

Eberhard Karls Universität Tübingen
Kognitive Neurowissenschaften

Bachelorarbeit

Repräsentation mentaler Karten in Abhängigkeit vom aktuellen Standort

Betreuer:

Prof. Dr. H. A. Mallot

Prof. Dr M. v. Butz

Vorgelegt von

Niklas Binder

Tübingen, 31. August 2012

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbständig und nur mit den angegebenen Hilfsmitteln angefertigt habe und dass alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinne nach anderen Werken entnommen sind, durch Angaben von Quellen als Entlehnung kenntlich gemacht worden sind. Diese Bachelorarbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form in keinem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt.

Abstract

Based on a survey conducted by Basten et al. in 2009 this survey focuses on the question if the location of one self relative to a target location influences the spatial representation of the same. In two experiments 331 passerby were asked to sketch a familiar square. In Experiment 1 the monitoring points were in the immediate vicinity of the square, while in experiment 2 sketches were acquired further away. The results of experiment 1 show that, although participants drew maps with a preferred view orientation, orientation also systematically changed depending on the location of inquiry. Thus current location influences the processing of long-term memory information. In the second experiment the resulting sketches were oriented mainly in the preferred orientation; no systematical rotation occurred. This suggests that a situational context such as spatial proximity needs to be present in order to alter an existing or choose a different mental map based on the direction to a target location.

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	8
<i>1.1 Mentale Karten</i>	8
<i>1.2 Egozentrische vs. Allozentrische Repräsentation</i>	9
<i>1.3 Handlungsrelevanz</i>	10
<i>1.4 Kosten von Routenplanung</i>	10
<i>1.5 Motivation</i>	11
<i>1.6 Fragestellung</i>	12
2 Methode	12
<i>2.1 Experiment 1</i>	13
<i>2.2 Experiment 2</i>	14
3 Ergebnisse	16
<i>3.1 Experiment 1</i>	16
<i>3.1.1 Akkumulierte Rohdaten</i>	16
<i>3.1.2 Reduktion der Datenverzerrung aufgrund der südlichen Präferenzrichtung</i>	18
<i>3.1.3 Vektoren der mittleren Zeichenrichtung</i>	19
<i>3.1.4 Zeichenwinkel</i>	21
<i>3.1.5 Zirkuläre Statistik</i>	21
<i>3.2 Experiment 2</i>	22
4 Diskussion	25
<i>4.1 Bestätigung der Ergebnisse von Basten et al.</i>	25

<i>4.2 Standardansicht vs. Aufenthaltsort</i>	<i>25</i>
<i>4.3 Einfluss von Distanz auf die gezeichnete Karte</i>	<i>27</i>
<i>4.4 Kritische Betrachtung der Daten</i>	<i>28</i>
<i>4.5 Zusammenfassung</i>	<i>29</i>
5 Literaturverzeichnis	30

1 Einleitung

Die Arbeit, der Supermarkt, die Videothek - täglich sind wir damit konfrontiert an verschiedenste Orte zu gelangen. Für manche ist uns der Weg sehr gut bekannt bei anderen wiederum erinnern wir uns nur schemenhaft. Trotzdem besitzt der Mensch die außerordentliche Gabe sich in einer extrem komplexen Umwelt zurechtzufinden und selbst Zielorte zu erreichen an denen er noch nie war. Die meisten Orientierungsleistungen geschehen dabei unbewusst ohne sich Gedanken über einen Weg oder einen Plan der Umgebung zu machen (Wang, 2004). Erst wenn explizit gefragt wird, wie wir an einen Ort gelangen oder darüber nachdenken müssen, wird klar, dass diese alltägliche Aufgabe eine immense Komplexität beinhaltet: die räumliche Anordnung der Objekte auf der Straße, andere Passanten, Straßenbedingungen, Witterungsverhältnisse und zahllose andere Faktoren müssen dabei beachtet werden. Um besser mit dieser unübersichtlichen, urbanen Umwelt zurecht zu kommen hat der Mensch verschiedenste Hilfsmittel, wie Karten oder Navigationsgeräte, entwickelt. Meist beruhen diese auf der Idee sich einfach eine Route vom aktuellen Ausgangspunkt zum Zielpunkt zu überlegen. Tatsächlich wenden wir beim navigieren täglich dieses so genannte *Routing* auch ohne Hilfsmittel an um von Punkt A an Punkt B zu gelangen (Wang & Spelke, 2002).

1.1 Mentale Karten

Diese Idee des Wegeplanens ist eng verknüpft mit der Verwendung mentaler Karten. In ihnen werden Informationen über die Umgebung und den Weg, die sich im Langzeitgedächtnis (LZG) befinden, integriert und bilden so ein kognitive Repräsentation der Umwelt (Beck & Wood, 1976). Downs und Stea (1973) definieren eine Kognitive Karte folgendermaßen:

"cognitive mapping is a process composed of a series of psychological transformations by which an individual acquires, stores, recalls, and

decodes Information about the relative location and attributes of the phenomena in his everyday spatial Environment." (p. 7)¹

Obwohl die Inhalte einer kognitiven Karte nicht unbedingt denen einer Landkarte entsprechen müssen, ist es dennoch möglich durch solche Skizzen Informationen über das räumliche Vorstellungsvermögen des Zeichnenden zu gewinnen (Pocock, 1975). So nutze Kevin Lynch (1960) in seinem Buch *Das Bild der Stadt* mentale Karten als Forschungsparadigma um zu zeigen, dass sich die Wahrnehmung von Städten bei verschiedenen Personen aufgrund ihrer persönlichen Erfahrungen unterscheidet. Studien zeigen außerdem, dass gezeichnete Skizzen in ihrer Orientierung mit der mentaler Karten übereinstimmen (Blades, 1990; Lohmann, 2011).

1.2 Egozentrische vs. Allozentrische Repräsentation

In der Raumkognition werden traditionell zwei unterschiedliche Modelle angenommen, die zur Umgebungsrepräsentation verwendet werden. Bei egozentrischer Repräsentation wird die Umwelt im Verhältnis zum eigenen Körper dargestellt, in der das Ego als Fixpunkt immer gleich ausgerichtet ist. Objekte in der Umgebung werden dabei im Verhältnis zu diesem Ego abgespeichert. In einer allozentrischen Repräsentation hingegen werden Gegenstände in Relation zueinander gesetzt. Dafür muss die Umwelt stets gleich repräsentiert sein, während sich das Ego in dieser bewegt und dreht (Burgess 2006, Klatzky, 1990). Studien zeigen, dass im LZG beide Repräsentationsarten vertreten sind und je nach Aufgabe unterschiedlich abgerufen werden (Thinus-Blanc, 1988; Tolman, 1948). Meilinger und Vosgerau (2010) zeigten zudem, dass diese beiden unterschiedlichen Konzepte kombiniert werden um die Umwelt effizient darzustellen.

¹ "Kognitive Kartierung ist ein Prozess, der sich aus einer Folge von psychologischen Transformationen zusammensetzt durch welche ein Individuum Informationen über den verhältnismäßigen Aufenthaltsort und die Eigenschaften der Phänomene seiner alltäglichen räumlichen Umwelt erwirbt, speichert, abrufen und entschlüsselt"

1.3 Handlungsrelevanz

Welche Inhalte in einer kognitiven Karte enthalten sind und wie diese repräsentiert sind hängt davon ab wofür die Karte aktuell verwendet wird. Ist eine bestimmte Straße zum Erreichen des Ziels relevant sollte sie in dem Modell auftauchen und verwendet werden, während unwichtige Aspekte ausgelassen werden sollten. Je nach situationellem Kontext können also unterschiedliche Inhalte aus dem LZG in die Karte integriert werden. Dies kann ultimativ das Aussehen der Karte und damit auch das der gezeichneten Skizzen beeinflussen (Kitchin, 1994). Was genau als handlungsrelevant zu betrachten ist, ist je nach Aufgabenstellung unterschiedlich. Fährt man beispielsweise mit dem Auto in den Supermarkt enthält die mentale Karte vermutlich mehr Straßenschilder, Ampeln und andere Straßen, als wenn man denselben Weg zu Fuß gehen würde. Es müssen also andere Inhalte aus dem Gedächtnis abgerufen werden.

1.4 Kosten von Routenplanung

Räumliche Informationen aus dem LZG ins Arbeitsgedächtnis (AG) zu übertragen kostet Ressourcen sowie Zeit (McNamara, 1986). Zur Reduktion solcher Kosten versucht das Gehirn es deshalb zu vermeiden Inhalte abzurufen, solange diese nicht benötigt werden. Routen zwischen weit entfernten Punkten, beispielsweise eine Reise von München nach Berlin, werden deshalb nicht en Détail geplant, sondern es wird versucht mit Heuristiken die Ressourcenkosten gering zu halten. So zeigten Wiener und Mallot (2003) in einer Studie, dass bei der Routenplanung zwischen weit entfernten Gebieten eine "Coarse-to-Fine" Strategie verwendet wird, bei der zunächst grob ein Weg in die Richtung des Ziels geplant wird. Im unmittelbaren Umfeld dieses Ziels wird dann eine genauere Feinabstimmung vorgenommen. So muss nicht zu jedem Zeitpunkt der komplette Weg repräsentiert sein, sondern nur aktuell relevante Informationen befinden sich im AG. Dadurch verringern sich die Ressourcenkosten sowie die Zeit die benötigt wird um Inhalte aus dem LZG ins AG zu übertragen (Baddeley , 2003). Je nach Entfernung vom aktuellen Aufenthaltsort zum Zielort ist die mentale Repräsentation eines Zielortes also nicht immer gleich, sondern unterschiedlich skaliert abgespeichert.

