Karl Ruben Kuckelsberg (1108862)
Pascal Piel (1172238)
Maurice Mc Laughlin (1205943)

1 Formalitäten

Das Informatik 3 Praktikumsprojekt "Schiffe versenken" von Karl Ruben Kuckelsberg, Pascal Piel und Maurice Mc Laughlin (Matrikelnummern siehe oben).
Das dazugehörige Repository ist unter folgendem Link zu finden: INF3 Schiffe.
(https://github.com/karuku97/INF3_Schiffe)

2 Einführung

Die Aufgabe für dieses Projekt war es, ein Programm zu erstellen, mit dessen Hilfe sich eine bzw. mehrere Strategien für das Spiel "Einbahn Schiffe versenken" bewerten ließ. Dafür sollte ein Server implementiert werden, welcher ein Spielfeld erzeugt, Koordinaten entgegennimmt und entsprechend dem Status des angefragten Feldes eine passende Antwort zurückgibt (siehe 3.1 Protokoll Server). Des Weiteren soll ein Client implementiert werden. Dieser soll eine eigenständig programmierte Strategie, automatisch nach einer Aufforderung und ohne weitere Eingaben eines Benutzers, ausführen bis das Spiel beendet ist. Eine weitere Funktion des Clients soll sein, dass dieser die benötigten Spielzüge zählt, speichert und am Ende ausgibt. Ebenfalls sollen die Strategien auf ihre mittlere Anzahl von Spielzügen verglichen werden.

Das Projekt startete Ende Oktober 2021 und am 04.11.2021 wurden erste Dateien im Repository hochgeladen.
Dabei handelte es sich um die Readme und Dateien, die uns zur Verfügung gestellt wurden. Dazu gehörten: TASK3, Client, Server, Simplesocket und ein Makefile.

Die ersten Strategien wurden am 17.11.21 hochgeladen, einmal Intellistrat und IntellistratDiagonal, sowie Randshoot. Die Funktion Randshoot war zu diesem Zeitpunkt noch als Funktion in der Client-Datei und wurde erst später ausgelagert.

Ende November kamen noch die Strategien Bruteforce und BruteforceDiagonal dazu und die Funktion Randshoot wurde als eigenständige Datei ausgelagert.

Im Dezember wurde noch die Funktion RandshootiS hinzugefügt. Es fanden ebenfalls größere Überarbeitungen des Codes statt, unter anderem die Aufteilung der Strategien in Header- und C++ -Files.
Ende Dezember war die erste Version des Projekts fertig, sodass im Januar 2022 nur kleinere Änderungen des Codes und Bugfixes nötig waren und eine erste statistische Auswertung zur durchschnittlichen Anzahl von Schüssen der einzelnen Strategien möglich war.

2.1 Starten des Programms

Zum Starten des Programms wird erst der Befehl make all in die Konsole eingegeben. Danach wird in einer separaten Konsole erst der Server mit dem Befehl "./Server"gestartet. In der anderen Konsole wird dann der Client gestartet, dies geschieht durch die Eingabe des Befehls "./Client 20 3"die beiden Zahlen sind beispielhaft, die erste Zahl steht für die Anzahl der Spiele die gespielt werden sollen und die zweite Zahl steht stellvertretend für die Methode, die für die Spiele verwendet werden soll.

Strategienummer	Name
0	BRUTEFORCE
1	BRUTEFORCEDIAGONAL
2	RANDSHOOT
3	RANDSHOOTIS
4	INTELLISTRAT
5	INTELLISTRATDIAGONAL

Nachdem Ende jedes Spiel wird die Anzahl der Schüsse in der Konsole ausgegeben und kann zur Auswertung verwendet werden.

3 Strategien und Kommunikation

3.1 Client

Der Client erwartet beim Aufrufen eine zusätzliche Eingabe des Benutzers. Dabei handelt es sich um ”Client” und zwei Zahlen. Die erste Zahl gibt an wie oft eine Strategie ausgeführt werden soll, es werden nur Integer akzeptiert. Mit der zweiten Zahl wird die Strategie ausgewählt, es werden nur Integer im Bereich von 0 -6 akzeptiert.
Nach der Eingabe wird die passende Strategie aufgerufen und in einer for-Schleife entsprechend oft der Eingabe ausgeführt.

