

DIPLOMARBEIT

Mixed Reality Command Post

*Virtuelle Erweiterung des architektonischen Raums
am Beispiel eines militärischen Gefechtsstandes*

Ausgeführt am Institut für

Architekturwissenschaften
der Technischen Universität Wien

unter der Anleitung von PD DI Dr. Gabriel WURZER

durch

Benedict ROIS
0926917
Esterhazygasse 72
7301 Deutschkreutz

Wien, am 25.09.2017

Unterschrift (Student)

Kurzfassung

Das Streben nach Optimierung und mehr Effizienz hat schlussendlich auch Auswirkungen auf den architektonischen Raum. Hohe Wirkungsgrade erfordern Räume, die diesen Bedürfnissen gerecht werden. Trotz der immer weiter fortschreitenden technologischen Möglichkeiten gibt es Grenzen, die in der materiellen Welt nicht überschritten werden können. Wird versucht, den materiellen Raum in die virtuelle Welt zu erweitern, ergeben sich neue Möglichkeiten. Die bisher bekannten Gesetzmäßigkeiten können dadurch gebrochen werden.

Als Anwendungsfall dient ein militärischer Gefechtsstand, eingebettet in ein konkretes Einsatzszenario. Die Besonderheit dabei ist, dass sich der Einsatz in vier Gefechtsphasen unterteilt, in denen sich auch der Gefechtsstand verändert. Dadurch entsteht ein Unterschied zwischen der hierarchischen Struktur und der tatsächlichen Position des Gefechtsstandpersonals. Durch die virtuellen Raumerweiterungen wird diese Differenz reduziert und eine Steigerung der Effizienz erreicht.

Aufbauend auf einen funktionalistischen Entwurfsansatz wird die Raumnutzung mit der zugehörigen Person gleichgesetzt und die Beziehungen zwischen den einzelnen Raumnutzern analysiert und bearbeitet. Aus der Kombination der zwei Welten, real und virtuell, ergeben sich drei Formen zur virtuellen Raumerweiterung (real x real, real x virtuell, virtuell x virtuell). In einem Bewertungsschema werden alle herkömmlichen und virtuellen Verbindungsformen miteinander verglichen und in vier Kategorien bewertet. Dies resultiert in einem numerischen Wert für jede Verbindungsform.

Mittels dieser numerischer Werte lässt sich die Verbindungsgüte der bisherigen Umsetzung ermitteln. Die drei neu eingeführten Verbindungsformen ersetzen, abhängig vom Bedarf, die bisherigen Verbindungsformen. Für die optimierte Variante wird ebenfalls die Verbindungsgüte berechnet und abschließend mit der ursprünglichen verglichen. Die Arbeit zeigt das Potenzial solcher Maßnahmen in einem spezifischen Anwendungsfall. Durch die Erweiterungsmaßnahmen wird virtuelle räumliche Nähe erreicht.

Abstract

In times when everybody is talking about optimization and efficiency, it also has an impact on architectonic space. High efficiencies require rooms that meet these needs and support processes at best. Even with ever-improving technological possibilities, there are limits which can't be exceeded in the material world. The extension of space into virtual environments could be the solution. Different rules can overcome limitations. To identify the potential of such expansions of space, it is necessary to verify them in a specific case.

A military command post is used as application. An operational scenario defines the use of space regarding the command post within four phases of a military operation. In the course of this operation there occurs a discrepancy between the hierarchical structure and the actual position of the command post staff. The extension of space into virtual environments reduces this gap and hence optimizes the level of efficiency.

Based on a functional design approach, space usage is equated with the corresponding person, and therefore the relationships between the individual space users are analyzed and edited. The combination of the two worlds, real and virtual, results in three forms of virtual space expansion (real x real, real x virtual, virtual x virtual). In an evaluation scheme, all (conventional and virtual) connection forms are compared and evaluated in four categories. This results in a numeric value for each connection form.

Using these numerical values, the quality of connection can be determined. The three newly introduced connection forms replace a selection of the conventional connections. For the optimized variant, the connection quality is also calculated and finally compared with the quality of conventional connections. This paper shows the potential of such measures in a particular application. The expansion measures are used to achieve virtual proximity.

Inhalt

1	Einführung.....	9
2	Hintergrund.....	11
2.1	Architektonische Problemlösung.....	12
2.1.1	Funktionaler Entwurf.....	13
2.1.2	Activity Data Method.....	14
2.1.3	Raumnutzer.....	18
2.1.4	Welcher Raum wird betrachtet.....	18
2.2	Militärische Führungseinrichtung.....	19
2.2.1	Militärische Grundbegriffe.....	19
2.2.2	Funktion.....	20
2.2.3	Struktur.....	24
2.2.4	Personen und Prozesse.....	28
2.3	Mixed Reality.....	30
2.3.1	Was ist real.....	30
2.3.2	Virtual Environments.....	32
2.3.3	Reality-Virtuality-Continuum.....	34
2.3.4	Blended Reality.....	35
3	Ausgangssituation.....	37
3.1	Methodik.....	38
3.2	Übungslage.....	40
3.3	Anforderungen an den Gefechtsstand.....	42
3.4	Gefechtsphasen.....	44
3.5	Verbindung.....	47
3.6	Struktur und Hierarchie des Gefechtsstands.....	49
3.7	Konzept der Führungseinrichtungen.....	51
3.8	Verbindungsanalyse.....	52
4	Raum neu denken.....	57
4.1	Herkömmliche Verbindungsformen.....	58
4.1.1	Persönliches Gespräch.....	58
4.1.2	Tunnelverbindungen.....	59
4.2	Virtuelle Raumerweiterung.....	60
4.2.1	Realer und virtueller Raum.....	60
4.2.2	Virtuelle Raumverbindung.....	62
4.2.3	Virtueller Avatar im Raum.....	64

4.2.4	Virtueller Raum.....	66
4.3	Bewertung der Verbindungsgüte.....	68
4.3.1	Unterscheidungskriterien.....	69
4.3.2	Bewertung in den Kategorien.....	69
4.3.3	Wert der Verbindungsgüte.....	77
4.4	Matrizendarstellung, Betrachtungsfilter.....	78
4.5	Bewertete Verbindungsmatrizen.....	80
4.5.1	Phase 1.....	80
4.5.2	Phase 2.....	82
4.5.3	Phase 3.....	84
4.5.4	Phase 4.....	86
4.6	Ermittlung der Verbindungsperformance.....	88
5	Synthese.....	89
5.1	Optimierung.....	89
5.1.1	Phase 1.....	90
5.1.2	Phase 2.....	92
5.1.3	Phase 3.....	94
5.1.4	Phase 4.....	96
5.2	Vergleich.....	98
6	Schlussbetrachtung.....	103
7	Abkürzungsverzeichnis.....	107
8	Abbildungsverzeichnis.....	109
9	Literaturverzeichnis.....	111

1 Einführung

In Zeiten, in denen das Streben nach Optimierung und Effizienz an der Tagesordnung steht, hat dies auch Auswirkungen auf den gebauten Raum. Hohe Wirkungsgrade erfordern gleichzeitig Räume, die diesem Bedürfnis entgegenkommen und Abläufe und Prozesse bestmöglich unterstützen. Auch bei immer besser werdenden Möglichkeiten zur Raumanalyse und -simulation, verhindern ab einem gewissen Zeitpunkt die physikalischen Gesetze eine weitere Optimierung. Wo ein Büro ist kann nun mal nicht gleichzeitig ein anderes sein.

Doch was wäre, wenn die Möglichkeit besteht, den Raum in einer anderen Welt fortzuführen. In einer Welt, in der andere Gesetzmäßigkeiten als in der materiellen Wirklichkeit gelten.

Eine solche künstliche Welt sind Virtual Environments (VE), künstliche Umgebungen. Ein menschlicher Operator tritt mittels einer Mensch-Computer Schnittstelle in eine artifizielle Welt ein und wird somit zum Bestandteil dieser Welt.

Die rasante technologische Entwicklung eröffnete in den letzten Jahren aufgrund der zunehmenden Rechenleistung immer mehr Möglichkeiten im Bereich Virtual Environments. Begriffe wie Virtual Reality und Augmented Reality sind mittlerweile omnipräsent. Echtzeit ist inzwischen mehr als nur Wunschdenken und auch die perfekte Simulation, bei der nicht mehr zwischen vorgetäuscht und echt unterschieden werden kann, ist in greifbarer Reichweite.

Wenn es nun möglich wäre, den materiellen Raum in so ein VE zu erweitern, könnte man im VE den Raum brechen und Raumkombinationen erreichen, die rein in der materiellen Wirklichkeit schlicht unmöglich wären.

Die folgende Arbeit versucht das Potenzial der Erweiterung von materiellen Räumen in Virtual Environments auszuloten. Losgelöst von der rein materiellen, baulichen Umsetzung soll ein räumliches Problem auf eine neue Art und Weise gelöst werden.

Als Anwendungsfall zur Überprüfung wurde ein militärischer Gefechtsstand während einer Einsatzsimulation gewählt, eine komplexe Struktur, die auf Effizienz getrimmt ist und im Einsatzfall perfekt funktionieren muss.

Da ein wesentlicher Bestandteil militärischer Führung neben der Verantwortung über Material auch die Verantwortung über das Leben des unterstellten Personals ist, kann ein schlecht konzeptionierter Gefechtsstand im schlimmsten Fall auch menschliche Verluste zur Folge haben.

Die Einsatzsimulation beinhaltet vier Gefechtsphasen, in denen sich der Gefechtsstand weg von der ursprünglichen und hierarchischen Gliederung hin zu einer für den Einsatz notwendigen entwickelt. Ab diesem Punkt unterscheidet sich die physisch vorhandene von der eigentlichen Struktur. Die Personen sind konträr zu ihrer ursprünglichen Position innerhalb der Gefechtsstandorganisation auf vier Führungseinrichtungen aufgeteilt. Das Ziel, die tatsächliche Struktur über alle vier Phasen aufrecht zu erhalten erfordert es Raum neu zu denken.

Beginnend mit der Ausarbeitung in den Bereichen architektonische Problemlösung, militärische Führungseinrichtungen und Mixed Reality werden die Grundlagen, auf denen die Arbeit basiert, vorgestellt.

Die Ausgangssituation, der militärische Gefechtsstand, eingebettet in einer Einsatzsimulation, wird im folgenden Kapitel näher dargestellt und in den relevanten Details genauer beleuchtet.

Darauf aufbauend werden die bestehenden Strukturen und Verbindungen analysiert und bewertet, was eine Vergleichbarkeit ermöglicht. Aus den gewonnenen Erkenntnissen werden schließlich drei virtuelle Erweiterungsmaßnahmen entwickelt. Diese werden schlussendlich im Verbindungsgeflecht des Gefechtsstandes angewandt und resultieren in einer Optimierung. Diese Verbesserung wird abschließend mit der bisherigen, herkömmlichen Variante verglichen

2 Hintergrund

Die Grundlagen, auf denen die folgende Arbeit aufbaut, beginnen beim architektonischen Entwurf. Davon ausgehend, dass dabei versucht wird einen Bedarf möglichst optimal zu decken, kann dieser Vorgang auch als Problemlösung betrachtet werden.

JOEDICKE sieht die Lösung von Problemen als Ziel einer jeden Planung. Als Folgen ungelöster Probleme definiert er Störungen.¹ ASIMOW beschreibt Probleme als notwendige Fragen, die gestellt werden müssen, um Störungen aufheben zu können.²

Darauf aufbauend sieht JOEDICKE die Zielsetzung als Voraussetzung für das Aufdecken einer Störung, die selbst wiederum als Grundlage für das Formulieren des Problems dient. Zielsetzung und Problemerkennung stehen somit bei JOEDICKE in direktem Zusammenhang, ohne Zielsetzung ist kein Erkennen von Problemen möglich (vgl. Abb. 1). Als Beispiel führt er an, dass bei nur technischer und ästhetischer Zielsetzung auch nur technische und ästhetische Probleme erkannt werden und somit auch nur solche gelöst werden können.³



Abb. 1 Voraussetzungskette in Anlehnung an JOEDICKE⁴ und ASIMOW⁵

Als Folgerung ergibt sich somit die Notwendigkeit einer Sensibilisierung in den gewünschten Bereichen, um die Zielsetzung dahingehend anzupassen. Zweck dieser ist es, Störungen in den behandelten Gebieten zu erkennen, um anschließend die daraus resultierenden Probleme zu formulieren und abschließend zu lösen.

Um die gewünschte Sensibilisierung für den Kernteil dieser Arbeit zu erreichen, befassen sich die folgenden Unterkapitel näher mit den drei Themen *architektonische Problemlösung*, *militärische Führungseinrichtung* und *Mixed Reality*.

¹ Vgl. (Joedicke, 1972) S. 12

² Vgl. (Joedicke, 1972) S. 12, zitiert aus (Asimow, 1962)

³ Vgl. (Joedicke, 1972) S. 12f

⁴ Vgl. (Joedicke, 1972) S. 12f

⁵ Vgl. (Asimow, 1962)

2.1 Architektonische Problemlösung

Eine Möglichkeit für einen Problemlösungsvorgang ist der Planungsprozess. JOEDICKE beschreibt diesen in drei Schritten (vgl. Abb. 2). Beginnend bei der Problemanalyse mit dem einleitenden Erfassen des Problems und der Aufstellung von Zielen werden im zweiten Schritt Lösungsvarianten erarbeitet. Durch Bewertung der einzelnen Lösungsmöglichkeiten wird die geeignetste ermittelt und in der letzten Stufe, der Lösungsstufe, realisiert.⁶

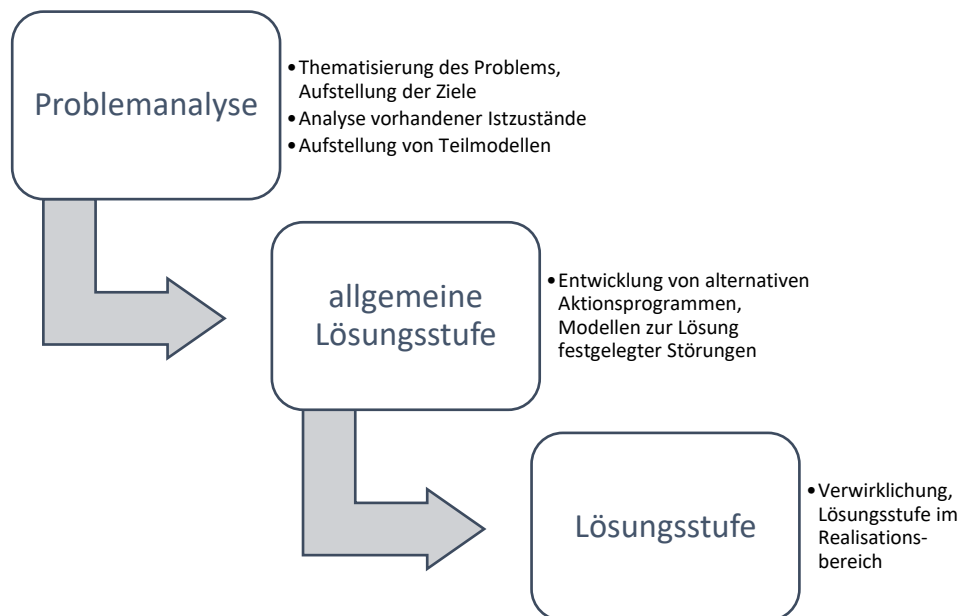


Abb. 2 Modell eines Problemlösungsvorganges, Planungsprozess nach JOEDICKE⁷

Hier zeigt sich, dass die Bewertung ein essentieller Bestandteil eines solchen Prozesses ist. Nur durch die Wertung der einzelnen Lösungsmöglichkeiten kann die, für den bestimmten Einsatzzweck optimalste, Variante gefunden werden. Dabei muss stets berücksichtigt werden, dass jegliche Bewertung vom subjektiven Wertsystem des Bewertenden abhängt und somit nicht objektiv ist.⁸

Eine Einordnung des Begriffs *Entwerfen* ist notwendig um Verständnisfehler auszuschließen. LUCKMAN sieht den Prozess des Entwerfens in Anlehnung an FIELDEN⁹ als Vorgang indem Probleme mittels systematischer Methoden gelöst werden.¹⁰

Er beschreibt den Entwurfsprozess als Vorgang der Transformation von Information in mögliche Lösungen. Der Entwerfer überprüft dabei die Varianten hinsichtlich ihrer Eigenschaften. Als entscheidende Voraussetzung sieht er die Verbindung mit Kreativität und Originalität. Das rein rechnerische Lösen von Problemen ist kein Entwerfen.¹¹

⁶ (Joedicke, 1972) S. 13f

⁷ Vgl. (Joedicke, 1972) S. 13f

⁸ Vgl. (Joedicke, 1972) S. 16

⁹ Vgl. (Fielden, 1963)

¹⁰ Vgl. (Luckman, 1970) S. 33ff

¹¹ Vgl. (Luckman, 1970) S. 33ff

Auch LUCKMAN unterteilt den Entwurfsprozess in drei Schritte (vgl. Abb. 3). Aufbauend auf das Sammeln all jener, für die weitere Bearbeitung benötigten, Informationen werden im zweiten Schritt Teillösungen erarbeitet. Aus diesen wird abschließend durch Bewertung die optimalste Lösungsvariante ermittelt.¹²

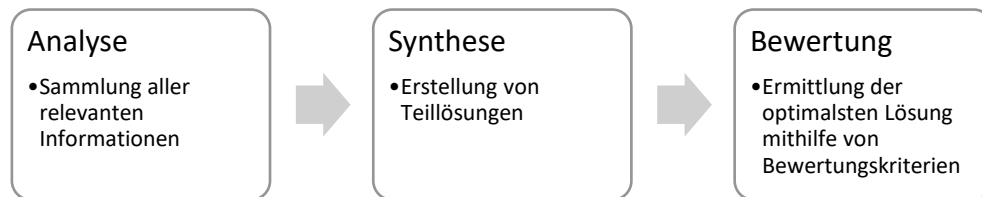


Abb. 3 Entwurfsprozess nach LUCKMAN¹³

Neben JOEDICKE¹⁴ und LUCKMAN¹⁵ haben auch weitere Personen zum Thema Planungs- und Entwurfsprozess geforscht. SCHILL-FENDL, als eine von ihnen, entwickelt aufbauend auf mehrere Quellen eine Begriffsbestimmung für *Planung*¹⁶ und *Entwerfen*¹⁷ welche für den weiteren Verlauf der Arbeit als Grundlagendefinition übernommen werden.

Planung „Prozess zur Lösung einer Aufgabenstellung, vom Planungsimpuls bis zur Planerstellung“¹⁸

Entwerfen „Kreativer Prozess innerhalb der und parallel zur Planung zur Erstellung einer Vorlage für ein architektonisches Objekt“¹⁹

2.1.1 Funktionaler Entwurf

Da sich die vorliegende Arbeit im Wesentlichen mit der Lösung eines komplexen Raumproblems ohne konkrete bauliche Umsetzung beschäftigt, wird im weiteren Verlauf mit Priorität auf den funktionsorientierten Bereich des Entwurfs eingegangen. Gestalterische und konstruktive Aspekte werden vernachlässigt.

Schon der, etwa 25 Jahre v.Chr. lebende römische Architekt Vitruv beschäftigte sich in seinen zehn Büchern der Architektur mit den Anforderungen an ein Bauwerk. Im dritten Kapitel seines ersten Buches beschreibt er drei Bereiche, als wesentliche Qualitätsmerkmale für einen zu errichtenden Bau: *Firmitas* (Festigkeit), *Utilitas* (Nützlichkeit) und *Venustas* (Schönheit).²⁰ Daraus lassen sich die drei Begriffe Form, Funktion und Konstruktion ableiten.

¹² Vgl. (Luckman, 1970) S. 33ff

¹³ Vgl. (Luckman, 1970) S. 34

¹⁴ Vgl. u. a. (Joedicke, 1972, Joedicke, 1993)

¹⁵ Vgl. u. a. (Luckman, 1970)

¹⁶ Vgl. (Schill-Fendl, 2004) S. 38

¹⁷ Vgl. (Schill-Fendl, 2004) S. 45

¹⁸ (Schill-Fendl, 2004) S. 38

¹⁹ (Schill-Fendl, 2004) S. 45

²⁰ Vgl. (Fischer, 2012) S. 132, basierend auf der Übersetzung von Fensterbusch (Fensterbusch, 1996)

FISCHER interpretiert diese Passage als verpflichtende Qualitäten, sozusagen Mindestanforderungen, die nicht unterschritten werden dürfen.²¹

Der Architekt beschäftigt sich mit der Funktion im Spannungsfeld zwischen der Form, der Kerndisziplin von Künstlern, und der Konstruktion, der Kerndisziplin von Ingenieuren.²²

STEINMANN beschreibt das Ziel eines funktionalen Entwurfs als Spezifikation, die auf den gestalterischen und konstruktiven Entwurf einwirken. Als Grundlage dafür dient die Analyse der geplanten Nutzung unter Einbeziehung vorhandener Ressourcen und dem lokalen Kontext. Als weitere Einschränkungen erwähnt STEINMANN rechtliche Vorschriften und technische bzw. soziale Gesetzmäßigkeiten.²³

KÜHN sieht Funktionsdiagramme als wesentliches Element am Beginn einer funktionalistischen Entwurfspraxis. Aufbauend auf ein Funktionsdiagramm wird ein Raumprogramm erstellt und anschließend die Beziehungen untereinander ermittelt.²⁴

2.1.2 Activity Data Method

Eine, von der Bauabteilung des britischen Militärs in den 1960ern entwickelte Planungsmethode, in der nach dem soeben vorgestellten Schema vorgegangen wird, ist die *Activity Data Method*.²⁵ KÜHN sieht die Herkunft dieser Methode als wesentlichen Punkt, der bei der Anwendung beachtet werden muss. Beim Militär herrschen andere Rahmenbedingungen als in der zivilen Architektur. Als mögliche Problemfelder bemerkt er die oftmals fehlende Einbindung der Objekte in die Umgebung, die fehlenden Übergangs- und Zwischenräume, die Bevorzugung von quantifizierbaren Kriterien und Reaktionsfähigkeit auf Anforderungsänderungen.²⁶

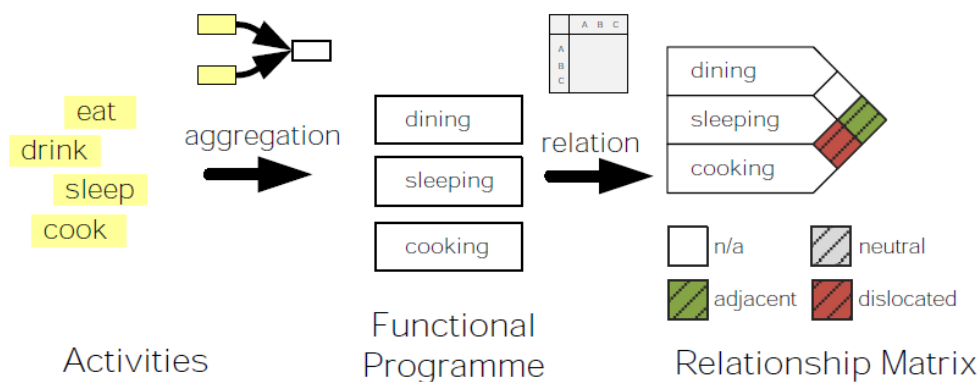


Abb. 4 Ableitung von Tätigkeiten zum Schema – Teil 1²⁷

²¹ Vgl. (Fischer, 2012) S. 135f

²² Vgl. (Steinmann, 1997) S. 28

²³ Vgl. (Steinmann, 1997) S. 28

²⁴ Vgl. (Kühn, 2011) S. 28f

²⁵ Vgl. (Archer, 1966)

²⁶ Vgl. (Kühn, 2011) S. 28f

²⁷ Vgl. (Wurzer, 2016) Fig. 19

Die *Activity Data Method (ADM)* beginnt mit der Ermittlung von *Aktivitäten*, die ein späterer Nutzer im Raum durchführt (vgl. Abb. 4). Diese werden anschließend zu *Funktionen* zusammengefügt. Im nächsten Schritt werden die einzelnen *Funktionen*, basierend auf individuellen, vom Einsatzzweck abhängigen, Faktoren, in eine *Matrix* eingetragen und der Beziehungstyp zueinander festgelegt.²⁸

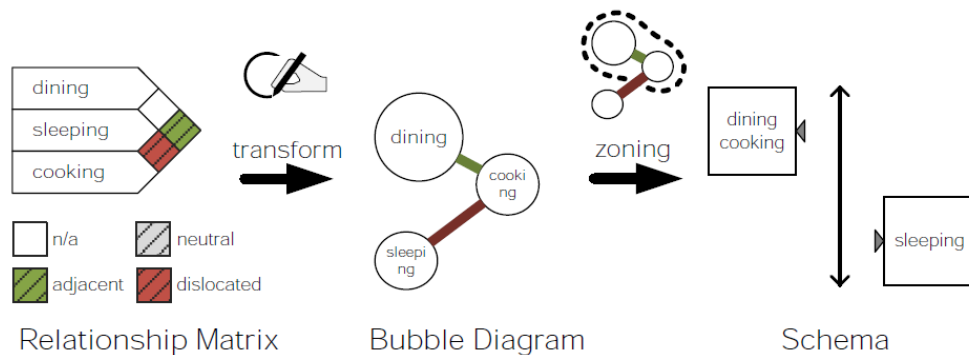


Abb. 5 Ableitung von Tätigkeiten zum Schema – Teil 2²⁹

Die daraus resultierende *Beziehungsmatrix* bildet die Grundlage für das *Bubble-Diagramm* (vgl. Abb. 5). In diesem werden die einzelnen *Funktionen* als *Knoten* dargestellt, der *Beziehungstyp* wird zur Verbindung zwischen ihnen. Durch *Zonierung* geschieht der Übergang ins Räumliche. Das Ergebnis dieser Methode bildet ein *Schema* in dem in Rechtecken die zugrundeliegenden Funktionen eingeschrieben sind. Dabei können auch schon Informationen der Erschließung integriert werden.³⁰

Auch SCHÖNFELD bezieht sich auf die *ADM*. Er sieht die erhöhte Gründlichkeit als Ziel dieser Methode. Aufbauend auf die vollständigen Angaben über die Anforderungen wird eine Raumordnung nicht von vornherein angenommen.³¹

²⁸ Vgl. (Wurzer, 2011) S. 12-14

²⁹ Vgl. (Wurzer, 2016) Fig. 19

³⁰ Vgl. (Wurzer, 2011) S. 12-14

³¹ Vgl. (Schönfeld, 1992) S. 16ff

Beginnend mit einer Auflistung aller im Gebäude stattfindenden *Tätigkeiten* (vgl. Abb. 6), werden in weiterer Folge *Tätigkeitsdiagramme* erstellt. In Letzterem werden die *Tätigkeiten* als Kreise und die *Beziehungen* als Verbindungslinien dargestellt (vgl. Abb. 7).³²

BEISPIEL: HALLE FÜR TURNEN UND SPIELE	SEKUNDÄRTÄTIGKEITEN: 14 PARKEN 15 REINIGEN 16 VER- UND ENTSORGEN 17 HEIZEN
PRIMÄRTÄTIGKEITEN: 1 WARTEN 2 BEZAHLEN 3 UMKLEIDEN 4 GERÄTE AUFBEWAHREN 5 SPORT TREIBEN 6 DEN TURNENDEN ZUSCHAUEN 7 DIE TURNENDEN BEAUFSICHTIGEN 8 VERLETZTE BEHANDELN 9 SICH WASCHEN, DUSCHEN 10 WC 11 ERFRISCHUNG ZU SICH NEHMEN 12 AUSZENGERÄTE AUFBEWAHREN 13 AUSZENSPIEL TREIBEN	PERSONEN, DINGE: Z ZUSCHAUER T TURNENDER B BESUCHER G GERÄT V VERLETZTE A AUFSICHT F AUTOFAHRER

Abb. 6 Auflistung der Tätigkeiten³³

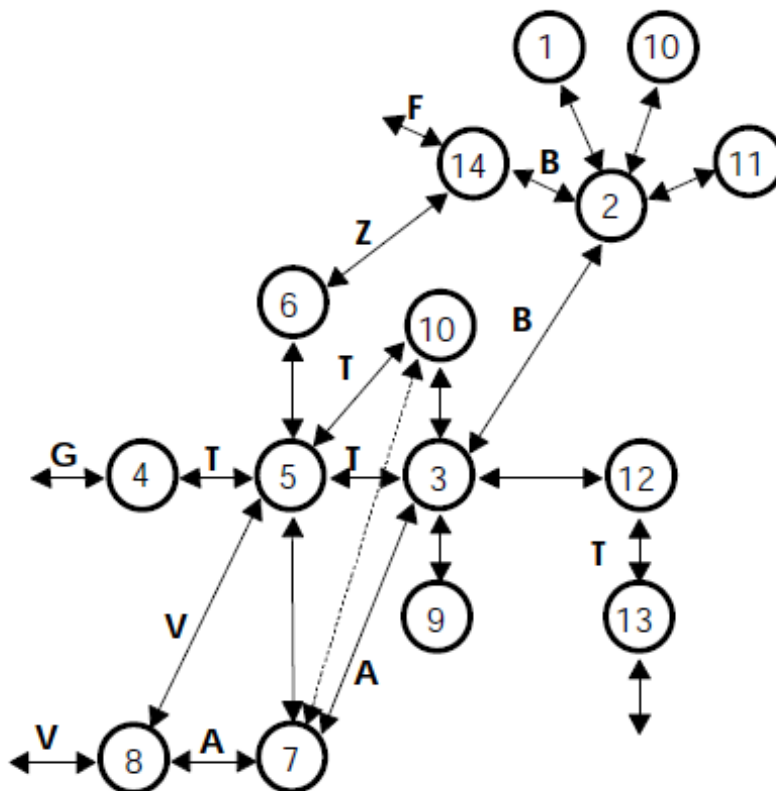


Abb. 7 Tätigkeitsdiagramm Sporthalle³⁴

³² Vgl. (Schönfeld, 1992) S. 16ff

³³ Vgl. (Steinmann, 1997) Abb. 3-2a, nach (Schönfeld, 1992) S. 16

³⁴ Vgl. (Steinmann, 1997) Abb. 3-2b, nach (Schönfeld, 1992) S. 17

In Tätigkeitsdatenblättern wird jede Tätigkeit genauer analysiert (vgl. Abb. 8). Ziel von solchen ist es, möglichst alle für eine Tätigkeit wichtigen Angaben und Anforderungen zu vermerken um daraus ein Raumzuordnungsschema zu generieren (vgl. Abb. 9).³⁵

TÄTIGKEIT: VERLETZTE BEHANDELN

BESCHREIBUNG (WAS, WANN, WARUM)

TURNENDE, DIE SICH VERLETZT HABEN, WERDEN BEI LEICHTEN FÄLLEN VOM SPORTWART BEHANDELT - DANACH WEITERTURNEN ODER NACH HAUSE GEHEN - BEI SCHWEREN FÄLLEN WERDEN SIE DORT UNTERGEBRACHT BIS DER ARTZ KOMMT, ODER DURCH KRANKENWAGEN ABTRANSPORTIERT

PERSONEN: VERLETZTE, TURNAUFSICHT, ARTZ

DINGE: LIEGE, TISCH, 2 STÜHLE, HANDWASCHBECKEN, MEDIKAMENTENSCHRANK, TRAGE, SPIEGEL
ANMERKUNG: LIEGE VON 3 SEITEN ZUGÄNGLICH

VORSCHRIFTEN UND RICHTLINIEN: DIN 18032
DIREKTER AUSGANG INS FREIE : . . .
KLIMATISCHE BEDINGUNGEN : . . .
BELICHTUNGSTECHNISCHE BEDINGUNGEN : . . .
SICHERHEITSBEDINGUNGEN : . . .
TECHNISCHE EINRICHTUNGEN : . . .
ANFORDERUNGEN AN BAUTEILE : . . .