1.5 Motivation

Um den Zusammenhang zwischen mentalen Karten und den abgerufenen Informationen des LZG besser zu verstehen führten Basten, Mallot und Meillinger (2009) eine Studie durch, bei der sie Passanten einen bekannten Platz in Tübingen, den Holzmarkt, aufzeichnen ließen. Die resultierenden Skizzen werteten sie anschließend in ihrer Orientierung nach Norden, Osten Süden oder Westen aus. Abbildung 1 zeigt, dass hierbei Süden als Zeichenrichtung präferiert wurde, während die anderen Richtungen kaum gezeichnet wurden. Basten et al. (2009) begründen die Ergebnisse der ersten Studie mit der Salienz einer Kirche, die sich auf der Südseite des Platzes befindet und hier als Landmarke fungiert. Beide Studien wurden jedoch in der Universitätsmensa von Tübingen durchgeführt, welche sich circa 2,3 Kilometer nordwestlich des Holzmarktes befindet. Nimmt man an, dass die Versuchspersonen den Platz einfach im Verhältnis zum momentanen Aufenthaltsort gezeichnet haben, wäre dies ebenso eine valide Erklärung für die gezeichnete Präferenzrichtung. In einer zweiten Studie führten sie das gleiche Experiment noch einmal durch, jedoch bekamen die

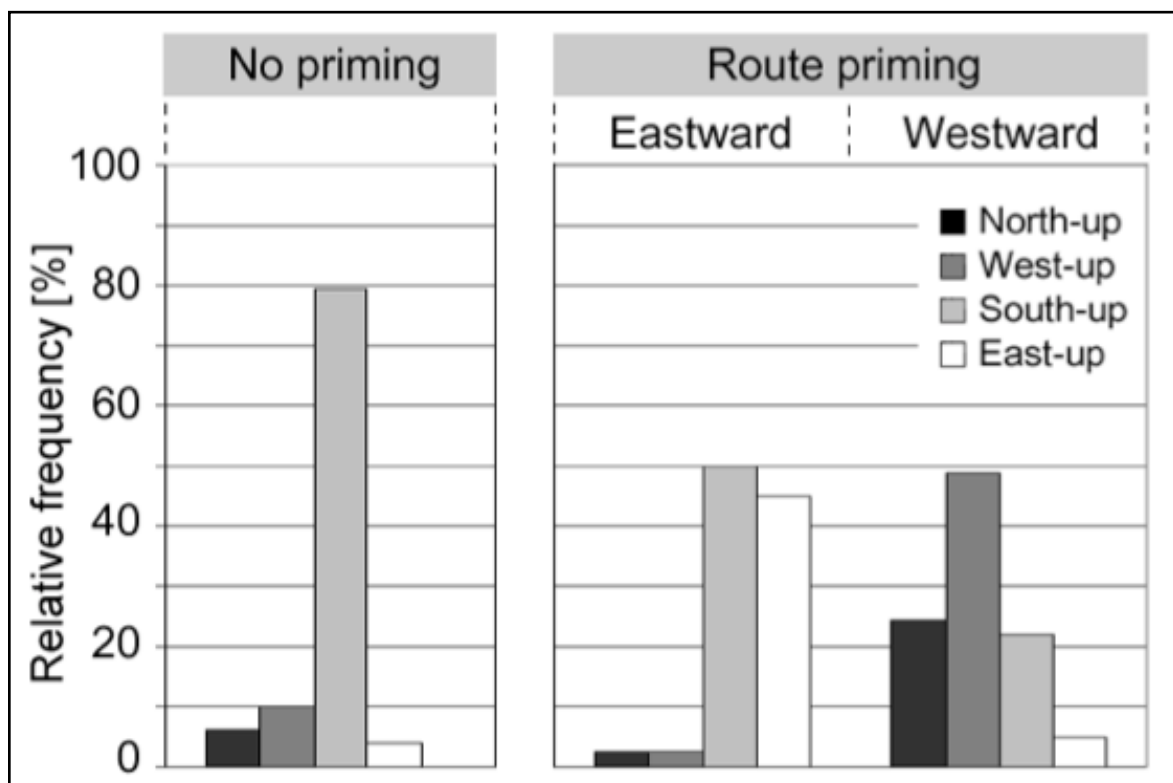


Abbildung 1: Originalergebnisse von Basten et al.. Das prozentuale Verhältnis der gezeichneten Skizzen aus Experiment 1 ohne Priming (links) und Experiment 2 mit Routenpriming (rechts).

Passanten dieses mal die Aufgabe in einer bestimmten Richtung mental über den Platz zu laufen. Als Resultat wurden deutlich mehr Skizzen angefertigt die mit der gedanklichen Laufrichtung korrelierten (Abbildung 1). Das Ergebnis der zweiten Studie wurde damit erklärt, dass durch das mentale Priming der Abruf von Ortsinformationen über den Platz aus dem LZG beeinflusst wurde.

1.6 Fragestellung

Wie Basten et al. (2009) zeigen konnten wird die Abfrage von Ortsinformationen aus dem LZG durch den situationellen Kontext beeinflusst. Allerdings ist in ihrer Studie aufgrund des Versuchsaufbaus nicht unterscheidbar ob die Ausrichtung der Skizzen durch die Standardansicht des Platzes oder den Aufenthaltsort bestimmt wird. Messungen an unterschiedlichen Orten um den Zielort herum könnten jedoch klären wie dies die Orientierung der Skizzen beeinflusst. Um den Zusammenhang zwischen dem Aufenthaltsort und der mentalen Repräsentation des Platzes zu verstehen, müssten also an mehreren Messpunkten um den Holzmarkt herum Passanten befragt werden Skizzen des selbigen anzufertigen. Nach der These von Basten et al. (2009) würde erwartet werden, dass egal an welchem Ort gefragt wird, stets die kanonische Ansicht des Holzmarktes für die Skizzen gewählt werden würde. Falls der Aufenthaltsort jedoch eine Rolle spielt würde man eine systematische Drehung der Skizzen je nach dem Ort der Befragung erwarten. Falls Zweites zutrifft könnten verschiedene Faktoren diese Rotation beeinflussen, zum Beispiel die Distanz vom aktuellen Aufenthaltsort zum Zielort. Man würde erwarten, dass dies eine Rolle bei der Erstellung der mentalen Karte spielt (Wiener & Mallot, 2010). Ist allein das Verhältnis vom Befragungsort zum Zielort relevant würde man erwarten, dass, egal wie weit man von selbigen entfernt ist, die Zeichnungen stets im selben Maße rotiert werden. Hat die Distanz jedoch Auswirkungen auf die mentale Karte so würde es Unterschiede in der Ausrichtung der Skizzen zwischen nah und fern geben.

2 Methode

Um diese Fragestellung zu untersuchen wurden zwei Feldstudien durchgeführt, in denen, wie bei Basten et al. (2009), der Holzmarkt in Tübingen als Platz gewählt wurde, der den meisten Bewohnern sehr vertraut sein dürfte und sie diesen schon

oft aus verschiedensten Richtungen betreten haben. Durch seine zentrale Lage, die sich an der Südseite befindende Stiftskirche sowie die eindeutigen Zugangswege zum Platz kann auf Skizzen sehr einfach interpretiert werden in welche Richtung diese orientiert sind. Dadurch ist dieser Platz ideal geeignet um die Orientierung von mentalen Karten zu untersuchen.

2.1 Experiment 1

Für das erste Experiment wurden Orte in der Tübinger Altstadt gewählt, die alle einen ähnlichen Abstand von ungefähr 200 Metern um den Holzmarkt herum hatten. Diese waren dabei, unter Berücksichtigung der geographischen Gegebenheiten der Altstadt, in den vier Haupthimmelsrichtungen sowie den vier Nebenhimmelsrichtungen gewählt. Insgesamt wurden hierbei an zehn verschiedenen Orten Passanten gefragt, ob sie an einer Studie zum räumlichen Vorstellungsvermögen teilnehmen würden. Anschließend wurden sie mit der Frage "Bitte skizzieren sie hier den Grundriss des Holzmarktes auf" gebeten auf ein 21 x 21 cm großes Papier eine Skizze des Platzes aufzuzeichnen und anschließend einen Fragebogen auf einem separaten Blatt Papier auszufüllen. Dabei wurden Alter, Geschlecht, Wohnort als Stadtteil sowie die Wohndauer in Jahren angegeben.

Tabelle 1: *Ergebnisse des Fragebogens des ersten Experiments an allen Messpunkten, inklusive der akkumulierten Anzahl sowie der Anzahl der männlichen und weiblichen Teilnehmer der Studie. Gemittelte Werte über das Alter, die Wohndauer, die Ortskenntnis und die Navigationsleistung.*

Ort	Anzahl	Alter	Geschlecht(m/w)		Wohndauer	Ortskenntnis	Navigationsleistung
Pflegelhofstraße	20	33.13	12	8	18.72	6.90	6.65
Metzgergasse	21	30.05	10	11	9.36	4.85	5.00
Collegiumsgasse	20	34.70	10	10	9.90	6.30	6.50
Marktplatz	40	31.92	19	21	11.56	6.18	6.48
Münzgasse	37	34.43	18	19	13.38	5.84	6.43
Hölderlinturm	18	34.00	10	8	15.46	6.83	7.28
Bursagasse	20	24.33	11	9	4.15	5.80	5.75
Zwinger	20	28.40	9	11	5.51	5.45	5.00
Neckargasse	19	31.05	11	8	10.97	5.53	6.42
Mühlstraße	39	33.17	9	30	10.86	5.62	5.79
Gesamt	254	31.52	119	135	10.99	5.93	6.13

Des Weiteren sollten sie ihre Ortskenntnisse von Tübingen und ihre allgemeine Orientierungsleistung auf einer Skala von 1 bis 9 einschätzen, wobei 1 für sehr schlecht und 9 für sehr gut stand. Die Passanten wurden zwischen dem 24. April und dem 26. Juni 2012 stets zwischen 10 Uhr und 17 Uhr befragt. Circa ein Drittel der angesprochenen Passanten willigten ein an der Studie teilzunehmen.

