

Anschauliche Beispiele der Unterstützungssysteme

zu: Technisches Wahlpflichtfach „MineSweeper®“-Clone als Umsetzung des
Entwurfkomplexes „Dynamische Anzeige zur Entscheidungsunterstützung“

Studenten : Martin Amelsberg
Daniel Finger

Professor : Rolf Socher-Ambrosius

Projektname : MindSweeper

Datum : 01. März 2003

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Unterstützungssystem 1: „Aufmerksamkeitslenkung“	3
3. Unterstützungssystem 2: „Risikovisualisierung“	3
3.1. Risikovisualisierung – Beispiel 1.....	6
3.2. Risikovisualisierung – Beispiel 2.....	8
3.3. Risikovisualisierung – Beispiel 3.....	11
3.4. Risikovisualisierung – Beispiel 4.....	12
3.5. Risikovisualisierung – Beispiel 5.....	15
4. Unterstützungssystem 3: „Repräsentanzdarstellung“	17

1. Einleitung

Dieses Dokument ist als Erweiterung zu der Ausarbeitung

**Technisches Wahlpflichtfach „MineSweeper“-Clone
als Umsetzung des Entwurfskomplexes
„Dynamische Anzeige zur Entscheidungsunterstützung“**

zu sehen.

Es soll verdeutlicht und an zahlreichen Beispielen anschaulich dargestellt werden, wie die Unterstützungssysteme¹ unserer Software arbeiten.

Um die Beschreibungen der US besser verstehen zu können, ist es von Vorteil, wenn die Regeln für das Spiel „MineSweeper“ bekannt sind.

Bei einem Ausdruck sollte darauf geachtet werden, dass dieser in Farbe erfolgt. Liegt diese Dokumentation nur als s/w-Druck vor, kann sie als (farbige) PDF von unserer Homepage heruntergeladen werden:

<http://www.AmelFin.de>

¹ auf den folgenden Seiten auch „US“ genannt

2. Unterstützungssystem 1: „Aufmerksamkeitslenkung“

Das erste Unterstützungssystem blendet irrelevante Informationen aus, so dass sich der Benutzer genau auf die Felder konzentrieren kann, die direkt am Spielgeschehen beteiligt sind.

Realisiert wurde dies, indem abgearbeitete Felder durch das Herabsetzen der Farbwerte „verblasst“ dargestellt werden:



Abbildung 2.1 : Die „Einsler-Gruppe“ ist durch das Setzen der Fahne als „bearbeitet“ klassifiziert und in den Hintergrund gesetzt worden

