACM symposium on User interface software and technology*. New York, NY, USA : ACM, 2008 (UIST '08). – ISBN 978–1–59593–975–3, 201–204

[Bre02] BREWSTER, S.: Overcoming the Lack of Screen Space on Mobile Computers. In: *Personal Ubiquitous Comput.* 6 (2002), Januar, Nr. 3, 188–205. http://dx.doi.org/10.1007/s007790200019. – DOI 10.1007/s007790200019. – ISSN 1617–4909

[Chi06] CHITTARO, L.: Visualizing Information on Mobile Devices. In: *Computer* 39 (2006), Mar., Nr. 3, S. 40–45. http://dx.doi.org/10.1109/MC.2006.109. – DOI 10.1109/MC.2006.109

[CS06] COX, A. ; STASKO, J.: SportVis: Discovering Meaning in Sports Statistics through Information Visualization. In: *Compendium of Symposium on Information Visualization*, 2006, S. 114–115

[Ecl13] ECLIPSE: *Eclipse*. http://www.eclipse.org/, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[EST08] ELMQVIST, N. ; STASKO, J. ; TSIGAS, P.: DataMeadow: a visual canvas for analysis of large-scale multivariate data. In: *Information Visualization* 7 (2008), März, Nr. 1, 18–33. http://dx.doi.org/10.1145/1391107.1391110. – DOI 10.1145/1391107.1391110. – ISSN 1473–8716

[Fed13] FEDERATION, International Ice H.: *IIHF Rule Book 2010 - 2014*. http://www.iihf.com/iihf-home/sport/iihf-rule-book.html, 2013. – [Online; 11. September 2013]

[For13a] FORBES: *5 Eye-Opening Stats That Show The World Is Going Mobile*. http://www.forbes.com/sites/parmyolson/2012/12/04/5-eye-opening-stats-that-show-the-world-is-going-mobile/, 2013. – [Online; 25. September 2013]

[For13b] FORBES: *Highest-Paid Athletes*. http://www.forbes.com/athletes/list/, 2013. – [Online; 25. September 2013]

[For13c] FORBES: *Tablet Web Traffic Greater than Smartphones*. http://www.forbes.com/sites/chuckjones/2013/03/11/tablet-web-traffic-greater-than-smartphones/, 2013. – [Online; 25. September 2013]

[FWR99] FUA, Y.-H. ; WARD, M. O. ; RANDENSTEINER, E. A.: Hierarchical parallel coordinates for exploration of large datasets. In: *Proceedings of the conference on Visualization '99: celebrating ten years*. Los Alamitos, CA, USA : IEEE Computer Society Press, 1999 (VIS '99). – ISBN 0–7803–5897–X, 43–50

[Gol12] GOLDSBERRY, K.: CourtVision: New Visual and Spatial Analytics for the NBA. In: *MIT Sloan Sports Analytics Conference*. Boston, MA, USA, Mar. 2012 (MIT Sloan 12)

[GT04] GONG, J. ; TARASEWICH, P.: Guidelines for Handheld Mobile Device Interface Design. In: *Proceedings of the DSI Annual Meeting*. Boston, MA, USA, Nov. 2004 (DSI '04), S. 3751–3756

[Hoc13] HOCKEYDB: *The Internet Hockey Database*. http://www.hockeydb.com/, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[JAV13] JAVA: *JAVA*. http://java.com/, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[JB96] JIN, L. ; BANKS, D. C.: Visualizing a tennis match. In: *Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization*. San Francisco, CA, USA : IEEE Computer Society, Oct. 1996 (INFOVIS '96), S. 108–

[JSo13] JSOUP: *JSoup*. http://jsoup.org/, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[Kei02] KEIM, D.A.: Information visualization and visual data mining. In: *Visualization and Computer Graphics, IEEE Transactions on* 8 (2002), Nr. 1, S. 1–8. http://dx.doi.org/10.1109/2945.981847. – DOI 10.1109/2945.981847. – ISSN 1077–2626

[Lea13a] LEAGUE, National H.: *Main Page*. http://www.nhl.com/, 2013. – [Online; 15. September2013]