Insgesamt wurden in diesem Experiment 256 Passanten (119 männlich, 135 weiblich, 2 N/A) befragt. Im Durchschnitt waren diese 31,5 Jahre alt, lebten seit 11 Jahren in Tübingen, hatten eine selbst eingeschätzte Ortskenntnis von 5,9 und eine Navigationsleistung von 6,1. Die genaue Anzahl an Probanden an den entsprechenden Messpunkten sowie die gemittelten Ergebnisse des Fragebogens

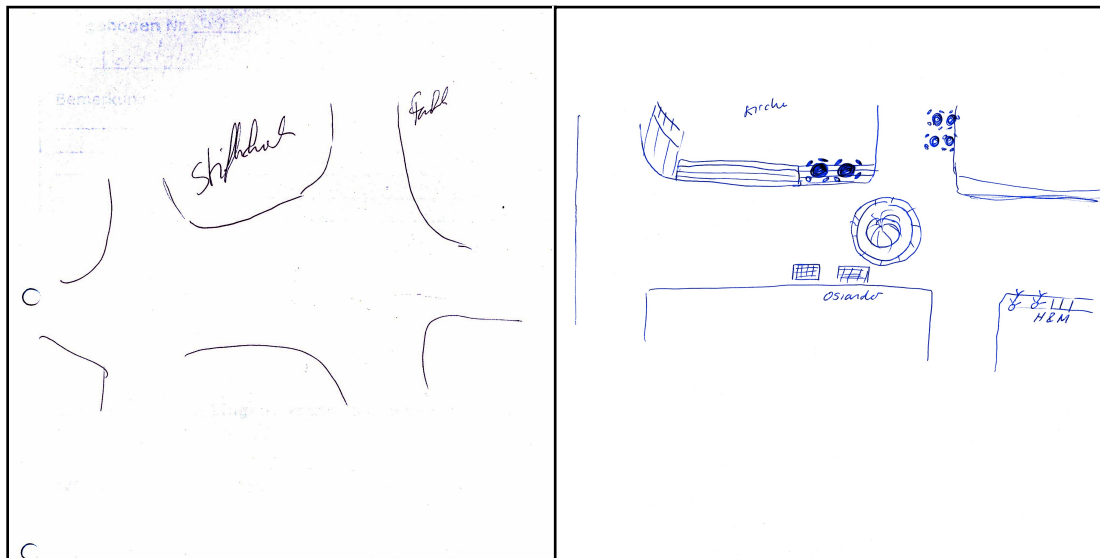


Abbildung 2: Exemplarische Beispiele von Zeichnungen des Holzmarktes. Die Orientierung beider Skizzen wurden mit *Süden* bewertet.

können der Tabelle 1 entnommen werden. Die gewonnenen Skizzen wurden von drei Bewertern danach ausgewertet und kategorisiert ob diese nach Norden, Osten, Süden oder Westen oder Nordosten, Nordwesten, Südosten oder Südwesten ausgerichtet waren. In den letzteren Fällen wurde den entsprechenden Himmelsrichtungen jeweils ein halber Punkt zugeteilt. Die Bewerter gaben für alle 256 Skizzen die gleiche Bewertung ab. Zwei Skizzen wurden aufgrund von Unvollständigkeit ausgeschlossen.

2.2 Experiment 2

Im zweiten Teil der Studie wurde das gleiche Experiment in einer Entfernung von ca. 2,3 Kilometern vom Holzmarkt durchgeführt. Hierbei wurden die gleichen Fragen gestellt sowie die gleichen Daten erhoben. Die Messpunkte entsprachen unter Berücksichtigung der geographischen Gegebenheiten grob den vier Haupthimmelsrichtungen. Die Befragungen fanden zwischen dem 15. und dem 20. Juni 2012 statt. Ungefähr 40 % der Befragten willigten ein an der Studie teilzunehmen.

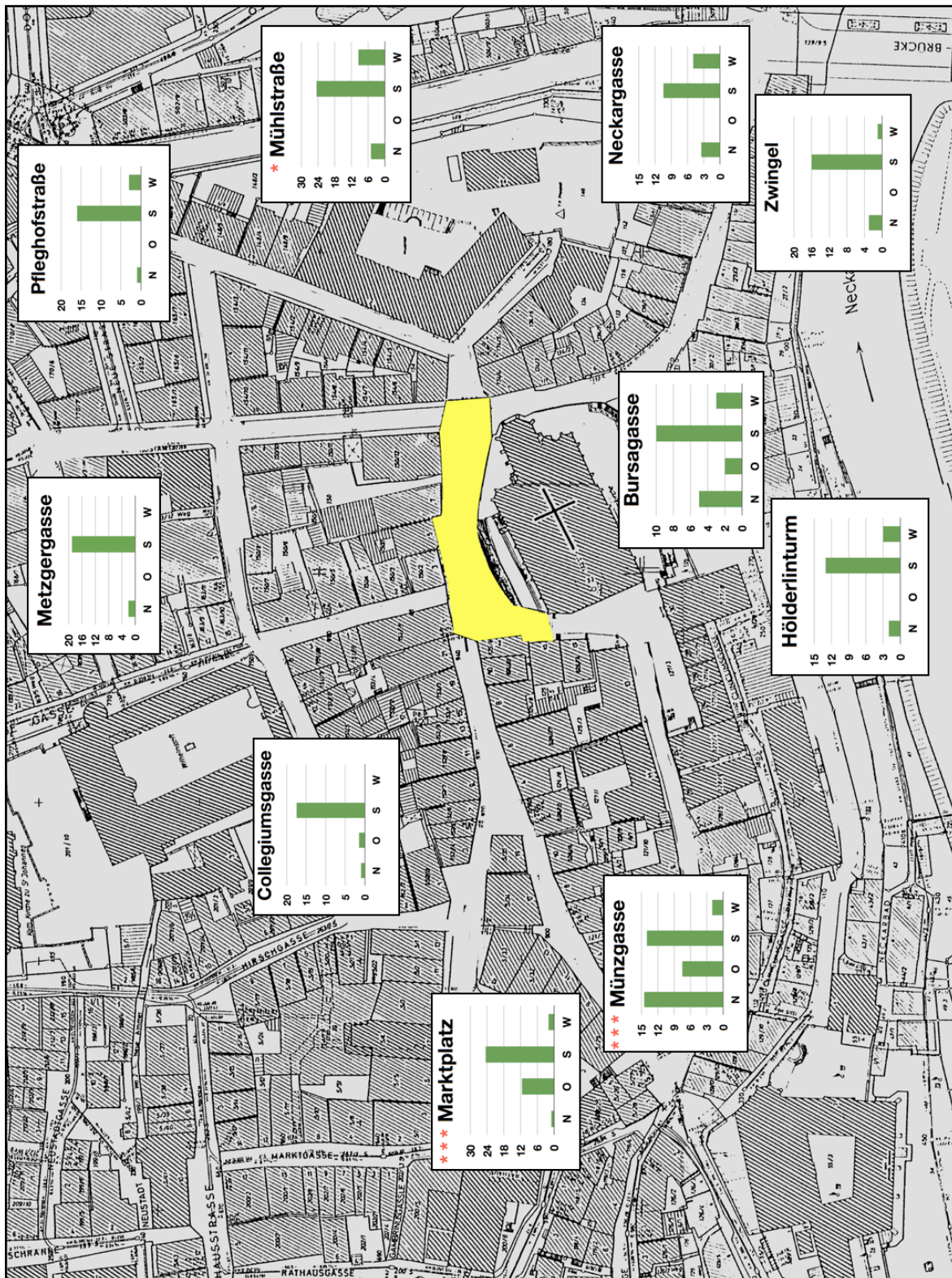


Abbildung 3: Absolutes Verhältnis der Himmelsrichtungen in den ausgewerteten Zeichnungen an den zehn unterschiedlichen Messpunkten. Die gelb markierte Fläche zeigt den Holzmarkt. Signifikante Abweichungen von der erwarteten Verteilung sind mit * ($p < 0.05$) und *** ($p < 0.001$) angegeben.

In diesem Experiment wurden insgesamt 79 Personen (40 männlich, 38 weiblich, 1 N/A) befragt. Diese waren im Durchschnitt 38 Jahr alt, lebten seit 18 Jahren in Tübingen, schätzten ihre Ortskenntnis bei 5,8 und ihre

Navigationsleistung bei 6,4 ein. Die detaillierten Werte können Tabelle 2 entnommen werden. Ihre Zeichnungen wurden ebenfalls von drei Bewertern einstimmig ausgewertet. Eine Skizze wurde aufgrund von Unvollständigkeit ausgeschlossen. In beiden Experimenten dauerte die Befragung circa 5 Minuten. Abbildung 2 zeigt exemplarisch zwei gezeichnete Skizzen.

Tabelle 2: *Ergebnisse des Fragebogens des zweiten Experiments an allen Messpunkten, inklusive der akkumulierten Anzahl sowie der Anzahl der männlichen und weiblichen Teilnehmer der Studie. Gemittelte Werte über das Alter, die Wohndauer, die Ortskenntnis und die Navigationsleistung.*

Ort	Anzahl	Alter	Geschlecht(m/w)		Wohndauer	Ortskenntnis	Navigationsleistung
Lustnau	20	39.25	10	10	20.63	6.20	6.15
Südstadt	20	40.47	10	9	19.14	5.95	7.05
Weststadt	20	37.70	9	11	17.79	5.05	6.30
WHO	19	35.79	11	8	17.43	5.85	6.05
Gesamt	79	38.30	40	38	18.75	5.76	6.39

3 Ergebnisse

3.1 Experiment 1

3.1.1 Akkumulierte Rohdaten

Die Histogramme in Abbildung 3 zeigen die absolute Anzahl der verschiedenen Zeichenrichtungen an den entsprechenden Orten. Die Werte zeigen, dass an den meisten Orten eine südliche Zeichenrichtung präferiert wird, nur in der *Münzgasse* ist die Nordrichtung fast genauso dominant wie die Südrichtung (13,5 Zeichnung in Nordrichtung vs. 14 Zeichnungen in Südrichtung). Je nach Zeichenort gibt es jedoch eine systematische Abweichungen von dieser südlichen Präferenzrichtung. An Messpunkten östlich bzw. südlich oder westlich des Holzmarktes werden vermehrt Skizzen in Richtung Westen, Norden oder Osten respektive gezeichnet. Also in der Richtung in der sich der Holzmarkt relativ zum Betrachter befindet. Nur die beiden Messpunkten *Hölderlinturm* und *Zwingel* weichen von dieser Systematik ab. Erwartet würde, dass vermehrt Zeichnungen in Norden oder Nordwesten respektive skizziert werden. An den beiden Messpunkten tritt nur eine geringe Tendenz in diese Richtungen auf. An Messpunkten nördlich des Holzmarktes hingegen ist die Südausrichtung noch dominanter.