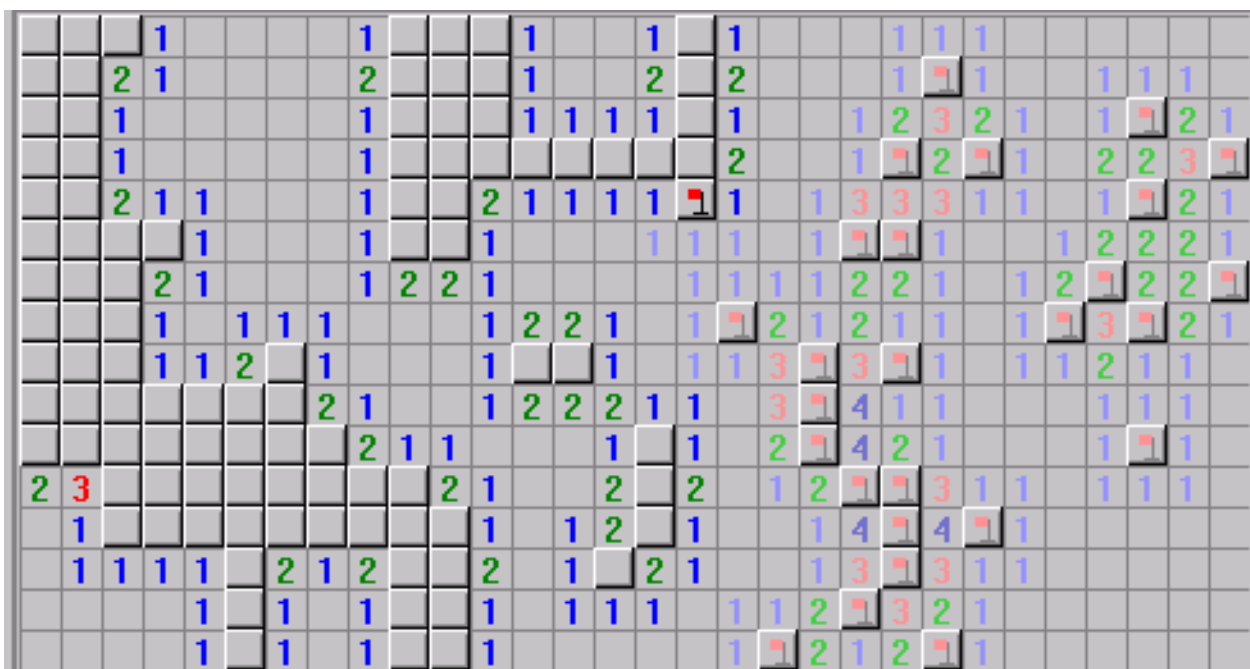


Abbildung 2.2 : Besonders deutlich wird die Qualität dieser Unterstützung bei größeren Spielfeldern

3. Unterstützungssystem 2: „Risikovisualisierung“

Wesentlich rechenintensiver als das US 1 ist US 2, da nach jeder Aktion des Benutzers der Risikowert für eine große Anzahl von Feldern neu berechnet werden muss.

Da im Modus „Benutzerdefiniert“ die maximalen Werte des Spielfeldes 24 Felder (Höhe) und 30 Felder (Breite) betragen können, sind dies bis zu 720 Felder.

Aufgrund der „Mächtigkeit“ des US 2 möchten wir es anhand eines Spielfeldes (das zum Teil aufgedeckt wurde) erklären:

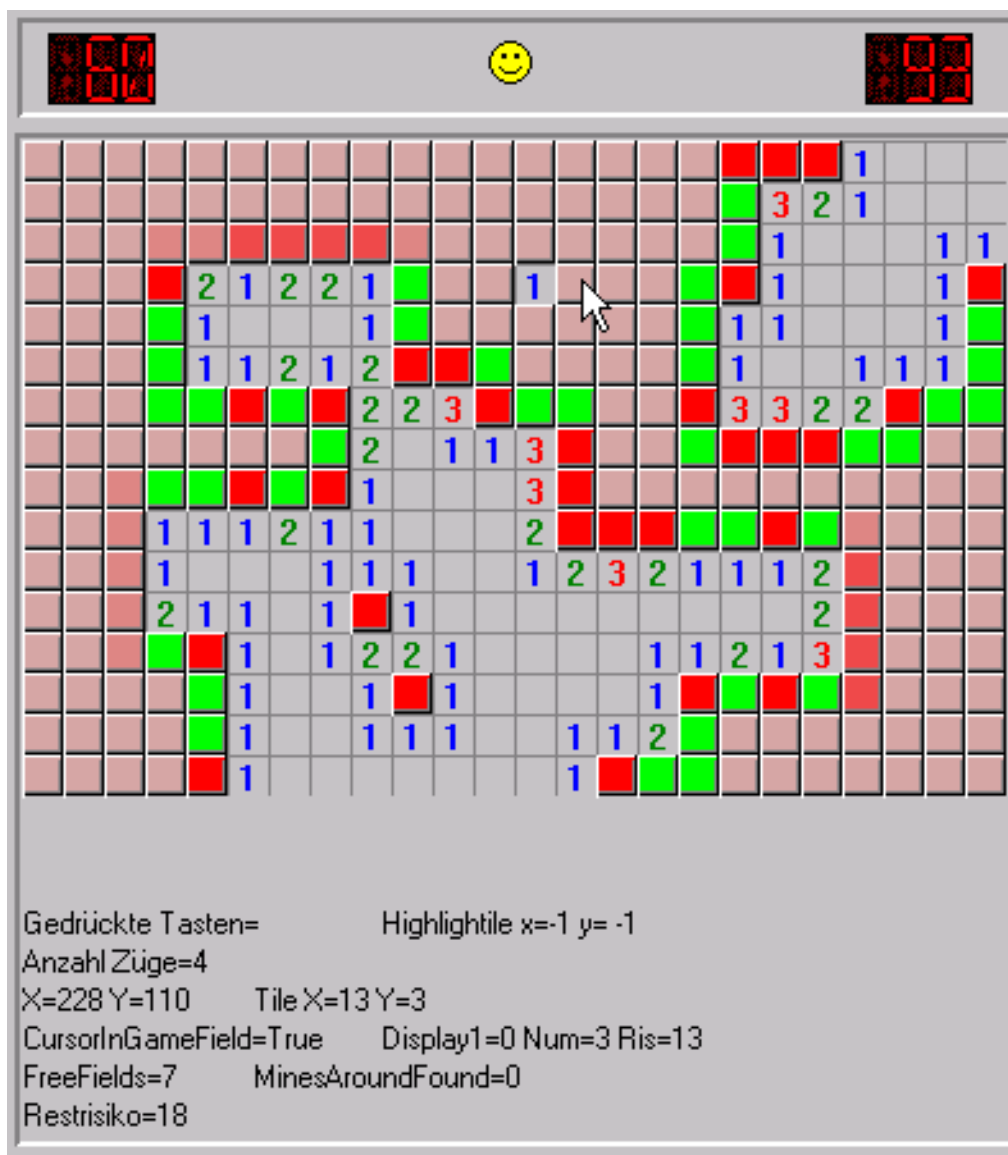


Abbildung 3.1 : Komplettes Spielfeld mit „Debug-Screen“

Anmerkung: Bitte nicht durch den unteren Abschnitt des Bildes („Debug-Screen“) beirren lassen. Hierbei handelt es sich lediglich um eine Programmierhilfe, damit wir bspw. vor dem Aufdecken eines Feldes wissen, was sich darunter verbirgt. Nur so konnten wir überprüfen, ob die berechneten Prozente usw. korrekt sind.

3.1. Risikovisualisierung – Beispiel 1

Betrachten wir zunächst folgenden Bildausschnitt:



Abbildung 3.1.1 : Bildausschnitt; in Abbildung 3.1 links unten zu finden

In diesem selektierten Abschnitt existieren 4 verschiedene Farben, die folgendermaßen zu interpretieren sind:

- a) *Feld mit dunkel-roter Färbung (mit einem gelben Punkt markiert)*
Hierbei handelt es sich um ein sogenanntes „100%-Feld“, also ein Feld, unter dem sich zu 100% eine Mine befindet. Dies ist daran zu erkennen, dass für die schräg rechts oben davon liegende „1“ kein anderes Feld mehr übrig ist, unter dem sich eine Mine befinden kann.
- b) *grüne Felder*
Ein „0%-Feld“ wird grün gefärbt, was aussagt, dass sich unter diesem Feld zu auf keinen Fall (also zu 0%) eine Mine befinden kann. Gehen wir von der bei a) genannten „1“ ein Feld tiefer, so treffen wir erneut auf eine „1“. Da für diese „1“ bereits eine Mine gefunden wurde (das „100%-Feld), kann in dem schräg links unten liegenden Feld keine Mine sein. Gleiches gilt für das „1“-Feld neben der in a) genannten „1“. Eine Mine ist bereits gefunden, also liegt definitiv in dem schräg links unten liegenden Feld keine Mine.

c) *helles rot*

Für die „2“ ist bereits eine Mine gefunden worden, nämlich das „100%-Feld“ mit dem gelben Punkt. Ein weiteres Feld ist, wie in b) beschrieben, ein grünes Feld und scheidet somit als mögliches Minen-Feld aus.