[Lea13b] LEAGUE, National H.: *NHL Rule Book 2012 - 2013*. http://www.nhl.com/nhl/en/v3/ext/pdfs/2012-13_RuleBook.pdf, 2013. – [Online; 11. September 2013]

[Lig13] LIGA, Erste Bank E.: *Main Page*. http://www.erstebankliga.at/, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[MyS13] MYSQL: *MySQL*. http://www.mysql.com/, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[New13] NEWS, NBC: *Zero contact: Galaxy S 4 senses your gaze and hovering finger*. http://www.nbcnews.com/technology/zero-contact-galaxy-s-4-senses-your-gaze-hovering-finger-1C8880482, 2013. – [Online; 02. September 2013]

[PKB06] PARHI, P. ; KARLSON, A. K. ; BEDERSON, B. B.: Target size study for one-handed thumb use on small touchscreen devices. In: *Proceedings of the 8th conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*. New York, NY, USA : ACM, 2006 (MobileHCI '06). – ISBN 1–59593–390–5, 203–210

[PM06] PAGE, M. ; MOERE, A. V.: Towards Classifying Visualization in Team Sports. In: *Proceedings of the International Conference on Computer Graphics, Imaging and Visualisation*. Leeds, UK : IEEE Computer Society, June 2006 (CGIV '06), S. 24–29

[Pro13] PROJECT, Hockey S.: *Hockey Summary Project*. http://groups.yahoo.com/neo/groups/hockey_summary_project/info, 2013. – [Online; 15. September 2013]

[PSBS12] PILEGGI, H. ; STOLPER, C. D. ; BOYLE, J. M. ; STASKO, J. T.: SnapShot: Visualization to Propel Ice Hockey Analytics. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 18 (2012), Nr. 12, S. 2819–2828. http://dx.doi.org/http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TVCG.2012.263. – DOI http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/TVCG.2012.263

[PVF13] PERIN, C. ; VUILLEMOT, R. ; FEKETE, J. D.: SoccerStories: A Kick-off for Visual Soccer Analysis. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* (2013), Oct.

[RSB+10] RUSU, A. ; STOICA, D. ; BURNS, E. ; HAMPLE, B. ; MCGARRY, K. ; RUSSELL, R.: Dynamic Visualizations for Soccer Statistical Analysis. In: *Proceedings of the 14th International Conference Information Visualisation*. London, UK : IEEE Computer Society, July 2010 (IV '10), S. 207–212

[SMT10] STUEDI, P. ; MOHOMED, I. ; TERRY, D.: WhereStore: location-based data storage for mobile devices interacting with the cloud. In: *Proceedings of the 1st ACM Workshop on Mobile Cloud Computing & Services: Social Networks and Beyond*. New York, NY, USA : ACM, 2010 (MCS '10). – ISBN 978–1–4503–0155–8, 1:1–1:8

[SW01] SHNEIDERMAN, B. ; WATTENBERG, M.: Ordered Treemap Layouts. In: *Proceedings of the IEEE Symposium on Information Visualization 2001 (INFOVIS'01)*. Washington, DC, USA : IEEE Computer Society, 2001 (INFOVIS '01). – ISBN 0–7695–1342–5, 73–

[Tuf13] TUFTS, R.: *McKeen's Hockey Stats Explorer*. http://www.mckeenshockey.com/hockey-stats-explorer/. Version: 2013. – 19. August 2013

[Tur08] TURNER, P.: Being-with: A study of familiarity. In: *Interact. Comput.* 20 (2008), September, Nr. 4-5, 447–454. http://dx.doi.org/10.1016/j.intcom.2008.04.002. – DOI 10.1016/j.intcom.2008.04.002. – ISSN 0953–5438

[War04] WARE, C.: *Information Visualization: Perception for Design*. San Francisco, CA, USA : Morgan Kaufmann Publishers Inc., 2004. – ISBN 1558608192

[Wei04] WEINECK, J.: *Optimales Training - leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*. 14. Aufl. Spitta Verlag GmbH & Co. KG, 2004. – ISBN 978–3–934–21175–9