Abbildung 4 zeigt das absolute Verhältnis aller gezeichneten Skizzen des ersten Experiments. Dies kann als das Grundverhältnis der verschiedenen Himmelsrichtungen zueinander und damit als Standardverteilung betrachtet

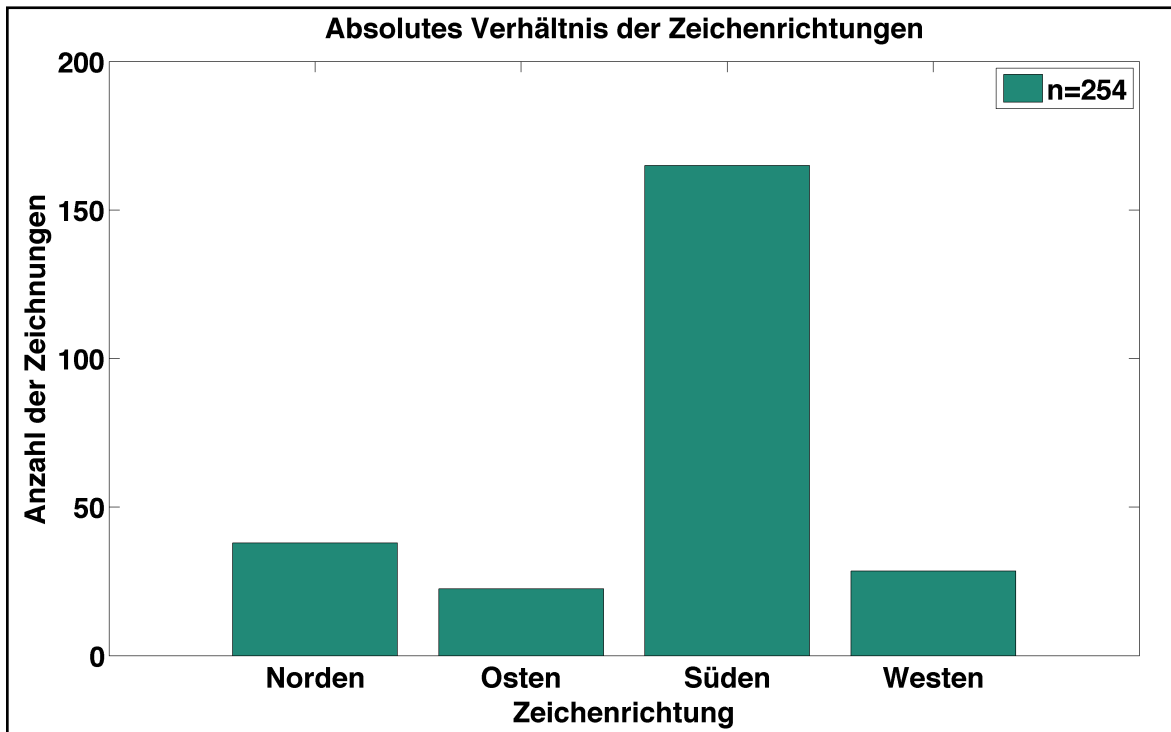


Abbildung 4: Absolutes Verhältnis der gezeichneten Richtungen aller Skizzen des ersten Experiments.

werden. Nimmt man dieses Verhältnis und multipliziert es mit der Stichprobengröße eines Messpunktes, so erhält man die erwartete Verteilung der Zeichnungen an diesem Ort. Mit Chi-Quadrat-Tests der Histogramme gegen diese erwartete Verteilung wurde bestimmt ob die entsprechenden Messungen signifikant von selbiger abweichen. Die Werte können Tabelle 3 entnommen werden. Signifikanz wurde an den Messstellen *Marktplatz*, *Mühlstraße* und *Münzgasse* erreicht, wie auch in Abbildung 2 eingetragen.

Da die Stichprobengrößen an verschiedenen Messpunkten unterschiedlich groß war, wurde für die Punkte jeweils das relative Verhältnis berechnet. Abbildung 5 zeigt diese prozentuale Zeichenrichtung aller Messwerte an den entsprechenden Messpunkten. Hierfür wurden die Gradangaben der tatsächlichen Messpunkte berechnet und gegen den Uhrzeigersinn um den Holzmarkt herum angegeben. Die Richtung Süden *hat* dabei stets den höchsten Prozentsatz.

Tabelle 3: Ergebnisse des Chi-Quadrat Test der erwarteten Verteilungen gegen die tatsächlichen Verteilungen an den unterschiedlichen Messpunkten. Chi-Quadrat und p-Werte nach Pearson.

Ort	Pflegelhofstraße	Metzgergasse	Collegiumsgasse	Marktplatz	Münzgasse
Chi ² -Wert	3.94	6.80	5.21	24.61	24.46
p-Wert	0.26	0.08	0.16	0.0001***	0.0001***
Ort	Hölderlinturm	Bursagasse	Zwinger	Neckargasse	Mühlstraße
Chi ² -Wert	2.43	2.29	3.13	6.12	9.58
p-Wert	0.49	0.51	0.37	0.11	0.02*

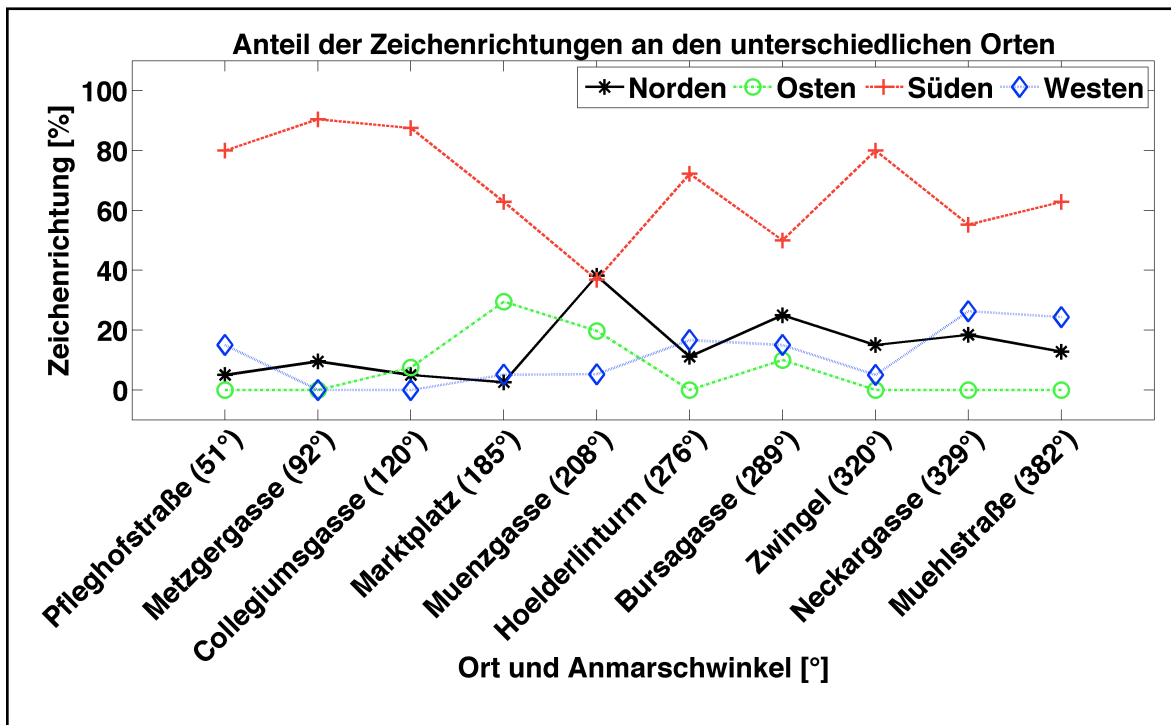


Abbildung 5: Prozentuales Verhältnis der gezeichneten Himmelsrichtungen an den verschiedenen Messpunkten.

3.1.2 Reduktion der Datenverzerrung aufgrund der südlichen Präferenzrichtung

Über die verschiedenen Messpunkte hinweg zeichneten die Versuchspersonen die Skizzen mit einer Präferenz in Richtung Süden. Diese kanonische Ansicht des Holzmarktes ist eine Komponente, die die Zeichenrichtung beeinflusst. Eine zweite Komponente jedoch ist die Abhängigkeit vom aktuellen Aufenthaltsort. Um diese unabhängig von der Präferenzrichtung betrachten zu können wurde in einem nächsten Schritt diese aus den Daten herausgerechnet. Hierfür wurden die erwarteten Verteilungen an jedem Messpunkt abgezogen und durch die Stichprobengröße des Ortes geteilt um so wieder ein prozentuales Verhältnis zu erlangen. Abbildung 6 zeigt die Verhältnisse der Zeichenrichtungen mit den normierten Werten. Die Südpräferenz liegt nun nicht mehr höher als die anderen drei Himmelsrichtungen, sondern befindet sich auf etwa gleichem Niveau. Wie nun zu sehen ist korrelieren gegenüberliegende Himmelsrichtung negativ miteinander. So erhöht sich die Nordzeichenrichtung bei 208°, also geographisch gesehen südwestlich vom Holzmarkt, auf 23 %. Die Südrichtung hingegen hat hier ihren Tiefpunkt bei -28 %. Umgekehrt verringert sich bei 120°, also im geographischen Nordosten, die Nordrichtung auf -10 % während die Südrichtung ihr Maximum von 22 % erreicht (Korrelation Nord/Süd $R=-0.78$). Ähnlich verhält es sich mit der Ost- und Westzeichenrichtung; bei 185°, im geographischen Westen,

ist die Ostzeichenrichtung mit 21 % am größten während die Westzeichenrichtung hier mit -6 % sehr gering ist. Bei 329°, geographischem Osten, ist dieses Verhaeltnis genau umgekehrt (-10 % vs. 15 %; Korrelation Osten und Westen $R=-0.38$).