Es bleiben also demnach Felder, unter denen sich 1 Mine verstecken muss.

Daraus ergibt sich die Wahrscheinlichkeit von 33,3333%, also $34\%^2$ für jedes einzelne dieser 3 Felder:

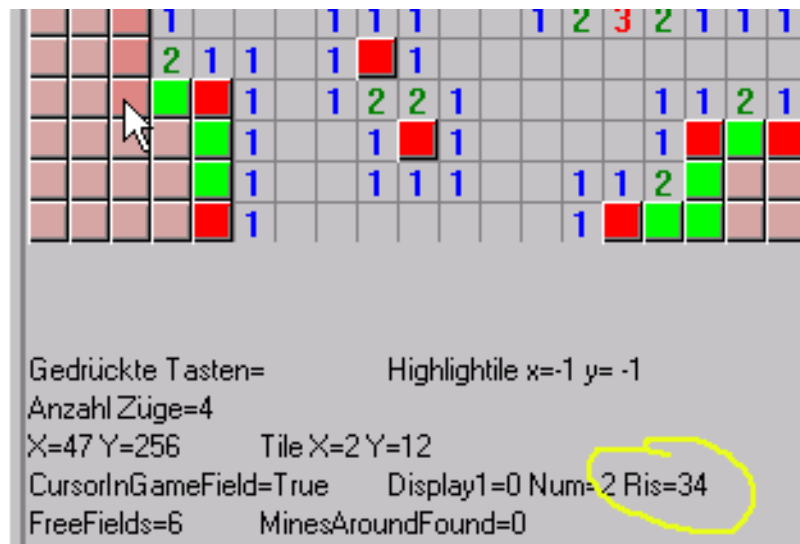


Abbildung 3.1.2: Der Mauszeiger befindet sich auf eines der genannten Felder und „Ris“ (gelb eingekreist) zeigt auch 34 an

d) *helleres rot*

Neben den unter c) beschriebenen Feldern befinden sich noch hellere (rote) Felder. Da über diese Felder keine Aussagen³ gemacht werden können, berechnen wir hier das sogenannte „Restrisiko“:

Zählt man die gefundenen Minen (dunkel-rote Felder) auf dem gesamten Spielfeld, so findet man 30 Stück. Insgesamt im Spiel versteckt sind 60, also sind noch 30 unentdeckt.

Zählt man alle unaufgedeckten Felder (abzüglich den 0%- und 100%-Feldern) zusammen, kommt man auf 172.

Somit befinden sich unter 172 Feldern noch 30 Minen, folglich unter jedem einzelnen (unaufgedeckten) Feld mit einer Wahrscheinlichkeit von $(30:172) \cdot 100\% = 17,44\% \sim 18\%$ eine Mine.

Dies ist das „Restrisiko“, wie es auch in dem „Debug-Screen“ (siehe Seite 5) angezeigt wird.

² zur Verdeutlichung in der Dokumentation wird auf Integer aufgerundet. Im Programm jedoch wird mit Double (32 bit) gerechnet.

³ um Aussagen machen zu können, werden aufgedeckte Felder benötigt

3.2. Risikovisualisierung – Beispiel 2

Diesmal wurden einige Felder mit den Zahlen 1-16, die zu Zwecken der Eindeutigkeit „MZ“ (Markierungszahlen) genannt werden, versehen.

Wir hoffen, dass unsere Erklärungen dadurch noch deutlicher werden.