[Wik13a] WIKIPEDIA: *Ice Hockey on Wikipedia*. http://en.wikipedia.org/wiki/Ice_hockey, 2013. – [Online; 11. September 2013]

[Wik13b] WIKIPEDIA: *Populäre Sportarten*. http://de.wikipedia.org/wiki/Sportart#Popul.C3.A4re_Sportarten, 2013. – [Online; 25. September 2013]

[YC06] YOO, H. Y. ; CHEON, S. H.: Visualization by information type on mobile device. In: *Proceedings of the Asia-Pacific Symposium on Information Visualisation* Bd. 60. Tokyo, Japan : Australian Computer Society, Inc., 2006 (APVis '06), S. 143–146

Abbildungsverzeichnis

2.1 Beispieldarstellung für ein paralleles Koordinatensystem zur Auswertung von Unfallstatistiken. Hier wird die gleiche Datenmenge in unterschiedlichen Detailausprägungen visualisiert [FWR99]. 7
2.2 Beispiel einer Treemap mit Visualisierung von Aktien-Portfolios [SW01]. 7
2.3 Verschiedenen Ebenen, auf denen Sport betrieben werden kann [BD01]. 9
2.4 Visualisierung von Korbwürfen der NBA [Gol12]. (a) zeigt eine einfache Darstellung von den Punkten, von wo geworfen wurde. (b) vereint mehr Informationen: Die Größe der Rechtecke zeigt die Anzahl an Wurfversuchen von der jeweiligen Position und die Farbe zeigt an, wie viele von den Versuchen aus dieser Position auch tatsächlich zum Korberfolg geführt haben. 10
2.5 Mehrdimensionale Darstellung von verschiedenen Kategorien im Teamsport. Während auf der vorderen Seite die unterschiedlichen Benutzergruppen (Athleten und Juroren sowie lokale oder auch nicht-lokale Zuseher) dargestellt sind, werden auf der Seite die verschiedenen Schichten sichtbar, in die sich die Daten unterteilen [PM06]. 12
2.6 Frontansicht der Visualisierung aus der Arbeit von Page und Moere [PM06]. Die Grafik ist in fünf Zonen geteilt. Jede Zone repräsentiert eine Benutzergruppe und teilt verschiedene Visualisierungen den jeweiligen Gruppen zu. In der Mitte (Zone 5) sind Visualisierungen, die für alle Benutzergruppen relevant sind. 13
2.7 Der Team Viewer bietet einen Vergleich von Spielern zu Teams, also wie gut ein Spieler durch seine Stärken und Schwächen in die Gesamtheit eines Teams passt [RSB$^+$10]. Die Visualisierung vereint mehrere Statistiken mit unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten. So gibt z. B. der Körper und die Füße des Spielers an, wie häufig der Spieler in verschiedenen Kategorien, die diesen Körperteilen zugeordnet werden, Fehler macht. Der Liniengraph im linken unteren Teil der Grafik gibt dagegen an, wie schnell der Spieler Bewegungen ausführt. Auch hier wird zusätzlich mit Farbindikatoren gearbeitet. 14
2.8 Der Player Viewer zum Vergleich von zwei Spielern [RSB$^+$10]. Auch in dieser Visualisierung wird mit Farbindikatoren gearbeitet, die anzeigen, welcher Spieler in der jeweiligen Kategorie besser ist. 15
2.9 Visualisierung eines Tennismatches als Competition Tree [JB96]: Der Baum zeigt ein Tennismatch an, welches Spieler A mit 3 zu 1 Sätzen gewonnen hat. In der Hierarchieebene darunter sind die Ergebnisse der einzelnen Sätze angeführt. Die Verbindungen zeigen an, wer welchen Satz gewonnen hat (Satz 3 hat keine Verbindung zum oberen Knoten, somit ist das der Satz, den der Spielverlierer gewonnen hat). Die unterste Ebene zeigt die einzelnen Punkte des Satzes an. Die Grafik könnte noch um eine weitere Hierarchieebene erweitert werden, um die einzelnen Ballwechsel darzustellen. 16