3.2 Server

Der Server ist eine Kindklasse, die public von TCPserver geerbt hat. Der Server wurde um die Variablen world und Shootresult erweitert, welche private sind. Eine Funktion des Servers ist myResponse, Sie bekommt als Eingabe einen String der vom Client geschickt wird, vergleicht die Koordinaten mit dem internen Spielfeld und gibt einen String als Antwort zurück. Es gibt folgende Antwortmöglichkeiten: ”Water”, ”ShipHit”, ShipDestroyed”, ”AllShipsDestroyed”, ”GameOver”, abähngig vom internen Spielfeld. Schickt der Client als String ”Restart” erstellt der Server ein neues Spielfeld und das Spiel beginnt von neuem.

3.3 Protokoll Server

Die Kommunikation zwischen Server und Client läuft nach folgendem Protokoll ab.

Server Client Protokoll	Client sends	Server respons
coordinates(shoot)	KORDS + X + {x-coordinate} + Y + {y-coordinate} + #, {x-coordinate} and {y-coordinate} are numbers from 1 until 10, e.g. KORDSX10Y2#	Water, ShipHit, ShipDestroyed, AllShipsDestroyed, GameOver
new Game	RESTART	RESTARTED
end connection	BYEBYE	BYEBYE
error	"no valid command"	ERROR

Wenn der Client eine Strategie ausgeführt, wird bei jedem Schuss ein String mit den zu beschießenden Koordinaten an den Server gesendet und der Server überprüft den Status auf dem internen Spielfeld und sendet eine Antwort in Form eines Strings zurück (siehe Tabelle Zeile 1 Spalte 2). Um ein neues Spiel zu beginnen, muss der Client den String
”RESTART” an den Server senden, dieser startet dann ein neues Spiel und sendet den String ”RESTARTED” an den Client zurück. Um die Verbindung zu beenden,
sendet der Client ”BYEBYE”, der Server sendet ”BYEBYE” zurück und beendet die Verbindung. Sendet der Client einen String, der nicht dem Protokoll entspricht, antwortet der Server mit ”ERROR”.

3.4 Strategien

Zum Beschießen des erzeugten Spielfelds werden 7 unterschiedliche Strategien verwendet.

3.4.1 Bruteforce

Die Strategie BruteForce schießt nacheinander auf alle Zeilen und alle Spalten,
bis der Server mitteilt, dass alle Schiffe zerstört sind. Bei jedem Schuss wird ein Schuss Zähler hochgezählt, dieser wird am Ende der Strategie zurückgegeben.

3.4.2 BruteforceDiagonal

Die Strategie schießt nacheinander auf alle Felder im Spiel. Die Reihenfolge der Schüsse ist diagonal angeordnet. Die Strategie wird beendet, wenn der Server mitteilt,
dass alle Schiffe zerstört sind. Bei jedem Schuss wird ein Schuss Zähler hochgezählt, dieser wird am Ende der Strategie zurückgegeben.

3.4.3 RandShoot

Bei dieser Strategie wird mittels der rand()-Funktion die Koordinaten von 1 bis 10 für beide Koordinatenachsen per Zufall ausgewählt und eine Anfrage mit diesen beliebigen Koordinaten an den Server geschickt. Doppelungen von Anfragen oder mehr als zweimal können auftreten, da nicht gespeichert wird, ob das Feld bereits angefragt wurde oder nicht.