Abbildung 3.2.1 : Bildausschnitt; in Abbildung 3.1 rechts unten zu finden

- Das mit MZ1 beschriftete Feld ist ein 100%-Feld, da sich für die schräg links unten liegende „1“ keine andere Möglichkeit mehr ergibt, als dort eine Mine zu besitzen.
- Die daneben liegende „2“ hat nicht nur unter MZ1 eine Mine, sondern auch unter MZ2, da es sonst ebenfalls keine Möglichkeit gibt, eine Mine aufzuweisen.
- Die wiederum daneben liegende „3“ hat unter den Feldern MZ1 und MZ2 eine Mine; dementsprechend auch unter MZ3.
- MZ4 muss ein grünes Feld sein, da die Mine für das darunter liegende „1“-Feld bereits bei MZ3 erkannt wurde.
- Gleiches gilt für MZ5.
- Ähnlich ist es bei MZ16, dessen Feld eine Mine für das schräg links oben befindliche „1“-Feld besitzt.
- MZ15 ist grün aufgrund der Mine in MZ16 und der „1“-Feldes, das direkt über MZ16 liegt.
- MZ14 muss wiederum rot sein, da die „2“ eine weitere Mine benötigt. Infolgedessen hat sie unter MZ16 und MZ14 eine Mine.
- MZ13 ist deshalb natürlich grün, denn für das neben dem „2“-Feld liegende „1“-Feld wurde zuvor eine Mine in MZ14 erkannt.

- MZ 10, 11 und 12 haben mit einer Wahrscheinlichkeit von (aufgerundet) 67% eine Mine: Eine Mine für die „3“ ist unter MZ14, das Feld MZ14 ist grün und fällt raus. Dadurch bleiben noch drei Felder, unter denen zusammen 2 Minen verborgen sind: $(2:3)*100\%=66,6666\%$, also 67%.
- Den gleichen Wert (67%) hat auch MZ9 und hier kommt eine Variante unserer Algorithmen zum Zuge:
 - + Wir berechnen für jedes Feld die Prozentwerte.
 - + Felder, bei denen eine Wahrscheinlichkeit von 0% oder 100% ermittelt wurden, werden bei einer neuen Berechnung des Gesamtfeldes nicht „angefasst“ und behalten auf jeden Fall die 0% bzw. 100%.
 - + Wird für ein Feld bei einer Neuberechnung ein höherer Wert errechnet, wird der höhere Wert eingetragen.

Sehen wir uns einen Teil von Abbildung 2.4 einmal genauer an:

	6	7	8
1	2	9	
	2	10	
1	3	11	
1	13	12	

Abbildung 3.2.2 : Bildausschnitt; in Abbildung 3.2.1 rechts unten zu finden

Normalerweise würde MZ9 wegen der (gelb markierten) „2“ einen Prozentwert von 33,333% (aufgerundet 34%) bekommen, da MZ6 als Minen-Feld fest steht, MZ7 ein 0%-Feld ist und somit unter MZ8, MZ9 und MZ10 eine Mine sein muss. (=> 3 Felder, 1 Mine => 33,33% => 34%)

Betrachten wir aber die (lila markierte) „2“, so müssen wir MZ9 einen anderen Prozentwert geben, da laut dieser (lila markierten) „2“ unter M9, M10 und MZ11 insgesamt 2 Minen sein müssen. (3 Felder, 2 Minen => 67%)

MZ8 hingegen bekommt den vorhin ausgerechneten „34%“-Wert, da in dieser Spielsituation nichts dagegenspricht.

Betrachten wir wieder das ursprüngliche Feld,

3									
2	1	2	3	4	5	6	7	8	
1	2	3	2	1	1	1	2	9	
							2	10	
			1	1	2	1	3	11	
			1	16	15	14	13	12	

Abbildung 3.2.3 : Kopie von Abbildung 3.2.1

so bleiben nur noch die gelb markierten Felder unbegründet. Aber hier tritt wieder das im 1. Beispiel genannte „Restrisiko“ mit 18% auf, wodurch die gesamte Spielsituation eindeutig erklärt sein dürfte.