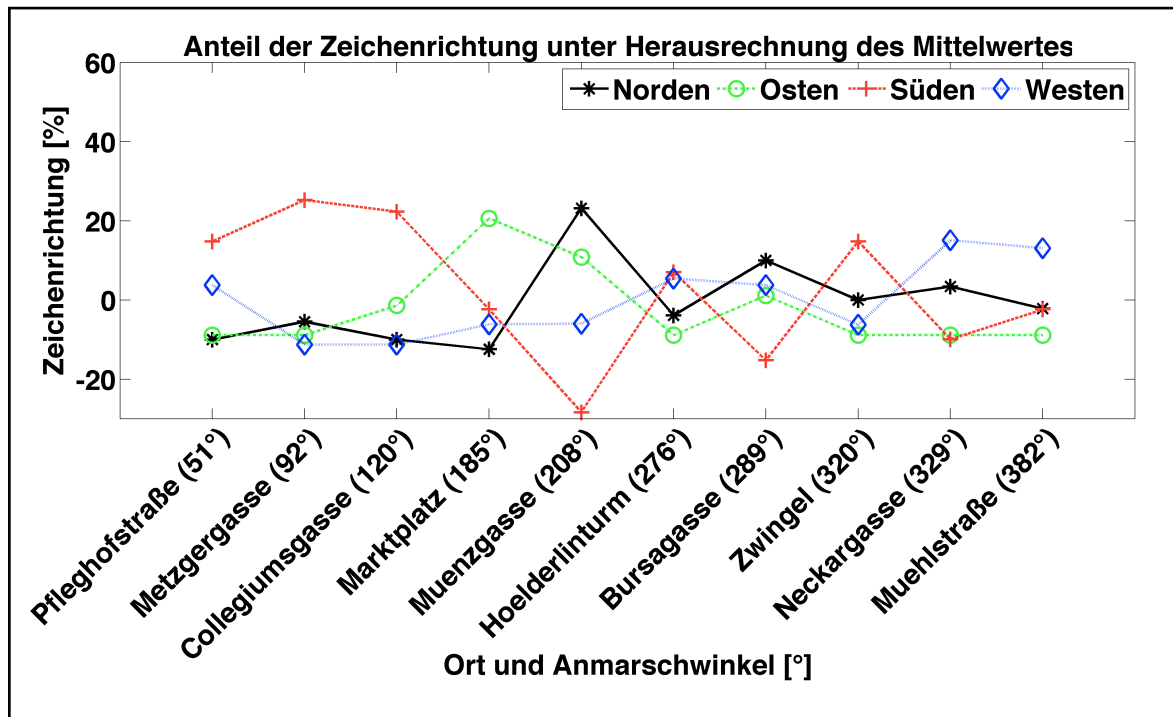


Abbildung 6: Prozentuales Verhältnis des gezeichneten Himmelsrichtungen an den verschiedenen Messpunkten unter Herausrechnung des Mittelwertes für jede Himmelsrichtung.

3.1.3 Vektoren der mittleren Zeichenrichtung

Ein Problem hierbei jedoch ist, dass die gezeichneten Skizzen meistens eindeutig in einer Himmelsrichtung gezeichnet wurden. An Messpunkten wie der *Münzgasse* oder der *Neckargasse* ist dies im kartographischen Sinne jedoch nicht akkurat, da hier eigentlich "südwestlich" oder "südöstlich" respektive gezeichnet werden müsste. In den akkumulierten Rohdaten aus Abbildung 3 wird dieser Effekt deutlich dadurch, dass an Messpunkten, die sich an solchen Nebenshimmelsrichtungen befinden, sowohl vermehrt Zeichnungen in die eine als auch die andere Himmelsrichtung gezeichnet wurden. Um dies bei der Verarbeitung der Daten zu berücksichtigen wurden im Weiteren für jeden Messpunkt die mittlere Zeichenrichtung bestimmt. In dieser sind alle gezeichneten Richtungen eines Messpunktes enthalten. Hierfür wurde für jeden Zeichenort ein zweidimensionaler Vektor berechnet. Dessen x-Koordinate wurde aus der Differenz der genormten Werte von Nord- und Südzeichenrichtung aus Abbildung 6 ermittelt. Die y-Koordinate wurde dementsprechend aus der Differenz zwischen

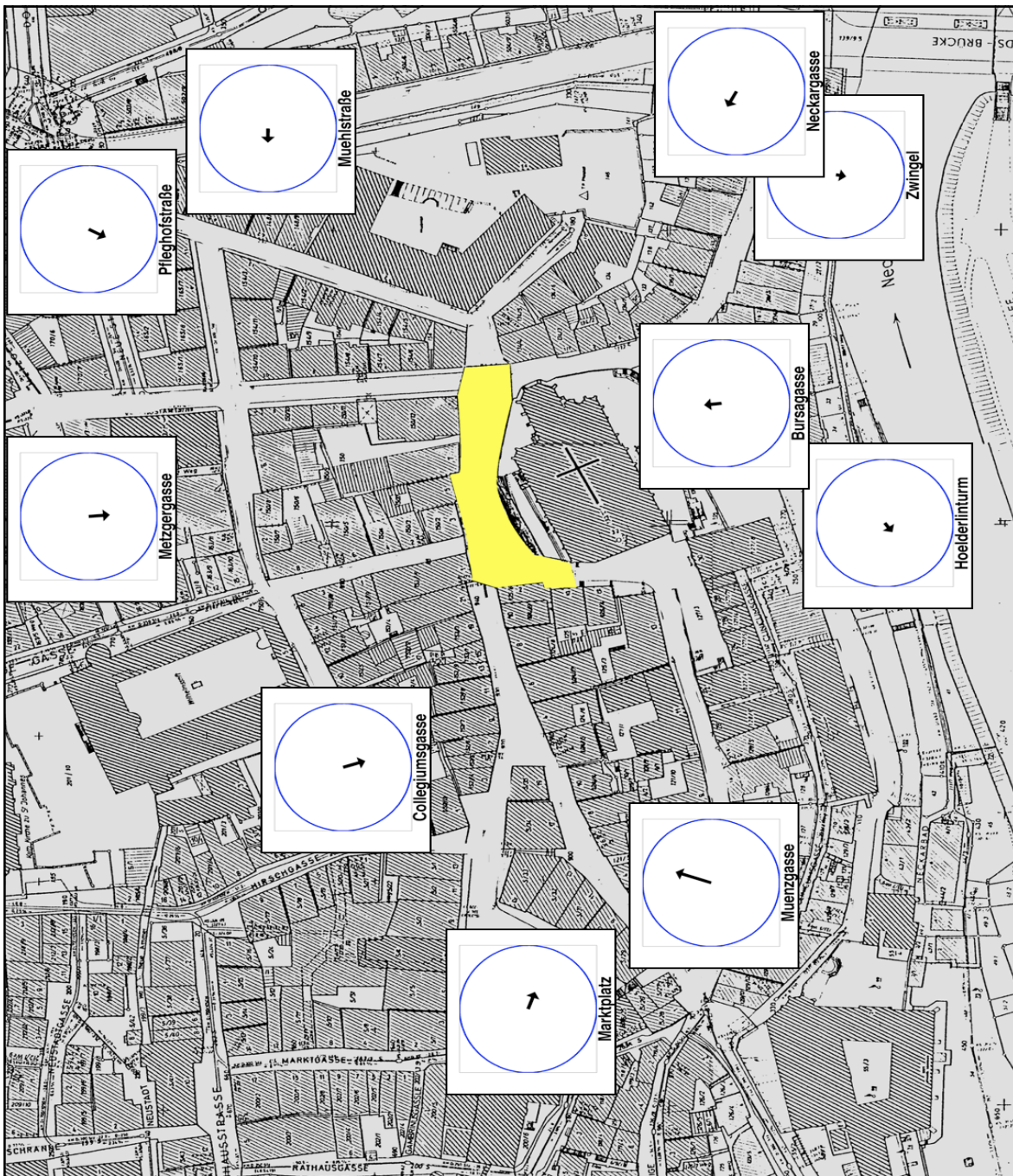


Abbildung 7: Vektoren der Mittleren Zeichenrichtung an den unterschiedlichen Messpunkten. Die gelb markierte Fläche zeigt den Holzmarkt.

Ost- und Westzeichenrichtung berechnet. Daraus ergibt sich ein Vektor dessen x-Wert das Verhältnis von Ost- und Westzeichenrichtung und der y-Wert das Verhältnis zwischen Nord- und Südzeichenrichtung widerspiegelt. Die resultierenden Vektoren für ihre entsprechenden Messpunkte zeigt Abbildung 7. Bis auf die beiden Vektoren an der Messstelle *Hölderlinturm* und *Zwingel* zeigen die Vektoren hierbei alle ungefähr in Richtung des Holzmarktes. Es herrscht also wie in Abbildung 3 und 5 bereits gesehen ein Zusammenhang zwischen dem Zeichenort und der mittleren Zeichenrichtung.

3.1.4 Zeichenwinkel

Um diesen genauer zu bestimmen wurde für die Vektoren aus Abbildung 6 jeweils noch ein durchschnittlicher Zeichenwinkel bestimmt, der angibt mit wie viel Grad der Vektor in die Mitte des Kreises zeigt. Hierfür wurde zuerst der Arcustangens der mittleren Zeichenrichtung berechnet. Dieser beschreibt jedoch einen Vektor, der exakt in die entgegengesetzte Richtung, also vom Holzmarkt weg, zeigt. Zur Korrektur wurden deswegen zu allen Winkeln zwischen 0° und 180° , 180° dazugezählt und bei allen Winkeln zwischen 180° und 360° , 180° abgezogen. Um diesen Zeichenwinkel mit den Gradangaben des tatsächlichen Messpunktes vergleichen zu können wurde hierfür auf einer Karte die Winkel zwischen dem Holzmarkt und den Befragungsorten ermittelt.

3.1.5 Zirkuläre Statistik

Die Berechnung der Standardabweichung von Vektoren ist nicht durch gängige, deskriptive Statistik möglich, da die Rechnung mit Winkeln einige Besonderheiten aufweist. So sind zum Beispiel auf dem Einheitskreis Vektoren in Richtung 359° und 3° gleich weit vom Winkel 1° entfernt. Ihre mittlere Richtung wäre also bei 1° , das arithmetische Mittel hingegen läge bei 181° . Aus diesem Grund verwendet man zur Ermittlung der mittleren Richtung die Vektoraddition, wie sie den oberliegenden Berechnungen zugrunde liegt. Hierbei werden alle Vektoren einer Beobachtung aneinander addiert und die Länge des resultierenden Vektors durch die Anzahl der Vektoren geteilt. Je mehr Einzelbeobachtungen in die selbe Richtung zeigen, desto länger ist also dieser Vektor. Über die mittlere resultierende Länge eines solchen Vektors können also Aussagen über die Streuung der Daten getroffen werden: Je länger ein Vektor ist, desto geringer ist die Varianz der ihm zugrunde liegenden Daten. Aufbauend hierauf kann durch Gleichung 1 die Standardabweichung v berechnet werden.

$$v = \sqrt{(-2 \log(-R))} \quad (1)$$

Wobei R die mittlere resultierende Länge eines Vektors ist. Für detaillierte Beschreibungen und Herleitungen der Formel siehe Fisher (1993). In Abbildung 8 sind die Zeichenwinkel und deren Standardabweichung gegen die Gradangaben

des tatsächlichen Zeichenortes aufgetragen. Offensichtlich herrscht ein großer Zusammenhang zwischen den gemessenen Zeichenwinkeln und den Gradangaben an den Messpunkten ($R=0,61$, $p<0.063$). Die beiden Messpunkte *Hölderlinturm* und *Zwingel* reißten hierbei mit einer Abweichung der erwarteten Werte und erhöhten Standardabweichungen aus. Werden diese beiden Messpunkte vernachlässigt beträgt die Korrelation sogar $0,99$ ($p<0.0001$).