Abb. 8 Tätigkeitsdaten ³⁶

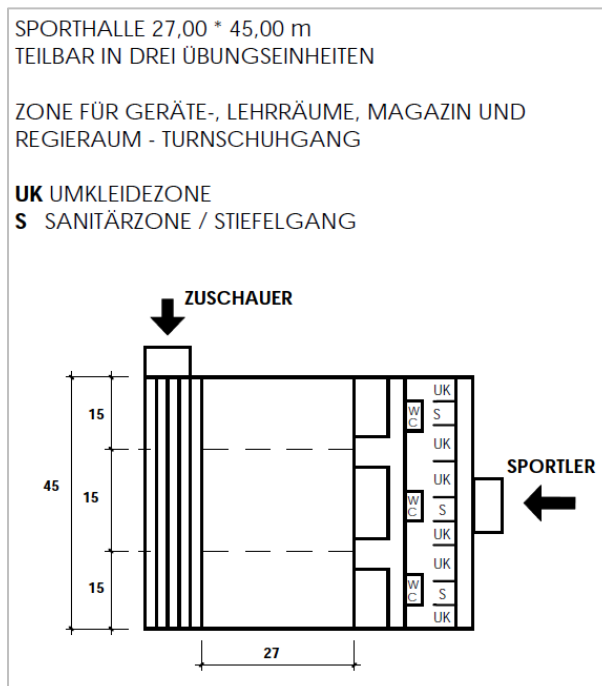


Abb. 9 Raumzuordnungsschema ³⁷

³⁵ Vgl. (Schönfeld, 1992) S. 16ff

³⁶ Vgl. (Steinmann, 1997) Abb. 3-2c, nach (Schönfeld, 1992) S. 17

³⁷ Vgl. (Steinmann, 1997) Abb. 3-2d, nach (Schönfeld, 1992) S. 18

2.1.3 Raumnutzer

Für Strukturen, in denen die Raumnutzer direkt mit der Funktion, die sie im Raum erfüllen, zusammenhängen, kann die ADM als skalierbare Methode betrachtet werden.

Detaillierter betrachtet wird die Person wie eine Funktion behandelt. Abhängig von zusammengehörigen Tätigkeiten ergeben sich ebenfalls Naheverhältnisse welche zu einem Beziehungsgeflecht führen. Diese Zusammengehörigkeit wird maßgeblich durch Prozess- und Hierarchiestrukturen definiert. In weiterer Folge lassen sich Beziehungsmatrizen erstellen, die durch Zonierung in Schemata resultieren.

Bleibt man nun auf dieser abstrakten Ebene und versucht nicht sofort in Maßstäben einer materiellen Umsetzung solcher Strukturen zu denken, erhält man komplexe, mehrdimensionale Verbindungsgeflechte. Diese lassen sich auf rein herkömmliche Weise nicht bauen und erfordern somit eine Form der Reduktion bzw. eine Konkretisierung der wesentlichen Elemente. Die abstrakten Geflechte selbst, die perfekt an die Prozesse anmodelliert wurden, besitzen einen wesentlich höheren Effizienzgrad als die umsetzbare Reduktion.

Für Einsatzbereiche, in denen die anfangs erwähnten Kriterien für einen solchen Ansatz zutreffen, birgt dies aber enorme Möglichkeiten. Ausgehend davon, dass durch die technologische Entwicklung auch immer komplexere Verbindungen umgesetzt werden können, ermöglicht ein hohes Level an Komplexität bis zum Schluss auch den notwendigen Rahmen um auch neue Umsetzungsmöglichkeiten zu nutzen.

2.1.4 Welcher Raum wird betrachtet

In dieser Arbeit wird Raum als das Geflecht von Funktionen betrachtet. Ausgehend von einer Funktionsanalyse ergibt sich ein Programm der Funktionen, die passieren. Raum wird nicht als materielle Hülle rund um diese Funktionen definiert, sondern als Ort, wo diese Funktionen passieren. Raumverbindungen ergeben sich aus der Funktion und basieren auf Naheverhältnissen der Abläufe und Prozesse, unabhängig ob eine materielle Nähe existiert.

In der Arbeit wird versucht das Verbindungsgeflecht eines militärischen Gefechtstandes zu analysieren und darzustellen. Aufbauend darauf werden die Verbindungen bewertet und durch virtuelle Raumverbindungen bzw. -erweiterungen ersetzt. Das daraus resultierende Beziehungsgeflecht wird ebenfalls dargestellt und bewertet. Abschließend wird dieses mit den Werten der ursprünglichen Verbindungen verglichen und das Maß der Effizienzsteigerung ermittelt.

2.2 Militärische Führungseinrichtung

Der Gefechtsstand (GefStd) ist eine militärische Führungseinrichtung (FüEinr), von der aus, unter Einsatzbedingungen, die taktische Führung von Truppen erfolgt.^{38 39 40}

Vergleichbare Strukturen im zivilen sind Einsatzzentralen von Blaulichtorganisationen (Polizei, Feuerwehr, etc.) oder Leitstellen in Unternehmen.

Das folgende Kapitel versucht, aufbauend auf Definitionen von militärischen Grundbegriffen, den Gefechtsstand durch eine Betrachtung in den Bereichen Funktion, Struktur, Nutzer und Abläufe zu analysieren, um abschließend die Anforderungen dieser speziellen Nutzung an den Raum formulieren zu können.

2.2.1 Militärische Grundbegriffe

Eine Betrachtung dieses Themas erfordert ein grundlegendes Verständnis von militärischen Begrifflichkeiten, die im Folgenden erklärt werden.

Chef des Stabes (ChdStb)	Ab Ebene großer Verband abgebildete Leitende Stabsfunktion, die für die Koordinierung der Stabsarbeit verantwortlich ist. ⁴¹
Einheit (Einh)	Führungsebene der Kompanien und gleichwertigen Organisationseinrichtungen ⁴²
Führungseinrichtung (FüEinr)	Miteinander vernetzte, mobile, verlegungsfhige und ortsfeste Einrichtungen aus denen das sterreichische Bundesheer geführt wird ⁴³
Fhrungsgrundgebiet (FGG)	Bezeichnung für die nach funktionalen und inhaltlichen Punkten zusammengehörigen Sachbereiche der militärischen Führung ⁴⁴
Führungsprozess (FProz)	Reale Umsetzung des Führungssystems unter stetiger Anwendung des Fhrungsverfahrens ⁴⁵
Führungsverfahren (FVf)	Zusammenfassende Bezeichnung für den zielgerichteten Denk- und Handlungsablauf zur Lösung von Führungsaufgaben nach festgelegtem Grundschema ⁴⁶
Gefechtsstand (GefStd)	Führungseinrichtung, welche die Führung unter Einsatzbedingungen ermöglicht ⁴⁷

³⁸ Hinweis: Die in der Arbeit verwendeten militärischen Begriffe beziehen sich im Allgemeinen auf die Definition und Anwendung im sterreichischen Bundesheer.

³⁹ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Gefechtsstand

⁴⁰ Vgl. (BMLVS, 2009) RdNr. 226-268

⁴¹ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Chef des Stabes

⁴² Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Einheit

⁴³ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Führungseinrichtung

⁴⁴ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Fhrungsgrundgebiet

⁴⁵ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Führungsprozess

⁴⁶ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Führungsverfahren

⁴⁷ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Gefechtsstand

großer Verband (grVbd)	Truppe, in der Regel Brigade (Brig), Division (Div) oder Korps (Kps) Kann taktische Aufgaben weitgehend selbstständig erfüllen ⁴⁸
kleiner Verband (klVbd)	Truppe, in der Regel Bataillon (Baon) oder Regiment (Rgt) Kann einen Gefechtsauftrag mit Unterstützung der übergeordneten Führungsebene durchführen ⁴⁹
Kommandant (Kdt)	Militärisch Vorgesetzter einer Truppe mit Recht auf Befehls- und Weisungsgebung ⁵⁰
Kommando (Kdo)	Auf operativer und taktischer Ebene ortsfest eingerichtete Führungseinrichtung von der aus im Normdienst geführt wird ⁵¹
Landstreitkräfte (LaSK)	Teil der Streitkräfte, operieren am Gefechtsfeld ⁵²
Luftstreitkräfte (LuSK)	Teil der Streitkräfte, operieren im oder aus dem Luftraum heraus ⁵³
Nachbar	Truppen auf der gleichen Ebene, die am Gefechtsfeld seitlich zur eigenen Truppe eingesetzt sind
ÖBH	Österreichisches Bundesheer
Operative Führungsebene	Plant und führt Operationen zur Erreichung operativer und militärstrategischer Ziele durch ⁵⁴
Spezialeinsatzkräfte (SEK)	Militärische Kräfte für besondere Aufträge ausgebildet und ausgerüstet ⁵⁵
Stab (Stb)	Organisatorisch zusammengefasste Personengruppe eines Kommandos vom klVbd aufwärts zur Beratung und Unterstützung des Kdt bei der Durchführung seiner Führungsaufgaben ⁵⁶
Stabsarbeit	Zusammenwirken der einzelnen Stabsfunktionen und Stabsstellen in inhaltlicher und zeitlicher Hinsicht ⁵⁷

2.2.2 Funktion

Der Gefechtsstand ist jene zentrale Führungseinrichtung, aus der im Einsatzfall die taktische Führung erfolgt (vgl. Abb. 10). Im Gegensatz dazu steht das Kommando oder Stabsquartier, eine Führungseinrichtung innerhalb militärischer Liegenschaften, aus der im Friedensbetrieb geführt wird.⁵⁸

⁴⁸ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Verband, großer

⁴⁹ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Verband, kleiner

⁵⁰ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Kommandant

⁵¹ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Kommando

⁵² Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Landstreitkraft

⁵³ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Luftstreitkräfte

⁵⁴ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Operative Führungsebene

⁵⁵ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Spezialeinsatzkräfte

⁵⁶ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Stab

⁵⁷ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Stabsarbeit

⁵⁸ Vgl. (BMLVS, 2009) RdNr. 226-268



Abb. 10 Brigadegefechtsstand während einer Übung⁵⁹

Die Arbeit bezieht sich rein auf den Einsatzfall oder die Übung eines solchen, in der der Gefechtsstand als zentrale Führungseinrichtung auf allen taktischen Führungsebenen fungiert.

Im Österreichischen Bundesheer wird zwischen operativer und taktischer Führungsebene unterschieden (vgl. Abb. 11). Die operative Ebene beschäftigt sich mit der Führung aller Einsätze im In- und Ausland und wird durch die vier Kommanden (Kommando Landstreitkräfte, Kommando Luftstreitkräfte, Kommando Führungsunterstützung und Cyber Defence und das Kommando Einsatzunterstützung) abgedeckt. Die taktische Ebene setzt die Befehle der operativen Ebene um und führt die Einsätze durch.^{60 61 62}

Operative Führungsebene			
LaSK LuSK SEK	Obere taktische Führungsebene	Korps Division	Großer Verband
	Mittlere taktische Führungsebene	Brigade Regiment	
	Untere taktische Führungsebene	Bataillon Geschwader	Kleiner Verband
Gefechtstechnische Führungsebene			

Abb. 11 Einbettung der Führungsebenen⁶³

⁵⁹ (Auer, 2014)

⁶⁰ Vgl. (BMLVS, 2009) RdNr. 226-268

⁶¹ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Führung, taktische

⁶² Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Führung, operative

⁶³ Vgl. (BMLVS, 2012) Abb. 2

Der Gefechtsstand dient zur Durchführung des taktischen Führungsverfahrens, das Koordinierungs-, Planungs-, Beurteilungs-, Einsatzunterstützungs- und Dokumentationsaufgaben beinhaltet. Aus ihm heraus werden die zugeordneten Kräfte geführt und Verbindung zur vorgesetzten Stelle und Nachbarn gehalten.

Um die Unmittelbarkeit aller Führungsfunktionen in einer funktionalen und räumlichen Einheit zu erreichen werden alle Führungsgrundgebiete eingebunden.

Der Gefechtsstand ist, um ununterbrochene Einsatzfähigkeit zu gewährleisten, auf durchgehenden Dienstbetrieb auszulegen.^{64 65}

Neben dem Gefechtsstand gibt es noch andere Formen von Führungseinrichtungen, die unter Einsatzbedingungen gebildet werden. Die wichtigste davon ist die bewegliche Befehlsstelle (TAC). Sie dient als mobile Führungseinrichtung, von der aus der Kommandant in der Lage ist, auch in der Bewegung das Gefecht zu führen. Die bewegliche Befehlsstelle besteht aus mindestens zwei Fahrzeugen und den wichtigsten Stabsmitgliedern.⁶⁶

Wesentlicher Punkt ist, dass er bei dieser Führungseinrichtung, durch das Fehlen des kompletten Stabpersonals, eine schlechtere Informationsaufbereitung zu Gunsten von räumlicher Nähe zu den Truppen in Kauf nimmt. Die bewegliche Befehlsstelle wird auf allen taktischen Führungsebenen gebildet.⁶⁷

Weitere Formen von Führungseinrichtungen, die aus einem integrierten Hauptgefechtsstand herausgelöst werden können sind der vorgeschobene Gefechtsstand (FWD), der rückwärtige Gefechtsstand (REAR) und der Geräteabschubpunkt (UMCP). Hintergrund dieser Aufspaltung des integrierten Hauptgefechtsstandes ist einerseits der Vorteil von räumlicher Nähe zur Truppe und andererseits auch das Vermeiden unnötiger Risiken durch Gefährdung aller Gefechtsstandmitglieder.⁶⁸

⁶⁴ Vgl. (BMLVS, 2009) RdNr. 226-268

⁶⁵ Vgl. (BMLVS, 2016) RdNr. 78-83

⁶⁶ Vgl. (BMLVS, 2016) RdNr. 84-90

⁶⁷ Vgl. (BMLVS, 2016) RdNr. 84-90

⁶⁸ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 61-64

Die Art der Fahrzeuge, durch welche diese Führungseinrichtungen gebildet werden, ist abhängig von der Ausstattung der jeweiligen Truppe. Ein Panzergrenadierbataillon, als Beispiel, nützt den Schützenpanzer Ulan (vgl. Abb. 12).



Abb. 12 Bewegliche Befehlsstelle auf Schützenpanzer Ulan ⁶⁹

⁶⁹ (Matthes, 2015)

2.2.3 Struktur

Die Gefechtsstandorganisation beschreibt den Aufbau und die Struktur eines Gefechtsstandes. Sie besteht aus äußerer und innerer Gefechtsstandorganisation.^{70 71}

Die äußere Gefechtsstandorganisation beinhaltet alle Maßnahmen, die zur Sicherstellung der inneren Gefechtsstandorganisation erforderlich sind. Dies beinhaltet u.a. Sicherungs- und Alarmierungsmaßnahmen, Räume für Kfz und Hubschrauber, Versorgungs- und Unterkunftsbereiche und IKT-Einrichtungen (vgl. Abb. 13).^{72 73}

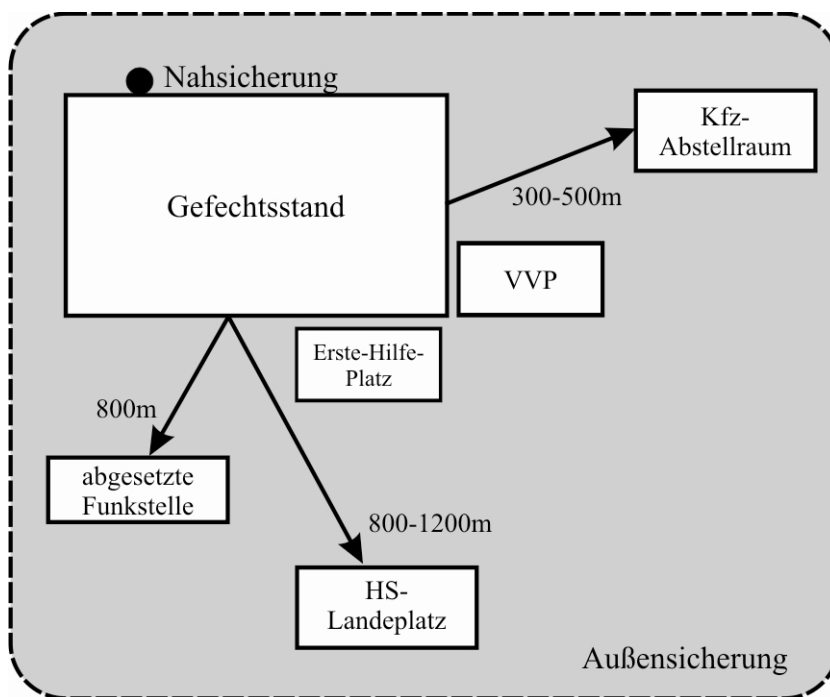


Abb. 13 Äußere Organisation des Gefechtsstandes (schematisch)⁷⁴

Die innere Gefechtsstandorganisation befasst sich mit der Aufbau- und Ablauforganisation innerhalb des Gefechtsstandes. Die Aufbauorganisation regelt die örtliche Lage und Anordnung der Gefechtsstandsteile, die Ablauforganisation den Dienstbetrieb des Gefechtsstandpersonals.⁷⁵

Zur Optimierung der Informationsverarbeitung ist der innere Gefechtsstand in Zentralen, Zentren und Zellen organisiert (vgl. Abb. 14). Die Anzahl und Größe dieser ist von der Art der Führungseinrichtung, der Führungsebene und der Aufgabenstellung abhängig. Um eine möglichst effektive Stabsarbeit

⁷⁰ Vgl. (BMLVS, 2009) RdNr. 226-268

⁷¹ Vgl. (BMLVS, 2016) RdNr. 91-93

⁷² Vgl. (BMLVS, 2016) RdNr. 94

⁷³ Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 243

⁷⁴ (BMLVS, 2011) Abb. 16

⁷⁵ Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 221

zu gewährleisten ist die räumliche Anordnung von Zentralen und Zellen nach funktionalen und kommunikativen Aspekten zu planen. ^{76 77 78}

Die Arbeit befasst sich im weiteren Verlauf ausschließlich mit der inneren Aufbauorganisation, der funktionsorientierten Lösung des „Problems“ Gefechtsstand.

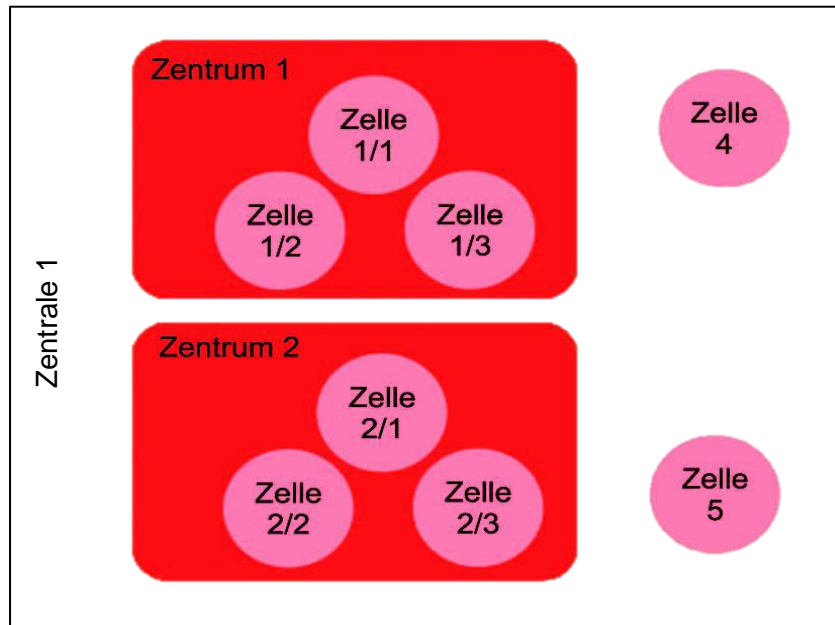


Abb. 14 Zusammenwirken Zentrale - Zentrum – Zelle ⁷⁹

Neben den Räumen für Personal und Gerät, ist der Mittelpunkt der inneren Gefechtsstandorganisation der Lageraum (vgl. Abb. 15).

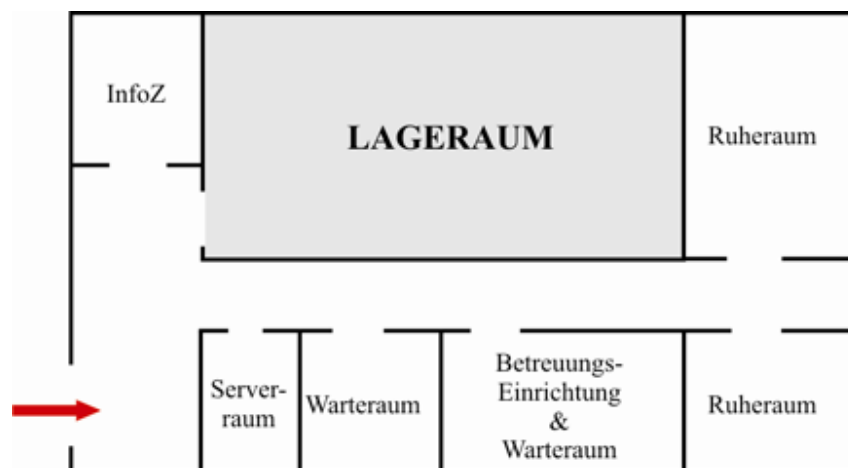


Abb. 15 Innere Gefechtsstandorganisation auf Ebene Baon ⁸⁰

⁷⁶ Vgl. (BMLVS, 2009) RdNr. 226-268

⁷⁷ Vgl. (BMLVS, 2016) RdNr. 78-83, RdNr. 91-93

⁷⁸ Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 222

⁷⁹ Vgl. (BMLVS, 2016) Abb. 6

⁸⁰ (BMLVS, 2011) Abb. 14

Im Regelfall werden in ihm die folgenden vier Zentralen gebildet (vgl. Abb. 16):

- die Führungszentrale (FüZ),
- die Einsatzunterstützungszentrale (EUZ),
- die Führungsunterstützungszentrale (FüUZ) und
- die Kampfunterstützungszentrale (KUZ),
die erst ab Ebene Brigade aufwärts gebildet wird.⁸¹

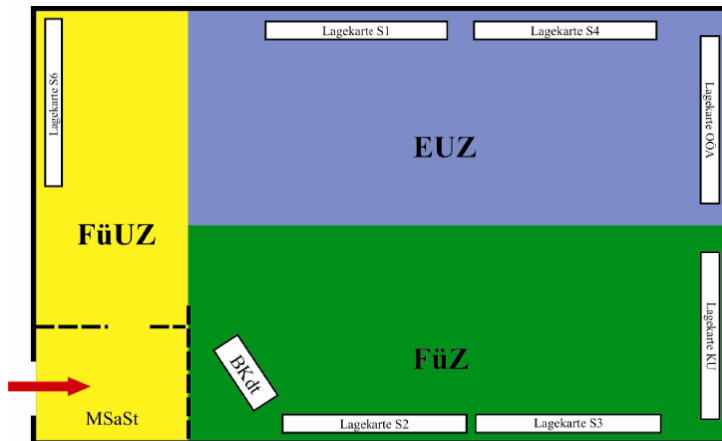


Abb. 16 Gliederung des Lageraums in die einzelnen Zentralen auf Ebene Baon⁸²

Verantwortlich für die jeweilige Zentrale ist der *Leiter der Zentrale*. Innerhalb dieser werden zur Optimierung der Informationsverarbeitung die funktional zusammengehörigen Führungsgrundgebiete (FGG) zusammengefasst (vgl. Abb. 17).⁸³

	<i>Ebene</i>	<i>Aufgaben</i>	<i>Zentrale</i>
FGG 1		Personalführung	EUZ
FGG 2		Aufklärung und militärische Sicherheit	FüZ
FGG 3		Einsatzführung, zivil militärische Zusammenarbeit Inland	FüZ, KUZ
FGG 4		Logistik	EUZ
FGG 5	ab Ebene Brigade	Einsatzplanung und -vorbereitung	
FGG 6		Führungsunterstützung	FüUZ
FGG 7	ab Ebene Brigade	Ausbildung und -unterstützung	
FGG 8	ab Ebene Brigade	Budget und Finanzen	
FGG 9	ab Ebene Brigade	Zivil militärische Zusammenarbeit Ausland	

Abb. 17 FGG im ÖBH auf Ebene Bataillon⁸⁴

⁸¹ Vgl. (BMLVS, 2016) RdNr. 78-83

⁸² (BMLVS, 2011) S. 99

⁸³ Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 35-49

⁸⁴ Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 47

Abhängig von den Möglichkeiten und Anforderungen wird versucht die Struktur des Gefechtsstandes räumlich umzusetzen. Bei Übungen werden oftmals Turnsäle oder ähnlich große Räume als Gefechtsstand genutzt. Dort lässt sich durch Trennwände o. ä. eine räumliche Gliederung herstellen (vgl. Abb. 18). Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung von modularen Zeltsystemen, wie dem System COLPRO, das auch beim ÖBH verwendet wird (vgl. Abb. 19).



Abb. 18 Brigadegefechtsstand während einer Übung ⁸⁵



Abb. 19 Zeltsystem COLPRO ⁸⁶

⁸⁵ (Miller, 2012a)

⁸⁶ (Dax, 2014)

Das taktische FÜVf passiert somit in Kooperation zwischen Kommandant und Stab. Der Grad der Zusammenarbeit hängt neben der verfügbaren Zeit und der daraus folgenden Planungsverfahrensvariante auch von der Komplexität des Auftrags ab. Der Chef des Stabes koordiniert im Sinne des Kommandanten über die Leiter der Zentralen die Stabsarbeit (vgl. Abb. 21).⁹²

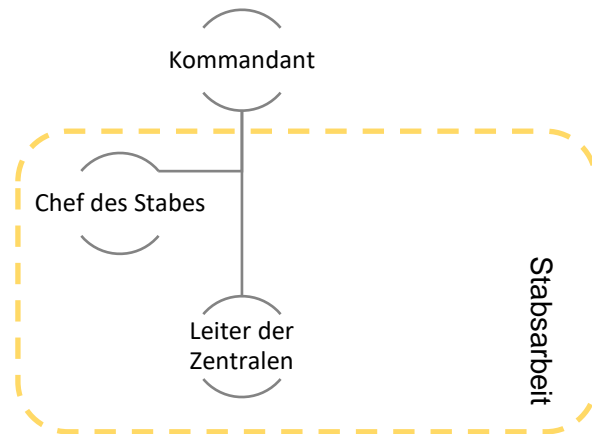


Abb. 21 Personalhierarchie⁹³

Wesentliches Mittel zur Koordination des Stabs sind Besprechungen. In den einzelnen Varianten des Planungsverfahrens sind diese durch festgelegte Abläufe geregelt. Im Planungsverfahren „A“, ohne Zeitdruck, sieht ein exemplarischer Ablauf vom Brigadebefehl bis zum Bataillonsbefehl wie in Abb. 22 dargestellt aus.⁹⁴

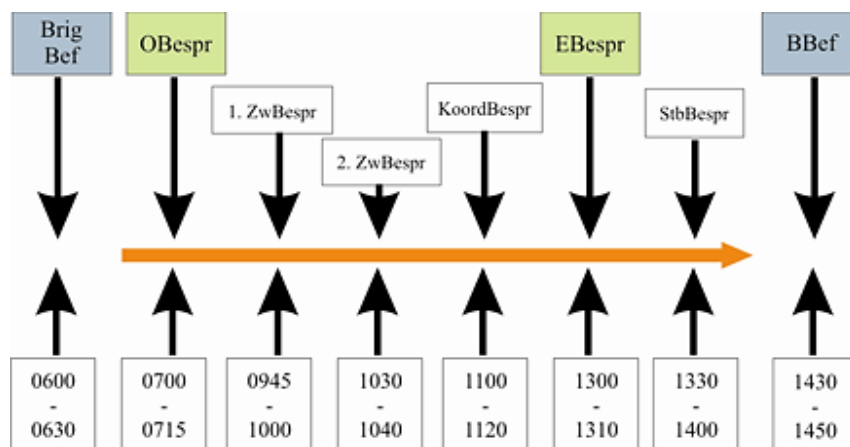


Abb. 22 Planungsverfahren "A" auf Ebene Baon

Trotz der fixen Besprechungstermine ist eine kontinuierliche Kommunikation zwischen den Stabsmitgliedern unumgänglich.⁹⁵

⁹² Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 137-146

⁹³ Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 143-157

⁹⁴ Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 143-157

⁹⁵ Vgl. (BMLVS, 2011) RdNr. 158-164

2.3 Mixed Reality

Mitunter durch die technologische Entwicklung begründet, sind Begriffe wie *Virtual Reality* und *Augmented Reality* in der Alltagssprache angekommen. Dadurch wird auch das Wahrnehmen und Denken verändert.⁹⁶

HEMMERLING sieht in der Entwicklung solcher Technologien die Möglichkeit die bisher geltenden Grenzen zu sprengen und Dinge zu realisieren, die zuvor unmöglich schienen. Physische und digitale Wirklichkeit verschwimmen in einer hybriden Realität, was einerseits einen radikalen Wandel der Umwelt und andererseits eine Veränderung des Gestaltungspotenzials zur Folge hat.⁹⁷

Das folgende Kapitel soll die Begrifflichkeiten im Spektrum der Realität für diese Arbeit definieren und die Anwendungsmöglichkeiten von *Mixed Reality* aufzeigen. Beginnend mit einer Betrachtung von *real* und *echt* werden *Virtual Environments* vorgestellt. Die Einbettung dieser innerhalb des *Reality-Virtuality-Continuum* bildet anschließend die Basis für eine Klassifizierung von Raumerweiterungsmaßnahmen, die im Hauptteil dieser Arbeit zur Anwendung kommen.

2.3.1 Was ist real

Aufgrund des zunehmenden Verfließens der Grenzen zwischen dem Virtuellen und dem Realen sowie dem Digitalen und dem Physischen, sieht HEMMERLING eine Notwendigkeit in der Frage nach der Definition des Begriffs *Realität*.⁹⁸ Daneben gibt es noch weitere Begrifflichkeiten, wie u.a. *echt*, *wirklich* und *unecht*, die aufgrund von Bedeutungsüberschneidung an dieser Stelle aufgegriffen und besprochen werden.

Aufgrund der allgemeinen Annahme *real* bedeutet *echt*, wird mit der genaueren Betrachtung von *echt* begonnen.

Das Wort *echt* leitet sich vom mittelhochdeutschen *ehacht*⁹⁹ ab, was *gesetzmäßig* bedeutet. *Echt* steht u.a. für nicht nachgemacht, unverfälscht, wirklich(vorhanden), nicht vorgetäuscht und nicht scheinbar. Eine der Bedeutungen des themenverwandten Wortes *wirklich* lautet „den Vorstellungen, die mit etwas verbunden werden, genau entsprechend“¹⁰⁰ und ist im Vergleich mit den Bedeutungen des Wortes *echt* aufgrund von den erwähnten „Vorstellungen“ schon mehr im subjektiven Bereich angesiedelt.