3.3. Risikovisualisierung – Beispiel 3

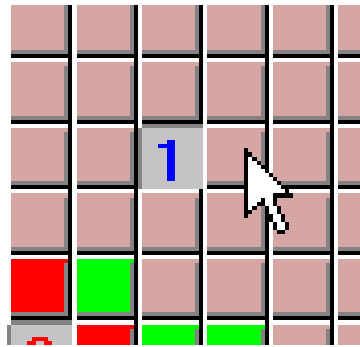


Abbildung 3.3.1 : Bildausschnitt; in Abbildung 3.1 mittig oben zu finden

Die umliegenden Felder, des mitten im Spielfeld aufgedeckten „1“-Feldes haben ein anderes Risiko als das Restrisiko.

Der Grund: Unter 8 Feldern versteckt sich 1 Mine

$$(1:8)*100\% = 12,5\% \Rightarrow 13\%$$

Sehen wir uns den Debug-Screen an:



Abbildung 3.3.2 : Bildausschnitt; in Abbildung 3.1 mittig unten zu finden („Debug-Screen“)

Deutlich zu erkennen ist, dass sich der Mauszeiger auf einem Feld befindet, das die „1“ umschließt. Im „Debug-Screen“ wird für dieses Feld ein Risiko („Ris“) von 13% angezeigt.

Rufen wir uns die anderen Beispiele in Erinnerung, in denen geschrieben wurde, dass das Restrisiko für unaufgedeckte Felder 18% beträgt. Der Unterschied ist also (wenn auch nicht durch die Färbung erkennbar) deutlich sichtbar.

3.4. Risikovisualisierung – Beispiel 4

Prüfen bzw. beschreiben wir nun die Risikovisualisierung in Hinblick auf Benutzer-Eingaben:

Spielfeld-Größe	:	16x30 = 480 Felder
Anzahl der Minen	:	60
Restrisiko beim Programmstart	:	$(60:480)*100\% = 12,5\% \sim 13\%$

Der Spieler deckt ein „1“-Feld auf:

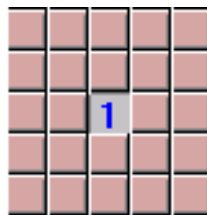


Abbildung 3.4.1 : eine aufgedeckte „1“ ohne Fahnen

Die 8 Felder, die das „1“-Feld umschließen, erhalten eine Wahrscheinlichkeit von

$$(1:8)*100\% = 12,5\% \sim 13\%$$

Da das Restrisiko ebenfalls 13% beträgt, sind die anderen Felder nicht anders gekennzeichnet (derselbe Farbwert)

Nun setzt der User eine Fahne und signalisiert damit, dass er zu wissen scheint, wo sich die Mine befindet:

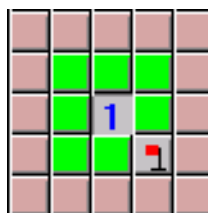


Abbildung 3.4.2 : eine aufgedeckte „1“ mit einer Fahne

Dadurch, dass die Mine gefunden wurde, sind die anderen Felder „außer Gefahr“ und werden grün.

Anmerkung: Ob nun wirklich eine Mine unter der gesetzten Flagge ist, darf das Programm natürlich nicht bewerten, da der Benutzer sonst einfach Flaggen verteilen könnte und ihm das Programm mittels Einfärbung der Felder sagt, ob seine Vermutung richtig war.

Setzt der Spieler eine 2. Flagge,

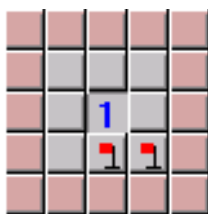


Abbildung 3.4.3 : eine aufgedeckte „1“ mit 2 Fahnen (Fehlerfall!)

werden die umliegenden Felder grau. Damit wird dem Benutzer signalisiert, dass etwas nicht stimmen kann. Schließlich kann sich nur maximal eine Mine in einem der 8 Felder befinden.

Auf das Setzen von 3 und mehr Flaggen verzichten wir an dieser Stelle, da die gleiche Fehlerbehandlung (Einfärbung in grau) erfolgt.