2.10 Darstellung eines gesamten Tennisspiels bis auf Serviceebene in einem Fenster [JB96]. Oben ist der Endstand (3:2) angegeben. Das heißt insgesamt wurden 5 Sätze gespielt, die in 5 Spalten visualisiert werden. Jede Spalte ist darunter in die einzelnen Punkte und in einzelnen Ballwechsel gegliedert. Die Farbindikation auf den unteren Ebenen gibt an, wie knapp ein Ball oder Punkt gewonnen bzw. verloren wurde. . . 17
2.11 Visualisierung eines Verlaufs einer Saison für ein Baseball Team mit einer baseline bar [CS06]. Es werden 162 Spiele einer Saison visualisiert. Die Farbe der Balken zeigt an, ob die Spiele gewonnen oder verloren wurden. Nach oben wird angezeigt, mit welchem Abstand ein Spiel jeweils gewonnen oder verloren wurde (kürzere Balken bedeutet knappere Ergebnisse). Die unteren Balken zeigen die Gesamtanzahl an gemachten Punkten an. 18
2.12 Die Größe der Rechtecke in der Treemap zeigt die Einsatzdauer, die Farbe, ob der jeweilige Spieler viele (= grün) oder wenige (= rot) Punkte erzielt hat [CS06]. Ein großes dunkelgrünes Rechteck bedeutet also, dass ein Spieler viel Einsatzzeit bekommt, diese aber auch effektiv nutzt und viele Punkte erzielt. Ein Spieler, der recht wenig eingesetzt wird, aber in dieser Zeit viele Punkte erzielt, hat ein sehr kleines, dunkelgrünes Rechteck. Dies könnte z. B. ein Hinweis sein, diesen Spieler mehr einzusetzen. 19
2.13 Visualisierung der Schusslängen durch radiale Heatmaps [PSBS12]. 20
2.14 Interaktive Darstellung von Teamstatistiken in einem klassischen Koordinatensystem. [Tuf13]). Es kann jeweils eine Statistik für die X- und Y-Achse ausgewählt werden. Die Statistik, die für die Z-Achse gewählt wird, wird in Form der Größe des Logos dargestellt. Durch Mouse-Over Effekte können zusätzliche Daten angezeigt werden. 21
2.15 Der von Tablets verursachte Internetverkehr hat mittlerweile den von Smartphones bereits überholt und ist weiter stark im Wachsen [For13c]. 22
2.16 Vorschlag für mobilen Datenzugriff: Einerseits werden immer aktuelle Daten von den Servern geladen (Zugriff auf den Cloudspeicher über Netzwerkzugriff), andererseits wird versucht durch Auswertung der Lokation des Benutzers auch bereits zuvor geladene Daten zu verwenden (Zugriff auf den lokalen Speicher) und so die Netzwerklast zu verringern [SMT10] 24
2.17 Beispiel, wie man verhindern kann, dass der Benutzer die Übersicht beim Zoomen verliert [Chi06] 25
2.18 Pixelgenaue Auswahl mit überkreuzenden Linien [AZ03]. 26

3.1 Schematische Abbildung eines Eishockeyfeldes [Wik13a] 28
3.2 Alter und Geschlecht der Umfrageteilnehmer in Prozent. 33
3.3 Wie lange beschäftigen sich die Teilnehmer bereits mit dem Eishockeysport. 33
3.4 Auswertung der Frage, welche Ligen die Umfrageteilnehmer verfolgen. 34
3.5 Wie viele Heim- und Auswärtsspiele des eigenen Lieblingsteams werden besucht. . 35
3.6 Wie die Teilnehmer ihre Wettentscheidungen treffen. 36
3.7 Gründe, weshalb Statistiken verfolgt werden. 37