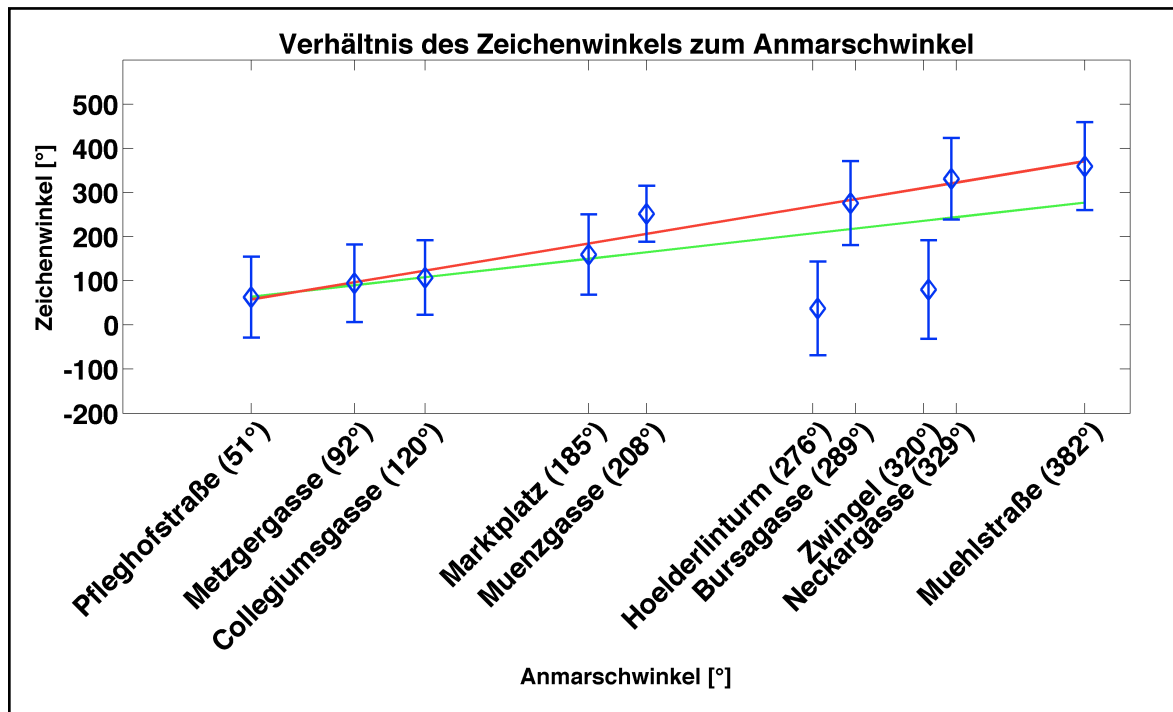


Abbildung 8: Verhältnis der mittleren gezeichneten Winkel zu den tatsächlichen Anmarschwinkeln der Messpunkte.

3.2 Experiment 2

Abbildung 9 zeigt die absoluten Werte der Zeichenrichtungen an ihren jeweiligen Messpunkten. An jedem der vier Punkte wurden auch hier vermehrt Skizzen in Richtung Süden gezeichnet. Die anderen Richtungen wurden nur selten, die östliche sogar überhaupt nicht gezeichnet. Die Histogramme weichen hierbei nicht signifikant von der erwarteten Grundverteilung ab. Tabelle 5 zeigt die Werte eines Chi-Quadrat Tests.

Ort	Lustnau	Südstadt	Weststadt	WHO
Chi ² -Wert	0.23	1.10	1.54	0.26
p-Wert	0.97	0.78	0.67	0.97

Tabelle 4: Ergebnisse des Chi-Quadrat Test der erwarteten Verteilungen gegen die tatsächlichen Verteilungen an den unterschiedlichen Messpunkten. Chi-Quadrat und p-Werte nach Pearson.

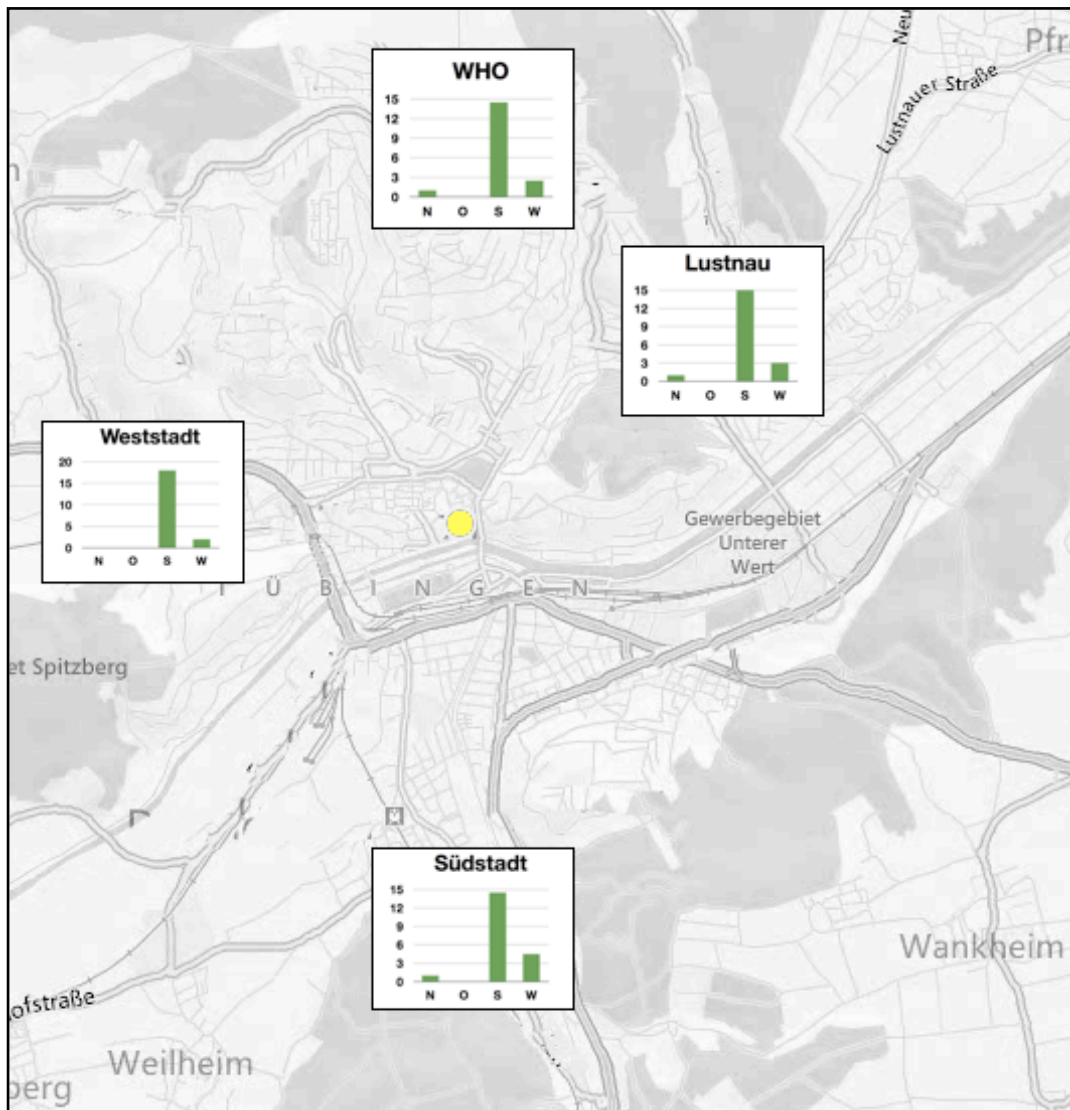


Abbildung 9: Absolutes Verhältnis der Himmelsrichtungen in den ausgewerteten Zeichnungen an den vier unterschiedlichen Messpunkten. Der gelbe Punkt markiert den Holzmarkt.

Abbildung 10 zeigt zur Verdeutlichung dieser Ergebnisse noch einmal die prozentualen Zeichenrichtungen an den Messpunkten. Wie zu erkennen ist liegt die präferierte Richtung der Skizzen deutlich über den anderen dreien. Für die jeweiligen Himmelsrichtungen gibt es keine größeren Unterschiede zwischen den einzelnen Messpunkten. In Abbildung 11 sind die Daten zu sehen, nachdem die Verzerrung in Südrichtung, wie in der nahen Bedingung auch, durch Abziehen des Mittelwertes korrigiert wurde. Hierbei gibt es keinerlei Tendenzen von Korrelationen. Wie in der nahen Bedingung wurden auch hier Vektoren der mittleren Zeichenrichtung bestimmt und deren Zeichenwinkel ermittelt. Abbildung 12 zeigt die Zeichenwinkel und ihre Standardabweichung gegen die Gradangaben des tatsächlichen Zeichenortes aufgetragen ($R = -0.51$; $p = 0.49$).