Eine 2. Möglichkeit, die Felder zu „beschriften“ ist das Setzen von Ausrufezeichen als Markierung für vermutlich sichere⁴ Felder.

Auf ein Bild für das Setzen der Ausrufezeichen 1-4 wird verzichtet, da sich hierbei das Risiko (und somit der Farbwert) nur unwesentlich ändert und der Farbunterschied nicht erkennbar ist.

Wie diese Spielsituation vom Programm bearbeitet wird, erkennt man aber besonders deutlich nach dem Setzen des 5. Ausrufezeichens:



Abbildung 3.4.4 : eine aufgedeckte „1“ mit 5 Ausrufezeichen

⁴ damit sind leere Felder und Zahlenfelder gemeint

Insgesamt sind es 8 Felder und 1 Mine. Bei 5 Feldern ist sich der Spieler sicher, dass es sich um ein „Nicht-Minen“-Feld handelt, also bleiben 3 Felder übrig:

$$(1:3)*100\% = 33,333\% \sim 34\%$$

Bei 6 gesetzten Ausrufezeichen sieht es so aus:



Abbildung 3.4.5 : eine aufgedeckte „1“ mit 6 Ausrufezeichen

Die Berechnung ist klar: 2 Felder, 1 Mine

$$(1:2)*100\% = 50\%$$

Bei 7 Ausrufezeichen wird das Programm dazu „gezwungen“ anzuzeigen, dass sich unter dem letzten Feld eine Mine befindet, was bekanntermaßen mittels einem dunkel-roten Farbton (entspricht dem „100%-Feld“) dargestellt wird:

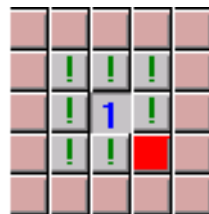


Abbildung 3.4.6 : eine aufgedeckte „1“ mit 7 Ausrufezeichen

Anmerkung: Auch hier kann (oder besser: darf) das Programm nicht bewerten, ob der Benutzer ein Ausrufezeichen wirklich auf ein „Nicht-Minen“-Feld gesetzt hat, sondern muss die Risiken so bewerten, wie sie vom Benutzer durch das Setzen des Ausrufezeichens bestimmt werden.

Im Gegensatz zu Flaggen und Ausrufezeichen können (bzw. dürfen) Fragezeichen überhaupt nicht in die Risiko-Bewertung eingehen, da sich der Spieler nicht festlegt, sondern lediglich eine Vermutung äußert.

3.5. Risikovisualisierung – Beispiel 5

Dem aufmerksamen Leser wird nun aufgefallen sein, dass die Berechnungen der Risiken in der Gesamtsumme für ein Feld nicht ganz korrekt sind.

	a	b	c	d	e
1					1
2			1	4	1
3			2	2	1
4			3	2	1
5		4	1	1	2
6		3	3	4	1

Abbildung 3.5.1 : Ausschnitt mit „Fehlinformationen“

Betrachten wir nun das Feld c3. Unter c2 befindet sich (bereits durch eine Fahne markiert) eine Mine. Somit ist noch eine Mine für c3 versteckt.

Berechnen wir die Risiken für die Felder b2, b3 und b4, somit kommen wir auf 33,33%.

Bearbeiten wir allerdings das Feld c4, so ergibt sich für b3 und b4 eine Prozentzahl von 50%. Wie auf Seite 9 beschrieben, ist der höhere Betrag für die Einfärbung ausschlaggebend.

Durch b5 erhalten die Felder a4, a5, a6 und b4 jeweils 75%.

Prüfen wir die Felder c3, c4 und b5 auf deren „Checksumme“⁵, so ergibt sich folgendes Bild:

- c3 ist umschlossen von den Felder b2, b3, b4 und c2, wobei c2 bereits durch die Fahne fest mit 100% belegt ist. Da für ein 2er-Feld insgesamt 200% zur Verfügung stehen, bleiben 100% „zur Verteilung“ übrig. Die Summe der Risiken von b2 (33,3%), b3 (50%) und b4 (75%) ist aber 158,33% und somit zu groß.
- bei c4 ist es ganz ähnlich, denn durch b3 (50%) und b4 (75%) ergibt sich eine Checksumme von 125%, obwohl durch c5 (100%) und d5 (100%) nur noch 100% vergeben werden können, um auf die 300% zu kommen.