3.4.4 RandShootiS

Diese Strategie ist die Erweiterung zu der RandShoot-Strategie. Die Generierung der Koordinaten erfolgt wie bei der ersten Strategie. Ergänzend hinzugekommen ist,
dass diese Strategie die Anfragen in einem zweidimensionalen Feld abspeichert und nach einer erneuten Generierung prüft, ob diese Koordinaten bereits angefragt wurden.
Ist dies der Fall, werden neue Koordinaten generiert. Es erfolgt dann keine neue Anfrage an den Server bei bereits angefragten Koordinaten, die bereits vorher schon angefragt wurden. Fällt das Ergebnis dieser Anfragen negativ aus, so wird eine Anfrage an den Server gestellt. Wird eine Anfrage gestellt, wird der Wert der Koordinaten in der Matrix (2D-Feld) gemäß der boolschen Wahrheitswerte von „false“ auf „true“ geändert.

3.4.5 Intellistrat

Die intelligente Strategie schießt nacheinander (Zeile und Spalte) auf das Spielfeld.
Nach jedem Schuss auf ein Feld wird in einer Wahrheitswertmatrix die beschossene Position markiert. Wenn die Strategie einen Treffer erzielt, zerstört Sie zuerst das getroffene Schiff. Dies tut Sie, indem Sie auf die horizontalen und vertikalen Nachbar Felder schießt, bis ihr der Server mitteilt, dass das Schiff zerstört ist. Im Anschluss maskiert Sie die beschossenen und die umliegenden Felder in der Wahrheitswertmatrix, da dort kein weiteres Schiff liegen kann. Bei jedem Schuss wird ein Schuss Zähler hochgezählt, dieser wird am Ende der Strategie zurückgegeben.

3.4.6 IntellistratDiagonal

Die diagonale intelligente Strategie ist auf der einfachen intelligenten Strategie aufgebaut. Der einzige unterscheid besteht darin, dass Sie nur jede zweite diagonale Reihe beschießt. Dies ist möglich, da keine Schiffe existieren, die nur ein Feld groß sind.

3.4.7 Verbrannte Felder

Die Grundidee der Strategie ist, dass sich laut Regeln des Schiffe Versenkens, in einem Umkreis von einem Feld um ein Schiff kein weiteres befinden darf. Dies macht sich diese Strategie zu Nutze und markiert bei jedem zerstörten Schiff die anderen Felder in diesem Umkreis schon als Wasser und wird diese dann nicht mehr beschießen. Diese Strategie wird aus zeitlichen Gründen leider nicht mehr fertiggestellt werden können. Jedoch wurden schon bereits Funktionen in der Klasse "SpielfeldVerwaltung" implementiert, die zu dieser Funktion gehören. Unter anderem wurde ein zweites eindimensionales Array mit 5 Feldern angelegt, um dort die Positionen des Schiffes zu speichern welches gerade von der Funktion Nachbar (Erklärung in 3.5 Spielfeldverwaltung) beschossen wird. Die Funktion SchiffPosition wird dafür verwendet, um die Positionen in das Array zu schreiben.
In der Funktion searchShipclass sollte die Anzahl der sich noch im Spiel befindlichen Schiffe gespeichert werden. Dies sollte gemacht werden, um den Abstand der Schüsse zu variieren. Befindet sich noch ein Schiff der Größe 5 Felder im Spiel, so schießt die Strategie in einem Abstand von 5 Feldern. Ist die größte sich noch im Spiel befindliche Schiffsklasse 4 Felder, so wird in einem Abstand von 4 Feldern beschossen.
Diese Abstufung nach unten wird fortgeführt, bis das Spiel beendet wird.
Des Weiteren gibt es noch die beiden Funktionen SchiffePositionToCoordsX und SchiffePositionToCoordsY. Mithilfe dieser Funktionen kann die gespeicherte Position auf dem Array Schiffe zurückgegeben werden.