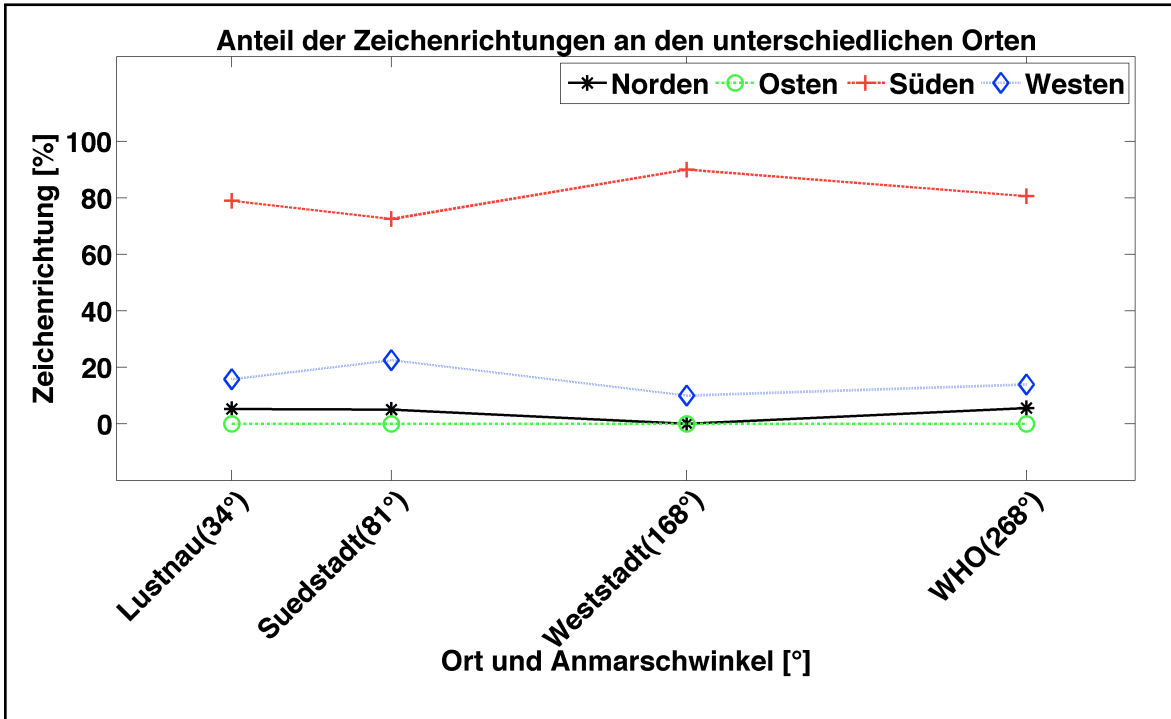


Abbildung 10: Prozentuales Verhältnis des gezeichneten Himmelsrichtungen an den verschiedenen Messpunkten.

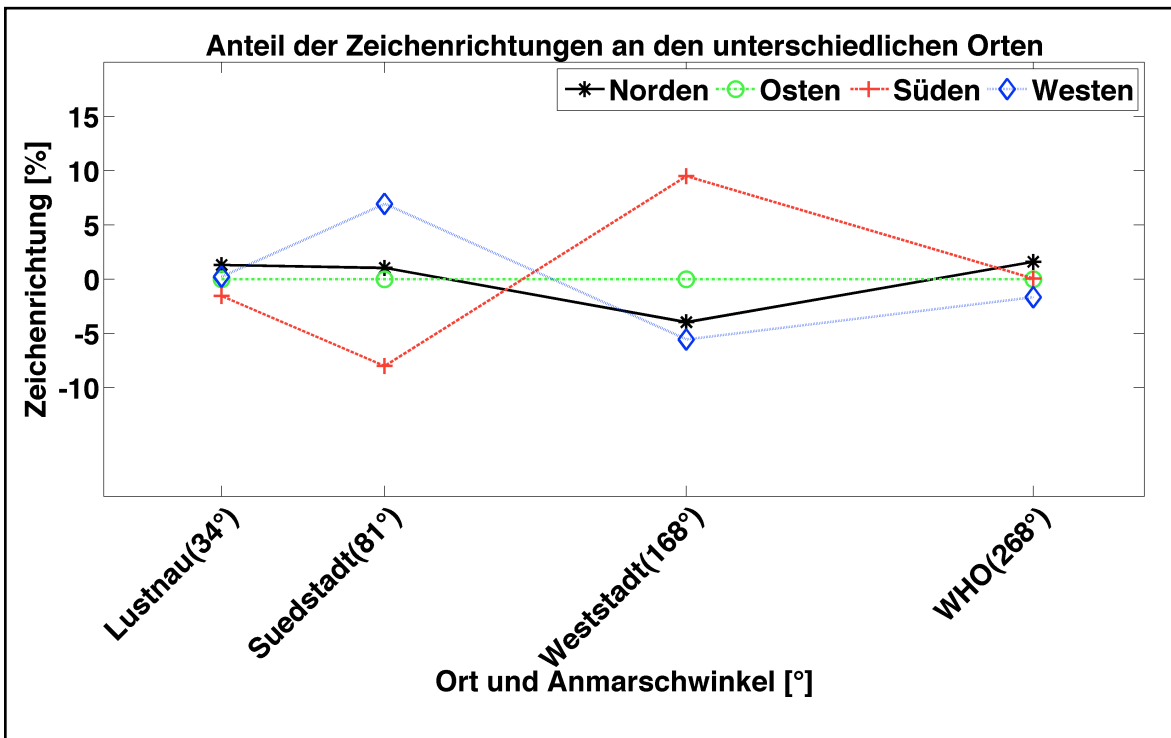


Abbildung 11: Prozentuales Verhältnis des gezeichneten Himmelsrichtungen an den verschiedenen Messpunkten unter Herausrechnung des Mittelwertes für jede Himmelsrichtung.

4 Diskussion

4.1 Bestätigung der Ergebnisse von Basten et al.

Die Teilnehmer der Studie wurden gebeten einen Platz zu skizzieren, den sie schon oft gesehen und betreten hatten. In der Studie von Basten et al. (2009) zeichneten überdurchschnittlich viele Probanden den Platz in Südrichtung, was durch seine charakteristische Ansicht erklärt wurde. Jedoch konnte auch das Verhältnis vom aktuellen Aufenthaltsort zum Zielort eine Erklärung hierfür sein. Um den Zusammenhang zwischen Lokation und Zeichenrichtung besser zu verstehen wurden in dieser Studie an verschiedenen Orten um den Holzmarkt herum Passanten gebeten Zeichnungen desselben anzufertigen. Die resultierenden Daten bestätigen grundsätzlich die Ergebnisse von Basten et al. (2009). Abbildung 3 zeigt, dass die Karten öfter in Südrichtung skizziert werden als in andere Himmelsrichtungen, unabhängig davon an welchem Ort die Versuchspersonen befragt wurden. Ursache für die Ausrichtung der mentalen Karte könnte die Schräglage des Platzes sein. Die Stiftskirche wird durch Stufen im Verhältnis zum Platz erhöht und überragt die umliegenden Gebäude. Durch diese gefühlte "Schiefe" des Platzes kann dieser besser repräsentiert werden und die Stiftskirche als Landmarke einfacher in eine mentale Karte eingefügt werden (Restat, Steck, Mochnatzki & Mallot, 2004). Eine andere Erklärung könnte tatsächlich in der Prägnanz des Grundrisses des Holzmarktes liegen: Die Stiftskirche ragt über den Platz empor, der von dieser Landmarke dominiert wird. Den Theorien von K. Lynch zugrunde liegend, zeigten Evans, Marrero und Butler (1981) in einer Studie, dass Landmarken als Anker beim der Konstruktion von mentalen Karten dienen um den sich die restliche Karte herum aufbaut. Durch beide Erklärungen würde der Holzmarkt in dieser kanonische Ansicht abgespeichert und standardmäßig zur Erstellung einer Karte aus dem LZG abgerufen werden.

4.2 Standardansicht vs. Aufenthaltsort

Betrachtet man die Daten jedoch genauer fällt allerdings auf, dass es offensichtlich eine systematische Verschiebung der Zeichenrichtung gibt. So werden an den

Orten westlich beziehungsweise östlich oder südlich des Platzes mehr Skizzen in der jeweils entgegengesetzten Richtung gezeichnet. Zwar ist die Südrichtung immer noch dominanter als die anderen, aber offensichtlich gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Zeichenort und der Ausrichtung der Skizze. Je nach Himmelsrichtung ändert sich also die Ansicht der mentalen Karte. Diese Änderung ist nur an wenigen Messpunkten signifikant, was auf die geringe Stichprobengröße an den einzelnen Messpunkte zurückgeführt werden kann. Es wird trotzdem deutlich, dass die Ausrichtung der Skizze nicht allein von der Standardansicht bestimmt wird, sondern eine zweite, ortsabhängige Komponente in die Erstellung mit hineinspielt. Diese beeinflusst die Abfrage von Inhalten aus dem Langzeitgedächtnis und führt so zu einer Rotation der Karte. Um diese unabhängig von der Standardansicht-Komponente betrachten zu können wurde in einem nächsten Schritt der Mittelwert und damit diese erste Komponente aus den Daten herausgerechnet. Hierdurch wird deutlich, dass bei der Ausrichtung der Zeichnungen gegenüberliegende Himmelsrichtungen negativ miteinander korrelieren. Die Vektoren aus Abbildung 7 veranschaulichen diesen Zusammenhang zwischen Zeichenort und mittlerer gezeichneter Richtung. Die Vektoren zeigen fast durchgängig in Richtung des Holzmarktes und wie man in Abbildung 8 sieht korrelieren ihre Winkel stark mit den tatsächlichen Winkeln des Befragungsortes.

Wie dies zeigt gibt es also mindestens zwei Komponente die den Abruf von Informationen aus dem LZG beeinflussen: Die der Standardansicht sowie eine ortsabhängige Komponente. Je nachdem welche theoretischen Annahmen darüber gemacht werden, wie Ortsinformationen im LZG abgespeichert sind, können verschiedene Verarbeitungsprozesse für die resultierende Drehung der mentalen Karten verantwortlich sein. Wenn Informationen über räumliche Gegebenheiten im LZG als verschiedene Schnappschüsse abgespeichert sind würde der aktuelle Aufenthaltsort dazu führen, dass eine Ansicht gewählt wird die verhältnismäßig von dieser Lokation ausgeht. Der Kontext würden also die Auswahl einer Karte aus mehreren egozentrischen, parallel nebeneinander existierenden, Repräsentationen beeinflussen (Meilinger, Riecke & Bühlhoff, 2007; Wang & Spelke, 2000). Die Präferenzansicht könnte dabei einfacher zugänglich sein als die anderen Karten und deswegen häufiger gewählt werden. Falls Ortsinformationen allerdings allozentrisch repräsentiert sind, gibt es nur eine einzige, ansichts-unabhängige Karte, welche dabei der Standardansicht

entsprechen würde (Sturz & Diemer, 2010). Durch transformierende Prozesse des Arbeitsgedächtnisses, zum Beispiel mentale Rotation, wird diese Karte dann in einem verarbeitenden Schritt gedreht. In beiden Fällen werden jedoch für eine Änderung der Informationen Zeit und Ressourcen benötigt um eine andere Ansicht als die Standardansicht als mentale Karte zu verwenden.