Unabhängig von der „objektiveren“ Bedeutung von *echt*, ist der Betrachtungspunkt wesentlich. Ein Zuseher einer Zaubershow wird eine gelungene Illusion trotz aller dem entgegenstehenden Bedenken als echt wahrnehmen, der Zauberer hingegen kennt den Ablauf der Täuschung und

⁹⁶ Vgl. (Hemmerling, 2013) S. 112

⁹⁷ Vgl. (Hemmerling, 2013) S. 112

⁹⁸ Vgl. (Hemmerling, 2013) S. 120

⁹⁹ Vgl. (Dudenredaktion, o. J.-a) Suchbegriff: echt

¹⁰⁰ (Dudenredaktion, o. J.-e) Suchbegriff: wirklich

deshalb die „wirkliche“, objektive Wirklichkeit. Die in diesem Beispiel vorkommende Trennung in Publikum und Zauberer, allgemeiner formuliert mit Personen auf der Bühne, kann als Metapher gesehen werden. In einer individuellen Situation kann immer in Unwissende, das Publikum, und Wissende, die Personen auf der Bühne, unterteilt werden.

Die „Wissenden“ haben in den meisten Fällen, in der Bühnenmetapher gesprochen, aufgrund ihrer Ausbildung und den Proben einen anderen Erfahrungsschatz als das Publikum, was sie eben zu „Wissenden“ macht. Da die persönliche Vorstellung wesentlich durch die eigenen Erfahrungen geprägt wird, nehmen nun beide Personengruppen eine unterschiedliche Wirklichkeit wahr. Für beide Gruppen entspricht diese Wirklichkeit jedoch den individuellen Gesetzmäßigkeiten und ist somit auch echt.

Dieses Beispiel zeigt auf einfache Weise, dass es sehr schwer ist, objektive Wirklichkeit oder Echtheit zu erreichen.

Die folgenden Definitionen dienen als Grundlage für die Verwendung dieser Begriffe im weiteren Verlauf dieser Arbeit.

echt	„unverfälscht, gesetzmäßig, wirklich (vorhanden)“ ¹⁰¹
real	„in der Wirklichkeit, nicht nur in der Vorstellung so vorhanden; gegenständlich“ ¹⁰²
Realität	„Wirklichkeit, tatsächliche Gegebenheit, Tatsache“ ¹⁰³
wirklich	„in der Wirklichkeit vorhanden; der Wirklichkeit entsprechend“ ¹⁰⁴ „den Vorstellungen, die mit etwas verbunden werden, genau entsprechend; im eigentlichen Sinne“ ¹⁰⁵
Wirklichkeit	„[alles] das, Bereich dessen, was als Gegebenheit, Erscheinung wahrnehmbar, erfahrbar ist“ ¹⁰⁶
Welt	„in sich geschlossener [Lebens]bereich; Sphäre“ ¹⁰⁷

¹⁰¹ (Dudenredaktion, o. J.-a) Suchbegriff: echt

¹⁰² (Dudenredaktion, o. J.-b) Suchbegriff: real

¹⁰³ (Dudenredaktion, o. J.-c) Suchbegriff: Realität

¹⁰⁴ (Dudenredaktion, o. J.-e) Suchbegriff: wirklich

¹⁰⁵ (Dudenredaktion, o. J.-e) Suchbegriff: wirklich

¹⁰⁶ (Dudenredaktion, o. J.-f) Suchbegriff: Wirklichkeit

¹⁰⁷ (Dudenredaktion, o. J.-d) Suchbegriff: Welt

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass *Realitäten* oder *Wirklichkeiten* wahrnehmbare Welten sind, unabhängig ob diese materiell oder digital existieren. Sobald Wahrnehmung stattfindet entsteht Realität. Aus diesem Grund sind Begriffe wie *Virtuelle Realität* irreführend. Um solche Unklarheiten zu verhindern wird im weiteren Verlauf der Arbeit von virtuellen oder realen bzw. materiellen Welten und Umgebungen gesprochen.

2.3.2 Virtual Environments

Virtual Environments (VE), auch virtuelle Welten genannt, bezeichnen künstliche, sensorische Umgebungen, bestehend aus physischen und abstrakten Komponenten. Ein Computersystem generiert die Erfahrung, die anschließend über eine Schnittstelle an die menschlichen Sinnesorgane übertragen wird. Der menschliche Operator erfährt aufgrund dieser künstlich generierten Sinnesreize Immersion und erlebt sich selbst innerhalb der virtuellen Umgebung.

Ein VE ist somit das Resultat der Interaktion, die der Operator erlebt und inkludiert die Gesamtheit der beinhalteten Hard- und Softwarekomponenten inklusive dem menschlichen Operator selbst.^{108 109}

BRIDGES und CHARITOS zitieren eine Form der Klassifizierung von virtuellen Umgebungen nach WORLD DESIGN INC., die diese in drei Kategorien unterteilen:¹¹⁰

- *Hyper-realities* beinhalten Repräsentationen der materiellen Welt und halten sich auch in Hinblick auf das Maß der Komplexität an die reale Welt.
- *Selective-realities* beschreiben eine vereinfachte Repräsentation der materiellen Welt, in der einige Aspekte vereinfacht dargestellt oder ausgeblendet, andere aber korrekt nachgebildet werden.
- *Abstractions* versuchen sehr komplexe Informationen der materiellen Welt, aber auch Informationen ohne physische Repräsentation darzustellen. In diesem Fall ist es eine Hauptaufgabe des Architekten dieser VE, eine effektive und für den Operator verständliche Form der Abstraktion für die komplexe Information zu entwerfen.

Die einzige Variante, in der primär nicht die materielle Wirklichkeit repräsentiert wird, ist die der *Abstractions*.

Nur in dieser besteht die Möglichkeit andere Regeln und Gesetzmäßigkeiten als in der materiellen Wirklichkeit umzusetzen.

¹⁰⁸ Vgl. (Charitos, 1998) S. 2, zitiert nach (Kalawsky, 1993) S. 4

¹⁰⁹ Vgl. (Charitos, 2005) S. 14-18

¹¹⁰ Vgl. (Bridges and Charitos, 1997) S. 1, zitiert nach (World Design Inc. , 1993)

Solch eine virtuelle Umgebung besteht nicht aus Objekten, die aus der realen Welt bekannt sind. Da sich aber trotzdem Menschen in ihr bewegen und mit ihr interagieren sollen, erfordert das Design einen architektonischen Ansatz.¹¹¹

CHARITOS charakterisiert VEs als Interface Systeme, die dazu dienen, Applikationen zu unterstützen.¹¹² Um die bestmögliche Unterstützung des Operators zu erreichen, muss die Art der Interaktion und Navigation mit bzw. innerhalb des VE auf die jeweilige Anwendung und den zukünftigen Nutzer angepasst werden. Darauf baut auch die Charakteristik des Raums und das Design der räumlichen Elemente in diesem spezifischen VE auf.¹¹³

Neben dieser, vom spezifischen Einsatzfall abhängigen Charakteristik, beschreibt CHARITOS vier grundsätzliche Wesenszüge von Raum innerhalb von VEs, die unabhängig von der zugrundeliegenden Applikation gültig sind.

- Raum in VEs ist nicht fortlaufend. Ein Benutzer kann sich von einer zu einer anderen beliebigen Position innerhalb eines VE, aber auch in ein anderes VE teleportieren.¹¹⁴
- Innerhalb von VEs gibt es keine Dimensionsbeschränkung, wie wir sie aus der realen Welt kennen.¹¹⁵
- Es gibt keine physikalischen Grundgesetze innerhalb von VEs. Solche Grundregeln existieren nur, wenn sie durch den Entwickler bestimmt und implementiert werden.¹¹⁶
- VEs besitzen keine zwingende Skalierungsbeständigkeit. Die Umgebung kann in Bezug auf den Benutzer bei Bedarf skaliert werden.¹¹⁷

¹¹¹ Vgl. (Bridges and Charitos, 1997) S. 2

¹¹² Vgl. (Charitos, 2005) S. 15f

¹¹³ Vgl. (Charitos, 2005) S. 15f

¹¹⁴ Vgl. (Charitos, 2005) S. 16, zitiert aus (Bridges and Charitos, 1997)

¹¹⁵ Vgl. (Charitos, 2005) S. 16, zitiert aus (Benedikt, 1991)

¹¹⁶ Vgl. (Charitos, 2005) S. 16

¹¹⁷ Vgl. (Charitos, 2005) S. 16f

2.3.3 Reality-Virtuality-Continuum

MILGRAM ET AL beschreiben mit dem Reality-Virtuality-Continuum (vgl. Abb. 23) das Spannungsfeld zwischen der rein materiellen Welt (Real Environment) und der rein virtuellen Welt (Virtual Environment).¹¹⁸

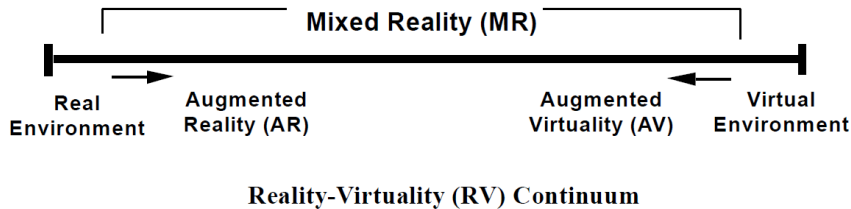


Abb. 23 RV-Continuum nach MILGRAM ET AL ¹¹⁹

Die materielle Welt besteht ausschließlich aus materiellen Objekten. Sie kann direkt von einer Person wahrgenommen werden, aber auch durch ein Fenster oder über einen Bildschirm. Somit erzeugt das Abfilmen der materiellen Welt keine virtuelle Welt. Die virtuelle Welt besteht rein aus virtuellen, künstlichen Objekten und kann beispielsweise eine Computergrafiksimulation sein, die über einen Bildschirm oder immersive Darstellungstechnologien abgebildet wird.¹²⁰

Im Feld zwischen den beiden Außenpunkten liegt die *Mixed Reality* (vgl. Abb. 23), der Spielraum der Möglichkeiten einer Kombination beider Welten. Materielle und virtuelle Objekte werden innerhalb einer Welt wahrnehmbar. Augmented Reality beschreibt eine materielle Welt, in der virtuelle Objekte hinzugefügt wurden, Augmented Virtuality eine virtuelle Welt, die mit materiellen Inhalten erweitert wurde.¹²¹

Trotzdem, dass nach MILGRAM ET AL, das reine Wiedergeben von abgefilmtem Raum noch keine *Virtuelle Umgebung* erzeugt¹²², wird diese Anforderung in der vorliegenden Arbeit durch materiell nicht vorhandene Raumverbindungen erfüllt. Diese basieren zwar auf der Darstellung von materiell existenten Räumen, bilden aber Nähebeziehungen, die rein physisch nicht existieren.

MILGRAM ET AL beschreiben weiters drei Eigenschaften von *Mixed Reality*, als Wesenszüge der Vermischung von materieller und virtueller Welt.¹²³

- **Reality**
Manche Welten sind virtuell, im Sinne, dass sie als künstliche Umgebungen im Computer erstellt wurden, andere existieren physisch.

¹¹⁸ Vgl. (Milgram et al., 1995)

¹¹⁹ (Milgram et al., 1995) S. 283

¹²⁰ Vgl. (Milgram et al., 1995) S. 283

¹²¹ Vgl. (Milgram et al., 1995) S. 283

¹²² Vgl. (Milgram et al., 1995)

¹²³ Vgl. (Milgram et al., 1995) S. 287

- **Immersion**
Materielle und virtuelle Welten können dargestellt werden, auch ohne das Eindringen des Betrachters in die virtuelle Welt.
- **Directness**
Primäre Objekte innerhalb einer Welt können entweder direkt oder durch elektronische Syntheseprozesse gesehen werden.

2.3.4 Blended Reality

Aufbauend auf das RV-Continuum und die Definition von *Mixed Reality* nach MILGRAM ET AL¹²⁴ sehen BOWER ET AL *Blended Reality* als Umgebung, die *Augmented Reality* und *Augmented Virtuality* synchronisiert integriert (vgl. Abb. 24). Teilnehmer aus beiden Welten können miteinander in einem Bereich zwischen *Augmented Reality* und *Augmented Virtuality* interagieren. Eine jede Handlung in der *Blended Reality* hat Auswirkungen auf beide Teilwelten, sie sind miteinander verschränkt.¹²⁵

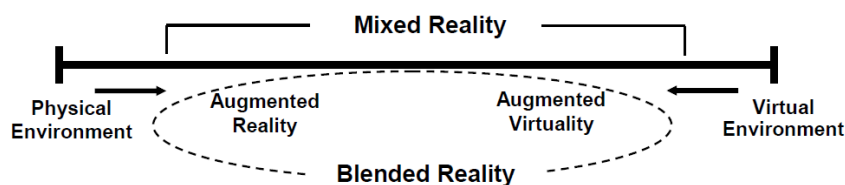


Abb. 24 *Blended Reality*, eingebettet im RV-Continuum nach MILGRAM ET AL¹²⁶, nach BOWER ET AL¹²⁷

HOSHI ET AL definieren *Blended Reality* als interaktive *Mixed Reality* Umgebung, in der die materiellen und virtuellen Anteile aufs Engste miteinander verwoben sind.¹²⁸ STEINICKE spricht von der Möglichkeit, sich in diesem Kontinuum frei bewegen zu können, anstatt sich nur in einem Teilbereich von *Mixed Reality* zu befinden.¹²⁹

Ziel all dieser Beschäftigungen mit den Themen *Mixed Reality* und *Blended Reality* ist es somit, eine Umgebung zu schaffen, in der die einzelnen Teilbereiche nahtlos ineinander übergehen und eine Unterscheidung erstens nicht mehr notwendig ist und zweitens auch nicht mehr möglich sein soll. Objekte werden als gleichwertig wahrgenommen, unabhängig ob sie materiell oder virtuell existieren. *Blended Reality* kann als Entwicklungsstufe von *Mixed Reality* betrachtet werden, als logische Evolution, die versucht dem heiligen Gral dieser Thematik, dem Holodeck¹³⁰, wieder einen Schritt näherzukommen.

¹²⁴ Vgl. (Milgram et al., 1995)

¹²⁵ Vgl. (Bower et al., 2010) S. 130f

¹²⁶ Vgl. (Milgram et al., 1995) S. 283

¹²⁷ (Bower et al., 2010) S. 131

¹²⁸ Vgl. (Hoshi et al., 2009) S. 1

¹²⁹ Vgl. (Steinicke, 2017)

¹³⁰ Holodeck bezeichnet einen, in der Science-Fiction-Reihe StarTrek vorkommenden holographischen Umgebungssimulator, der es ermöglicht virtuelle Objekte und Personen real erlebbar zu machen.

3 Ausgangssituation

Im Hauptteil der Arbeit werden Möglichkeiten der virtuellen Raumerweiterung und -verbindung an einem speziellen Anlassfall überprüft. Als Grundlage für diesen spezifischen Einsatzfall dient eine Übungslage. Dabei handelt es sich um die fiktive Ausgangssituation eines militärischen Planspiels, der simulierten Lösung einer militärischen Problemstellung. Entstanden ist diese im Rahmen des Masterstudiengangs „Militärische Führung“ an der Landesverteidigungsakademie, der höchsten Bildungseinrichtung des Österreichischen Bundesheers.

Das folgende Kapitel beginnt mit der Methodik der Arbeit, anschließend wird die Übungslage genauer vorgestellt. In weiteren Schritten werden die besonderen Anforderungen an einen Gefechtsstand in diesem Einsatzfall näher erörtert und die vier Gefechtsphasen und ihre Auswirkung auf die Gefechtsstandelemente analysiert. Abschließend wird das zum Einsatz kommende Konzept der Führungseinrichtungen dargestellt.

3.1 Methodik

Diese Arbeit beschäftigt sich mit einem zeitlich sehr frühen Teilaspekt der architektonischen Problemlösung. Aufbauend auf die Herangehensweise der ADM werden Funktionen, die in den Räumen passieren, genauer beleuchtet. Dabei wird noch mehr ins Detail gegangen und die einzelnen handelnden Personen betrachtet.

Das hier verwendete Anwendungsbeispiel ermöglicht es aufgrund seiner Besonderheit, losgelöst von materiellen Räumen, rein die Verbindungen der Personen innerhalb von Prozessstrukturen zu betrachten. Weiters verändert sich diese Struktur im Laufe der vier Gefechtsphasen. Das führt zu weitreichenden Konsequenzen für die räumliche Struktur der Führungseinrichtungen.

Das aus der Betrachtung der verschiedenen Funktionen entstehende Verbindungsgeflecht wird anschließend für alle vier Phasen als Beziehungsmatrix dargestellt.

Die einzelnen Verbindungen werden mithilfe eines Bewertungsschlüssels in numerische Werte umgewandelt. Dadurch lässt sich ein Durchschnittswert für bestimmte Strukturen ermitteln (vgl. Abb. 25).

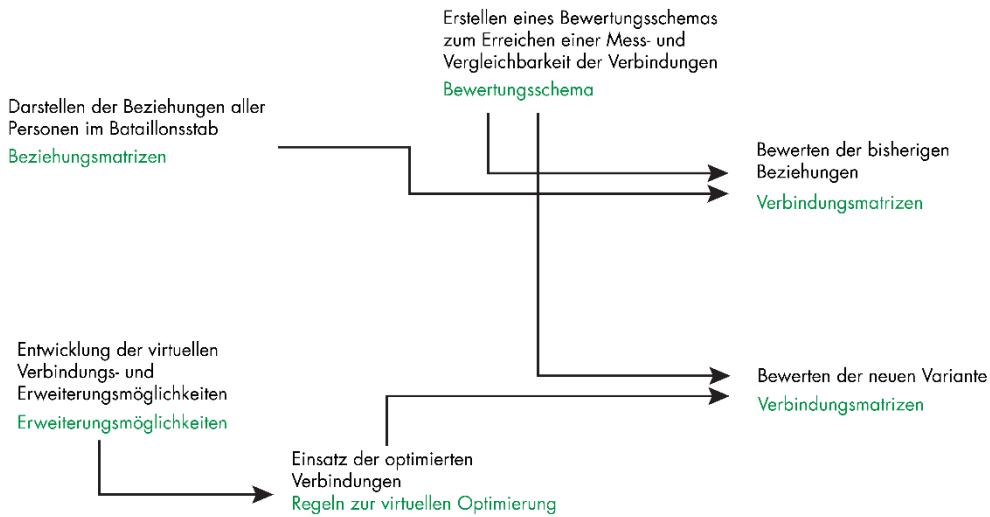


Abb. 25 Darstellung, Methodik der Arbeit - Teil 1

Unter Einbeziehung der besonderen Rahmenbedingungen eines militärischen Gefechtsstandes wird anschließend aufbauend auf die grundlegenden Anforderungen ein Optimierungspotenzial durch virtuelle Raumerweiterung entwickelt. Dies resultiert in einem Regelwerk, wie die bisherigen Verbindungen durch den Einsatz von virtuellen Raumerweiterungen bzw. -verbindungen ersetzt und dadurch verbessert werden.

Abschließend werden die Matrizen erneut mit den virtuellen Verbindungen erstellt und wiederum die Mittelwerte berechnet um den Wert der Optimierung zu zeigen (vgl. Abb. 26).

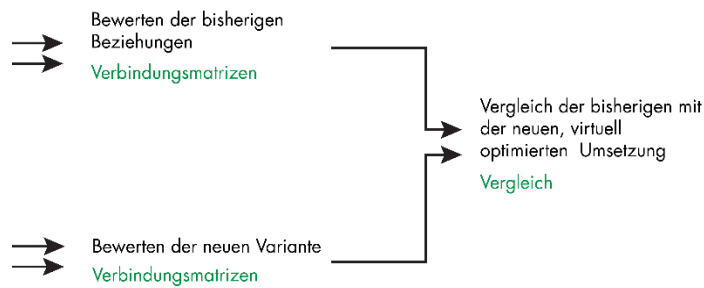


Abb. 26 Darstellung, Methodik der Arbeit - Teil 2

3.2 Übungslage

Als Anwendungsbeispiel für die virtuellen Raumerweiterungs- und -verbindungsmöglichkeiten wird die Übungslage *Contingency*, behandelt von SCHNEIDHOFER, verwendet.¹³¹ Dabei wird ein gepanzerter kleiner Verband, ein Panzergrenadierbataillon, zum Zweck der Konfliktverhinderung eingesetzt. Dies geschieht durch offensive Einsatzführung als friedens erzwingende Maßnahme.¹³²

Diese Lage beinhaltet das EU-Szenario Konfliktverhinderung, das sich mit der Thematik eines drohenden Grenzkonflikts zweier Staaten, verschärft durch bewaffnete, unterschiedliche ethnische Gruppen beschäftigt.^{133 134}

Die Situation in der Übungslage handelt grundsätzlich von einem Konflikt zwischen zweier fiktiver Bevölkerungsethnien im Land *Studyland*. Östlich von *Studyland* befindet sich *Redland*. Ein mögliches Eingreifen von Truppen aus *Redland* in den Konflikt erscheint wahrscheinlich. Verortet sind die fiktiven Länder im östlichen Bereich von Österreich und im benachbarten Ungarn (vgl. Abb. 27).¹³⁵

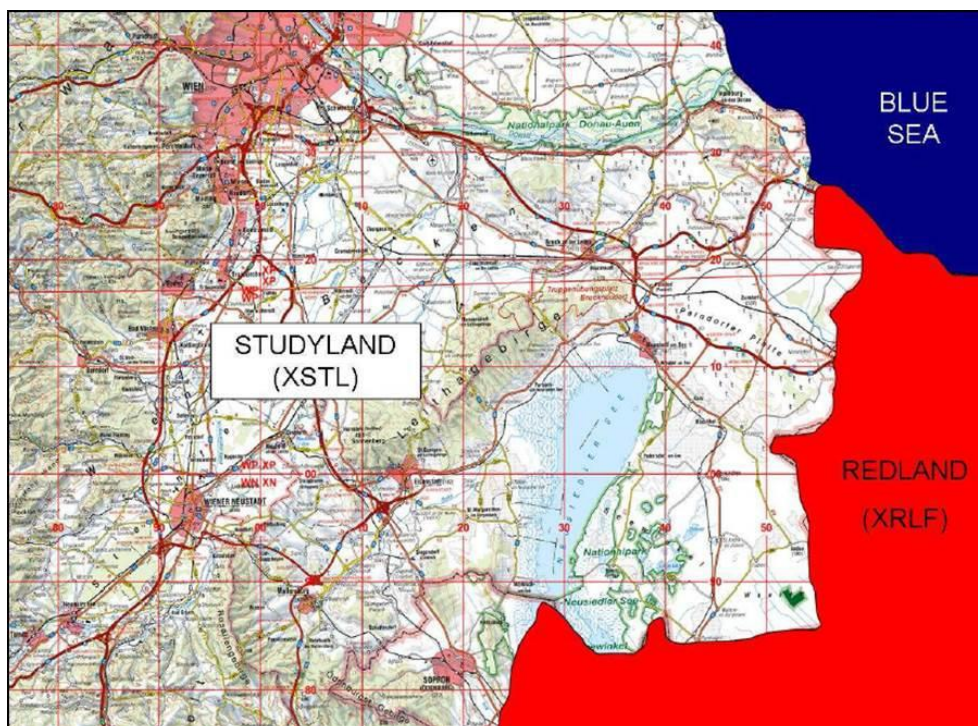


Abb. 27 Verortung der fiktiven Länder¹³⁶

¹³¹ Vgl. (Schneidhofer, 2017)

¹³² Vgl. (Schneidhofer, 2017) S.16

¹³³ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 21

¹³⁴ Vgl. (BMLVS, 2008) Begriff: Conflict Prevention

¹³⁵ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 105f

¹³⁶ (Schneidhofer, 2017) S. 105

Vorrangig geht es um den ethnisch gemischten Grenzbereich zu *Redland*. Der Konflikt gipfelt schließlich in einem Annexionsversuch durch die *Redland Armed Forces*, der nicht nur auf ethnische Probleme, sondern auch auf wirtschaftliche Interessen zurückzuführen ist.¹³⁷

Das betrachtete Panzergrenadierbataillon ist Teil der Streitkräfte der Europäischen Union, die mit dem Einsatz von Kampftruppen auf diesen militärischen Verstoß reagieren. Im Einsatzraum befindet sich eine durch die EU geführte multinationale Division, die wiederum aus sechs Brigaden besteht. Das hier als Einsatzfall behandelte Panzergrenadierbataillon 53 (PzGrenB53) ist der 1. Mechanisierten Infanteriebrigade (1.mechInfBrig) unterstellt, die für den Raum *Eisenstadt* verantwortlich ist.¹³⁸

Der Auftrag des PzGrenB53 ist es, ausgehend vom aktuellen Standort *Donnerskirchen*, feindliche Gruppierungen im Raum *Siegedorf* zu zerschlagen (Vgl. Abb. 28).¹³⁹

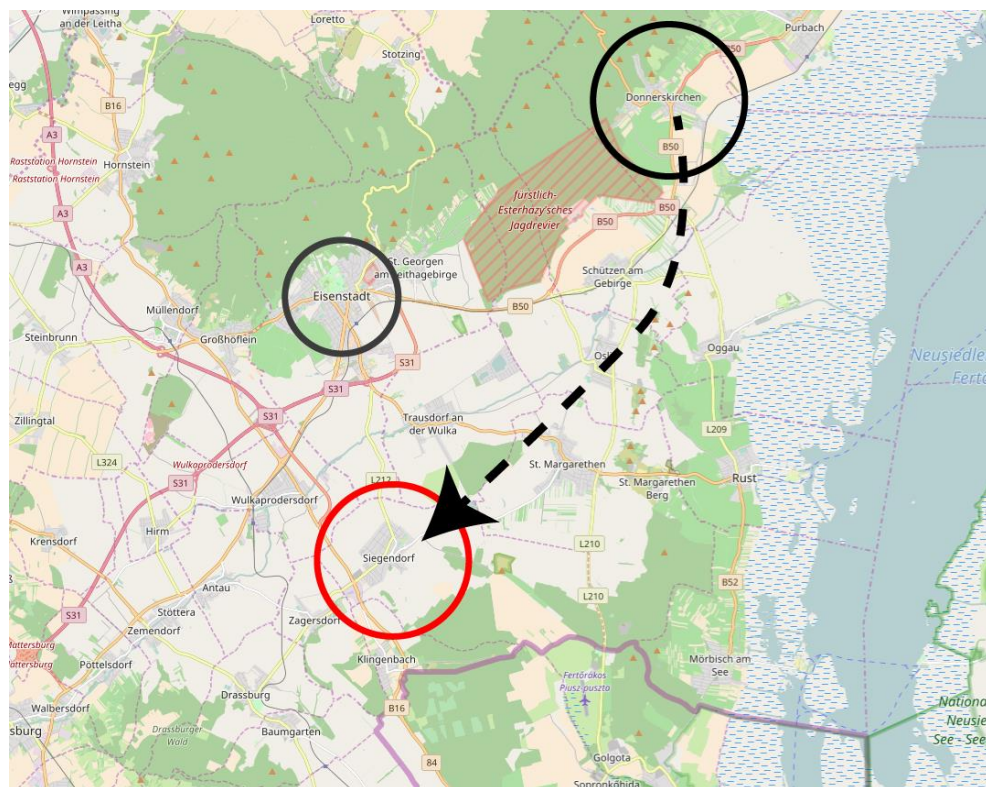


Abb. 28 Verortung PzGrenB53¹⁴⁰

¹³⁷ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 106

¹³⁸ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 105-110

¹³⁹ Vgl. (Schneidhofer, 2017) Anlage 17

¹⁴⁰ Abb. erstellt durch Verfasser, Hintergrundkarte: (OpenStreetMap-Mitwirkende, 2017)

3.3 Anforderungen an den Gefechtsstand

SCHNEIDHOFER stellt drei Grundbedürfnisse an eine Gefechtsstandorganisation dar:¹⁴¹

- Durchhaltefähigkeit (kontinuierliche Führung)
- Gleichbleibende qualitative Führungsleistung
- Beweglichkeit der Führungseinrichtungen

Durchhaltefähigkeit meint die permanente, ununterbrochene Führungsfähigkeit und Stabsarbeit. Dies erfordert ausreichend personelle Ressourcen. Speziell in Anbetracht einer 24-Stunden Dauerbelastung stellt das eine Herausforderung dar. Kern- und Schichtdienstsysteme stoßen dabei an ihre Grenzen. Weiters ist speziell bei beweglichen Führungseinrichtungen die Transportkapazität der Führungsfahrzeuge ein wesentlicher Faktor.¹⁴²

Bei der gleichbleibenden qualitativen Führungsleistung geht es um Kontinuität. Einerseits müssen Reserven gebildet werden, um beim Auftreten von besonderen Ereignissen noch agieren anstatt nur reagieren zu können, auf der anderen Seite darf darunter die Qualität der Führungsleistung nicht leiden. Personalstrukturen die auch bei Schichtbetrieb gleichbleibende qualitative Ergebnisse produzieren sind daher essentiell.¹⁴³

Das dritte Grundbedürfnis, Beweglichkeit, meint die permanente Mobilität von Führungseinrichtungen. Vorteile davon sind unter anderem die Möglichkeit zur Geländeausnutzung, das Entziehen feindlicher Waffenwirkung durch Ausnutzung von Taleinschnitten oder Geländemulden. Ziel ist es, sich gefechtsnahe, aber trotzdem außerhalb des direkten Wirkungsbereichs gegnerischen Flachfeuers zu befinden. Wichtige Anforderung an die fahrzeugtechnische Ausstattung ist dabei eine möglichst kurze Auf- und Abbauzeit.¹⁴⁴

Eine wesentliche Besonderheit der Herangehensweise an die Konzeptionierung der Führungseinrichtungen von SCHNEIDHOFER ist, dass er auch schon auf Ebene Bataillon den integrierten Hauptgefechtsstand ab Phase 2 aufspaltet und schließlich in vier Führungseinrichtungen gliedert.¹⁴⁵ Grundsätzlich werden diese Elemente im ÖBH erst ab Ebene Brigade (der nächsthöheren Ebene) gebildet.¹⁴⁶

Bei der genaueren Betrachtung der Elemente im Einsatzraum wird in Folge auf alle vier Führungseinrichtungen eingegangen. Den integrierten Hauptgefechtsstand (MAIN), den rückwärtigen Gefechtsstand (REAR), den

¹⁴¹ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 25f

¹⁴² Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 28

¹⁴³ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 29

¹⁴⁴ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 30f

¹⁴⁵ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 61-64

¹⁴⁶ Vgl. (BMLVS, 2016) RdNr. 90

vorgeschobenen Gefechtsstand (FWD), den Geräteabschubpunkt (UMCP) und die bewegliche Befehlsstelle (TAC).

Der integrierte Hauptgefechtsstand beschreibt einen Gefechtsstand, in dem alle Teilbereiche räumlich zusammengefasst sind. Das Gegenstück dazu sind Teilgefechtsstände, bei denen die einzelnen Funktionen auf mehrere Orte aufgeteilt werden. Die räumliche Trennung kann zu Reibungsverlusten durch erschwerte direkte Kommunikation führen. Vorteil von dieser Variante ist, dass bei einem Angriff aufs Gebäude nicht sofort alle Teile des Stabes ausfallen.¹⁴⁷

Die einzelnen Führungseinrichtungen sind abhängig von der Gefechtsphase an unterschiedlichen Positionen im Einsatzraum lokalisiert (vgl. Abb. 29).