3.5 Spielfeldverwaltung

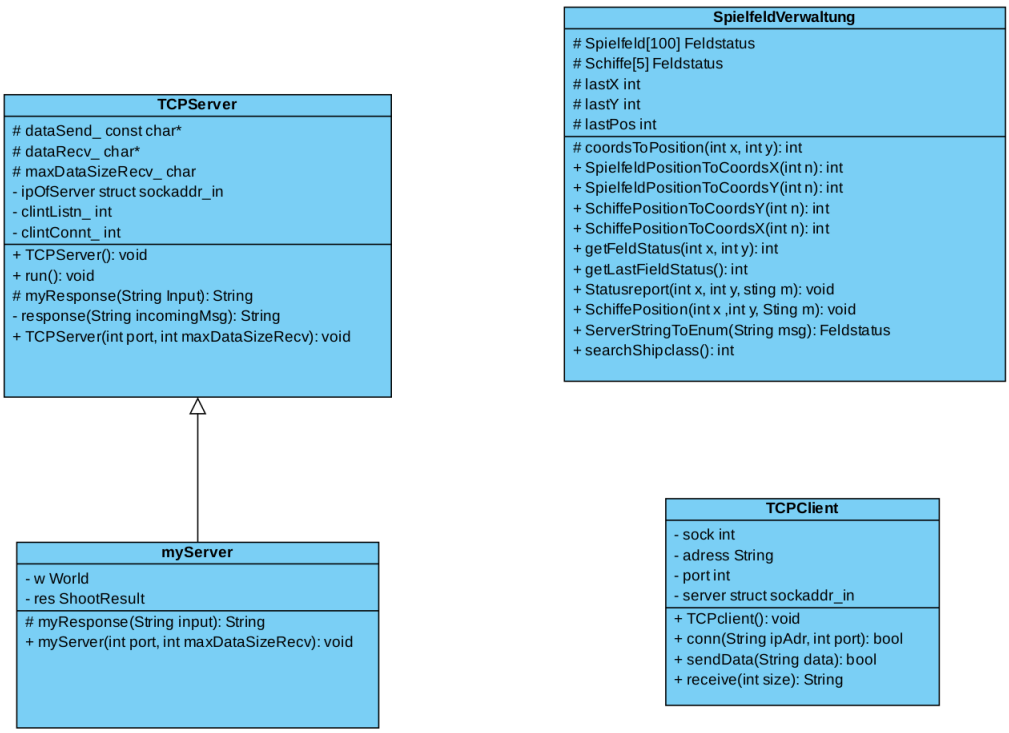
Die SpielFeldverwaltung setzt sich aus folgenden Funktionen und einer Klasse zusammen, void restart, enum Feldstatus, string shootPos, Feldstatus shootline, Feldstatus Nachbar und der Klasse SpielfeldVerwaltung. Die Funktion restart wird vom Client benötigt um dem Server mitzuteilen dass das Spiel neugestartet werden soll und shootpos wird verwendet um dem Server mitzuteilen auf welches Feld geschossen werden soll und gibt den Antwortstring des Servers zurück. Unter Feldstatus sind die Enums gespeichert die von der Klasse Spielfeldverwaltung benutzt werden, Erklärung folgt.
Die Funktionen Nachbar und Shootline suchen und zerstören ein Schiff komplett wenn ein Treffer gelandet wurde. Sie funktionieren nach dem Prizip der Funktion Neigbour welche in der Datei Intellistrat.C verwendet wird und machen sich die Methoden der Klasse zur nutze. Wird ein Schiff getroffen so wird die Funktion Nachbar aufgerufen, sie benötigt als Übergabeparameter die x- und die y- Koordinate, die Anzahl der gezählten Schritte, den TCPclient und eine Referenz auf die aktuelle Instanz der Klasse. Dann wird viermal die Funktion Shootline aufgerufen, Shootline benötigt die eben genannten Übergabeparameter und zusätzlich noch zwei Additionsvariablen. In der Funktion werden dann die Additionsvariablen in einer do-while Schleife auf die x- und y- Variablen aufaddiert, solange der Server ShipHit als Rückgabe liefert.
Dies führt dazu das in eine Richtung geschossen wird. Wenn Wasser als Rückgabewert kommt wird die Funktion beendet und Nachbar ruft Shootline solange auf bis alle vier

Richtungen ausprobiert wurden bzw. bis das Schiff zerstört wurde, tritt dies schon nach dem ersten Aufrufen von Shootline auf wird die Funktion Nachbar ebenfalls beendet.