4.3 Einfluss von Distanz auf die gezeichnete Karte

Spielt die Handlungsrelevanz keine Rolle, sondern nur das Verhältnis vom Aufenthaltsort zum Zielort so wäre es egal in welcher Distanz die Gedächtnisinhalte abgefragt werden. Die Skizzen müssten stets gleich ausgerichtet sein. Ist ein handlungsrelevanter Kontext, wie räumliche Nähe, allerdings für die Drehung erforderlich dürfte in einer größeren Distanz vom Holzmarkt die ortsabhängige Komponente in den Zeichnungen nicht auftreten. Man würde also Zeichnungen in der Standardansicht erwarten. In einem zweiten Experiment wurde zur Untersuchung des Einflusses der Distanz deshalb eine zweite Studie mit gleichem Versuchsaufbau durchgeführt. Wie der Vergleich der Abbildungen 9, 10 und 11 mit den korrespondierenden Abbildungen des ersten Experiments zeigt, tritt hier kein systematischer Zusammenhang zwischen Zeichenort und Zeichenrichtung auf. An allen vier Messpunkten werden die Skizzen vornehmlich in Südrichtung gezeichnet. Dies lässt darauf schließen, dass tatsächlich ein handlungsrelevanter Kontext für die Drehung der mentalen Karte benötigt wird. Allein das Verhältnisses vom aktuellen Aufenthaltsort zum Zielort genügt nicht um den Abruf der Inhalte aus dem LZG zu beeinflussen. In der Nähe des Platzes kann man mental eine Route zu diesem planen oder mental zu diesem hinfliegen. Dies würde dem oben beschriebenen Priming von Basten et al. (2009) entsprechen und dementsprechend zu einer Drehung der mentalen Karte führen. Besteht jedoch eine Verbindung zum Zielort nicht mehr so direkt, wird wieder die Präferenzrichtung der Karte verwendet. Die südliche Zeichenrichtung dient als Standardansicht solange kein aktueller Bedarf besteht sich mit dem Zielort auseinanderzusetzen. Wie von Wiener und Mallot (2003) beschrieben wird weiter vom Platz entfernt eine grobe Skizze geliefert die nicht unbedingt mit den Gegebenheiten am Zielort übereinstimmen muss. Erst in der unmittelbaren Umgebung um den Platz werden, ausgelöst durch die Handlungsrelevanz, als Hilfe zur Erstellung der Karte konkrete Informationen aus dem LZG abgerufen.

Dadurch versucht das Gehirn es zu vermeiden, unnötig Ressourcen durch die Abfrage irrelevanter Informationen zu verschwenden.

4.4 Kritische Betrachtung der Daten

Die Daten unterstützen weitestgehend die oben dargestellten Thesen. Wie jedoch auffällt widersprechen im ersten Experiment die beiden Messpunkte *Hölderlinturm* und *Zwingel* den erwarteten Ergebnissen. Es gibt hier nicht vermehrt Zeichnung in den erwarteten Richtungen (Abbildung 3), ihre Vektoren zeigen nicht auf den Holzmarkt (Abbildung 7) und die Zeichenwinkel entsprechen nicht den Winkel des Zeichenortes (Abbildung 8).

Die Messstelle *Hölderlinturm* scheint nicht als Zugangsweg zur Altstadt und damit zum *Holzmarkt* in Betracht gezogen zu werden. So dauerte die Erhebung der 18 Messungen hier circa sieben Stunden im Vergleich zu durchschnittlich ungefähr eine Stunde und 30 Minuten an den anderen Messpunkten. Am Messpunkt *Zwingel* hingegen "fühlt" man sich nicht mehr in der Altstadt. Von einer Mauer aus blickt man über einen Fluss in die Richtung neuerer Stadtgebiete Tübingens. Dadurch könnte man sich kognitiv nicht mit der Altstadt und damit dem Holzmarkt verbunden fühlen.

Sowohl die logistisch schwierigen Lage des *Hölderlinturms*, als auch die fehlende Zugehörigkeit des *Zwingels* zur Altstadt könnte dazu führen, dass diese beiden Orte kognitiv nicht zur Region des Holzmarktes gezählt werden. Dadurch würden sie wie die fernen Orte des zweiten Experiments verarbeitet werden, wodurch sie mentale anders repräsentiert würden (Wiener & Mallot, 2004). Es gibt keine aktuelle Handlungsrelevanz die dazu führen würde den Abruf der Ansicht des Platzes aus dem LZG zu beeinflussen. Standardmäßige wird deswegen die kanonische Ansicht für die Zeichnung gewählt um dadurch nicht unnötig Ressourcen zu verbrauchen.

Obwohl dies als Kriterium für einen Ausschluss der Messpunkte aus der nahen Bedingung nicht ausreicht ist es trotzdem offensichtlich, dass diese nicht mit den anderen in Einklang zu bringen sind. Lässt man diese deshalb bei der Analyse der Daten aussen vor wird die Ortsabhängigkeit der Daten noch deutlicher. So steigt die Korrelation zwischen den prozentualen, mittelwertsfreien Werten von Nord und Süd aus Abbildung 5 auf -81 % und die von West und Ost

auf -44 %. Während die Korrelation zwischen den Winkeln der mittleren Vektoren und den Winkeln des Zeichenortes auf 0,99 steigt (Abbildung 8).

4.5 Zusammenfassung

Basten et al. (2009) haben in ihrer Studie gezeigt, dass der Abruf von Informationen aus dem LZG durch den situationellen Kontext beeinflusst wird. Aufbauend auf diesen Ergebnissen, sollte diese Studie den Einfluss des aktuellen Aufenthaltsorts auf die Repräsentation räumlicher Gedächtnisinhalte untersuchen. Es konnte gezeigt werden, dass für den speziellen Platz der Studie oft eine Standardansicht verwendet wird. Aufgrund des aktuellen Aufenthaltsortes jedoch gab es systematische Veränderung in der Orientierung der Skizzen. Diese traten jedoch nur solange auf wie ein situationeller Kontext, in diesem Fall räumliche Nähe zum Zielort, gegeben war. Ohne diesen wurde wieder vermehrt die Standardansicht gezeichnet. Dies lässt vermuten, dass der Aufenthaltsort in Kombination mit der Handlungsrelevanz den Abruf von Informationen aus dem Langzeitgedächtnis beeinflusst. Gehen wir beispielsweise in den Supermarkt sorgt dieser Mechanismus dafür, dass erst in unmittelbarer Nähe zu diesem die räumliche Repräsentation so vorliegt wie wir ihr wahrscheinlich als nächstes begegnet werden. Andernfalls wird diese aufwändige Verarbeitung oder Änderung des Zugriffs nicht durchgeführt und auf eine standardisierte Ansicht zurückgegriffen um Ressourcen zu schonen und Zeit zu sparen. Dies zeigt wie effizient unser Gehirn Flexibilität und Effizienz miteinander kombiniert.

5 Literaturverzeichnis

- Beck, R. J., & Wood, D. (1976). Cognitive transformation of information from urban geographic fields to mental maps. *Environment and Behavior*, 8(2), 199-238.
- Blades, M. (1990). The reliability of data collected from sketch maps. *Journal of Environmental Psychology*, 10(4), 327-339.
- Burgess, N. (2006). Spatial memory: how egocentric and allocentric combine. *Trends Cogn Sci*, 10(12), 551-557.
- Downs, R. M., & Stea, D. (1973). *Image and environment; cognitive mapping and spatial behavior*. Chicago: Aldine Pub. Co..
- Evans, G. W., Marrero, D. G., & Butler, P. A. (1981). Environmental learning and cognitive mapping. *Environment and Behavior*, 13(1), 83-104.
- Fisher, N. I. (1995). Statistical analysis of circular data. Cambridge [England: Cambridge University Press.]
- Gillner, S., Weis, A., & Mallot, H. (2008). Visual homing in the absence of feature-based landmark information. *Cognition*, 109(1), 105-122.
- Klatzky, R. L. (1998). Allocentric and egocentric spatial representations: definitions, distinctions, and interconnections. In C. Freksa & C. Habel (Eds.), *Spatial cognition. An interdisciplinary approach to representing and processing spatial knowledge* (pp. 1–17). Heidelberg: Springer-Verlag.
- Kitchin, R. M. (1994). Cognitive maps: what are they and why do we study them?. *Environmental Psychology*, 14, 1-19.
- Lohmann, K. (2011). The use of sketch maps as measures for spatial Knowledge. In Wang, J., Broelemann, K., Chipofya, M., Schwering, A., Wallgrün, J.O. (Eds.), *Proceedings of the COSIT '11 Workshop "An Interdisciplinary Approach to Understanding and Processing Sketch Maps"*, pp. 45-54
- Lynch, K. (1960). *The image of the city*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- McNamara, T. P. (1986) Mental representation of spatial relations. *Cognitive Psychology* 18:87–121.
- Meilinger, T., & Vosgerau, G. (2010). Putting egocentric and allocentric into perspective. In C. Hölscher, T. F. Shipley, M. O. Belardinelli, J. A. Bateman, & N. S. Newcombe (Eds.), *Spatial cognition VII*, LNAI 6222 (pp. 207–221). Berlin: Springer.

- Meilinger, T., Riecke, B.E. & Bühlhoff, H.H. (2007). Orientation specificity in long-term-memory for environmental spaces Proceedings of the 29th annual conference of the Cognitive Science Society, Nashville, USA, pp.479–484.
- Restat, J. D., Steck, S. D., Mochnatzki, H. F., & Mallot, H. A. (2004). Geographical slant facilitates navigation and orientation in virtual environments. *Perception*, 33(6), 667–687.
- Sturz, B. R., & Diemer, S. M. (2010). Reorienting when cues conflict: A role for information content in spatial learning? *Behavioural Processes*, 83, 90–98.
- Things-Blanc, C. (1988). Animal spatial cognition. In *Thought without Language* (ed. L. Weiskrantz), pp. 371–395. Oxford: *Oxford University Press*.
- Tolman, E.C. Cognitivemapsinratsandmen. *Psychological Review*, 1948, 55, 189-208.
- Wang, R. F. (2004). Between reality and imagination: When is spatial updating automatic? *Perception & Psychophysics*, 66, 68-76.
- Wang, R. F. & Spelke, E. S. (2002). Human spatial representation: Insights from animals. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 376-382.
- Wang, R.F., and Spelke, E. (2000). Updating egocentric representations in human navigation. *Cognition* 77, 215–250.
- Wiener, J. M., & Mallot, H. A. (2003). ‘Fine-to-coarse’ route planning and navigation in regionalized environments. *Spatial Cognition & Computation*, 3, 331–358.
- Wiener, J. M., Schnee, A., & Mallot, H. A. (2004). Use and Interaction of Navigation Strategies in Regionalized Environments. *Journal of Environmental Psychology*, 24(4), 475 – 493.