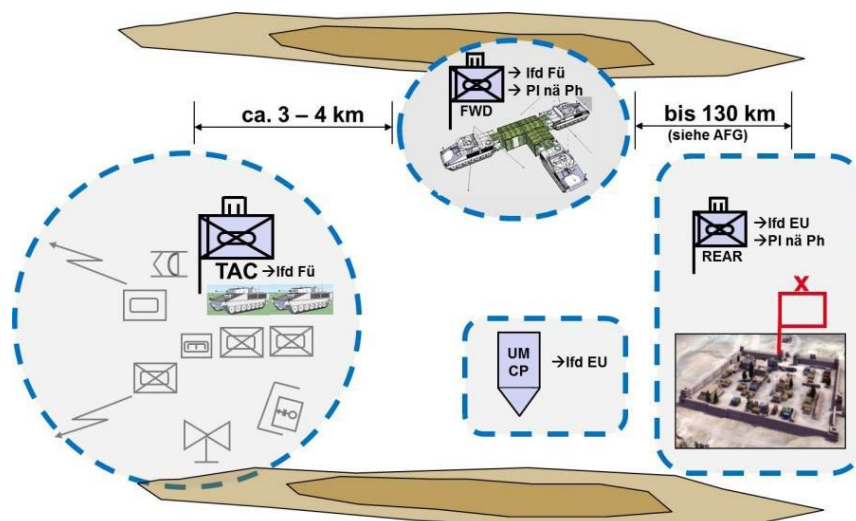


Abb. 29 Gefechtsstandkonzeption für die gepanzerte Kampftruppe ¹⁴⁸

Unabhängig von der Art der Ausführung, dient ein Gefechtsstand dem Stab als funktionsorientierter Raum zur Ausführung seiner Tätigkeit. Diese ist die Unterstützung des Kommandanten. Durch die Aufteilung in Teilgefechtsstände wird das räumlich unabhängige Verschieben der einzelnen Elemente möglich. Vorteil davon ist, speziell in Bezug auf die TAC, dass dadurch eine räumliche Nähe zur kämpfenden Truppe erreicht wird. Gleichzeitig nimmt aber auch die Fähigkeit im Bereich der Stabstätigkeit ab, da die einzelnen Personen sich nun auf unterschiedliche Standorten am Gefechtsfeld befinden.¹⁴⁹

¹⁴⁷ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 79

¹⁴⁸ (Schneidhofer, 2017) S. 45

¹⁴⁹ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 61-64

3.4 Gefechtsphasen

Das Gefecht in der Übungslage wird in die folgenden vier Phasen unterteilt:

150

- Phase 1 „Verfügung“
- Phase 2 „Annäherung“
- Phase 3 „beweglicher Kampf“
- Phase 4 „Angriffsziel gesichert“

Während dieser Phasen verändern sich auch die Führungseinrichtungen. In der ersten Phase wird das Bataillon aus einem integrierten Gefechtsstand geführt (vgl. Abb. 30).

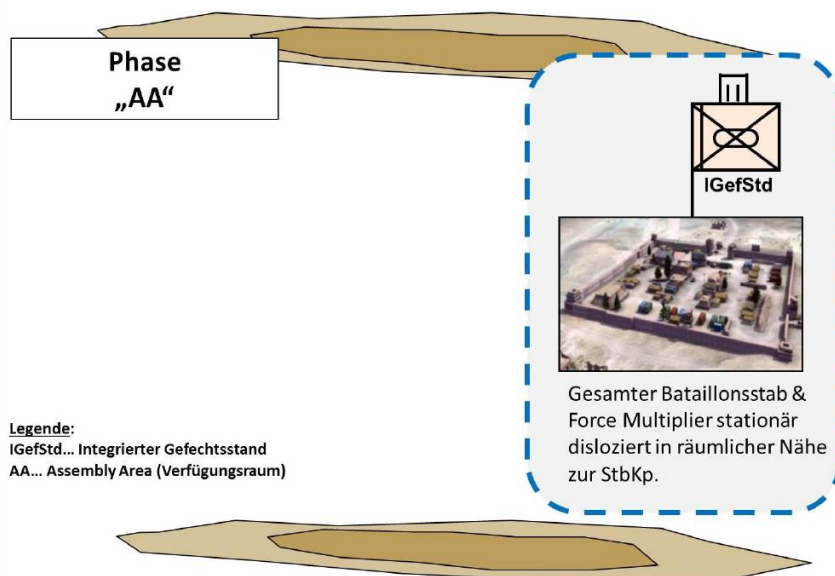


Abb. 30 Gefechtsstandorganisation – Phase 1 "Verfügung" ¹⁵¹

¹⁵⁰ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 62ff

¹⁵¹ (Schneidhofer, 2017) S. 62

Dieser wird jedoch in der zweiten Phase schon aufgeteilt. Es werden die TAC, ein FWD, ein REAR und ein UMCP gebildet. Die TAC nähert sich auf Höhe der kämpfenden Teile dem Angriffsziel, FWD und UMCP ziehen auf Befehl nach (vgl. Abb. 31).

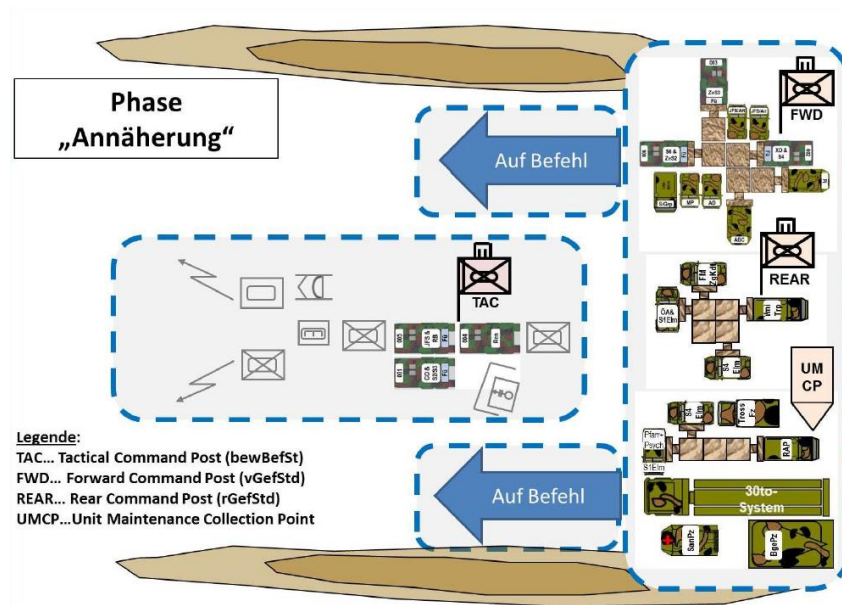


Abb. 31 Gefechtsstandorganisation - Phase 2 "Annäherung" ¹⁵²

Während der dritten Phase, *bewegliches Gefecht*, werden FWD und UMCP nachgezogen, der REAR verbleibt rückwärtig. Die TAC befindet sich weiterhin auf Höhe der kämpfenden Teile (vgl. Abb. 32).

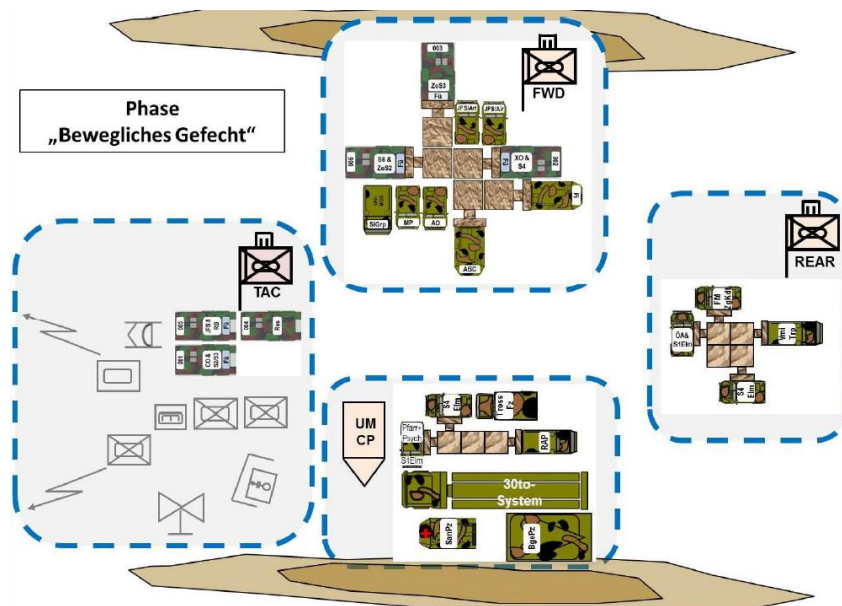


Abb. 32 Gefechtsstandorganisation – Phase 3 "Bewegliches Gefecht" ¹⁵³

¹⁵² (Schneidhofer, 2017) S. 63

¹⁵³ (Schneidhofer, 2017) S. 63

In der letzten Phase, *Angriffsziel gesichert*, werden FWD und UMCP auf Höhe der TAC nachgezogen und beginnen einen integrierten Gefechtsstand zu errichten. Die letzten rückwärtig verbliebenen Teile werden auf Befehl nachgezogen und vervollständigen anschließend den Gefechtsstand (vgl. Abb. 33).

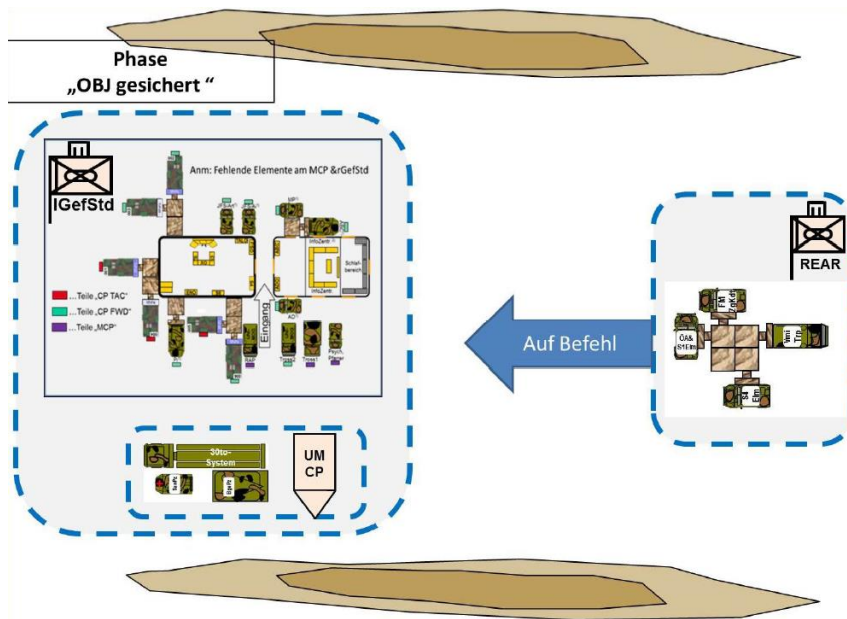


Abb. 33 Gefechtsstandorganisation – Phase 4 "Angriffsziel gesichert" ¹⁵⁴

¹⁵⁴ (Schneidhofer, 2017) S. 64

3.5 Verbindung

Die Stabstätigkeit bzw. der gesamte Informationsfluss wird in den Phasen der Aufteilung, den Phasen 2 und 3, wesentlich durch die Qualität der Verbindungsmittel beeinflusst.

Während der vier Gefechtsphasen verändert sich auch die Verbindung innerhalb des Stabs (siehe Kapitel 3.4). Beginnend bei Phase 1, bei der durch die Bündelung aller Elemente an einem Standort noch persönlicher Kontakt möglich ist, über Phase 2 und Phase 3, wo der Großteil der Verbindungen über technische Verbindungsmittel passiert bis schlussendlich zur Phase 4, in der durch die Eingliederung der einzelnen Elemente wieder mehr persönlicher Kontakt möglich ist.

Ist keine persönliche Verbindung möglich, stehen den Führungseinrichtungen verschiedene leitungsgebundene und leitungsungebundene Verbindungsmittel zur Verfügung. Besteht jedoch keine Möglichkeit, sich im Einsatzraum auf vorhandene Leitungsinfrastruktur zu stützen, muss auf leitungsungebundene Verbindungen zurückgegriffen werden. Darunter fallen Funkverbindungen wie u.a. Kurzwelle (KW), Ultrakurzwelle (UKW) und Satellitenkommunikation (SatCom) Verbindungen. Die einzelnen Verbindungsarten unterscheiden sich in der Frequenz, welche Auswirkungen auf die Reichweite und Bandbreite hat.¹⁵⁵

In der hier verwendeten Übungslage ist das betrachtete Panzergrenadierbataillon mit KW und UKW Funkgeräten ausgestattet. Mit diesen ist Sprechfunk und Datenfunk möglich. Für alle Funkverbindungen sind spezielle Funknetzte (Gliederung der Teilnehmer von Funkverbindungen) vorgesehen. Diese werden nach der jeweiligen Teilnehmergruppe benannt. Für den Einsatz aus der Übungslage sind das:

¹⁵⁶

- Führungskreis zur übergeordneten Ebene
- Führungskreis zur unterstellten Teilen
- Kampfunterstützungskreis
- Aufklärungskreis
- Datenfunkkreis

Datenverbindungen erlauben es Informationen direkt aus Führungsinformationssystemen zu übertragen. Darunter fallen Positionsangaben, Lagebilder aber auch Befehle.¹⁵⁷

¹⁵⁵ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 87

¹⁵⁶ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 90

¹⁵⁷ Vgl. (Schneidhofer, 2017) S. 87f

Trotz dieser Vielzahl an technischen Kommunikationsmittel ist in bestimmten Fällen persönlicher Kontakt notwendig. Wesentlicher Grund dafür ist die Minimierung von Reibungsverlusten. Beispiele hierfür sind Befehlsausgaben und Besprechungen.

Für die Darstellung der bestehenden Verbindungsbeziehungen innerhalb des Stabspersonals werden neun Bezeichnungen verwendet, hinter denen sechs Verbindungsformen stehen:

persönliches Gespräch, geringste Entfernung	Die zwei Kommunikationspartner befinden sich in unmittelbarer Nähe, ein persönliches Gespräch kann sofort begonnen werden.
eingegliederte Führungseinrichtung, gleiches Fahrzeug	
persönliches Gespräch, mittlere Entfernung	Beide Personen befinden sich in Rufweite, innerhalb von max. einer Minute kann ein persönliches Gespräch aufgenommen werden.
eingegliederte Führungseinrichtung, gleiches Fahrzeug	
persönliches Gespräch, hohe Entfernung	Aufgrund der Entfernung zwischen den beiden Kommunikationspartnern, Sichtkontakt muss nicht unbedingt gegeben sein, kann ein persönliches Gespräch erst nach einer Vorlaufzeit von mind. einer und max. fünf Minuten gestartet werden.
im Raum	
ausgegliederte Führungseinrichtung, gleiches Fahrzeug	Beide Personen befinden sich innerhalb desselben Gefechtsfahrzeuges unter Gefechtsbedingungen.
ausgegliederte Führungseinrichtung, anderes Fahrzeug	Beide Personen befinden sich innerhalb eines Gefechtsfahrzeuges unter Gefechtsbedingungen, beide sind Bestandteil der selben Führungseinrichtung.
Tunnelverbindung	Die beiden Personen sind über Telefon, Funk und/oder Datenverbindung verbunden

Abb. 34 Tabelle, Bestehende Verbindungsformen

Die unterschiedlichen Verbindungsformen werden ausführlicher in einem späteren Kapitel behandelt (siehe Kapitel 4.1).

3.6 Struktur und Hierarchie des Gefechtsstands

Der Stab gliedert sich in Zellen und Zentralen, wobei beide Strukturen parallel existieren (vgl. Abb. 35). Jede Person im Bataillonsstab hat eine bestimmte Aufgabe und ist in der hierarchischen Struktur eingebunden (vgl. Abb. 36).

Zelle S2	Führungszentrale
Zelle S3	
Zelle S1	Einsatzunterstützungszentrale
Zelle S4	
Zelle ÖA & Komm	
Zelle S6	Führungsunterstützungszentrale

Abb. 35 Gliederung der Zentralen¹⁵⁸

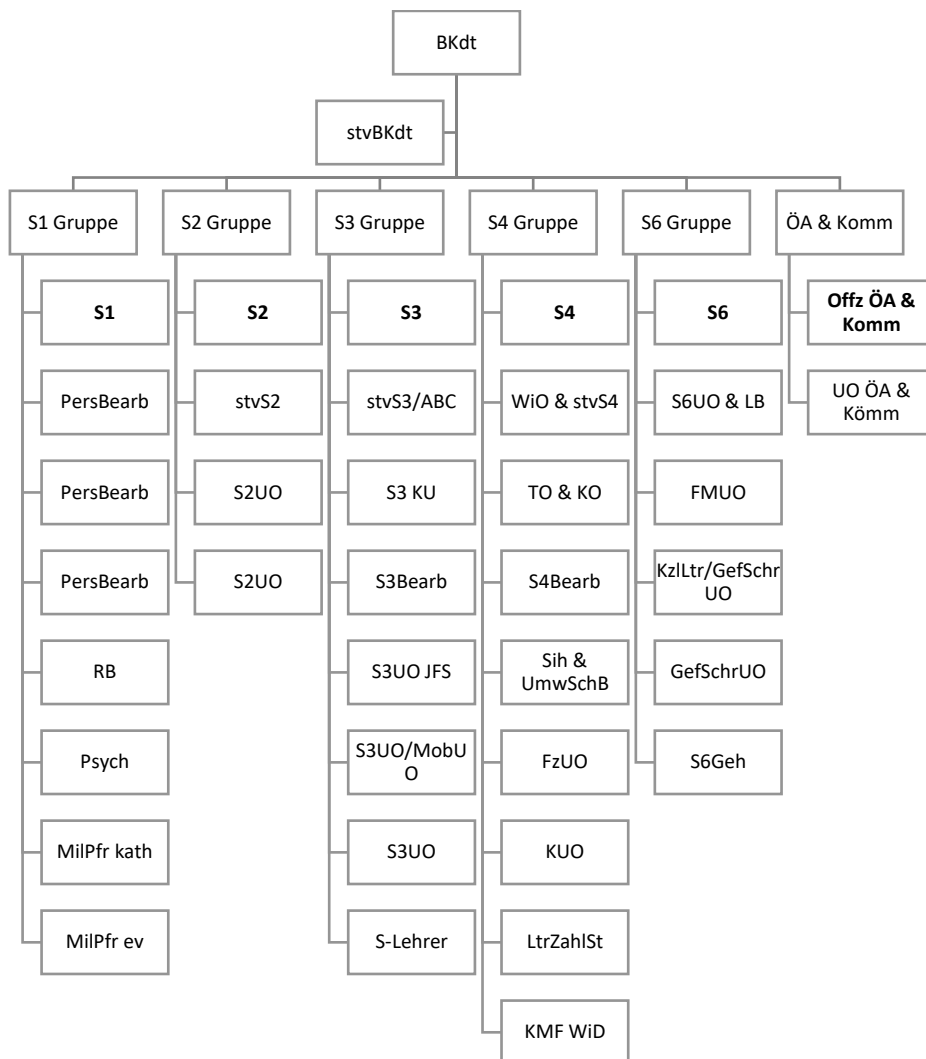


Abb. 36 Personalstruktur Bataillonsstab Panzergrenadierbataillon¹⁵⁹

¹⁵⁸ Vgl. (BMLVS, 2016) S. 36

¹⁵⁹ Vgl. (BMLVS, 2015)

Während der Gefechtsphasen wird diese Struktur nicht immer räumlich abgebildet, die einzelnen Personen werden auf verschiedene Führungseinrichtungen aufgeteilt und befinden sich somit an unterschiedlichen Orten (vgl. Abb. 37). Durch strukturierte Kommunikationsverbindungen, wird eine einsatztaugliche Struktur aufrechterhalten (vgl. Kapitel 3.5).

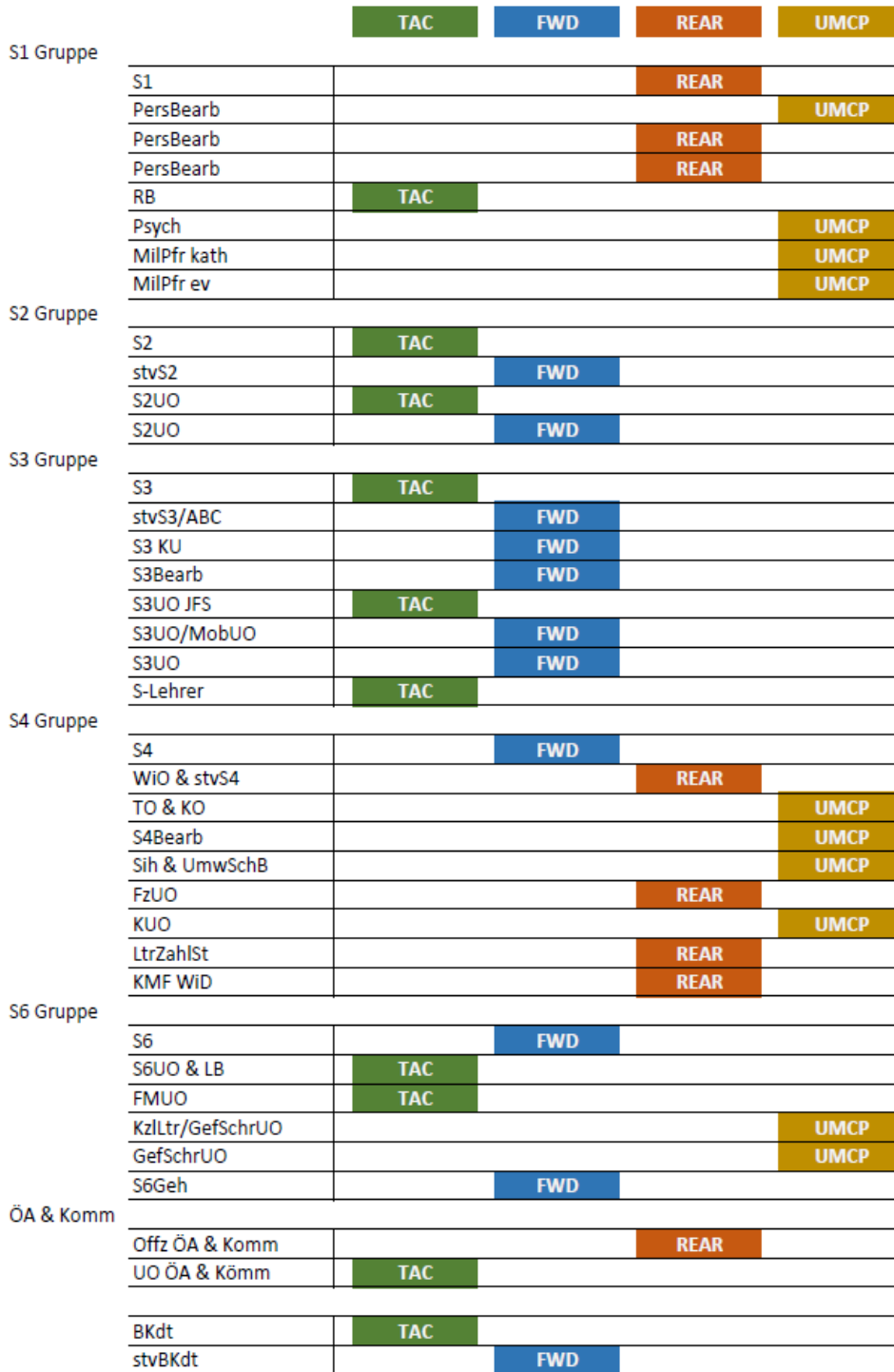


Abb. 37 Verteilung des Stabpersonals auf die einzelnen Führungseinrichtungen

3.7 Konzept der Führungseinrichtungen

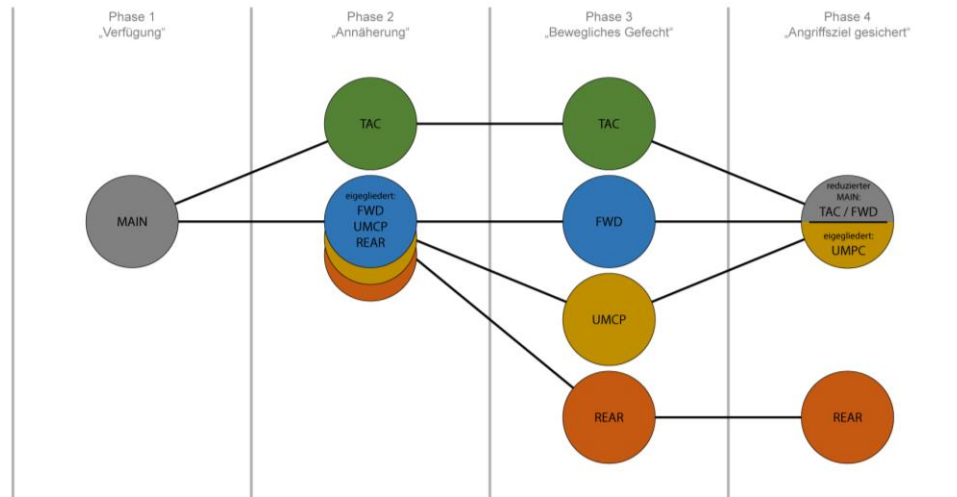


Abb. 38 Führungseinrichtungen während der Gefechtsphasen

Ab der Phase 2 „Annäherung“ wird der integrierte Gefechtsstand (MAIN) geteilt und bildet vier Führungseinrichtungen (FüEinr). Diese sind die Bewegliche Befehlsstelle (TAC), der Vorgeschobene Gefechtsstand (FWD) der Rückwärtige Gefechtsstand (REAR) und der Geräteabschubpunkt (UMCP). Während der Phasen 2 bis 3 befinden sich diese an unterschiedlichen Orten innerhalb des Einsatzgebietes. In der Phase 2 werden die einzelnen Elemente schon gebildet, der Abmarsch der Elemente FWD, UMCP und REAR passiert aber erst auf Befehl. Für die weitere Bearbeitung wird die Phase 2 jedoch zum dem Zeitpunkt betrachtet, wo sich die einzelnen Elemente noch an einem Standort befinden. Bei der Phase 4 wird aus TAC und FWD wieder ein MAIN gebildet, der UMCP befindet sich auch direkt daneben. Auf Befehl wird der REAR nachgezogen. Diese Phase wird zu dem Zeitpunkt betrachtet, wo sich der REAR noch an derselben Position wie in Phase 3 befindet, bevor der Befehl zum Nachziehen kommt.

3.8 Verbindungsanalyse

Eine Verbindungsanalyse in Form von Beziehungsmatrizen soll nun die bestehenden Verbindungsbeziehungen aufzeigen. In vier Rastern werden die Verbindungen von allen Personen im Stab während der einzelnen Gefechtsphasen dargestellt (vgl. Abb. 39, Abb. 40, Abb. 41, Abb. 42).