Die gleichnamige Klasse SpielfeldVerwaltung besitzt ein eindimensionales Array Spielfeld mit 100 Variablen des Typs Enum (die dazugehörigen Enums sind außerhalb der Klasse definiert), die integer Variablen lastX, lastY, lastPos und die Funktionen CoordsToPosition, int SpielfeldPositionToCoordsX, SpielfeldPositionToCoordsY, SchiffePositionToCoordsX, SchiffePositionToCoordsY, getFieldstatus, getLastFieldStatus, Statusreport, SchiffPosition, ServerStringToEnum. Die Funktionen CoordsToPosition, SpielfeldPositionToCoordsX, SpielfeldPositionToCoordsY, SchiffePositionToCoordsX, SchiffePositionToCoordsY, getFieldstatus, searchShipclass liefern einen Rückgabewert des Typs Integer. Statusreport, SchiffPosition liefern keinen Rückgabewert und ServerstringToEnum liefert einen Enum als Rückgabewert. Das eindimensionale Array Spielfeld, welches in der Klasse protected ist, ist dafür da, um den Status des beschossenen Feldes zu speichern in dem ein Enum mit folgenden Möglichkeiten NICHT_BESCHOSSEN = 0, WASSER = 1, SCHIFF_GETROFFEN = 2, SCHIFF_ZERSTOERT = 3, GAMEOVER = 4, ERROR = -1 auf die gerade beschossene Stelle schreibt, standardmäßig sind alle Positionen mit NICHT_BESCHOSSEN = 0 beschrieben und werden dann überschrieben. Ermöglicht wird das durch die Funktionen Statusreport und ServerStringToEnum. Wird die Funktion Statusreport aufgerufen, muss ihr die aktuelle Position in Form von einer x- und einer y-Variablen und den String, den der Server beim Beschuss dieses Feldes als Antwort zurückgibt übergeben werden. Nach der Übergabe der Parameter werden die übergebenen x- und y- Koordinaten in lastX und lastY gespeichert, damit in der Klasse immer die aktuelle Position des gerade laufenden Spiels gespeichert ist. Ebenfalls werden die x- und y- Werte von der Funktion CoordsToPosition zusammengerechnet und in der Variablen lastPos gespeichert, diese Variable gibt Auskunft über die aktuelle Position auf dem eindimensionalen Array. Die Funktion CoordsToPosition, welche protected ist, berechnet ((y-1) * 10) + x-1 und gibt die Lösung zurück. Dann wird die aktuelle Position des Arrays beschrieben, dafür wird auf der Position die mit lastPos festgelegt wurde die Funktion ServerStringToEnum aufgerufen und der String den der Server geschickt hat übergeben. Als Rückgabewert liefert diese Funktion einen des Strings entsprenchenden Enum, welcher im Array gespeichert wird. Dieser komplette Vorgang wird bei jedem Schuss ausgeführt, um eine Übersicht über den Spielfortschritt zu haben, um ein doppeltes Beschießen eines Feldes zu verhindern und um zusätzliche Funktionen wie die Nachbar-Funktion zu ermöglichen. Weitere Funktionen der Klasse sind getFieldstatus, welche als Eingabewerte die aktuelle x- und y- Koordinate benötigt und als Rückgabewert den Enum der auf dieser Position im Array steht, liefert. Dies funktioniert ähnlich wie bei der Funktion Statusreport mit der Funktion CoordsToPosition, in diesem Fall wird das Array nicht beschrieben, sondern den Wert der Position zurückgegben. Die Funktion getLastFieldStatus funktioniert identisch, nur erwartet sie keine Eingabewerte, sondern nutzt als x- und y-Koordinate das, was in den Variablen lastX und lastY gespeichert wurde, der Rückgabewert ist dann wieder der Wert des Arrays an dieser Position. Weitere Funktionen sind SpielfeldPositionToCoordsX und SpielfeldPositionToCoordsY. Beide sind identisch, sie

erwarten als Eingabewert die aktuelle Position auf dem Array und rechnen dann jeweils die x- oder y-Koordinate aus und geben diese zurück.
Dies ist vor allem beim Debugging sehr hilfreich.