3.8 Beispiel einer Tabelle, die den aktuellen Ligastand mit einigen zusätzlichen Statistiken (Anzahl gewonnener und verlorener Spiele, Tore, Gegentore, etc.) [Lig13]. GP = Anzahl gespielter Spiele, W = Anzahl gewonnener Spiele, L = Anzahl verlorener Spiele, VW = Siege in der Verlängerung, VL = Niederlagen in der Verlängerung, PW = Spiele im Penaltyschießen gewonnen , PL = Spiele im Penaltyschießen verloren, G = Anzahl Tore, GA = Anzahl Gegentore, Saldo = Tordifferenz (G - GA), Pkt = Gesamtpunktezahl. 39
3.9 Zwei Skizzen zu GUI Entwürfen für die Ligaübersicht. (a): für Hochformat, (b): für Querformat. 39
3.10 Skizze eines Designs mit radialem Layout. Würde sich gut für die Darstellung der nächsten und letzten Spiele eignen. Problem: die Bildschirmgröße wird nicht ausgenutzt. 40
3.11 Vergleich von Teams mittels direkter Gegenüberstellung von Balkendiagrammen. . 41
3.12 DataMeadow: Hoch-dimensionale Daten als Datenrosen visualisiert [EST08]. Visualisiert werden hier (erfundene) statistische Daten von 500 Informatikstudenten mit fünf Dimensionen. (a) zeigt den Farbhistogramm Modus, (b) zeigt die Häufigkeit der durchschnittlichen Vorkommen (je durchsichtiger desto weiter ist der Wert vom Durchschnitt entfernt) (c) den Modus für parallele Koordinatensysteme. . . . 42
3.13 Vergleich von Teams auf einem Eishockeyfeld. Die Größe und Farben der Bullykreise sowie der Tore können für die Visualisierung verschiedener Statistiken herangezogen werden. 43

4.1 Das für den Prototypen verwendet Datenbankmodell als ER Diagramm. 47
4.2 Abhängigkeiten der Programmpakete des Prototypen. 51
4.3 Klassendiagramm der Ausgabeparameter der „getAllLeagues“-Webservicemethode. 52
4.4 Klassendiagramm der Outputparameter der „getLeagueInfo“-Webservicemethode. . 53
4.5 Aufbau der GUI Klassen. Die MenuCanvas Klasse dient als zentraler Verwalter aller weiteren GUI Fenster. Die Farbkodierung repräsentiert die Teile des Model-View-Controller Prinzips. Blaue Klassen entsprechen dem Controller, die rote repräsentiert das Model und die grünen die Views. 57
4.6 Model-View-Controller Prinzip in der GUI der Applikation. 57
4.7 Screenshot des Ligaauswahl-Bildschirms. 58
4.8 Visualisierung des Tabellenstands einer NHL-Division. 60
4.9 Wechsel zwischen zuletzt gespielten Spielen und den Spielen, die als nächstes gespielt werden. 61
4.10 Beim Klick auf ein Team (oder ein Spiel) werden zusätzliche Informationen angezeigt. 62
4.11 Auswahl von Teams für den Vergleich. 63
4.12 Teamvergleich, wenn noch keine weiteren Statistiken ausgewählt sind. Standardmäßig werden mit der Torfläche die Anzahl geschossener Tore und mit der Torfarbe die Tordifferenz visualisiert. 64
4.13 Teamvergleich mit vom User ausgewählten Statistiken. 65
4.14 Vergleich eines Teams mit dem Durchschnitt der Liga. 65

5.1 Screenshots, mit denen die Teilnehmer herausfinden sollten, wer die Liga derzeit anführt (Frage 1 der Evaluierung). 68
5.2 Screenshots, mit denen die Teilnehmer Informationen über das Spiel Washington gegen Carolina herausfinden sollten (Frage 2 der Evaluierung). 70
5.3 Screenshots, mit denen die Teilnehmer Informationen zum direkten Vergleich zweier Teams auslesen sollten (Frage 3 der Evaluierung). 71

Tabellenverzeichnis

4.1 Eingabeparameter der Webservicemethode „getLeagueInfo“ 54
4.2 Ausgabeparameter der Webservicemethode „getLeagueInfo“ 55

ANHANG A

Der Fragebogen

Korrekturfahne

Die Korrekturfahne zeigt alle Seiten des Fragebogens als Übersicht im gewählten Layout. Wie im Debug-Modus sind die Kennungen der Fragen eingeblendet.