⁵ Eine „Checksumme“ ist die Summe der Risiken aller umliegenden Felder.

- bei b5 jedoch sind 400% zu verteilen, die auch korrekt auf a4, a5, a6 und b4 mit jeweils 75% berechnet sind.

Daraus ergibt sich folgendes Bild:

	a	b	c	d	e
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Abbildung 3.5.2 : Ausschnitt mit „grauen Feldern“

Wie wir berechnet haben, ist die Checksumme von b5 korrekt, deshalb werden die umliegenden Felder (und für uns relevant b4) in den entsprechenden Rottönen dargestellt.

Das Feld c3 jedoch hat eine falsche Checksumme und somit die umliegenden Felder (mit Ausnahme von b4) „ausgegraut“.

Dadurch soll dem Benutzer signalisiert werden, dass hier erhöhte Vorsicht geboten ist und er „selber denken“ muss.

Die gleiche „Fehlberechnung“ ergibt sich durch c4.

Der Grund, warum wir erst im Beispiel 5 das „Gesamtschema“ des Spiels betrachten ist der, dass die Erklärungen mit grauen Feldern und Checksummen am Anfang des Dokuments sicher zu Verwirrungen beim Leser geführt hätten.

Wir hoffen, dass unsere Idee, dieses Dokument „didaktisch“ aufzubauen, geglückt ist.

4. Unterstützungssystem 3: „Aufmerksamkeitslenkung“

Bei diesem US möchten wir zuerst Screenshots der einzelnen Spielsituationen zeigen. Die Bezeichnungen „Handlung I“, „Handlung II“ usw. stammen von unserem Kunden.

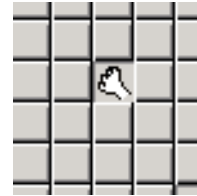


Abbildung 4.1 : Handlung I



Abbildung 4.2 : Handlung II



Abbildung 4.3 : Handlung III

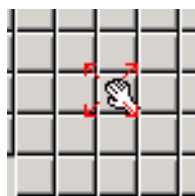


Abbildung 4.4 : Handlung IV

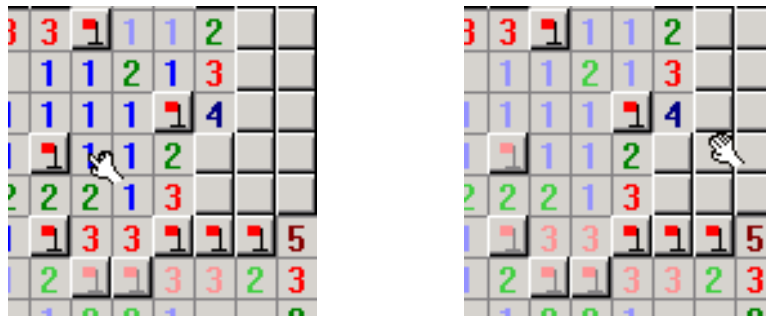


Abbildung 4.5 : Handlung V

Zu den Handlungen I bis IV ist nicht viel zu sagen, da sie sich von selber erklären und kein besonderer Algorithmus dahintersteckt.

Bei Handlung V jedoch wurde Wert darauf gelegt, sie mit dem US 1 zu verbinden:

Grundsätzlich gesehen werden irrelevante Ausschnitte des Spielfeldes „ausgegraut“, um den Benutzer nicht abzulenken.

Befindet sich jedoch sein Cursor in einem Bereich, der ausgegraut wurde, so kommt hier Handlung V zum Tragen, die den betrachteten Bereich (5x5 Pixel) „normal“ darstellt.