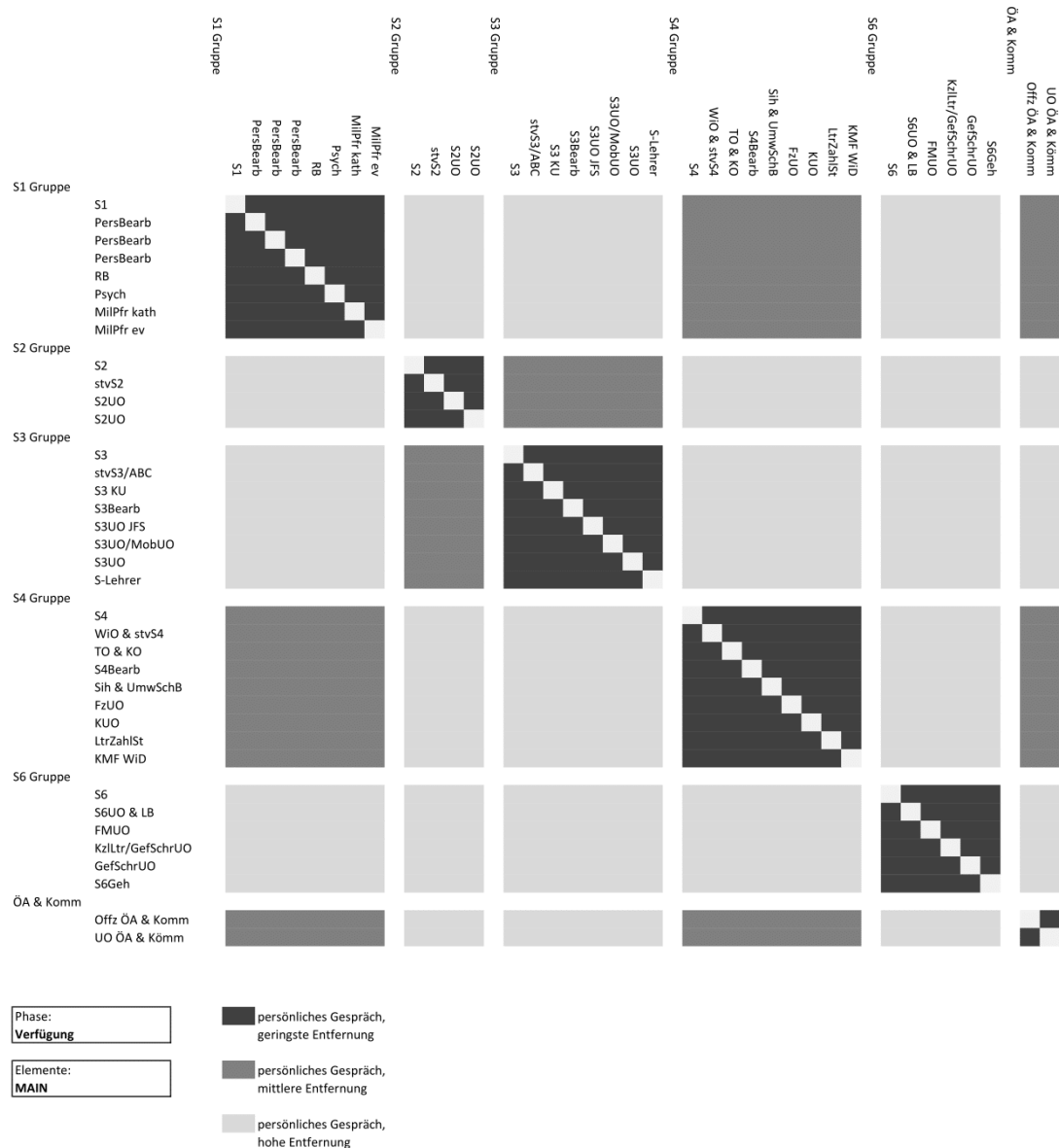


Abb. 39 Beziehungsmatrix Stab, Phase 1 „Verfügung“

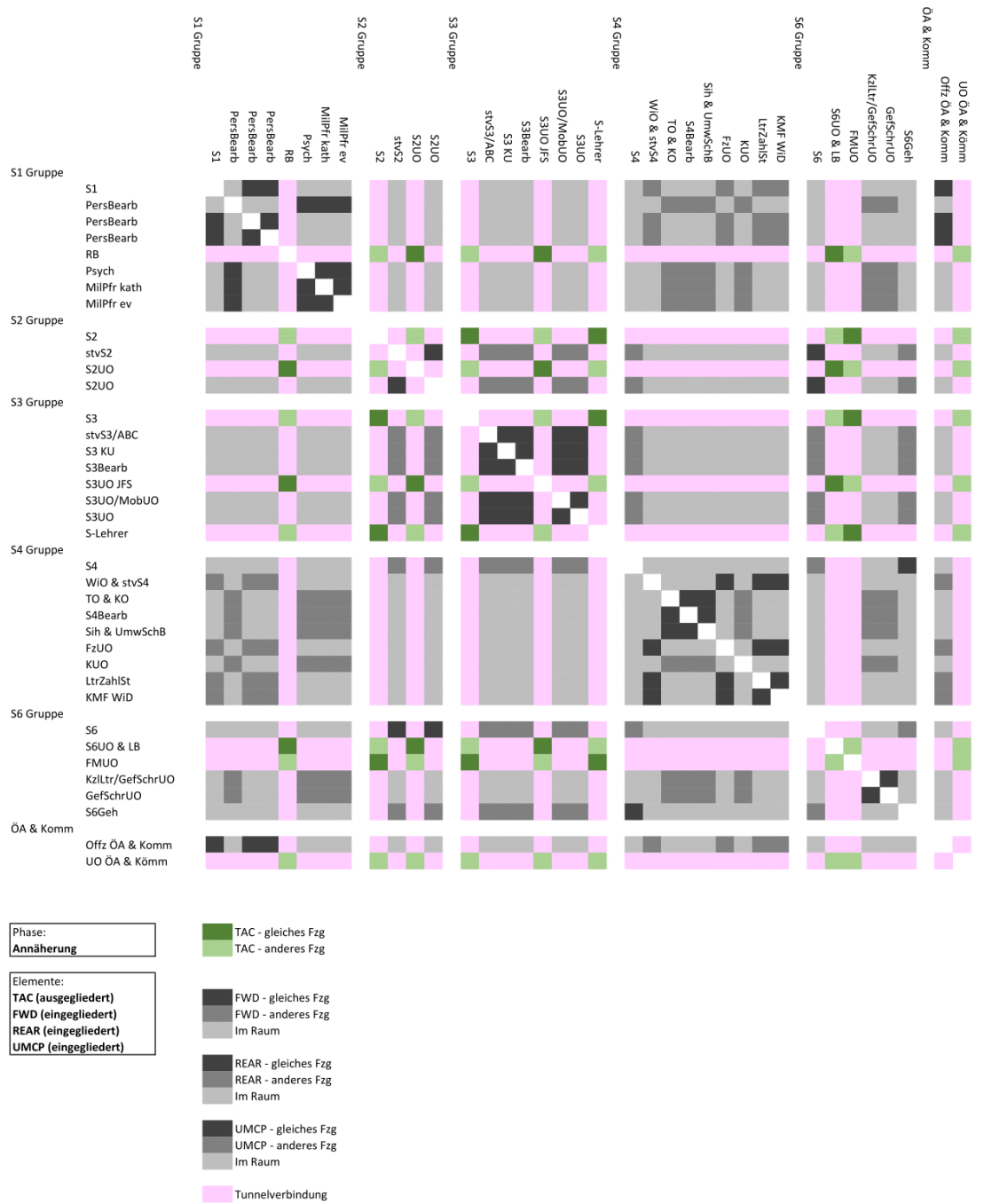


Abb. 40 Beziehungsmatrix Stab, Phase 2 „Annäherung“

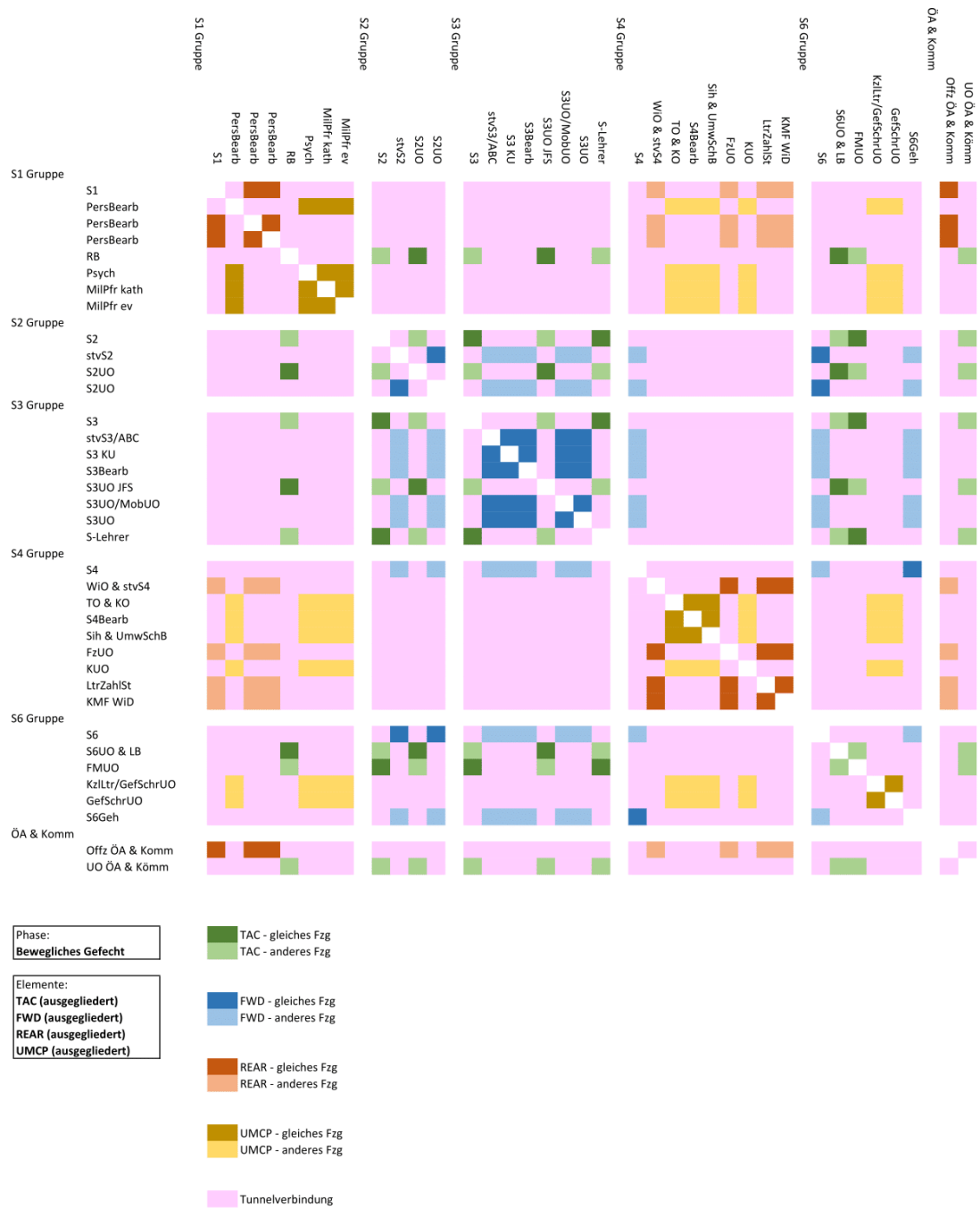


Abb. 41 Beziehungsmatrix Stab, Phase 3 „Bewegliches Gefecht“

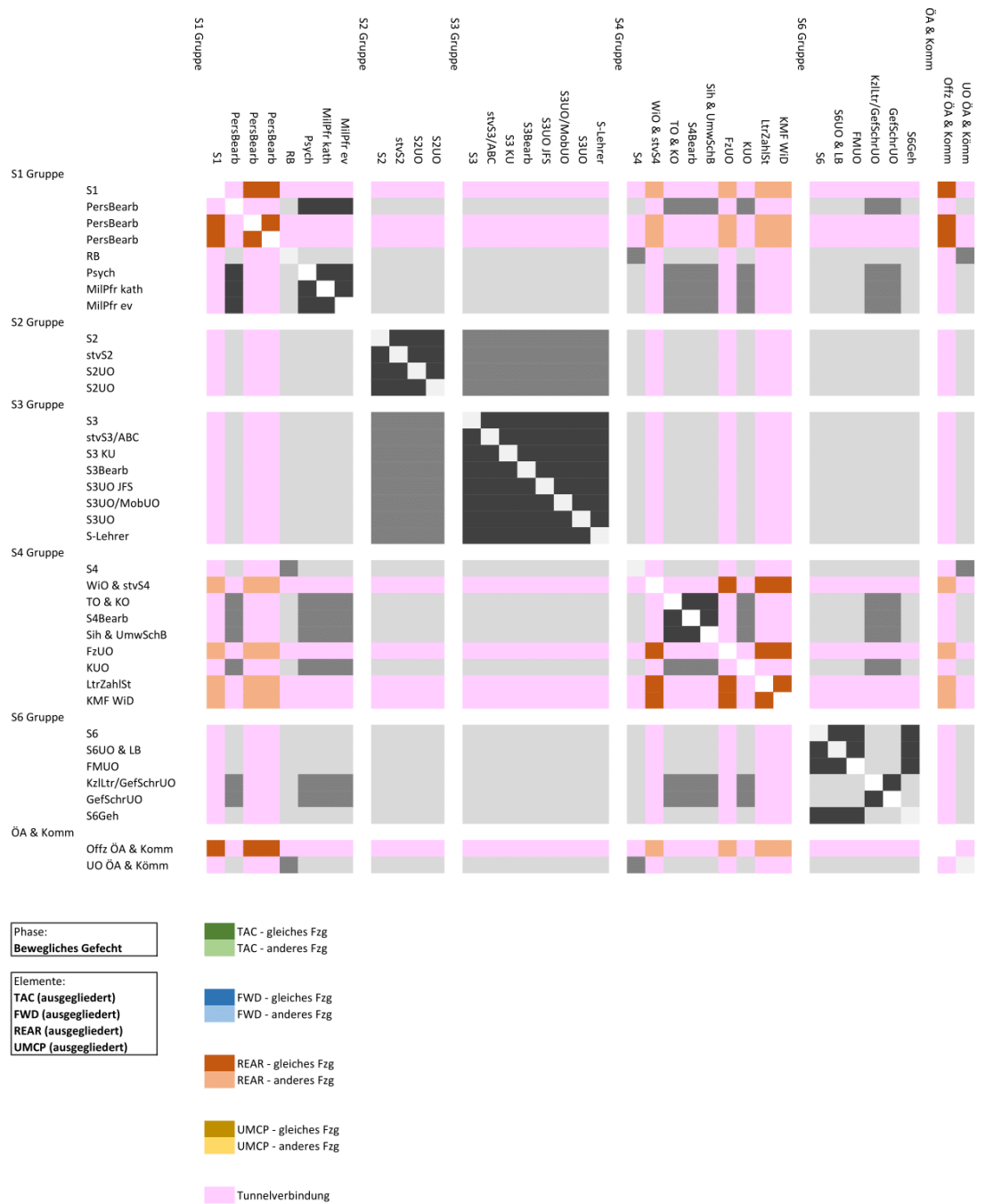


Abb. 42 Beziehungsmatrix Stab, Phase 4 „Angriffsziel gesichert“

4 Raum neu denken

Basierend auf der Ausgangssituation werden im folgenden Kapitel alle Verbindungsformen innerhalb des Gefechtsstandes genauer analysiert und eine Form der Bewertung vorgestellt, die es ermöglicht, den unterschiedlichen Varianten einen numerischen Wert zuzuweisen. Mittels dieser Werte wird die Verbindungsperformance für die bisherige Umsetzung der Führungseinrichtungen ermittelt.

Begonnen bei den bisherigen Verbindungsformen werden im nächsten Schritt die Maßnahmen zur virtuellen Raumerweiterung vorgestellt.

Ein Betrachtungsfilter reduziert die Verbindungen der Matrix auf die, für die hierarchische Struktur, wesentlichen und ermöglicht eine stärker fokussierte Darstellung. Die numerischen Werte aus dem Bewertungsschema werden den Zellen der reduzierten Matrizen eingeschrieben und resultieren in *bewerteten Verbindungsmatrizen*.

4.1 Herkömmliche Verbindungsformen

Der Großteil der Verbindung in der bisherigen Umsetzung passiert durch persönliche Gespräche. Wahlweise direkt zwischen zwei Personen oder aber auch über ein Übertragungsmedium wie u.a. Funk oder Telefon. Eine weitere Form der Verbindung ist die Datenverbindung, die die Nutzer mithilfe zweier Endgeräte und eines Übertragungswegs dazwischen verbindet.

Funk-, Telefon- und Datenverbindungen werden in weiterer Folge abgeleitet von dem dabei notwendigen Übertragungsmedium als Tunnelverbindungen bezeichnet. Die restlichen Verbindungsformen bilden die Gruppe des persönlichen Gesprächs.

4.1.1 Persönliches Gespräch

Die Verbindungsgruppe persönliches Gespräch beinhaltet fünf Verbindungsformen, die sich einerseits durch die Rahmenbedingungen (gesichertes Umfeld, unter Gefechtsbedingungen) und andererseits durch die Entfernung der beiden Gesprächspartner (nah bis fern) unterscheiden (vgl. Abb. 43).

persönliches Gespräch	gesichertes Umfeld	geringste Entfernung
		mittlere Entfernung
		hohe Entfernung
	unter Gefechtsbedingungen	im selben Fahrzeug
		im selben Element, anderes Fahrzeug

Abb. 43 Verbindungsgruppe: persönliches Gespräch

Bei den Rahmenbedingungen steht *gesichertes Umfeld* für eine Umgebung, in der die Personen nicht unter Gefechtsbedingungen arbeiten und kommunizieren. Natürlich basiert das in dieser Arbeit gewählte Szenario auf einem Gefechtseinsatz, es macht aber einen Unterschied, ob sich die Person innerhalb eines gesicherten Camps, oder direkt in einem Gefechtsfahrzeug am Gefechtsfeld befindet. Der erste Fall, innerhalb des Camps, wird somit in weiterer Folge als *gesichertes Umfeld* betrachtet. Der integrierte MAIN in der Phase 1 ist in diese Kategorie einzuordnen.

Bei der Ausgliederung der einzelnen Elemente (TAC, FWD, REAR und UMCP) kommt es darauf an, ob sie sich innerhalb oder außerhalb eines Sicherheitsverbunds befinden. Für die Arbeit werden die Phasen, in denen die einzelnen Führungseinrichtungen noch eingegliedert sind als *gesichertes Umfeld* betrachtet, trotzdem, dass sich die Personen in den Gefechtsfahrzeugen befinden. Erst, wenn die jeweiligen Elemente ausgegliedert wurden und sich selbstständig am Gefechtsfeld bewegen fallen sie in die Kategorie *unter Gefechtsbedingungen*.

Die Verbindungen, die in die Kategorie *gesichertes Umfeld* fallen unterteilen sich weiters in drei Verbindungsarten abhängig von der Entfernung der beiden Gesprächspartner zueinander. Dabei steht *geringste Entfernung* für eine durchschnittliche Distanz, die notwendig ist um ein Gespräch auf normaler Lautstärke führen zu können.

Mittlere Entfernung steht für Rufweite, der Gesprächspartner sollte innerhalb von max. einer Minute Gehzeit erreichbar sein. Darunter fallen auch Personen die sich zum Zeitpunkt nicht in Sichtweite befinden und z.B. in einem benachbarten Zimmer sind, aber innerhalb dieser Zeit greifbar sind.

Die letzte Variante, *große Entfernung*, erweitert die Zeit, in der der Gesprächspartner erreicht werden kann auf fünf Minuten. Somit können auch Personen in anderen Stockwerken, oder bei geringer Entfernung auch in anderen Gebäuden erreicht werden. Diese Entfernung wird als *Gehweite* bezeichnet.

Die Verbindungsformen *unter Gefechtsbedingungen* werden in zwei Arten unterteilt. Die erste beschreibt die Verbindung von zwei Personen, die sich in derselben Führungseinrichtung und gleichzeitig im selben Gefechtsfahrzeug befinden. Der zweite Fall beschreibt die Situation, in der sich die zwei Gesprächspartner zwar ebenfalls in derselben Führungseinrichtung befinden, jedoch in unterschiedlichen Gefechtsfahrzeugen.

4.1.2 Tunnelverbindungen

Bei den Tunnelverbindungen wird zwischen Telefon/Funk und Datenverbindung unterschieden, in weiterer Folge wird aber nur der Durchschnittswert dieser zwei Verbindungen verwendet. Aufgrund ihrer Verschiedenartigkeit in den einzelnen Bewertungskategorien werden sie für die Erarbeitung des Bewertungsschemas noch getrennt behandelt und erst danach zusammengefügt.

Telefon und Funk meint dabei die Übertragung von Sprache über ein Übertragungsmedium, Datenverbindung die reine Übertragung von Daten von Computer zu Computer ebenfalls über ein Übertragungsmedium.

4.2 Virtuelle Raumerweiterung

Im Folgenden werden nun die Formen von Raumerweiterungen in die virtuelle Welt näher vorgestellt und ihre Vorteile gegenüber den bestehenden Verbindungsformen dargelegt. Raumerweiterung wird in diesem Fall nicht rein als Vergrößerung eines materiellen Raums betrachtet, sondern als eine Erweiterung in unterschiedlichen Dimensionen. Darunter fallen im Speziellen die Erweiterung durch das virtuelle Einbinden materiell entfernter Personen und die Weiterführung von räumlichen Strukturen in eine virtuelle Umgebung, in der die Grenze zwischen Raum und Information verschwimmt.

Diese Arbeit versucht die Erweiterungsmaßnahmen losgelöst von Begrifflichkeiten wie *Virtual Reality* und *Augmented Reality* zu beschreiben. Die Charakteristika der einzelnen Varianten werden im Detail dargestellt und abschließend eine Einordnung in die, im Grundlagenteil der Arbeit, vorgestellten Schemata versucht (vgl. Kapitel 2.3).

4.2.1 Realer und virtueller Raum

In der bisherigen Form befinden sich und kommunizieren alle handelnden Personen in materiell existierenden, realen Räumen. Im Zuge der Optimierung wechseln einige davon in virtuelle Räume. Sie befinden sich nach wie vor in realen Räumen, agieren aber in virtuellen Räumen. Um nun auch virtuelle Räume nutzbar zu machen sind Verbindungen innerhalb und zwischen den beiden Welten notwendig. Verbindungen innerhalb der materiell existierenden Räume sind bereits bekannt. Es fehlen noch Möglichkeiten für Verbindungen zwischen den beiden Welten und innerhalb des virtuellen Raums. Somit ergeben sich drei Kategorien um alle Verbindungseventualitäten abzudecken:

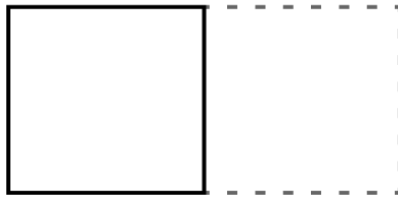
1. **real** \leftrightarrow **real**
2. **real** \leftrightarrow **virtuell**
3. **virtuell** \leftrightarrow **virtuell**

Die Verbindung zwischen den Personen wird maßgeblich durch den Raum, in dem sie sich befinden, beeinflusst. Werden nun alle Verbindungsformen in die drei zuvor angegebenen Kategorien eingeordnet, zeigt sich, dass mit den bisherigen Verbindungen, die nur reale Räume mit anderen realen Räumen verbinden, keine Interaktion mit Personen in virtuellen Räumen erreicht werden kann.

Um diese Personen einzubinden, benötigt es eine Verbindung, die in die zweite Kategorie fällt. Um auch Personen rein in virtuellen Räumen zu verbinden, in die dritte Kategorie.

Neben den virtuellen Erweiterungsformen können auch durch die bestehende Form, *Tunnelverbindungen*, virtuelle mit virtuellen oder realen Räumen verknüpft werden. Dies ist jedoch die einzige der bisherigen Verbindungsarten die so etwas ermöglicht.

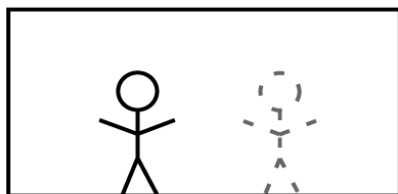
Ausgehend davon ergeben sich die drei folgenden Varianten, um diese Verbindung auch in und zwischen virtuellen Räumen zu ermöglichen (vgl. Abb. 44).



(1) Raum x Raum

Raum x Raum

Ein materieller Raum wird virtuell mit einem oder mehreren materiell existierenden Räumen verbunden



(2) Raum x Person

Raum x Person

Eine Person wird mittels virtuellem Avatar in einem anderen Raum eingebunden. Dieser kann unabhängig vom Ort der Person real oder virtuell sein.



(3) Person x Person

Person x Person

Zwei oder mehrere virtuelle Avatare treffen sich in einem virtuellen Raum

Abb. 44 Virtuelle Verbindungs- und Erweiterungsmöglichkeiten

Diese drei Verbindungs- und Erweiterungsmöglichkeiten lassen sich wie folgt in die drei Verbindungskategorien zwischen realem und virtuellem Raum einteilen:

Raum x Raum	real \leftrightarrow real
Raum x Person	real \leftrightarrow real real \leftrightarrow virtuell virtuell \leftrightarrow virtuell
Person x Person	virtuell \leftrightarrow virtuell

Trotzdem, dass die Verbindung *Raum x Person* für alle drei Verbindungsformen von real und virtuell eingesetzt werden kann, unterscheidet sich diese Form der Verbindung in ihren Eigenschaften wesentlich von den anderen beiden (*Raum x Raum* und *Person x Person*).

4.2.2 Virtuelle Raumverbindung

Bei der ersten Variante der virtuellen Raumerweiterungen zeigt sich nicht auf den ersten Blick was an ihr virtuell ist, da zwei reale, materiell existierende Räume miteinander verbunden werden. In diesem Fall ist die Verbindung virtuell, da diese rein materiell nicht umsetzbar wäre.

Bei dieser Form der Verbindung werden zwei oder mehrere Räume in Echtzeit miteinander verbunden. Im Groben ist sie mit einer Videokonferenz vergleichbar, mit dem großen Unterschied, dass sich die Verbindung nicht auf einen Bildausschnitt beschränkt, sondern einen oder mehrere Räume darstellt, die so wahrgenommen werden, als würden sie materiell an dieser Stelle existieren.

Anstatt eines Bildschirms oder einer Leinwand wird eine ganze Wand zum Portal in einen anderen Raum, der an dieser Stelle zwar nicht materiell, sehr wohl aber virtuell existiert. Wahrgenommen so, als würde er materiell existieren, mit dem einzigen Unterschied, dass der dargestellte Raum nicht betreten werden kann (vgl. Abb. 45).



Abb. 45 Visualisierung, Raumverbindung mit eingblendetem Screen¹⁶⁰

Die Räume sind mittels Bild und Ton miteinander verbunden, dabei ist es essentiell, dass in beiden Disziplinen die Wiedergabe den räumlichen Eindruck des Originals bestmöglich nachahmt. Die räumliche Perspektive darf nicht nur auf einen Betrachtungspunkt ausgelegt sein, sondern muss, gleich der realen Wahrnehmung, sich abhängig vom Standort des Betrachters verändern. Gleiches gilt für die akustische Komponente. Es ist notwendig, dass sie in einer Form wiedergegeben wird, die ein Richtungshören ermöglicht. Räumlicher Klang und räumliche Bildwiedergabe müssen in perfekter Übereinstimmung stattfinden (vgl. Abb. 46).

¹⁶⁰ Abb. erstellt durch Verfasser, Bildbestandteile: (Gratzer, 2015)



Abb. 46 Visualisierung, Raumverbindung¹⁶¹

Eine Verbindung von zwei oder mehreren Räumen auf diese Art und Weise muss aber nicht permanent vollständig bestehen. Im Sinne der Verhinderung von Reizüberflutung ist es sinnvoll, die Verbindung bei Nichtbenutzung zu dämpfen. Ebenfalls kann es Situationen geben in denen die Verbindung pausiert werden muss. Mögliche Mittel dafür sind die Reduktion der Transparenz um einen Effekt wie Milchglas zu erreichen. Somit ist die Verbindung nicht komplett unterbrochen, die Form der Interaktion aber wesentlich reduziert. Der Ton muss ebenfalls gemäß den Anforderungen der jeweiligen Situation verringert bzw. gedämpft werden (vgl. Abb. 47).



Abb. 47 Visualisierung, Raumverbindung „stummgeschaltet“¹⁶²

¹⁶¹ Abb. erstellt durch Verfasser, Bildbestandteile: (Gratzer, 2015), (Schoen, 2012)

¹⁶² Abb. erstellt durch Verfasser, Bildbestandteile: (Gratzer, 2015), (Schoen, 2012)

4.2.3 Virtueller Avatar im Raum

Die Verbindung zwischen zwei Räumen mittels virtuellem Avatar ermöglicht es Personen neben der primären Umgebung auch in einer weiteren Umgebung präsent zu sein. Dabei ist es unerheblich ob hierbei zwei reale, zwei virtuelle oder ein realer und ein virtueller Raum verbunden werden. Diese ist somit die einzige Erweiterungsmaßnahme, die realen mit virtuellen Raum verbinden kann.

Ausgehend vom *Reality-Virtuality-Continuum* nach MILGRAM ET AL¹⁶³ lässt sich der *virtuelle Avatar im Raum* in den Bereich der *Mixed Reality* einordnen. Ob die Verbindung nun eher der *Augmented Reality* oder der *Augmented Virtuality* kann erst im Einzelfall geklärt werden. Wesentlich besser lässt sich diese Form der Verbindung durch den von BOWER ET AL eingeführten Begriff *Blended Reality*¹⁶⁴ beschreiben. Dabei wurde das RV-Continuum um den Bereich der *Blended Reality* erweitert, in dem Teilnehmer aus beiden Welten miteinander interagieren können und jegliche Handlung Auswirkungen auf beide Welten hat.

Kern dieser Raumerweiterungsmaßnahme ist, dass eine Verbindung zwischen einem Anfangs- und Zielraum hergestellt wird. Beide Räume können sich entweder in der realen oder virtuellen Welt befinden. Eine Person aus dem Anfangsraum wird aufgenommen und im Zielraum als Avatar dargestellt. Dabei soll eine ähnliche Wahrnehmung für die Personen im Zielraum entstehen, als wäre die dargestellte Person auch materiell vorhanden (vgl. Abb. 48).



Abb. 48 Visualisierung, Virtueller Avatar in einer Lagebesprechung¹⁶⁵

¹⁶³ Vgl. (Milgram et al., 1995)

¹⁶⁴ Vgl. (Bower et al., 2010) S. 130f

¹⁶⁵ Abb. erstellt durch Verfasser, Bildbestandteile: (Steinberger, 2015), (Pux, 2016a)

Durch diese Maßnahme, kann gegenüber einer reinen Sprachverbindung (wie z.B. einer Telefonverbindung) auch die Mimik und die Gestik des Avatars wahrgenommen werden. Weiters kann sich der Avatar auch im Zielraum bewegen und mit diesem interagieren. Die dargestellte Person nimmt den Zielraum auch ähnlich wahr, als wäre sie physisch vor Ort (vgl. Abb. 49).



Abb. 49 Visualisierung, Virtueller Avatar am Gefechtsstand¹⁶⁶

¹⁶⁶ Abb. erstellt durch Verfasser, Bildbestandteile: (Miller, 2012b), (Pux, 2016b)

4.2.4 Virtueller Raum

Der *Virtuelle Raum* verbindet Personen innerhalb eines Raums in der *virtuellen Welt*. Die dadurch verbundenen Personen wechseln in die *virtuelle Umgebung* und agieren auch ausschließlich in dieser. Verbindungen in die *reale Welt* sind ab da rein nur mehr über einen *Virtuellen Avatar* oder Tunnelverbindungen möglich.

Der Vorteil, der dadurch entsteht, ist die Erweiterung der Möglichkeiten innerhalb einer virtuellen Umgebung. WORLD DESIGN INC. beschreiben drei Kategorien, in denen sie die Möglichkeiten von virtuellen Welten einordnen. Beginnend bei der vereinfachten Repräsentation der realen Welt über die Repräsentation mit gleicher Komplexität bis hin zu den *Abstractions*. Diese beschreiben Formen von virtuellen Räumen, in denen sehr komplexe Informationen, ohne ein physisch real existierendes Gegenstück, dargestellt werden.¹⁶⁷

Erst diese letzte Kategorie nutzt die Möglichkeiten von virtuellen Welten richtig aus.

Auch diese Erweiterungsmaßnahme lässt sich ins RV-Continuum nach MILGRAM ET AL¹⁶⁸ einordnen. In diesem Fall im Bereich der Augmented Virtuality, Virtuelle Umgebungen und Objekte, in die auch Informationen aus der realen Welt einfließen.

Virtuelle Räume können mit beliebig vielen Informationsebenen bestückt werden. Dies ermöglicht eine bessere Darstellung von komplexen Inhalten und führt daraus folgend auch zu einer besseren Möglichkeit der Verarbeitung, durch die den virtuellen Raum benutzenden Personen (vgl. Abb. 50).



Abb. 50 Informationsebenen, Virtueller Raum¹⁶⁹

¹⁶⁷ Vgl. (World Design Inc. , 1993)

¹⁶⁸ Vgl. (Milgram et al., 1995)

¹⁶⁹ Abb. erstellt durch Verfasser, Bildbestandteile: (o. A., o. J.-b), (o. A., o. J.-a), (Jamaica UAV, 2014)

Die Repräsentation von Menschen innerhalb der virtuellen Räume passiert mittels Avataren. Diese sind jedoch nicht an die menschliche Gestalt gebunden, sondern können je nach Bedarf unterschiedliche Formen annehmen (vgl. Abb. 51).



Abb. 51 Social VR, Facebook Spaces, Avatare¹⁷⁰

Für den Einsatz als Verbindungsform bieten virtuelle Räume eine sehr hohe Informationsübertragungsdichte. Diese ermöglicht es, dass viele Informationen in optimaler Form vom Aussender an den Empfänger dieser weitergegeben werden können. Durch diesen Aspekt, aber auch durch den großen Möglichkeitsspielraum in virtuellen Umgebungen (z.B. kann auf Knopfdruck eine Person genau dasselbe sehen wie eine andere), sinkt die Gefahr für Reibungsverluste und Missverständnisse. Weiters kann durch Avatare die Persönlichkeit (mittels Mimik, Gestik oder Stimmelmelodie) der virtuellen Raumnutzer in hohem Maße auch innerhalb der virtuellen Welten dargestellt werden.

Ausgehend von einer entsprechenden Datenverbindung im Hintergrund, ist diese Form der Verbindung auch verzögerungsarm in Echtzeit umsetzbar.

¹⁷⁰ (Oculus, 2017)

4.3 Bewertung der Verbindungsgüte

Um in weiterer Folge die bisherige mit der virtuell erweiterten Umsetzung vergleichen zu können, ist es notwendig, den unterschiedlichen Verbindungsformen einen numerischen Wert zuzuweisen. Dieser ist abhängig von einem Bewertungsschema. Dabei wird den Verbindungsformen abhängig von ihrer Qualität ein Prozentwert zwischen 0 und 100% zugeordnet, wobei der höhere Wert für bessere Verbindungsgüte steht.