Bitte beachten Sie folgende Unterschiede zum tatsächlichen Fragebogen:

- Filter können prinzipbedingt nicht funktionieren,
- Fragen im PHP-Code werden nur angezeigt, wenn die Kennung statisch vorliegt,
- die Anzeige der Fragen kann abweichen, weil die Frage-Kennungen eingeblendet werden, und
- Platzhalter und andere dynamische Elemente können prinzipbedingt nicht dargestellt werden.

Druckansicht **Variablenansicht**

Seite 01

Sehr geehrte Teilnehmerin, sehr geehrter Teilnehmer!
Der folgende Fragenbogen dient dazu, eine Ausgangsbasis für ein geplantes Projekt zu schaffen, bei dem verschiedenste Statistiken aus dem Eishockeysport visuell aufbereitet werden sollen, um schnell und einfach interessante Zusammenhänge herauslesen zu können. Die Daten werden zu rein wissenschaftlichen Zwecken verwendet und selbstverständlich absolut vertraulich und anonym behandelt.

Seite 02

Allgemeine Daten

Diese Daten dienen rein der statistischen Auswertung:

1. Wie alt sind Sie (Jahre)? [A001]

○ < 19 ○ 20 – 29 ○ 30 – 39 ○ 40 – 49 ○ 50- 59 ○ > 60

2. Geschlecht? [A002]

○ Weiblich
○ Männlich

3. Wo befindet sich Ihr (Haupt-) Wohnsitz? [A003]

○ Burgenland
○ Kärnten

- ○ Oberösterreich
- ○ Niederösterreich
- ○ Salzburg
- ○ Steiermark
- ○ Tirol
- ○ Vorarlberg
- ○ Wien
- ○ Nicht in Österreich -...

4. Welchen Bezug haben Sie zum Eishockeysport (Mehrfachauswahl möglich)? [A004]

- ☐ Fan
- ☐ Spieler
- ☐ Trainer
- ☐ anderer Betreuer
- ☐ anderer Bezug (bitte angeben welche):

Seite 03

Eishockey allgemein:

Im folgenden Abschnitt werden ein paar allgemeine Fragen zu Ihren Vorlieben im Eishockeysport gestellt:

5. Wie viele Jahre beschäftigen Sie sich bereits mit dem Eishockeysport? [A101]

○ < 1 Jahr ○ 1 – 2 Jahre ○ 2 – 5 Jahre ○ 6 – 10 Jahre ○ 11 – 20 Jahre

6. Welche der folgenden Ligen verfolgen Sie aktiv (Mehrfachauswahl möglich)? Aktiv heißt, dass Sie zumindest einen kleinen Überblick über die Liga im Laufe einer Saison haben. [A102]

- ☐ NHL (National Hockey League)
- ☐ AHL (American Hockey League)
- ☐ DEL (Deutsche Eishockey Liga)
- ☐ 2. Eishockey Bundesliga (Deutschland)
- ☐ SM-liiga (FNL – höchste finnische Spielklasse)
- ☐ Ligue Magnus (höchste französische Spielklasse)
- ☐ Eishockey-Eredivisie (höchste niederländische Spielklasse)
- ☐ GET-ligaen (höchste norwegische Spielklasse)
- ☐ EBEL (Erste Bank Eishockey Liga – länderübergreifend)
- ☐ Inter-National-League (2. höchste Spielklasse in Österreich/Slowenien)
- ☐ KHL (Kontinentale Hockey-Liga)

- [ ] Elitserien (höchste schwedische Spielklasse)
- [ ] National League A (höchste Spielklasse Schweiz)
- [ ] National League B (2. höchste Spielklasse Schweiz)
- [ ] Extraliga Slowakei (höchste slowakische Spielklasse)
- [ ] Extraliga Tschechien (höchste tschechische Spielklasse)
- [ ] Weitere (bitte angeben)