4 UML Diagramme

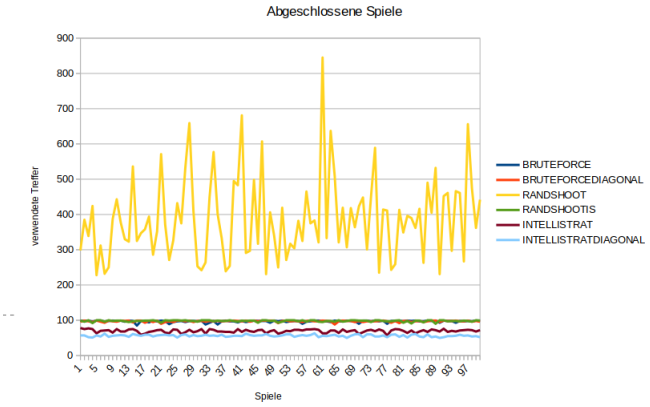


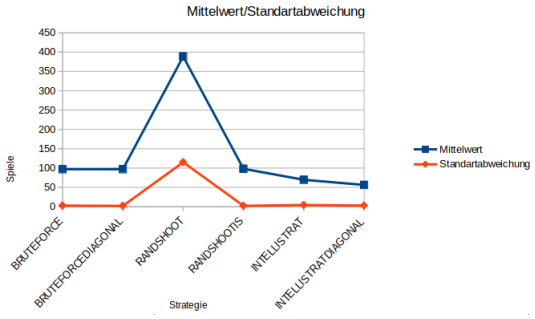
Ergebnisse und Fazit

Durchläufe	BRUTEFORCE	BRUTEFORCEDIAGONAL	RANDSHOOT	RANDSHOOTIS	INTELLISTRAT	INTELLISTRATDIAGONAL
1	99	96	298	99	78	57
2	98	99	385	96	75	57
3	99	97	339	100	77	52
4	96	95	424	92	75	51
5	99	99	228	100	63	57
6	99	96	312	100	70	54
7	96	93	232	96	71	62
8	98	99	250	100	72	53
9	99	97	387	98	65	56
10	98	96	443	99	75	57
11	99	99	377	99	68	58
12	96	98	330	97	68	57
13	99	99	323	95	74	53
14	98	94	536	97	75	61
15	85	99	325	98	70	58
16	98	99	347	98	59	56
17	97	93	358	99	62	59
18	94	99	394	99	67	59
19	99	95	286	100	69	54
20	97	99	352	98	72	57
21	99	90	571	93	73	58
22	98	95	372	100	65	59
23	89	97	271	99	63	57
24	95	95	326	100	74	58
25	97	99	432	100	73	51
26	98	99	375	99	61	58
27	95	97	533	100	66	60
28	98	99	659	98	73	54
29	98	95	411	98	66	58
30	97	98	253	96	69	55
31	99	98	242	100	75	56
32	88	96	264	100	62	59
33	93	98	449	100	75	56
34	98	97	577	97	73	57
35	88	98	401	99	68	55
36	97	97	333	98	68	59
37	99	98	239	98	67	53
38	97	98	254	100	67	54
39	97	99	495	98	65	56
40	94	98	483	96	75	56
41	98	97	681	99	67	55
42	95	99	291	98	73	62
43	97	96	297	99	69	58
44	99	99	498	99	67	56
45	98	97	317	93	72	57
46	98	99	607	100	73	57
47	98	99	231	100	63	61
48	93	99	406	98	69	56
49	99	99	340	99	72	54
50	97	92	250	93	62	55
51	99	98	419	96	65	57
52	95	99	271	100	70	60
53	97	97	317	100	69	60
54	98	98	304	100	73	53
55	98	97	382	97	73	56
56	90	95	325	100	71	58
57	96	98	465	96	74	56
58	97	99	375	100	74	58
59	99	97	383	100	75	63
60	99	97	321	96	73	52
61	97	99	845	95	63	56
62	97	98	333	98	63	55
63	95	97	637	98	71	57
64	99	88	509	96	71	59
65	97	97	321	100	64	54
66	97	99	419	96	74	56
67	99	98	307	98	67	50
68	98	98	418	100	70	56
69	98	95	364	100	72	60
70	90	98	423	99	61	61
71	99	95	448	99	66	52
72	99	97	301	99	71	60
73	97	97	450	95	73	60
74	99	97	589	100	69	54
75	97	98	235	100	74	54
76	99	99	414	98	70	57
77	90	97	411	97	57	52
78	98	93	243	97	71	59
79	98	98	259	99	75	60
80	99	92	413	100	74	53
81	97	98	349	93	70	58
82	99	98	396	98	64	51
83	98	95	390	91	71	59
84	99	97	362	99	63	61
85	97	98	416	99	68	54
86	97	95	263	94	72	52
87	99	97	490	100	67	60
88	98	99	405	100	74	52
89	99	99	532	90	72	54
90	93	95	231	100	68	50
91	99	99	452	100	76	52
92	98	98	461	97	67	55
93	98	98	297	98	70	55
94	93	99	466	98	68	56
95	98	97	461	97	71	59
96	97	97	267	99	72	56
97	98	99	656	98	73	57
98	97	96	474	96	72	54
99	99	98	362	100	68	55
100	99	96	442	99	72	52