Die einzelnen Verbindungsarten werden nach den vier Kriterien persönliche Verbindung, Gefahr für Reibungsverluste, Datenaustausch bzw. Mehrdimensionalität und Echtzeit mit Schulnoten bewertet und der Durchschnittswert anschließend auf den Zielbereich (0 bis 100%) hochskaliert. Daraus ergibt sich der numerische Wert, der in Folge in die Beziehungsmatrizen eingetragen wird und somit einen objektiven Vergleich ermöglicht.

Die unterschiedlichen Verbindungsvarianten lassen sich in drei Gruppen einteilen: *persönliches Gespräch*, *Tunnelverbindungen* und *virtuelle Verbindungen*, die jeweils mehrere Verbindungsformen beinhalten.

Im nächsten Schritt wird dargestellt, nach welchen Gesichtspunkten die einzelnen Verbindungsformen in den unterschiedlichen Kategorien bewertet und benotet wurden. Der Durchschnitt der einzelnen Teilnoten bildet die Grundlage für den numerischen Wert der Verbindungsgüte.

4.3.1 Unterscheidungskriterien

Eine klare Beschreibung der jeweiligen Bewertungskriterien ist notwendig, um in Folge auch alle Verbindungsformen nach den gleichen entscheidenden Punkten bewerten zu können.

Jede Verbindungsform bekommt in den vier Kategorien eine Note nach dem Schulnotensystem (1-5, 1 = sehr gut, 5 = nicht zufriedenstellend). Daraus wird anschließend mittels Durchschnitt eine Gesamtnote ermittelt, die einzelnen Teilnoten sind dabei gleichmäßig gewichtet.

Zur Unterscheidung dienen folgende vier Kriterien:

- **Persönliche Verbindung**
Hier wird das Maß des persönlichen Kontakts bewertet. Dabei soll der Einfluss von nonverbaler Kommunikation wie u. a. Mimik und Gestik bewertet werden. Es wird angenommen, dass eine persönliche Verbindung aufgrund von Informationen, die unweigerlich neben dem Inhalt übertragen werden, zu einer besseren Verständigung führt.
- **Gefahr für Reibungsverluste**
Diese Teilnote versucht das Risiko für das Auftreten von Reibungsverlusten darzustellen. Die Benotung beruht auf der Erfahrung des Autors in Bezug auf Verständigungsproblemen bei solchen Verbindungen.
- **Datendichte/Mehrdimensionalität**
Diese Bewertungskategorie beurteilt die Möglichkeit, wie viel, aber auch wie gut nicht-sprachliche Information übermittelt werden kann. Dazu zählen u.a. Bilder, Karten und Tabellen. Die Mehrdimensionalität spielt speziell bei virtuellen Verbindungen eine Rolle, bei denen Räume mit beliebig vielen Informationsebenen überlagert werden können und somit zu einer besseren Informationsübertragung führen.
- **Echtzeit**
Der letzte Punkt behandelt den Faktor Zeit. Dabei wird bewertet, wie lange es dauert, bis die Information vom Absender bis zum Empfänger braucht. Daneben spielt auch die Dauer des Verbindungsaufbaus eine Rolle.

4.3.2 Bewertung in den Kategorien

Bei der Bewertung der unterschiedlichen Verbindungsformen in den vier Kriterien wird damit begonnen, für jede Kategorie die Verbindungsform mit dem besten und dem schlechtesten Ergebnis zu finden und anschließend die restlichen Noten davon ausgehend zu vergeben.

4.3.2.1 Persönliche Verbindung

Bei der ersten Kategorie *persönliche Verbindung* wird das persönliche Gespräch als jene Verbindungsform mit der Bestnote beurteilt. Dies stützt sich darauf, dass in diesem Fall eine vollständige persönliche Verbindung zwischen zwei physisch vorhandenen Menschen gegeben ist. Jegliche nonverbale Kommunikation und Körpersignale können übertragen und aufgenommen werden.

Die Verbindungsform mit der geringsten Persönlichkeitskomponente ist die Datenverbindung.

Von den restlichen Verbindungsformen lässt sich die virtuelle Raumverbindung als zweitbeste in dieser Kategorie festlegen. Dabei werden real existierende Menschen auf dreidimensionalen Bildmedien dargestellt. Demnach können auch Körpersignale übertragen werden, ein wirklicher, physischer Kontakt findet jedoch nicht statt.

Von den verbleibenden Unterarten sind der *virtuelle Avatar im Raum* und der *virtuelle Raum* ähnlich zu beurteilen. In beiden Fällen wird der Mensch als Avatar dargestellt. Der Unterschied liegt jedoch darin, dass beim *virtuellen Avatar im Raum* die reale mit der virtuellen Welt verbunden werden kann. Das hat zur Folge, dass sich an den Maßstäben der realen Welt in Bezug auf nonverbale Kommunikation orientiert werden kann. Passiert Kommunikation rein in der virtuellen Welt, ermöglicht dies auch gleichzeitig neue Formen des Ausdrucks von Stimmung und Emotion. Somit ist der *virtuelle Raum* im Vergleich zum *virtuellen Avatar im Raum* als besser zu bewerten.

Beide bieten im Vergleich zu *Telefon/Funk* mehr Möglichkeiten zur Übertragung von Persönlichkeit als nur die persönliche Stimmcharakteristik. Bei der Verbindungsform *Telefon/Funk* ist ebenfalls eine geringere Sprachqualität im Mittelwert über die ganze Dauer des Gefechts für die Bewertung heranzuziehen.

Bei den zwei Verbindungsformen unter Gefechtsbedingungen ist eine Besonderheit zu betrachten. Auch für den Fall, dass beide Personen im selben Fahrzeug sitzen, ist aufgrund der starken Lärmentwicklung im Innenraum die Kommunikation nur über die Gegensprechanlage möglich. Ein wirkliches persönliches Gespräch ist nur dann denkbar, wenn die Fahrzeuge nicht in Bewegung sind und ein Absitzen möglich ist. Deshalb wird die Note dieser Verbindungsarten aus zwei Teilnoten berechnet. Einerseits aus einem Wert für den stehenden Zustand, andererseits für die Zeit in Bewegung. Für Ersteren wird die Note des persönlichen Gesprächs übernommen (in dieser Kategorie der Wert 1).

Die zweite Teilnote basiert auf dem Notenwert der Verbindungsform Tunnelverbindungen (der Kombination aus Telefon/Funk und Datenverbindungen). Diese soll den Zustand der Verbindung in Bewegung beschreiben. Die einzelnen Personen sind während dieser Zeit mittels Sprech- und Datenverbindung in die Kommunikationsnetze eingebunden.

Dies passiert durch Sprechanlagen, Funkgeräte und computergestützte Führungsinformationssysteme. Da die Verbindung innerhalb eines Fahrzeuges als besser zu bewerten ist, als die Verbindung zum anderen Fahrzeug, wird dafür der hierfür herangezogene Notenwert (Kategoriebewertung der Tunnelverbindungen) auch um den Wert 1 nach oben korrigiert.

Als zweite Teilnote ergeben sich somit für die Verbindungsformen im selben Fahrzeug bzw. zwischen zwei Fahrzeugen die Notenwerte 3,5 bzw. 4,5. Dies resultiert in den Gesamtnoten 2,25 bzw. 2,75 (vgl. Abb. 52)

	Teilnote 1 - Stehend	Teilnote 2 – in Bewegung	Kategoriebewertung
Persönliches Gespräch unter Gefechtsbedingungen im selben Fahrzeug	1	3,5	2,25
Persönliches Gespräch unter Gefechtsbedingungen zum anderen Fahrzeug	1	4,5	2,75

Abb. 52 Zusammensetzung der Notenwerte, Persönliche Verbindung unter Gefechtsbedingungen

Beurteilung in der Kategorie **persönliche Verbindung**:

persönliches Gespräch	gesichertes Umfeld	geringste Entfernung	1
		mittlere Entfernung	1
		hohe Entfernung	1
	unter Gefechts- bedingungen	im selben Fahrzeug	2,25
		im selben Element, anderes Fahrzeug	2,75

Tunnelverbindung	Telefon/Funk	4
	Datenverbindung	5
	Mittelwert Tunnelverbindungen	4,5

virtuelle Raumerweiterung	virtuelle Raumverbindung	2
	virtueller Avatar im Raum	3
	virtueller Raum	2

Abb. 53 Beurteilung: persönliche Verbindung

4.3.2.2 Gefahr für Reibungsverluste

Die Bewertungskategorie *Reibungsverluste* versucht eine nachvollziehbare Wertung des Risikos vom Eintretenden von Reibungsverlusten zu generieren. Die Verbindungsform mit dem geringsten Risiko ist der *virtuelle Raum*. Aufgrund der Möglichkeiten in virtuellen Umgebungen können Informationen nahezu perfekt aufbereitet und dargestellt werden. Gleichzeitig findet auch ein persönlicher Kontakt durch die Darstellung mittels Avataren statt.

Weitaus größer ist das Risiko bei der Verbindungsform *Telefon/Funk*. Durch die Kommunikation rein über die Sprachebene können sehr leicht Missverständnisse entstehen. Diese ist deshalb am unteren Ende der Bewertungsskala zu verorten.

Die Gefahr bei Datenverbindungen ist aufgrund der Vielschichtigkeit der übertragenen Daten als durchschnittlich anzusehen, noch geringer ist sie beim persönliche Gespräch in normaler Umgebung. Die Verbindungsformen *virtuelle Raumverbindung* und *virtueller Avatar im Raum* sind wegen ihrer Ähnlichkeit zum persönlichen Gespräch in normaler Umgebung mit derselben Note zu bewerten.

Das persönliche Gespräch unter Gefechtsbedingungen ist erneut als Sonderform zu betrachten. Während der Bewegung ist die Gefahr von Reibungsverlusten größer als in stehendem Zustand. Wie schon in der ersten Bewertungskategorie wird auch hier die Verbindung während der Bewegung innerhalb eines Fahrzeugs besser bewertet als zwischen zwei Fahrzeugen.

Es wird erneut der Durchschnitt aus zwei Teilnoten berechnet. Wie in der vorigen Kategorie basieren die Teilnoten auf den Bewertungen für die Verbindungsformen *persönliches Gespräch* und *Tunnelverbindungen*. Nachdem die zweite Teilnote für die Verbindung im selben Fahrzeug erneut um den Wert 1 nach oben korrigiert wurde ergeben sich als Teilnoten die Werte 2 und 3 bzw. 2 und 4 (vgl. Abb. 54).

	Teilnote 1 - Stehend	Teilnote 2 – in Bewegung	Kategoriebewertung
Persönliches Gespräch unter Gefechtsbedingungen im selben Fahrzeug	2	3	2,5
Persönliches Gespräch unter Gefechtsbedingungen zum anderen Fahrzeug	2	4	3

Abb. 54 Zusammensetzung der Notenwerte, Gefahr für Reibungsverluste unter Gefechtsbedingungen

Beurteilung in der Kategorie **Gefahr für Reibungsverluste:**

persönliches Gespräch	gesichertes Umfeld	geringste Entfernung	2
		mittlere Entfernung	2
		hohe Entfernung	2
	unter Gefechtsbedingungen	im selben Fahrzeug	2,5
		im selben Element, anderes Fahrzeug	3
Tunnelverbindung			
	Telefon/Funk		5
	Datenverbindung		3
	Mittelwert Tunnelverbindungen		4
virtuelle Raumerweiterung			
	virtuelle Raumverbindung		2
	virtueller Avatar im Raum		2
	virtueller Raum		1

Abb. 55 Beurteilung: Gefahr für Reibungsverluste

4.3.2.3 Datendichte/Mehrdimensionalität

In Bezug auf die Datendichte und Mehrdimensionalität ist die Verbindungsform *virtueller Raum* als Optimum zu betrachten. In ihr werden persönlicher Kontakt und hohe Informationsdichte vereint. Auf der anderen Seite der Skala kann *Telefon/Funk* eingetragen werden, denn bei dieser Verbindungsform wird rein die Sprache übertragen. Somit wird nur eine geringe Datendichte erreicht und Mehrdimensionalität quasi nicht vorhanden.

Die persönlichen Verbindungsarten sind als durchschnittlich in dieser Kategorie zu bewerten. Bei einem persönlichen Gespräch lassen sich zwar Unterlagen zur Unterstützung der Sprache zu Hilfe nehmen, eine gleich hohe Datendichte, wie bei der Datenverbindung oder in virtuellen Räumen kann nicht annähernd erreicht werden. Mehrdimensionalität kann rein in virtuellen Räumen sinnvoll und effizient genutzt werden.

Die virtuelle Raumverbindung ist ähnlich dem persönlichen Gespräch und somit ebenfalls als durchschnittlich zu bewerten. Der virtuelle Avatar im Raum ermöglicht jedoch schon eine höhere Datendichte und ebenfalls höhere Mehrdimensionalität durch die Verbindung mit virtuellen Räumen (vgl. Abb. 56).

Beurteilung in der Kategorie **Datendichte/Mehrdimensionalität**:

persönliches Gespräch	gesichertes Umfeld	geringste Entfernung	3
		mittlere Entfernung	3
		hohe Entfernung	3
	unter Gefechtsbedingungen	im selben Fahrzeug	3
		im selben Element, anderes Fahrzeug	3
Tunnelverbindung	Telefon/Funk	5	
	Datenverbindung	2	
virtuelle Raumerweiterung	virtuelle Raumverbindung		3
	virtueller Avatar im Raum		2
	virtueller Raum		1

Abb. 56 Beurteilung: Datendichte/Mehrdimensionalität

4.3.2.4 Echtzeit

Die letzte Kategorie versucht die Zeit, die es braucht bis die Verbindung steht, zu bewerten.

Drei Verbindungsformen sind in dieser Kategorie als beste zu bewerten. Dazu zählen das *persönliche Gespräch*, *gesichertes Umfeld*, *geringste Entfernung*, der *virtuelle Avatar im Raum* und der *virtueller Raum*. In allen drei ist es aufgrund der geringen Entfernung nahezu ohne Verzögerung möglich eine Verbindung mit dem gewünschten Kommunikationspartner herzustellen.

Am längsten dauert die Verbindungsaufnahme beim persönlichen Gespräch, gesichertes Umfeld, hohe Entfernung. Bis zu fünf Minuten können vergehen bis der gewünschte Gesprächspartner erreicht ist.

Das *persönliche Gespräch*, *gesichertes Umfeld*, *mittlere Entfernung* und die *virtuelle Raumverbindung* sind ähnlich zu bewerten. Beide ermöglichen Verbindungen bis zur maximalen Entfernung einer Rufweite. In diesem Fall werden diese als durchschnittlich benotet.

Telefon/Funk und Datenverbindungen ermöglichen grundsätzlich Echtzeit, aufgrund von Abläufen, wie z.B. der Funkdisziplin, sind diese aber schlechter als das unmittelbare persönliche Gespräch zu bewerten. Das *persönliche Gespräch unter Gefechtsbedingungen* ist ähnlich der Verbindungsform *Telefon/Funk* zu beurteilen und wird ebenfalls zwischen dem persönlichen Gespräch auf mittlere und auf geringste Entfernung eingeordnet (vgl. Abb. 57).

Beurteilung in der Kategorie **Echtzeit**:

persönliches Gespräch	gesichertes Umfeld	geringste Entfernung	1
		mittlere Entfernung	3
		hohe Entfernung	5
	unter Gefechtsbedingungen	im selben Fahrzeug	2
		im selben Element, anderes Fahrzeug	2
Tunnelverbindung	Telefon/Funk	2	
	Datenverbindung	2	
virtuelle Raumerweiterung	virtuelle Raumverbindung	3	
	virtueller Avatar im Raum	1	
	virtueller Raum	1	

Abb. 57 Beurteilung: Echtzeit

4.3.2.5 Bewertungsübersicht

Jede Verbindungsform wurde in den vorgestellten Bewertungskriterien benotet und daraus folgend eine Durchschnittsnote berechnet (Summe der Einzelnoten dividiert durch vier). Basierend auf diesem Mittelwert wird ein Prozentwert ermittelt, wobei die Note 1 für 100% steht und die Note 5 für 0%. Der Prozentwert dient der Messbarkeit und Vergleichbarkeit der Verbindungen (vgl. Abb. 58).

	persönliche Verbindung	Gefahr f. Reibungsverluste	Datendichte/Mehrdimensionalität	Echtzeit	Durchschnitt	%
persönliche Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	1	2	3	1	1,75	81
persönliche Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	1	2	3	3	2,25	69
persönliche Gespräch, gesichertes Umfeld, große Entfernung	1	2	3	5	2,75	56
persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fzg	2,25	3	3	2	2,56	61
persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fzg	2,75	3,5	3	2	2,81	55
Telefon/Funk	4	5	5	2		
Datenverbindung	5	3	2	2		
Tunnelverbindung (Mittel aus Telefon und Datenverbindung)	4,5	4	3,5	2	3,50	38
virtuelle Raumverbindung	2	2	3	3	2,50	63
virtueller Avatar in Raum	3	2	2	1	2,00	75
virtueller Raum	2	1	1	1	1,25	94

Abb. 58 Übersicht, Bewertung der Verbindungsformen

4.3.3 Wert der Verbindungsgüte

Den einzelnen Verbindungen in den Matrizen (Beziehungsmatrizen, vgl. Kapitel 3.8) wird in weiterer Folge eine Verbindungsart aus dem Schema und auch der zugehörige Zahlenwert zugewiesen. Daraus ergibt sich folgende Regelwerk:

Phase 1 „Verfügung“

Verbindungsart in der Matrix	Verbindungsart im Bewertungsschema	Prozentwert, Verbindungsgüte
persönliches Gespräch, geringste Entfernung	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81 %
persönliches Gespräch, mittlere Entfernung	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69 %
persönliches Gespräch, hohe Entfernung	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, große Entfernung	56 %

Phase 2 „Annäherung“

Verbindungsart in der Matrix	Verbindungsart im Bewertungsschema	Prozentwert, Verbindungsgüte
TAC – gleiches Fzg, ausgegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fzg	61 %
TAC – anderes Fzg, ausgegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fzg	55 %
FWD, REAR, UMCP, gleiches Fzg, eingegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81 %
FWD, REAR, UMCP, anderes Fzg, eingegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69 %
Im Raum	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, große Entfernung	56 %
Tunnelverbindung	Tunnelverbindung	38 %

Phase 3 „Bewegliches Gefecht“

Verbindungsart in der Matrix	Verbindungsart im Bewertungsschema	Prozentwert, Verbindungsgüte
TAC, FWD, REAR, UMCP, gleiches Fzg, ausgegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fzg	61 %
TAC, FWD, REAR, UMCP, anderes Fzg, ausgegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fzg	55 %
Tunnelverbindung	Tunnelverbindung	38 %

Phase 4 „Angriffsziel gesichert“

Verbindungsart in der Matrix	Verbindungsart im Bewertungsschema	Prozentwert, Verbindungsgüte
REAR – gleiches Fzg, ausgegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fzg	61 %
REAR – anderes Fzg, ausgegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fzg	55 %
TAC, FWD, UMCP, gleiches Fzg, eingegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81 %
TAC, FWD, UMCP, anderes Fzg, eingegliederte FüEinr	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69 %
Im Raum	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, große Entfernung	56 %
Tunnelverbindung	Tunnelverbindung	38 %

4.4 Matrizendarstellung, Betrachtungsfilter

Zur übersichtlicheren Darstellung der Verbindungen zwischen den einzelnen Mitgliedern des Bataillonsstabes werden Matrizen verwendet. Diese werden auf zwei Arten dargestellt und unterscheiden sich nur durch die Sortierung der Beschriftungen. Die erste Form gliedert die einzelnen Personen nach Zugehörigkeit zu den einzelnen Stabstellen bzw. Stabsgruppen, die zweite nach der Aufteilung in die Führungseinrichtungen die beginnend mit Phase 2 gebildet werden. Für jede Phase stellen beide Matrizen jedoch dieselben Werte dar. Die unterschiedliche Sortierung soll die strukturelle Gliederung in den jeweiligen Phasen erkennbar darstellen.

Aufbauend auf der Darstellung der Beziehungen der einzelnen Personen zueinander durch Beziehungsmatrizen (vgl. Kapitel 3.8), wird im Folgenden ein Filter vorgestellt, der auf die Matrizen, sortiert nach Zellen, angewendet wird und nur bestimmte Verbindungen vollständig sichtbar lässt. Mit Hilfe der hervorgehobenen Verbindungen werden die Optimierungsmaßnahmen entwickelt und anschließend überprüft und diskutiert.

Dem Filter liegt die hierarchische Struktur des Gefechtsstandes zu Grunde. Nicht jede Person benötigt eine Verbindung zu jeder anderen. Der Gefechtsstand gliedert sich in Zellen und Zentralen. Aus dieser Struktur ergeben sich auch die notwendigen Verbindungen. Einerseits die Verbindungen innerhalb der Zellen und innerhalb der Zentralen, andererseits auch zwischen den Leitern der Zellen, den sogenannten S-Funktionen. Alle weiteren Verbindungen werden transparent dargestellt.

Die folgende Abbildung zeigt den Betrachtungsfilter (vgl. Abb. 59), wobei die schwarz gefüllten Felder unverändert bleiben und der Rest transparent dargestellt wird.

	S1 Gruppe	S2 Gruppe	S3 Gruppe	S4 Gruppe	S6 Gruppe	ÖA & Komm
S1 Gruppe	S1 PersBearb PersBearb PersBearb RB Psych MilPfr kath MilPfr ev					
S2 Gruppe		S2 stvS2 S2UO S2UO				
S3 Gruppe			S3 stvS3/ABC S3 KU S3Bearb S3UO JFS S3UO/MobUO S3UO S-Lehrer			
S4 Gruppe				S4 WIO & stvS4 TO & KO S4Bearb Sih & UmwSchB FzUO KUO LtrZahlSt KMF WID		
S6 Gruppe					S6 S6UO & LB FMUO KzlLtr/GefSchrUO GefSchrUO S6Geh	
ÖA & Komm						Offz ÖA & Komm UO ÖA & Kömm

Abb. 59 Betrachtungsfilter Matrix

4.5 Bewertete Verbindungsmatrizen

In diesem Abschnitt werden die Verbindungen in Form von Matrizen in beiden Darstellungsformen, sortiert nach Zellen bzw. Zentralen und sortiert nach Führungseinrichtungen abgebildet. Auf erstere Form wird der Betrachtungsfilter angewendet. Diese reduzierte Darstellung verkleinert die Gesamtheit der Verbindungen auf die aus der hierarchischen Struktur heraus als wesentlich betrachteten. Darunter fallen die Beziehungen innerhalb der Stabszellen, innerhalb der Zentralen und der Leiter der Stabszellen zueinander.

Die Prozentwerte aus dem Bewertungsschema (vgl. Kapitel 4.3) wurden den einzelnen Feldern eingeschrieben und ermöglichen eine Vergleichbarkeit.

4.5.1 Phase 1

Die Phase 1, *Verfügung*, ist die einzige Phase in der der Stab in einem *integrierten Hauptgefechtsstand*, MAIN, rein in Zellen und Zentralen gegliedert ist. Aufgrund der räumlichen Nähe sind alle Stabsmitglieder durch persönliche Kommunikation miteinander verbunden. Alle Teile befinden sich in einem gesicherten Camp und können sich somit rein auf die Stabstätigkeit konzentrieren.

Genauer betrachtet kommen in der ersten Phase drei unterschiedliche Verbindungsformen zum Einsatz (vgl. Abb. 60). Bei allen davon handelt es sich um Ausprägungen der Verbindungsform *persönliches Gespräch in gesichertem Umfeld*. Sie unterscheiden sich nur durch die Entfernung zwischen den zwei zu verbindenden Personen. Begonnen bei *geringster Entfernung*, die eine unmittelbare Gesprächsaufnahme ermöglicht, über *mittlere Entfernung*, bei der der Gesprächspartner innerhalb einer Minute erreicht werden kann, bis hin zur *großen Entfernung*, die für eine Erreichbarkeit in max. fünf Minuten steht.

Die Gliederung ist in der Matrix, sortiert nach Zellen (vgl. Abb. 61), erkennbar. Die Zusammengehörigkeiten der Zellen und Zentralen sind klar ersichtlich, ebenfalls die Priorisierung der Verbindungen auf die hierarchische Struktur. Die Einrahmungen des Betrachtungsfilters legen den Fokus genau auf diese Gliederung. In der zweiten Matrix, sortiert nach Führungseinrichtungen (vgl. Abb. 62), ist in der Phase 1 noch keine Struktur erkennbar.

Innerhalb derselben Stabszelle	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81%
Unterschiedliche Zelle jedoch in derselben Zentrale	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69%
Unterschiedliche Zelle, unterschiedliche Zentrale	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, hohe Entfernung	56%

Abb. 60 Legende, Verbindungsmatrizen, Phase 1

4.5.2 Phase 2

In der Phase 2, *Annäherung*, verändert der Gefechtsstand seine Struktur und gliedert sich in die vier einzelnen Führungseinrichtungen. Eine davon, die bewegliche Befehlsstelle (TAC) befindet sich zu diesem Zeitpunkt bereits mit den vordersten kämpfenden Teilen am Weg in Richtung Angriffsziel, die restlichen drei Elemente wurden zwar gebildet, befinden sich aber noch innerhalb des gesicherten Camps.

Sechs Verbindungsformen kommen in dieser Phase zum Einsatz (vgl. Abb. 63). Dabei handelt es sich um *persönliches Gespräch in gesichertem Umfeld, unter Gefechtsbedingungen* und *Tunnelverbindungen*. Die Kommunikation in gesichertem Umfeld geschieht zwischen den innerhalb des Camps lokalisierten Elementen in drei unterschiedlichen Entfernungsgraden. Die Stabsmitglieder in der beweglichen Befehlsstelle sind über persönliches Gespräch unter Gefechtsbedingungen miteinander verbunden. In diesem Fall wird noch weiter unterschieden, ob sie im selben oder in einem anderen Fahrzeug dieser Führungseinrichtung sitzen.

Zwischen den Elementen im Camp und der beweglichen Befehlsstelle wird die Verbindung mittels Funk, Telefon und Datenverbindungen sichergestellt. Diese werden in der Verbindungsform *Tunnelverbindungen* zusammengefasst.

Im Gegensatz zur Phase 1 ist nun in der Matrix, sortiert nach Zellen (vgl. Abb. 64) nur wenig zu erkennen. Die Struktur ist in der Matrix, sortiert nach Führungseinrichtungen (vgl. Abb. 65) klar ersichtlich.

FWD, REAR; UMCP gleiches Fahrzeug	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81%
FWD, REAR; UMCP anderes Fahrzeug	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69%
In räumlicher Nähe innerhalb des Camps	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, hohe Entfernung	56%
TAC im selben Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fahrzeug	61%
TAC im anderen Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fahrzeug	55%
Funk, Telefon oder Datenverbindung	Tunnelverbindung	38%

Abb. 63 Legende, Verbindungsmatrizen, Phase 2

	S1 Gruppe	S2 Gruppe	S3 Gruppe	S4 Gruppe	S6 Gruppe	ÖA & Komm
S1 Gruppe	S1 PersB PersB RB Psych MIIPf kath MIIPf ev	S2 stvs2 S2UO S2UO	S3 stvs3/ABC S3 KU S3B S3UO JFS S3UO/MobUO S3UO S-Lehrer	S4 WIO & stvS4 TO & KO S4B Sih & UmwSchB FzUO KUO LtrZahlSt KMF WID	S6 SGUO & LB Kzltr/GefSchUO GefSchUO SGGeh	ÖA & Komm Off. ÖA & Komm SGGeh Kzltr/GefSchUO FMUO SGUO & LB
S1 Gruppe	S1 PersB PersB RB Psych MIIPf kath MIIPf ev	S2 stvs2 S2UO S2UO	S3 stvs3/ABC S3 KU S3B S3UO JFS S3UO/MobUO S3UO S-Lehrer	S4 WIO & stvS4 TO & KO S4B Sih & UmwSchB FzUO KUO LtrZahlSt KMF WID	S6 SGUO & LB Kzltr/GefSchUO GefSchUO SGGeh	ÖA & Komm Off. ÖA & Komm SGGeh Kzltr/GefSchUO FMUO SGUO & LB

Abb. 64 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 2

	TAC 1	TAC 2	TAC 3	FWD 1	FWD 2	FWD 3	UMCP 1	UMCP 2	UMCP 3	UMCP 4	REAR 1	REAR 2
TAC 1	S2 FMUO S-Lehrer	S2UO S3UO JFS RB	UO ÖA	S4 SGGeh	S3 KU S3UO Mob S3UO	S6 stvs2 S2UO	TO/KO S4 Bearb UmwSch	PersB Psych MIIPf kath MIIPf ev	Kzltr GefSchUO	KUO	WIO & stvS4 KMF/WID LtrZst	Off. ÖA S1 PersB
TAC 1	S2 FMUO S-Lehrer	S2UO S3UO JFS RB	UO ÖA	S4 SGGeh	S3 KU S3UO Mob S3UO	S6 stvs2 S2UO	TO/KO S4 Bearb UmwSch	PersB Psych MIIPf kath MIIPf ev	Kzltr GefSchUO	KUO	WIO & stvS4 KMF/WID LtrZst	Off. ÖA S1 PersB

Abb. 65 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 2

4.5.3 Phase 3

Die dritte Phase, *bewegliches Gefecht*, beschreibt den Zeitraum in dem der eigentliche Angriff auf das Angriffsziel stattfindet. In dieser befinden sich alle vier Führungseinrichtungen außerhalb des Camps.

Zwei Verbindungsformen ermöglichen in dieser Phase den Informationsaustausch zwischen den Stabsmitgliedern (vgl. Abb. 66). Die erste davon ist die Verbindung innerhalb der jeweiligen Führungseinrichtung, die zweite, die Verbindung zwischen den Führungseinrichtungen. Im ersten Fall kann noch genauer unterschieden werden, abhängig davon ob die beiden Verbindungspartner im selben, oder in unterschiedlichen Fahrzeugen der jeweiligen Führungseinrichtung sitzen. Die Verbindung zwischen zwei Führungseinrichtungen passiert mittels *Tunnelverbindungen*.

Die erste Matrix, sortiert nach Zellen, stellt dar, wie die einzelnen Personen aus den jeweiligen Stabsgruppen auf die unterschiedlichen Führungseinrichtungen aufgeteilt wurden (vgl. Abb. 67). Auch in dieser Phase ist die Struktur der Gliederung in der Matrix, sortiert nach Führungseinrichtungen, deutlich zu erkennen (vgl. Abb. 68).

TAC im selben Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fahrzeug	61%
TAC im anderen Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fahrzeug	55%
FWD im selben Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fahrzeug	61%
FWD im anderen Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fahrzeug	55%
REAR im selben Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fahrzeug	61%
REAR im anderen Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fahrzeug	55%
UMCP im selben Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fahrzeug	61%
UMCP im anderen Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fahrzeug	55%
Funk, Telefon oder Datenverbindung	Tunnelverbindung	38%

Abb. 66 Legende, Verbindungsmatrizen, Phase 3

4.5.4 Phase 4

In der letzten Phase, der Phase 4, *Angriffsziel gesichert*, wurde der Angriff positiv beendet und im Angriffsziel begonnen ein neues Camp zu errichten. Bis auf den rückwärtigen Gefechtsstand, REAR, befinden sich alle Elemente schon im neuen Camp. Die bewegliche Befehlsstelle, TAC, und der vorgeschobene Gefechtsstand, FWD, wurden bereits in einen reduzierten Hauptgefechtsstand umstrukturiert. Der Geräteabschubpunkt, UMCP, bleibt noch in dieser Form bestehen. Der REAR, als einziges außerhalb des neuen Camps verbleibendes Element, würde in weiterer Folge auf Befehl ebenfalls ins Camp nachgezogen werden.