Seite 04

7. Welches ist ihr Lieblingsteam in der EBEL? [A103]

- ○ Dornbirner EC
- ○ EC Graz 99ers
- ○ EC KAC
- ○ EC Red Bull Salzburg
- ○ EC VSV
- ○ EHC Linz
- ○ Fehervar Alba Volan 19
- ○ HC Innsbruck
- ○ HDD Olimpija Ljubljana
- ○ KHL Medvescak Zagreb
- ○ Orli Znojmo
- ○ UPC Vienna Capitals

8. Über Ihr Lieblingsteam hinaus: sind Ihnen noch weitere Teams aus der EBEL sympathisch und unterstützen Sie diese gelegentlich (Mehrfachauswahl möglich)? [A108]

- [ ] Dornbirner EC
- [ ] EC Graz 99ers
- [ ] EC KAC
- [ ] EC Red Bull Salzburg
- [ ] EC VSV
- [ ] EHC Linz
- [ ] Fehervar Alba Volan 19
- [ ] HC Innsbruck
- [ ] HDD Olimpija Ljubljana
- [ ] KHL Medvescak Zagreb
- [ ] Orli Znojmo
- [ ] UPC Vienna Capitals
- [ ] kein weiteres Team

9. Welche Teams unterstützen Sie vor allem in der NHL (wenn Sie die NHL nicht verfolgen, können Sie die Felder frei lassen). [A104]

1.
2.
3.

10. Wo informieren Sie sich über den Eishockeysport, Teams, Ligen, etc. (Mehrfachauswahl möglich)? [A204]

- ☐ Zeitungen
- ☐ Zeitschriften
- ☐ Internet (am PC)
- ☐ Internet (mobil am Smartphone/Tablet)
- ☐ Fernsehen
- ☐ Sonstiges (wenn ja bitte mit Beistrich getrennt angeben):

Seite 05

11. Wie viele Heimspiele Ihres Lieblingsteams verfolgen Sie live vor Ort (durchschnittliche pro Saison)? [A105]

- ○ Keines
- ○ weniger als 5
- ○ 5 bis 10
- ○ 11 bis 15
- ○ mehr als 15
- ○ Abobesither

12. Wie viele Auswärtsspiele Ihres Lieblingsteams besuchen Sie (durchschnittlich pro Saison)? [A106]

- ○ Keines
- ○ maximal 2
- ○ 3 bis 5
- ○ 6 bis 8
- ○ 9 bis 11
- ○ mehr als 11

13. Besuchen Sie auch Spiele, in denen Ihr Lieblingsteam nicht spielt? [A107]

- ○ Keines
- ○ 1 bis 2
- ○ 3 bis 5
- ○ mehr als 5

Seite 06

Wetten und Wetteinsätze:

Wetten mit kleinen oder größeren Einsätzen macht Spiele oft erst richtig spannend. Wie stehen Sie zu Wetten?

14. Wie häufig wetten Sie bei Spielen, in denen Ihr Lieblingsteam spielt (unabhängig davon, ob Sie live vor Ort sind oder nicht)? [A201]

- ○ sehr häufig (> 90%)
- ○ eher häufig (70 – 90%)
- ○ gelegentlich (30 – 70%)
- ○ selten (< 30%)
- ○ Nie

15. Wetten Sie auch auf Spiele, wo Ihr Lieblingsverein nicht spielt? [A202]

- ○ sehr häufig
- ○ häufig
- ○ gelegentlich
- ○ selten
- ○ nie

Seite 07

16. Wie treffen Sie Ihre Wettentscheidungen (Mehrfachauswahl möglich – bitte Frage nur beantworten, wenn Sie überhaupt wetten)? [A203]

- ☐ Bauchgefühl
- ☐ setze auf das für mich sympathischere Team
- ☐ verfolge den Saisonverlauf
- ☐ studiere Statistiken und Trends der Einzelspieler
- ☐ studiere Statistiken und Trends der Teams
- ☐ schaue auf die Wettquoten
- ☐ Diskussionen mit Familie/Freunden/Bekannten,...
- ☐ Vorberichte über die Spiele in den Medien
- ☐ Sonstiges (wenn ja bitte mit Beistrich getrennt angeben):