Auswertung

	BRUTEFORCE	BRUTEFORCEDIAGONAL	RANDSHOOT	RANDSHOOTIS	INTELLISTRAT	INTELLISTRATDIAGONAL
Mittelwert	96.91	97.11	388.57	98.02	69.61	56.28
Standartabweichung	2.771624072633	2.06346795468212	115.031061457	2.2089816658361	4.360951730987	2.91231866388278





Bei den sechs Strategien sind teils erhebliche Unterschiede in der Anzahl der durchschnittlich benötigten Schüsse, um ein Spiel zu gewinnen zu erkennen. Die Strategie RandShoot benötigt die meisten Schüsse. Dies war zu erwarten, da die Strategie auf zufällig ausgewählte Felder schießt, aber nicht speichert welches Feld bereits beschossen wurde. So ist es unvermeidlich, dass Felder mehrmals beschossen werden. Die Strategie RandshootiS ist eine Erweiterung der Strategie Randshoot, ihre Funktion ist identisch, nur wurde sie erweitert, dass bereits beschossene Felder gespeichert werden, um so ein mehrmaliges Beschießen zu verhindern. Das Ergebnis dieser Erweiterung lässt sich anhand der durchschnittlichen Anzahl der Schüsse und der Standardabweichung beobachten, die Anzahl der benötigten Schüsse und der Wert der Standardabweichung sind signifikant gesunken. Die Strategien Bruteforce und BruteforceDiagonal weisen eine ähnlich hohe Anzahl von durchschnittlichen Schüssen auf, da ihr Grundprinzip das gleiche ist. Die durchschnittliche Anzahl von Schüssen im Bereich von 97 kommt dadurch zu stande, da beide Strategien jedes Feld nacheinander beschießen und es nur 100 Felder maximal gibt. Die Strategien Intellistrat und IntellistratDiagonal sind die beiden effizientesten Strategien. Intellistrat macht sich die Funktion Neigbour zu Nutze, welche bei einem Treffer gezielt nach dem Schiff sucht und es sofort zerstört. IntellistratDiagonal nutzt diese Funktion auch, jedoch durch das Diagonale abgehen der Felder kann jeweils ein Feld horizontal ausgelassen werden und so ein Spiel in noch weniger Schritten gewonnen werden.

Die Random und Bruteforce Strategien weisen eine einfache Code-Struktur, auf benötigen jedoch mehr Schüsse. RandShoot ist ein Extrembeispiel. Während die Intellistrat Strategien komplexere Methoden benötigen, jedoch effizienter und schneller gewinnen.