Die Besonderheit in dieser Phase ist, dass hier Strukturen, einerseits nach Zellen und Zentralen und andererseits nach den vier Führungseinrichtungen, partiell existieren. Die Personen aus der TAC und dem FWD bilden im neuen MAIN bereits die vollständige Führungszentrale mit der S2- und S3-Zelle (vgl. Abb. 70). Der UMCP und der REAR verbleiben als Elemente der Gliederung in den vier Führungseinrichtungen (vgl. Abb. 71).

Dies zeigt sich auch bei den zum Einsatz kommenden Verbindungsformen in dieser Phase. Es ergibt sich eine Mischung aus den vorigen Phasen (vgl. Abb. 69).

Innerhalb derselben Stabszelle	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81%
Unterschiedliche Zelle jedoch in derselben Zentrale	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69%
Unterschiedliche Zelle, unterschiedliche Zentrale	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, hohe Entfernung	56%
UMCP gleiches Fahrzeug	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81%
UMCP anderes Fahrzeug	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69%
In räumlicher Nähe innerhalb des Camps	persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, hohe Entfernung	56%
REAR im selben Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, selbes Fahrzeug	61%
REAR im anderen Fahrzeug	persönliches Gespräch, Gefechtsbedingungen, anderes Fahrzeug	55%
Funk, Telefon oder Datenverbindung	Tunnelverbindung	38%

Abb. 69 Legende, Verbindungsmatrizen, Phase 4

	S1 Gruppe	S2 Gruppe	S3 Gruppe	S4 Gruppe	S6 Gruppe	ÖA & Komm
S1 Gruppe	S1 PersBearb PersBearb PersBearb RB Psych MilPfr kath MilPfr ev	S2 stvs2 SZUO SZUO	S3 stvs3/ABC S3 KU S3 Bearb S3UO JFS S3UO/MobUO S-Lehrer	S4 WIO & stvS4 TO & KO S4 Bearb Sih & UmwSchB FzUO KUO LtrZahlSt KMF WID	S6 S6UO & LB Kzlltr/GefSchRUO GefSchRUO S6Geh	ÖA & Komm Off. ÖA & Komm UO ÖA & Kömm
S1 Gruppe	S1 PersBearb PersBearb PersBearb RB Psych MilPfr kath MilPfr ev	S2 stvs2 SZUO SZUO	S3 stvs3/ABC S3 KU S3 Bearb S3UO JFS S3UO/MobUO S-Lehrer	S4 WIO & stvS4 TO & KO S4 Bearb Sih & UmwSchB FzUO KUO LtrZahlSt KMF WID	S6 S6UO & LB Kzlltr/GefSchRUO GefSchRUO S6Geh	ÖA & Komm Off. ÖA & Komm UO ÖA & Kömm

Abb. 70 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 4

	TAC 1	TAC 2	TAC 3	FWD 1	FWD 2	FWD 3	UMCP 1	UMCP 2	UMCP 3	UMCP 4	REAR 1	REAR 2	
TAC 1	S2 S3 S-Lehrer	S2 S3 S-Lehrer	S2 S3 S-Lehrer	S4 S6Geh	S3 KU S3UO Mob S3UO	S6 stvs2 SZUO	TO/KO S4 Bearb UmwSch	PersB Psych MilPfr kath MilPfr ev	Kzlltr GefSchRUO	KUO	WIO & stvS4 LtrZst KMF/WID	Off. ÖA S1	PersB S1
TAC 2	S2 S3 S-Lehrer	S2 S3 S-Lehrer	S2 S3 S-Lehrer	S4 S6Geh	S3 KU S3UO Mob S3UO	S6 stvs2 SZUO	TO/KO S4 Bearb UmwSch	PersB Psych MilPfr kath MilPfr ev	Kzlltr GefSchRUO	KUO	WIO & stvS4 LtrZst KMF/WID	Off. ÖA S1	PersB S1

Abb. 71 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 4

4.6 Ermittlung der Verbindungsperformance

Werden nun diese Prozentwerte in die Beziehungsmatrizen eingefügt und somit in Verbindungsmatrizen umgewandelt, lässt sich ein Durchschnittswert für die Gesamtheit der Verbindungen je Phase berechnen.

Dieser Mittelwert, in der vorliegenden Arbeit als Verbindungsperformance bezeichnet, zeigt die Veränderung der Verbindungsgüte über die vier Phasen. In diesem Fall, für die Gesamtheit der Verbindungen.

Dabei ist klar ersichtlich, dass der Wert bis zur Phase 3, in der sich der ursprüngliche integrierte MAIN auf vier Führungseinrichtungen aufgeteilt hat, abnimmt, und anschließend bei der Wiedereingliederung in Phase 4 wieder zunimmt (vgl. Abb. 72).

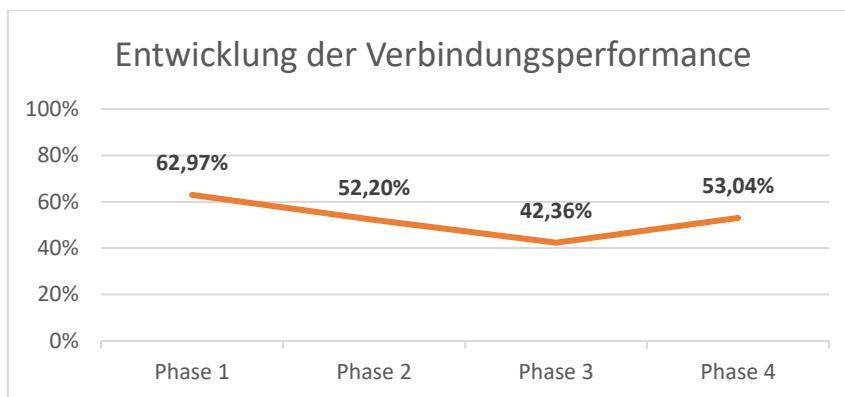


Abb. 72 Diagramm, Entwicklung der Verbindungsperformance

5 Synthese

Bei Betrachtung der Verbindungsperformance der bisherigen Umsetzung von Verbindungen innerhalb des Gefechtsstandes während der vier Phasen zeigt sich, dass die Qualität bis zur dritten Phase abnimmt und danach wieder zunimmt. Dies ist wesentlich auf die Aufgliederung des integrierten Hauptgefechtsstandes in die einzelnen Führungseinrichtungen (TAC, FWD, REAR und UMCP) zurückzuführen. Die verminderte Leistungsfähigkeit des Stabes wird für höhere räumliche Nähe zu den kämpfenden Truppen in Kauf genommen, gleichzeitig nimmt auch die Qualität bzw. Leistungsfähigkeit der Verbindungen zwischen dem Stabspersonal ab. Beide Parameter, die Leistungsfähigkeit des Stabs und die Verbindung innerhalb, beeinflussen sich somit direkt.

Ausgehend davon, dass der Koordinierungs- und Führungsbedarf in der Phase 3, dem beweglichen Gefecht am höchsten ist, sollte während dieser Phase der Stab den Kommandanten optimal unterstützen können. Dies erfordert bestmögliche Verbindungen zwischen den einzelnen Stabsmitgliedern. In der bisherigen Form ist die Verbindungsperformance, gegengleich zur Intensität des Gefechts, in der Phase 3 am niedrigsten.

In diesem Kapitel werden die gewonnenen Erkenntnisse aus der Analyse der bestehenden Verbindungen der Stabsmitglieder während der vier Gefechtsphasen dazu genutzt, mit den Maßnahmen der virtuellen Raumerweiterung eine Optimierung zu erreichen. Aufbauend auf eine Darstellung der Ziele und Rahmenbedingungen der Verbesserung werden die Optimierungsmaßnahmen im Detail vorgestellt und besprochen und abschließend mit der bestehenden Situation verglichen.

5.1 Optimierung

Es stellt sich die Frage, ob und wie eine ähnliche räumliche Nähe der Personen im Bataillonsstab, mit gleichzeitigen Vorteilen für die Verbindung, wie in Phase 1 für den ganzen Einsatzzeitraum erreicht werden kann. Da dies rein materiell nicht lösbar ist, wurde der Versuch gestartet dieses Problem durch die Erweiterung des Raums in eine virtuelle Umgebung zu lösen.

Aufbauend auf die Analyse der bestehenden Verbindungsformen innerhalb des Gefechtsstandes und der Maßnahmen virtueller Raumerweiterung wird in diesem Kapitel versucht diese zwei Punkte zu vereinen um dadurch eine Optimierung der Verbindungen zu erreichen. Ziel dieser Verbesserung ist die miteinhergehende Steigerung der Leistungsfähigkeit des Bataillonsstabes.

Ziel der Optimierung soll eine Optimierung mit klar erkennbarer Priorisierung sein, nicht alle Verbindungen werden in höchstem Maße optimiert. Mitglieder des Stabes, die in der bisherigen Umsetzung nur äußerst selten miteinander kommunizieren und dies auch aufgrund der hierarchischen Struktur nicht notwendigerweise müssen, werden durch die Optimierung nicht berücksichtigt.

Die Bereiche, in denen optimiert wird, ergeben sich aus der hierarchischen Struktur des Gefechtsstandes in Zellen und Zentralen. Diese besteht in der bisherigen Umsetzung vollständig nur in Gefechtsphase 1 (vgl. Kapitel 4.5.1) Die Bereiche in der Matrix, die diese Struktur beeinflussen werden durch den Betrachtungsfilter (vgl. Kapitel 0) hervorgehoben dargestellt.

Ergebnis der Optimierung durch virtuelle Erweiterungsmaßnahmen soll sein, dass die Gliederung des Gefechtsstandes in Zentralen und Zellen und die Verbindung innerhalb dieser über alle vier Gefechtsphasen bestehen bleibt, unabhängig von tatsächlichen physischen Position der einzelnen Personen. Dies wird durch die virtuelle Erweiterung ermöglicht, die im Folgenden detailliert vorgestellt und besprochen wird.

5.1.1 Phase 1

Ausgehend von der Darstellung der Ziele der Optimierung, ist das Potenzial einer Verbesserung in Phase 1 gering. Das Gefechtsstandpersonal ist in der Zielstruktur organisiert, die benötigten Verbindungen sind vorhanden.

Bei den vom Betrachtungsfilter hervorgehobenen Zellen werden rein die Verbindungen zwischen den S-Funktionen, sofern sie nicht schon in der gleichen Zentrale sind, optimiert. Diese werden nun mittels *virtueller Avatare* verbunden. Dabei werden reale mit realen Räumen verknüpft.

Außerhalb des Filters werden auch die Verbindungen *persönliches Gespräch, hohe Entfernung* optimiert. Wesentlich dadurch begründet, dass hier ein sehr effizienter Einsatz der Erweiterungsform *Raumverbindung* möglich ist. Zwei reale Räume werden dadurch verbunden und auch das sich in ihnen befindenden Personal. Die Effizienz besteht darin, dass mehrere, an einem Ort gebündelten Personen, durch eine einzige *Raumverbindung* gleichzeitig verbunden werden.

Die restlichen Verbindungen werden in der existierenden Form belassen. Sie sind für die Aufgabe des Stabes in dieser Phase, der Planung im taktischen Führungsverfahren (vgl. Kapitel 2.2.4), ausreichend.

persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81%
persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69%
virtuell: virtueller Avatar im Raum	75%
virtuell: virtuelle Raumverbindung	63%

	S1 Gruppe	S2 Gruppe	S3 Gruppe	S4 Gruppe	S6 Gruppe	ÖA & Komm	
S1 Gruppe	S1 PersBear PersBear RB Psych MIIPfr kath MIIPfr ev	S2 stvS2 S2UO	S3 stvS3/ABC S3 KU S3Bearb S3UO JFS S3UO/MobUO S3UO S-Lehrer	S4 Wio & stvS4 TO & KO S4Bearb Sih & UmwSchB FZUO LtrZahlSt KMF WID	S6 S6UO & LB FMUO KiltZtr/GefSchUO GefSchUO S6Geh	ÖA & Komm Offr ÖA & Komm UO ÖA & Komm	
S1 Gruppe	81 81	75 63	75 63	75 63	75 63	75 63	69 69
S2 Gruppe		S2 stvS2 S2UO					
S3 Gruppe			S3 stvS3/ABC S3 KU S3Bearb S3UO JFS S3UO/MobUO S3UO S-Lehrer				
S4 Gruppe				S4 Wio & stvS4 TO & KO S4Bearb Sih & UmwSchB FZUO LtrZahlSt KMF WID			
S6 Gruppe					S6 S6UO & LB FMUO KiltZtr/GefSchUO GefSchUO S6Geh		
ÖA & Komm						Offr ÖA & Komm UO ÖA & Komm	

Abb. 73 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 1 - optimiert

	TAC 1	TAC 2	TAC 3	FWD 1	FWD 2	FWD 3	UMCP 1	UMCP 2	UMCP 3	UMCP 4	REAR 1	REAR 2		
TAC 1	S2 S3 FMUO S-Lehrer	S6UO & LB S2UO S3UO JFS RB	UO ÖA	S4 S6Geh S3 ABC S3 KU S3UO Mob S3UO Bearb S3UO stvS2 S2UO	TO/KO S4 Bearb UmwSch Psych MIIPfr kath MIIPfr ev KiltZtr GefSchUO KUO	Wio & stvS4 LtrZst KMF/WID	Offr ÖA S1 PersB PersB							
TAC 1	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63	63 63
TAC 2		S6UO & LB S2UO S3UO JFS RB												
TAC 3			UO ÖA											
FWD 1				S4 S6Geh S3 ABC S3 KU S3UO Mob S3UO Bearb S3UO stvS2 S2UO										
FWD 2					TO/KO S4 Bearb UmwSch Psych MIIPfr kath MIIPfr ev KiltZtr GefSchUO KUO									
FWD 3						Wio & stvS4 LtrZst KMF/WID								
UMCP 1							Offr ÖA S1 PersB PersB							
UMCP 2								Offr ÖA S1 PersB PersB						
UMCP 3								Offr ÖA S1 PersB PersB						
UMCP 4								Offr ÖA S1 PersB PersB						
REAR 1								Offr ÖA S1 PersB PersB						
REAR 2								Offr ÖA S1 PersB PersB						

Abb. 74 Verbindungsmatrix, sortiert nach FüEinr, Phase 1 - optimiert

5.1.2 Phase 2

In der Phase 2 nimmt der Gefechtsstand eine andere Gliederung ein und das Personal wird auf vier Führungseinrichtungen aufgeteilt. Drei von ihnen bleiben vorerst innerhalb des gesicherten Camps, eine, die TAC, bewegt sich mit den kämpfenden Teilen Richtung Angriffsziel.

Die Optimierung in dieser Phase konzentriert sich, wie in allen vier Phasen, auf die Verbindungsauswahl des Betrachtungsfilters.

Im ersten Schritt werden all jene Personen, die sich in der TAC befinden, in den virtuellen Raum übertragen. Als Markierung hierfür dient die rote Schrift der jeweiligen Personen in den Spalten- und Zeilenbeschriftungen der Matrizen. Durch den Wechsel des Raums, ist eine Verbindung zu diesen Personen von realen Räumen aus, nur mehr mit der Erweiterungsmaßnahme virtueller Avatar oder durch Tunnelverbindungen möglich. Letztere ist die einzige herkömmliche Verbindungsform, die die Verknüpfung von realen mit virtuellen Räumen und umgekehrt ermöglicht.

Wie schon in der ersten Phase, werden die S-Funktionen, die noch keinen höheren Verbindungswert aufweisen, von Tunnel- bzw. persönlichen Gesprächsverbindungen zu virtuellen Verbindungen mittels Avataren aufgewertet.

Weiters werden alle Tunnelverbindungen und persönlichen Verbindungen mit 56% innerhalb der Zellen und Zentralen ebenfalls durch virtuelle Avatarverbindungen ersetzt.

persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81%
persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69%
persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, hohe Entfernung	56%
Tunnelverbindung	38%
virtuell: virtueller Raum	94%
virtuell: virtueller Avatar im Raum	75%
virtuell: virtuelle Raumverbindung	63%

5.1.3 Phase 3

Die Phase 3 zeichnet sich dadurch aus, dass hier bereits alle Führungseinrichtungen ausgegliedert sind und sich an unterschiedlichen Orten im Gefechtsstreifen befinden. In der bisherigen Umsetzung sind die Personen in einer Führungseinrichtung miteinander persönlich verbunden. Die Kommunikation zwischen den einzelnen Elementen ist nur mittels Tunnelverbindungen möglich.

Bei der Optimierung wurden zuerst alle Verbindungen innerhalb einer Führungseinrichtung mit der Erweiterungsmaßnahme *virtueller Raum* ersetzt. Die Verbindungen zwischen den S-Funktionen und die Tunnelverbindungen innerhalb der Stabszellen und Zentralen wurden in die Verbindungsform *virtueller Avatar* im Raum geändert. Die restlichen Tunnelverbindungen bleiben bestehen.

Tunnelverbindung	38%
virtuell: virtueller Raum	94%
virtuell: virtueller Avatar im Raum	75%

	S1 Gruppe	S2 Gruppe	S3 Gruppe	S4 Gruppe	S6 Gruppe	ÖA & Komm
S1 Gruppe	S1 PersBearth PersBearth RB Psych MIIPfr kath MIIPfr ev	S2 stvs2 SZUO SZUO	S3 stvs3/ABC S3 KU S3Bearth S3UO/JFS S3UO S-Lehrer	S4 WIO & stvs4 TO & KO S4Bearth Sih & UmwSchB FZUO KUO LtrZahlSt KMF WID	S6 S6UO & LB FMUO KatLtr/GefchrUO GefchrUO SGGeh	ÖA & Komm Offt ÖA & Komm UO ÖA & Komm
S1	75 84 84 75 75 75 75	75 38 38 38	75 38 38 38	75 38 38 38	75 38 38 38	75 38 38 38
PersBearth	75 75 75 75 75 75 75	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38
PersBearth	84 75 84 75 75 75 75	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38
RB	75 75 75 75 75 75 75	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38
Psych	75 84 75 75 75 75 75	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38
MIIPfr kath	75 84 75 75 75 75 75	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38
MIIPfr ev	75 84 75 75 75 75 75	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38	38 38 38 38
S2	75 38 38 38	75 84 75	75 84 75 75	75 84 75 75	75 84 75 75	75 84 75 75
stvs2	38 38 38 38	75 75 84	75 84 75 75	75 84 75 75	75 84 75 75	75 84 75 75
SZUO	38 38 38 38	84 75 75	84 75 75 75	84 75 75 75	84 75 75 75	84 75 75 75
SZUO	38 38 38 38	75 84 75	75 84 75 75	75 84 75 75	75 84 75 75	75 84 75 75
S3	75 38 38 38	84 75 84 75	75 75 75 84	75 75 75 84	75 75 75 84	75 75 75 84
stvs3/ABC	38 38 38 38	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84
S3 KU	38 38 38 38	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84
S3Bearth	38 38 38 38	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84
S3UO/JFS	38 38 38 38	84 75 84 75	84 75 75 75	84 75 75 75	84 75 75 75	84 75 75 75
S3UO	38 38 38 38	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84	75 84 75 84
S-Lehrer	38 38 38 38	84 75 84 75	84 75 75 75	84 75 75 75	84 75 75 75	84 75 75 75
S4	75 75 75 75	75 38 38	75 38 38	75 38 38	75 38 38	75 38 38
WIO & stvs4	84 75 84 75	75 75 75	75 75 75	75 75 75	75 75 75	75 75 75
TO & KO	75 84 75 75	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38
S4Bearth	75 84 75 75	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38
Sih & UmwSchB	75 84 75 75	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38
FZUO	84 75 84 75	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38
KUO	75 84 75 75	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38
LtrZahlSt	84 75 84 75	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38
KMF WID	84 75 84 75	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38	38 38 38
S6	75 38 38 38	75 38 38	75 38 38	75 38 38	75 38 38	75 38 38
S6UO & LB	38 38 38 38	75 84 75	75 84 75	75 84 75	75 84 75	75 84 75
FMUO	38 38 38 38	84 75 75	84 75 75	84 75 75	84 75 75	84 75 75
KatLtr/GefchrUO	38 38 38 38	75 84 75	75 84 75	75 84 75	75 84 75	75 84 75
GefchrUO	38 38 38 38	84 75 75	84 75 75	84 75 75	84 75 75	84 75 75
SGGeh	38 38 38 38	75 84 75	75 84 75	75 84 75	75 84 75	75 84 75
ÖA & Komm	Offt ÖA & Komm UO ÖA & Komm	75 38 38 38	75 38 38 38	75 38 38 38	75 38 38 38	75 38 38 38

Abb. 77 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 3 – optimiert

	TAC 1	TAC 2	TAC 3	FWD 1	FWD 2	FWD 3	UMCP 1	UMCP 2	UMCP 3	UMCP 4	REAR 1	REAR 2
TAC 1	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
TAC 2	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
TAC 3	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
FWD 1	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
FWD 2	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
FWD 3	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
UMCP 1	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
UMCP 2	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
UMCP 3	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
UMCP 4	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
REAR 1	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer
REAR 2	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer	S2 S3 FZUO S-Lehrer

Abb. 78 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 3 – optimiert

5.1.4 Phase 4

In der letzten der vier Gefechtsphasen kommen alle Strukturen der vorherigen Phasen partiell vor. Einerseits die Gliederung in Zellen und Zentralen und andererseits in vier Führungseinrichtungen.

Die komplette Führungszentrale befindet sich zu diesem Zeitpunkt bereits im neuen Camp und bildet einen reduzierten neuen Hauptgefechtsstand. Der UMCP befindet sich ebenfalls innerhalb des neuen Camps, jedoch noch als eigenständige Führungseinrichtung gegliedert. Der REAR ist das einzige noch am Gefechtsfeld verbleibende Element.

Im Bereich der Führungszentrale sind die einzelnen Personen wie in Phase 1 mittels persönlichem Gespräch verbunden. Dadurch ergibt sich in diesem Bereich kein Optimierungsbedarf.

Die Verbindungen innerhalb des REAR bleiben zur Phase 3 unverändert und werden als virtueller Raum abgebildet. Zwischen den S-Funktionen werden die einzelnen Verbindungen, außerhalb der Zellen und Zentralen, wieder durch virtuelle Avatare im Raum ersetzt.

Im letzten Schritt werden die restlichen schwächeren Verbindungen innerhalb der Zellen und Zentralen (38%, 56%) ebenfalls durch die Erweiterungsmaßnahme *virtueller Avatar* optimiert.

persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, geringste Entfernung	81%
persönliches Gespräch, gesichertes Umfeld, mittlere Entfernung	69%
Tunnelverbindung	38%
virtuell: virtueller Raum	94%
virtuell: virtueller Avatar im Raum	75%
virtuell: virtuelle Raumverbindung	63%

	S1 Gruppe	S2 Gruppe	S3 Gruppe	S4 Gruppe	S6 Gruppe	ÖA & Komm	ÖA & Komm Offt ÖA & Komm	ÖA & Komm GefSchrLUO	ÖA & Komm KzLtr/GefSchrLUO	ÖA & Komm FMUO	ÖA & Komm S6UO & LB	ÖA & Komm S6	ÖA & Komm KMU WID	ÖA & Komm LtrZst	ÖA & Komm FNUO	ÖA & Komm Sih & UmwSchö	ÖA & Komm S4 Bearb	ÖA & Komm TO & KO	ÖA & Komm WIO & stvS4	ÖA & Komm S4	ÖA & Komm S1	ÖA & Komm PersB	ÖA & Komm S1
S1 Gruppe	S1 PersB PersB RB Psych MilPfr kath MilPfr ev	S2 stvS2 S2UO	S3 stvS3/ABC S3 KU S3 Bearb S3UO JFS S3UO S3UO/MobUO S3 Lehrer	S4 WIO & stvS4 TO & KO S4 Bearb Sih & UmwSchö FNUO KMU WID LtrZst	S6 S6UO & LB FMUO KzLtr/GefSchrLUO GefSchrLUO S6Geh	ÖA & Komm Offt ÖA & Komm ÖA & Komm	ÖA & Komm Offt ÖA & Komm ÖA & Komm	ÖA & Komm GefSchrLUO KzLtr/GefSchrLUO FMUO S6UO & LB S6	ÖA & Komm KzLtr/GefSchrLUO FMUO S6UO & LB S6	ÖA & Komm FMUO S6UO & LB S6	ÖA & Komm S6UO & LB S6	ÖA & Komm S6	ÖA & Komm KMU WID LtrZst FNUO Sih & UmwSchö S4 Bearb TO & KO WIO & stvS4 S4	ÖA & Komm LtrZst FNUO Sih & UmwSchö S4 Bearb TO & KO WIO & stvS4 S4	ÖA & Komm FNUO Sih & UmwSchö S4 Bearb TO & KO WIO & stvS4 S4	ÖA & Komm Sih & UmwSchö S4 Bearb TO & KO WIO & stvS4 S4	ÖA & Komm S4 Bearb TO & KO WIO & stvS4 S4	ÖA & Komm TO & KO WIO & stvS4 S4	ÖA & Komm WIO & stvS4 S4	ÖA & Komm S4	ÖA & Komm S1	ÖA & Komm PersB S1	ÖA & Komm S1

Abb. 79 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 4 – optimiert

	TAC 1	TAC 2	TAC 3	FWD 1	FWD 2	FWD 3	UMCP 1	UMCP 2	UMCP 3	UMCP 4	REAR 1	REAR 2	PersB	S1
TAC 1	TAC 1 S2 S3 S4 S6Geh S6UO & LB FMUO KzLtr GefSchrLUO S6	TAC 2 S2UO S3UO JFS RB S4	TAC 3 S2UO S3UO JFS RB S4	FWD 1 S4 S6Geh S3 ABC S3 KU S3UO Mob S3UO Bearb stvS2 S2UO	FWD 2 S4 S6Geh S3 ABC S3 KU S3UO Mob S3UO Bearb stvS2 S2UO	FWD 3 S4 S6Geh S3 ABC S3 KU S3UO Mob S3UO Bearb stvS2 S2UO	UMCP 1 TO/KO S4 Bearb UmwSch PersB Psych MilPfr kath MilPfr ev KzLtr GefSchrLUO KMU	UMCP 2 TO/KO S4 Bearb UmwSch PersB Psych MilPfr kath MilPfr ev KzLtr GefSchrLUO KMU	UMCP 3 TO/KO S4 Bearb UmwSch PersB Psych MilPfr kath MilPfr ev KzLtr GefSchrLUO KMU	UMCP 4 TO/KO S4 Bearb UmwSch PersB Psych MilPfr kath MilPfr ev KzLtr GefSchrLUO KMU	REAR 1 WIO & stvS4 FNUO LtrZst KMU WID	REAR 2 Offt ÖA S1 PersB	PersB S1	S1

Abb. 80 Verbindungsmatrix, sortiert nach FüEinr, Phase 4 – optimiert

5.2 Vergleich

Durch die Zuweisung eines numerischen Wertes gemäß dem Bewertungsschema lassen sich die unterschiedlichen Umsetzungen der Verbindungen miteinander vergleichen. Dazu werden von mehreren Strukturen die Verbindungsperformance, ein gleichwertiger Mittelwert, berechnet. Es folgt der Vergleich der Durchschnittswerte der bisherigen mit der optimierten Variante.

Bei dem Vergleich des Durchschnitts aller Verbindungen (vgl. Abb. 81) zeigt sich zwar eine Verbesserung der Performance, die Kurve der optimierten Verbindungen (Gesamt NEU) hat aber ähnlich der Kurve der bisherigen Verbindungen (Gesamt ALT) den niedrigsten Performancewert in der Phase 3. Diese Tatsache lässt sich dadurch erklären, dass bei der Optimierung wesentlich auf die Verbindungen des Betrachtungsfilters (Zellen, Zentralen und Kommunikation zwischen den S-Funktionen) Wert gelegt wurde und der Effekt der Optimierung somit in der Gesamtperformance nicht so stark sichtbar ist.

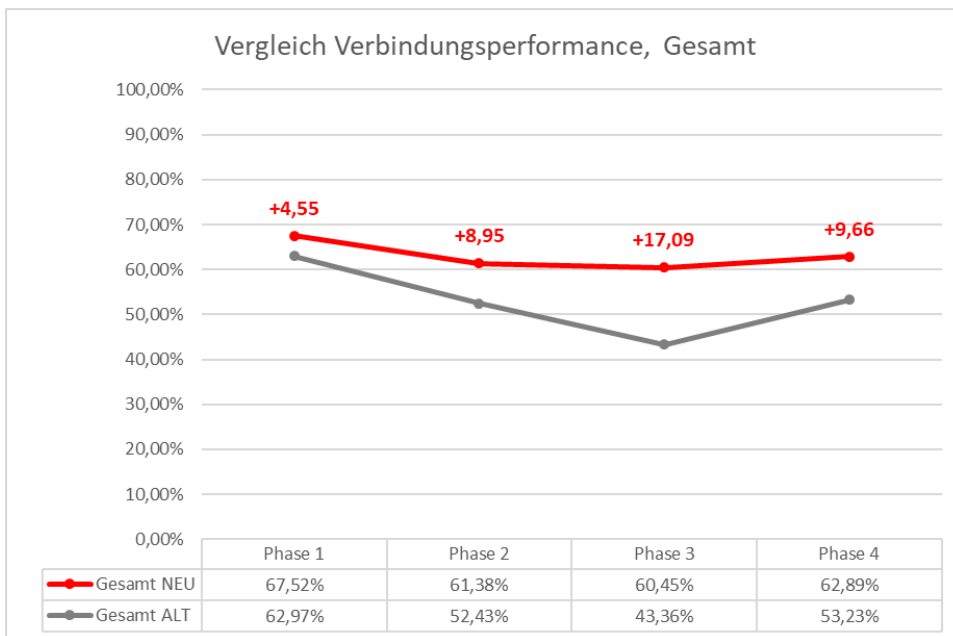


Abb. 81 Vergleich Verbindungsperformance, Gesamt

Werden nun nur die Verbindungen des Betrachtungsfilters, in etwa 40% der Zellen in den Matrizen, zur Durchschnittsberechnung herangezogen, zeigt sich ein anderes Bild. Der Vergleich der Performance dieser Verbindungen (vgl. Abb. 82) zeigt als Resultat einen anderen Kurvenverlauf der optimierten Verbindungen (Filter NEU) im Gegensatz zum Vergleich der Performance aller Verbindungen. In diesem Fall ist der höchste Wert in der Phase 3 zu finden.