17. Wie hoch sind Ihre Wetteinsätze (pro Wettschein bzw. Runde im Durchschnitt): [A205]

- ○ kleiner 10 Euro
- ○ 11 – 20 Euro

- ○ 21 – 30 Euro
- ○ 31 – 50 Euro
- ○ 51 – 100 Euro
- ○ größer 100 Euro

Seite 08

Statistiken im Eishockeysport:

Im Eishockeysport gibt es eine Vielzahl an Statistiken für Teams und Spieler, von Toren und Assists, Torschüsse, Eiszeit, Strafen, etc. Im folgenden Teil gibt es ein paar Fragen zu den Statistiken und ihrem Nutzen für Sie.

18. Wie wichtig sind für Sie persönlich Statistiken im Eishockeysport? [A301]

- ○ sehr wichtig
- ○ wichtig
- ○ weniger wichtig
- ○ unwichtig

19. Wie genau verfolgen Sie die verschiedenen Statistiken in den Ligen, die Sie persönlich bevorzugen (z.B. Torschussstatistik, Penaltys, +/- Wertung, Powerplays, etc.). Bitte Antworten Sie frei nach ihrem Gefühl. [A302]

- ○ Ich weiß immer sehr genau über die meisten Statistiken bescheid.
- ○ Manche Statistiken kenne ich besser, andere sind mir nicht so wichtig, aber ich habe einen guten Überblick.
- ○ Ich habe einen mäßigen Überblick über die Statistiken.
- ○ Hin und wieder verfolge ich Statistiken ein wenig, sie sind mir aber eher egal.
- ○ Ich habe überhaupt keinen Einblick in die Statistiken der Ligen und interessiere mich nicht dafür.

Seite 09

20. In welcher Darstellungsform beschäftigen Sie sich am häufigsten mit Statistiken? [A303]

- ○ Tabellen
- ○ Grafisch aufbereitet (z.B. Stabdiagramme)
- ○ Textuell beschrieben
- ○ Kombination aus den drei oberen.

21. Aus welchen Gründen verfolgen Sie die Statistiken (Mehrfachantwort möglich)? [A304]

- ☐ Allgemeines Interesse an den Daten
- ☐ Besserer Überblick über die Leistungen der Teams

- [ ] Besserer Überblick über die Leistungen der Spieler
- [ ] Um bei Wetten bessere Chancen auf Gewinne zu haben
- [ ] Sonstiges (wenn ja bitte mit Beistrich getrennt angeben):

Seite 10

22. Hier ist nun abschließend Platz, um weitere Gedanken zum Thema Eishockey und Statistiken kundzutun, und auch Anmerkungen zum Fragenbogen zu geben. [A305]

Letzte Seite

Danke für Ihre Teilnahme!

Wir möchten uns ganz herzlich für Ihre Mithilfe bedanken.

Einladung zum SoSci Panel

Liebe Teilnehmerin,
lieber Teilnehmer,

das nicht-kommerzielle SoSci Panel würde Sie gerne zu weiteren wissenschaftlichen Befragungen einladen. Das Panel achtet Ihre Privatsphäre, gibt Ihre E-Mail-Adresse nicht an Dritte weiter und wird Ihnen pro Jahr maximal vier Einladungen zu qualitativ hochwertigen Studien zusenden.

E-Mail: Am Panel teilnehmen

Sie erhalten eine Bestätigungsmail, bevor Ihre E-Mail-Adresse in das Panel aufgenommen wird. So wird sichergestellt, dass niemand außer Ihnen Ihre E-Mail-Adresse einträgt.

Der Fragebogen, den Sie gerade ausgefüllt haben, wurde gespeichert. Sie können das Browserfenster selbstverständlich auch schließen, ohne am SoSci Panel teilzunehmen.

Benjamin Beer, Diplomarbeit am Institut für Computergraphik
und Algorithmen, Technische Universität Wien - 2013