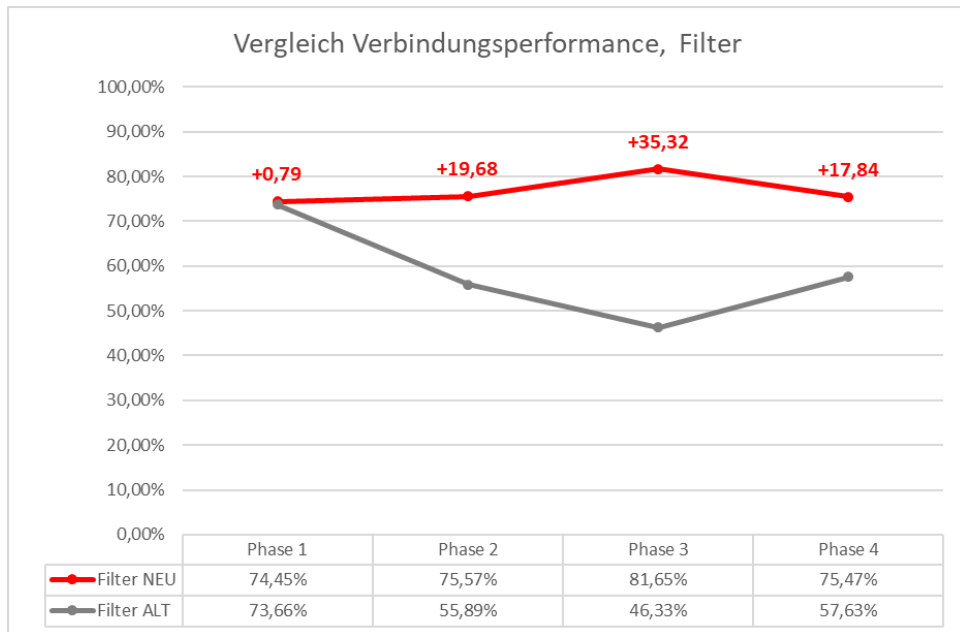


Abb. 82 Vergleich Verbindungsperformance, Filter

Bei Betrachtung der Verbindungen zwischen den S-Funktionen und innerhalb der Zentralen (vgl. Abb. 83, Abb. 84, Abb. 85, Abb. 86) im Detail, zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Performance der Verbindungen des Betrachtungsfilters (vgl. Abb. 82).

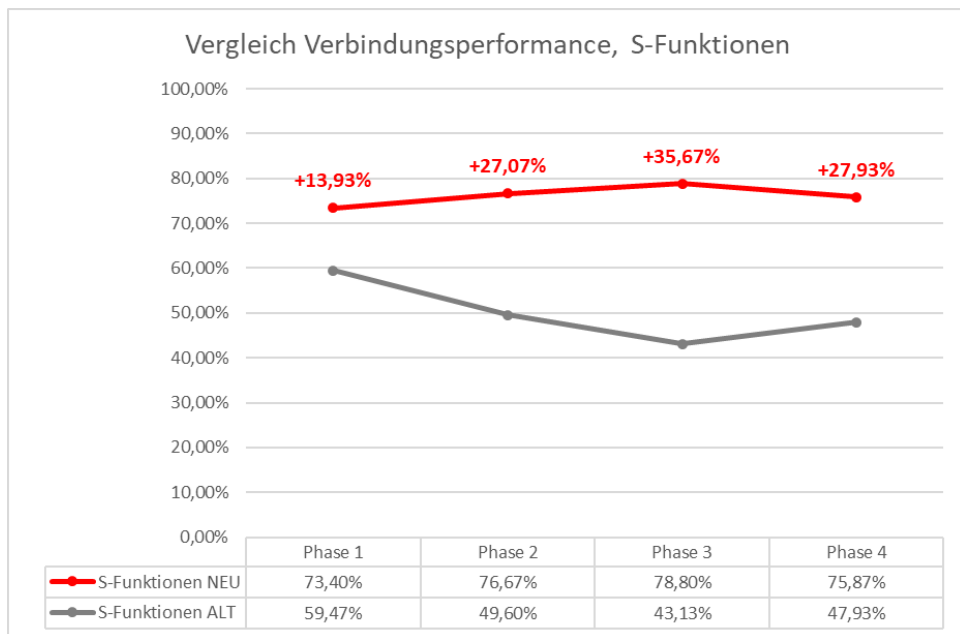


Abb. 83 Vergleich Verbindungsperformance, S-Funktionen

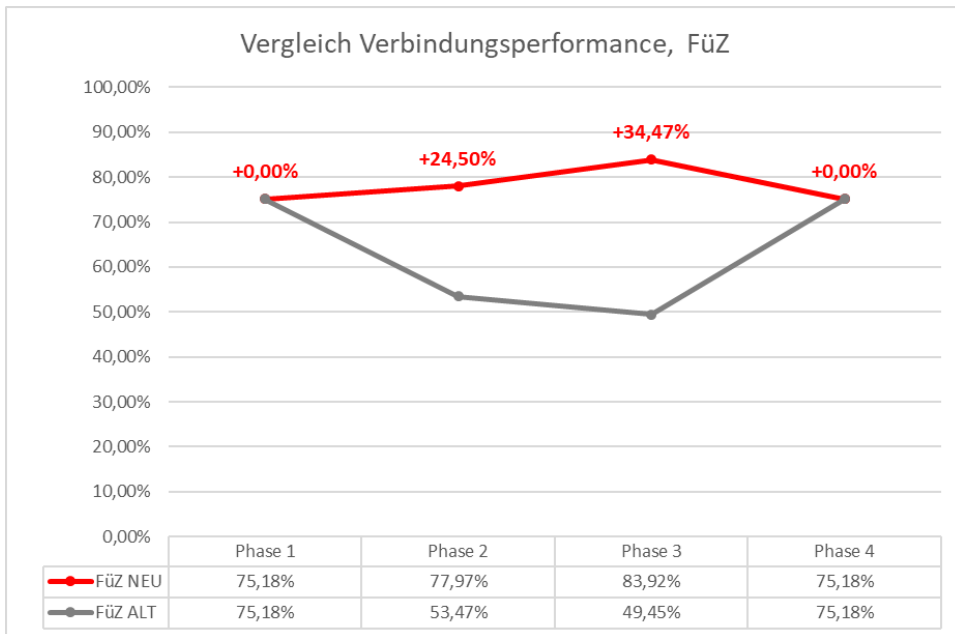


Abb. 84 Vergleich Verbindungsperformance, FÜZ

Speziell beim Vergleich der Verbindungen innerhalb der Einsatzunterstützungszentrale (vgl. Abb. 85) und denen der Führungszentrale (vgl. Abb. 84) ist erkennbar, dass bei erstem in Phase 1, bei zweitem in Phase 1 und 4 keine Optimierung passiert ist. Die jeweiligen Zentralen besitzen in diesen Phasen schon in der bisherigen Umsetzung eine sehr hohe Verbindungsqualität.

Dies verdeutlicht erneut, dass bei der Auswahl der zu verbessernden Verbindungen sehr stark auf die bisherige Situation und deren Qualität eingegangen wurde, und nur dort optimiert wird wo es Sinn macht und auch Bedarf besteht.

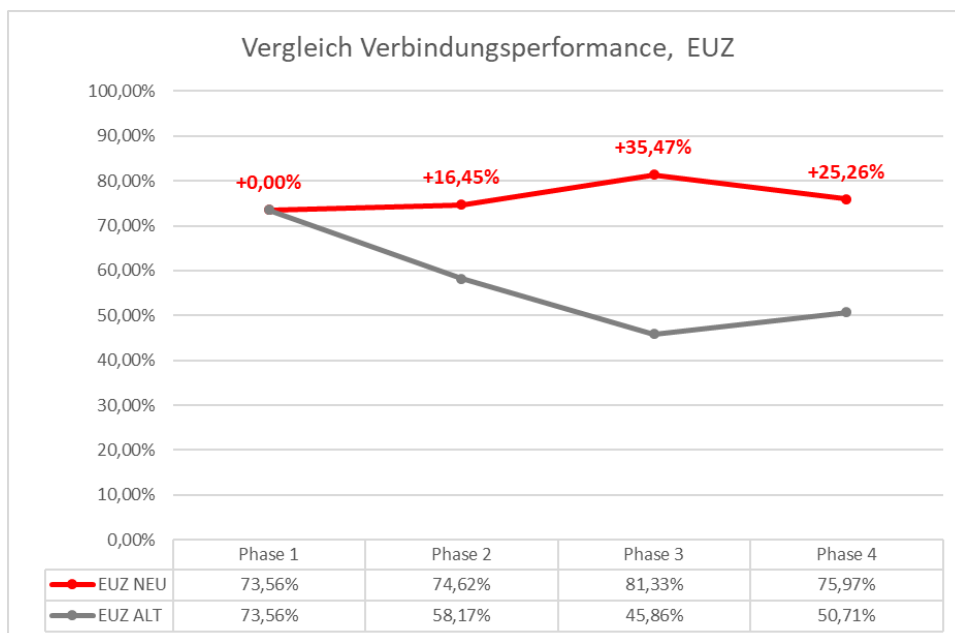


Abb. 85 Vergleich Verbindungsperformance, EUZ

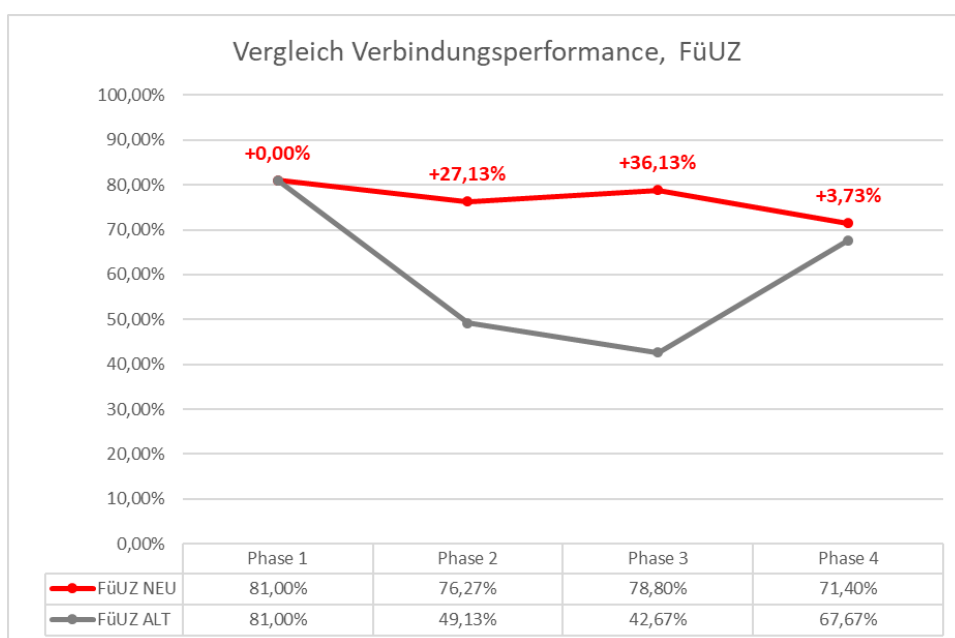


Abb. 86 Vergleich Verbindungsperformance, FÜUZ

6 Schlussbetrachtung

Am Anfang dieser Arbeit stand die Idee vom Loslösen von der rein materiellen, baulichen Umsetzung räumlicher Probleme. Durch die Erweiterung von Räumen in virtuelle Welten vergrößert sich der Möglichkeitsspielraum um ein Vielfaches. Das soll wiederum in effizienteren und besseren Ergebnissen resultieren.

Um diesen Ansatz in einem konkreten Fall ausprobieren und überprüfen zu können benötigte es eine komplexe Anforderung an Raum. Dieser Bedarf wurde in Form eines militärischen Gefechtsstandes während einer Einsatzsimulation gefunden. Diesem liegt zwar eine klare hierarchische Struktur zugrunde, während dem Gefechtsverlauf verändert sich aber die Gliederung und gleichzeitig auch die Position der einzelnen Gefechtsstandmitglieder. Diese Tatsache erfordert es, Raum neu zu denken, losgelöst von baulicher Umsetzung.

Ausgehend von einer tiefergehenden Beschäftigung mit der architektonischen Problemlösung mit Schwerpunkt auf funktionale Entwurfsaspekte wurden vor allem die Wesenszüge der *Activity Data Method* betrachtet. Zur Vervollständigung der Grundlagen wurden auch die Themen *Militärische Führungseinrichtung* und *Mixed Reality* erarbeitet. In beiden Themen wurden die fundamentalen Inhalte ausgearbeitet um in weiterer Folge darauf aufbauend den theoretischen Anwendungsversuch zu starten.

Noch vor der konkreten Umsetzung wurde die Ausgangssituation ausführlich dargestellt und die Situation, in der die Erweiterung in den virtuellen Raum stattfindet, definiert.

Der Ansatz, Raum neu zu denken, bedeutete in diesem speziellen Anwendungsfall, dass die Funktionen mit den handelnden Personen gleichgesetzt werden konnten. Die militärische Gliederung weist jedem Stabsmitglied eine konkrete Funktion in der Struktur zu, somit sind beide fest aneinandergelassen und gemeinsam zu betrachten. Daraus folgend werden Nähebeziehungen zwischen zwei Funktionen zu Nähebeziehungen zwischen den, an die Funktionen gekoppelten, Personen.

Dargestellt in Matrizen, wurden die Verbindungen aller involvierter Personen zueinander dargestellt und analysiert. Ein Bewertungsschema stellte die Vergleichbarkeit sicher.

Basierend auf den vorhergehenden Erkenntnissen wurden drei Maßnahmen zur virtuellen Raumerweiterung entwickelt und diese im nächsten Schritt auf

die Verbindungen innerhalb des Gefechtsstandes angewandt. Abschließend wurden sie anhand der numerischen Werte, für die Qualität der einzelnen Verbindungen, mit der ursprünglichen Variante verglichen und das Maß der Optimierung aufgezeigt.

Die daraus gewonnenen Ergebnisse zeigen, dass durch den Einsatz solcher Erweiterungsmaßnahmen virtuelle Nähe erzeugt werden kann. Diese bedeutet gleichzeitig bessere Verbindung mit höherem Informationsfluss und geringeren Reibungsverlusten. Schlussendlich führt dies zu mehr Effizienz im Gefechtsstand und somit zu einer gesteigerten Führungsleistung des Bataillons.

Bei der Betrachtung der finalen Resultate im Form von Diagrammen muss jedoch bedacht werden, in welchem Kontext diese stehen. Dies zeigt sich deutlich, wenn die unterschiedlichen Kurvenverläufe der Durchschnittswerte miteinander verglichen werden.

Wenn bekannt ist, nach welchen Kriterien und Zielen optimiert wurde, ist der Unterschied, zwischen den Durchschnittswerten aller Verbindungen und denen von nur ausgewählten Verbindungen, verständlich.

Dieses Hintergrundwissen ist auch notwendig um die Ergebnisse zu interpretieren. Wenn eine Verbindung von z.B. 38% auf 94% optimiert wurde, bedeutet das nicht automatisch, dass nun zweieinhalbmal so viel Informationsaustausch möglich ist. Abschließend kann festgehalten werden, dass es für das Verständnis der Ergebnisse der Arbeit einerseits ein Grundlagenwissen in der Basisthematik und auch Kenntnisse über das Bewertungsschema braucht.

Trotz der Tatsache, dass in dieser Arbeit bewusst nicht näher auf die technische Umsetzung virtueller Raumerweiterungen eingegangen wurde, muss festgehalten werden, dass die Akzeptanz von solchen Maßnahmen wesentlich von der Art der Realisierung abhängt.

Umso besser die Intuitivität solcher Systeme ist, desto besser werden diese in Zukunft angenommen werden. Die nahtlose Integration in die reale Welt, um die Grenze zur virtuellen Welt verschwimmen zu lassen, ist essentiell für den Erfolg solcher Systeme.

Mögliche weitere Anwendungsgebiete für eine solche Herangehensweise sind aktuell mit Schwergewicht komplexe Strukturen, die rein materiell so nicht umgesetzt werden können. Speziell dann, wenn die hierarchische Gliederung, von der physischen divergiert. In Zukunft ist mit einer Vergrößerung der Anwendungsfelder zu rechnen, da immer mehr Daten generiert werden und diese auch in effizienter Art und Weise verarbeitet und genutzt werden sollen.

Es ist davon auszugehen, dass die Grenzen zwischen Raum und Information immer mehr verschwimmen, somit erscheint es sinnvoll, wenn auch Architekten versuchen in diesem Spannungsfeld Fuß zu fassen.

7 Abkürzungsverzeichnis

ADM	Activity Data Method
AR	Augmented Reality
AV	Augmented Virtuality
Baon	Bataillon
BBef	Bataillonsbefehl
Bef	Befehl
Brig	Brigade
ChdStb	Chef des Stabes
EBespr	Entscheidungsbesprechung
Einh	Einheit
FGG	Führungsgrundgebiet
FM	Fernmelde
FM-	Fernmelde-
FüVf	Führungsverfahren
FWD	Forward Command Post Vorgeschobener Gefechtsstand
GefStd	Gefechtsstand
grVbd	großer Verband
IKT	Informations- und Kommunikationstechnologie
InfoZ	Informationszentrum
Kdo	Kommando
Kdt	Kommandant
kIVbd	kleiner Verband
KoordBespr	Koordinierungsbesprechung
Kp	Kompanie
KW	Kurzwelle
LaSK	Landstreitkräfte
LuSK	Luftstreitkräfte
MAIN	Main Command Post Hauptgefechtsstand
MSaSt	Meldesammelstelle
OBespr	Orientierungsbesprechung

REAR	Rear Command Post Rückwärtiger Gefechtsstand
RiFu	Richtfunk
RV-Continuum	Reality-Virtuality-Continuum
SatCom	Satellitenkommunikation
SEK	Spezialeinsatzkräfte
Stb	Stab
StbBespr	Stabsbesprechung
TAC	Tactical Command Post Bewegliche Befehlsstelle
UKW	Ultrakurzwelle
UMCP	Unity Maintenance Collection Point Geräteabschubpunkt
VE	Virtual Environment
ZwBespr	Zwischenbesprechung

8 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1 Voraussetzungskette in Anlehnung an JOEDICKE und ASIMOW	11
Abb. 2 Modell eines Problemlösungsvorganges, Planungsprozess nach JOEDICKE	12
Abb. 3 Entwurfsprozess nach LUCKMAN	13
Abb. 4 Ableitung von Tätigkeiten zum Schema – Teil 1	14
Abb. 5 Ableitung von Tätigkeiten zum Schema – Teil 2	15
Abb. 6 Auflistung der Tätigkeiten	16
Abb. 7 Tätigkeitsdiagramm Sporthalle	16
Abb. 8 Tätigkeitsdaten	17
Abb. 9 Raumzuordnungsschema	17
Abb. 10 Brigadegefechtsstand während einer Übung	21
Abb. 11 Einbettung der Führungsebenen	21
Abb. 12 Bewegliche Befehlsstelle auf Schützenpanzer Ulan	23
Abb. 13 Äußere Organisation des Gefechtsstands (schematisch)	24
Abb. 14 Zusammenwirken Zentrale - Zentrum – Zelle	25
Abb. 15 Innere Gefechtsstandorganisation auf Ebene Baon	25
Abb. 16 Gliederung des Lagersaums in die einzelnen Zentralen auf Ebene Baon	26
Abb. 17 FGG im ÖBH auf Ebene Bataillon	26
Abb. 18 Brigadegefechtsstand während einer Übung	27
Abb. 19 Zeltsystem COLPRO	27
Abb. 20 Grundschemata für das taktische Führungsverfahren	28
Abb. 21 Personalhierarchie	29
Abb. 22 Planungsverfahren "A" auf Ebene Baon	29
Abb. 23 RV-Continuum nach MILGRAM ET AL	34
Abb. 24 Blended Reality, eingebettet im RV-Continuum nach MILGRAM ET AL, nach BOWER ET AL	35
Abb. 25 Darstellung, Methodik der Arbeit - Teil 1	38
Abb. 26 Darstellung, Methodik der Arbeit - Teil 2	39
Abb. 27 Verortung der fiktiven Länder	40
Abb. 28 Verortung PzGrenB53	41
Abb. 29 Gefechtsstandkonzeption für die gepanzerte Kampftruppe	43
Abb. 30 Gefechtsstandorganisation – Phase 1 "Verfügung"	44
Abb. 31 Gefechtsstandorganisation - Phase 2 "Annäherung"	45
Abb. 32 Gefechtsstandorganisation – Phase 3 "Bewegliches Gefecht"	45
Abb. 33 Gefechtsstandorganisation – Phase 4 "Angriffsziel gesichert"	46
Abb. 34 Tabelle, Bestehende Verbindungsformen	48
Abb. 35 Gliederung der Zentralen	49
Abb. 36 Personalstruktur Bataillonsstab Panzergrenadierbataillon	49
Abb. 37 Verteilung des Stabspersonals auf die einzelnen Führungseinrichtungen	50
Abb. 38 Führungseinrichtungen während der Gefechtsphasen	51
Abb. 39 Beziehungsmatrix Stab, Phase 1 „Verfügung“	52
Abb. 40 Beziehungsmatrix Stab, Phase 2 „Annäherung“	53
Abb. 41 Beziehungsmatrix Stab, Phase 3 „Bewegliches Gefecht“	54

Abb. 42 Beziehungsmatrix Stab, Phase 4 „Angriffsziel gesichert“	55
Abb. 43 Verbindungsgruppe: persönliches Gespräch	58
Abb. 44 Virtuelle Verbindungs- und Erweiterungsmöglichkeiten	61
Abb. 45 Visualisierung, Raumverbindung mit eingeblendetem Screen	62
Abb. 46 Visualisierung, Raumverbindung	63
Abb. 47 Visualisierung, Raumverbindung „stummgeschaltet“	63
Abb. 48 Visualisierung, Virtueller Avatar in einer Lagebesprechung	64
Abb. 49 Visualisierung, Virtueller Avatar am Gefechtsstand.....	65
Abb. 50 Informationsebenen, Virtueller Raum.....	66
Abb. 51 Social VR, Facebook Spaces, Avatare	67
Abb. 52 Zusammensetzung der Notenwerte, Persönliche Verbindung unter Gefechtsbedingungen	71
Abb. 53 Beurteilung: persönliche Verbindung	71
Abb. 54 Zusammensetzung der Notenwerte, Gefahr für Reibungsverluste unter Gefechtsbedingungen	72
Abb. 55 Beurteilung: Gefahr für Reibungsverluste	73
Abb. 56 Beurteilung: Datendichte/Mehrdimensionalität	74
Abb. 57 Beurteilung: Echtzeit.....	75
Abb. 58 Übersicht, Bewertung der Verbindungsformen.....	76
Abb. 59 Betrachtungsfilter Matrix	79
Abb. 60 Legende, Verbindungsmatrizen, Phase 1	80
Abb. 61 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 1	81
Abb. 62 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 1	81
Abb. 63 Legende, Verbindungsmatrizen, Phase 2	82
Abb. 64 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 2.....	83
Abb. 65 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 2	83
Abb. 66 Legende, Verbindungsmatrizen, Phase 3	84
Abb. 67 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 3.....	85
Abb. 68 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 3	85
Abb. 69 Legende, Verbindungsmatrizen, Phase 4	86
Abb. 70 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 4.....	87
Abb. 71 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 4	87
Abb. 72 Diagramm, Entwicklung der Verbindungsperformance	88
Abb. 73 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 1 - optimiert	91
Abb. 74 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 1 - optimiert	91
Abb. 75 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 2 – optimiert	93
Abb. 76 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 2 – optimiert.....	93
Abb. 77 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 3 – optimiert	95
Abb. 78 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 3 – optimiert.....	95
Abb. 79 Verbindungsmatrix, sortiert nach Zellen, Phase 4 – optimiert	97
Abb. 80 Verbindungsmatrix, sortiert nach FÜEinr, Phase 4 – optimiert.....	97
Abb. 81 Vergleich Verbindungsperformance, Gesamt.....	98
Abb. 82 Vergleich Verbindungsperformance, Filter	99
Abb. 83 Vergleich Verbindungsperformance, S-Funktionen	99
Abb. 84 Vergleich Verbindungsperformance, FÜZ.....	100
Abb. 85 Vergleich Verbindungsperformance, EUZ.....	101
Abb. 86 Vergleich Verbindungsperformance, FÜUZ	101

9 Literaturverzeichnis

- ARCHER, B. 1966. Activity Data Method: a method for recording user requirements. *Ministry of Public Buildings and Works, London*.
- ASIMOW, M. 1962. *Introduction to design*, Prentice-Hall Englewood Cliffs, NJ.
- AUER, R. 2014. BMLVS. Available: <http://www.bundesheer.at/pool/img/fuesim02.jpg> [Accessed 06.05. 2017].
- BENEDIKT, M. Cyberspace: some proposals. *Cyberspace*, 1991. MIT Press, 119-224.
- BMLVS 2008. *Militärlexikon des ÖBH (elektronisch)*. 06.10.2016 ed. Wien: BMLVS.
- BMLVS 2009. *Dienstvorschrift für das Bundesheer (zur Erprobung): Taktischer Führungsprozess*, Wien, BMLVS.
- BMLVS 2011. *Dienstvorschrift für das Bundesheer (zur Erprobung): Stabsdienst im kleinen Verband*, Wien, BMLVS.
- BMLVS 2012. *Dienstvorschrift für das Bundesheer: Taktisches Führungsverfahren*, Wien, BMLVS.
- BMLVS 2015. *Fähigkeitsprofil, OrgPIPers/BKdo&StbKp/PzGrenB(ÖBH2018)*, Wien.
- BMLVS 2016. *Merkblatt für das Bundesheer: Handakt Führungsunterstützung (Stand Juni 2016)*, Wien, BMLVS.
- BOWER, M., CRAM, A. & GROOM, D. 2010. Blended reality: Issues and potentials in combining virtual worlds and face-to-face classes. *Curriculum, technology & transformation for an unknown future. Proceedings ascilite Sydney*, 129-140.
- BRIDGES, A. & CHARITOS, D. 1997. On architectural design in virtual environments. *Design Studies*, 18, 143-154.
- CHARITOS, D. 1998. The architectural aspect of designing space in virtual environments.
- CHARITOS, D. 2005. Communicating Environmental Meaning through Designing Space in Virtual Environments. *The Integrated Media Machine: Aspects of Future Interfaces and Cross-Media Culture, Integrated Media Machine*, 3, 13-35.
- DAX. 2014. BMLVS. Available: http://www.bundesheer.at/pool/img/20140403_095041.jpg [Accessed 06.05. 2017].
- DUDENREDAKTION. o. J.-a. *Duden online, Suchbegriff: echt* [Online]. <http://www.duden.de/node/853285/revisions/1609237/view>. [Accessed 17.12. 2016].
- DUDENREDAKTION. o. J.-b. *Duden online, Suchbegriff: real* [Online]. <http://www.duden.de/node/649772/revisions/1620269/view>. [Accessed 19.05. 2017].
- DUDENREDAKTION. o. J.-c. *Duden online, Suchbegriff: Realität* [Online]. <http://www.duden.de/node/677148/revisions/1303214/view>. [Accessed 19.05. 2017].
- DUDENREDAKTION. o. J.-d. *Duden online, Suchbegriff: Welt* [Online]. <http://www.duden.de/node/673279/revisions/1391111/view>. [Accessed 19.05. 2017].
- DUDENREDAKTION. o. J.-e. *Duden online, Suchbegriff: wirklich* [Online]. <http://www.duden.de/node/641913/revisions/1366877/view>. [Accessed 17.12. 2016].

- DUDENREDAKTION. o. J.-f. *Duden online, Suchbegriff: Wirklichkeit* [Online]. <http://www.duden.de/node/677149/revisions/1316535/view>. [Accessed 19.05. 2017].
- FENSTERBUSCH, C. 1996. *Vitruvii de architectura libri decem-Vitruv, Zehn Bücher über Architektur. 5. Aufl. Darmstadt: Primus.*
- FIELDEN, G. B. R. 1963. *The Fielden report. Engineering Design, HM Stat office, London.*
- FISCHER, G. 2012. *Vitruv NEU oder Was ist Architektur?*
- GRATZER, B. 2015. BMLVS. Available: http://www.bundesheer.at/pool/img/20150129_130145.jpg [Accessed 22.07. 2017].
- HEMMERLING, M. 2013. *Die Erweiterung der Architektur. Exploring Virtuality: Virtualität im interdisziplinären Diskurs*, 111-132.
- HOSHI, K., PESOLA, U.-M., WATERWORTH, E. L. & WATERWORTH, J. 2009. *Tools, perspectives and avatars in blended reality space.* IOS Press.
- JAMAICA UAV. 2014. *Screenshot: 3D Digital Elevation Modelling from Aerial UAV Imagery - Part 4* [Online]. YouTube. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=hNCrxFlqC7o> [Accessed 02.09. 2017].
- JOEDICKE, J. 1972. *Zur Formalisierung des Planungsprozesses. In: UNIVERSITÄT STUTTGART, I. F. G. D. M. A. (ed.) Arbeitsberichte zur Planungsmethodik 1 - Bewertungsprobleme in der Bauplanung. 3. Aufl. ed. Stuttgart [u.a]: Krämer.*
- JOEDICKE, J. 1993. *Entwerfen und Gestalten*, Krämer.
- KALAWSKY, R. 1993. *The science of virtual reality and virtual environments.*
- KÜHN, C. 2011. *Vorlesungsunterlagen Studio Gebäudelehre, SS2011. In: WIEN, T. (ed.).*
- LUCKMAN, J. 1970. *Zur Organisation des Entwerfens. In: UNIVERSITÄT STUTTGART, I. F. G. D. M. A. (ed.) Arbeitsberichte zur Planungsmethodik 4 - Entwurfsmethoden in der Bauplanung. Stuttgart [u.a]: Krämer.*
- MATTHES. 2015. BMLVS. Available: http://www.bundesheer.at/archiv/a2015/handwerk_15/galerie/vollbild/20150616_120435.jpg [Accessed 06.05. 2017].
- MILGRAM, P., TAKEMURA, H., UTSUMI, A. & KISHINO, F. *Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. Photonics for industrial applications, 1995. International Society for Optics and Photonics, 282-292.*
- MILLER, M. 2012a. BMLVS. Available: http://www.bundesheer.at/archiv/a2012/handwerk_12/galerie/vollbild/20121009_173900.jpg [Accessed 06.05. 2017].
- MILLER, M. 2012b. BMLVS. Available: http://www.bundesheer.at/archiv/a2012/handwerk_12/galerie/vollbild/20121009_113555.jpg [Accessed 03.08. 2017].
- O. A. o. J.-a. *Screenshot: Strategiespiel S.W.I.N.E* [Online]. Available: http://www.gerokurtz.de/index.htm_files/2396.jpg [Accessed 06.08. 2017].
- O. A. o. J.-b. *US Army Image of BFT at Baghdad International Airport* [Online]. Available: http://usa-satcom.com/wp-content/uploads/2014/11/FBCB2_of_Baghdad_International_Airport.png [Accessed 08.08. 2017].
- OCULUS. 2017. *Screenshot: Facebook Doubles Down on Social VR with Spaces—Now in Beta!* [Online]. YouTube. Available: https://youtu.be/dr_04PCSDWE [Accessed 02.09. 2017].

- OPENSTREETMAP-MITWIRKENDE. 2017. Available:
<https://www.openstreetmap.org/> [Accessed 31.07. 2017].
- PUX, R. 2016a. BMLVS. Available:
http://www.bundesheer.at/karriere/offizier/galerie/vollbild/20160307_120851.jpg [Accessed 06.08. 2017].
- PUX, R. 2016b. BMLVS. Available:
http://www.bundesheer.at/karriere/offizier/galerie/vollbild/20160310_105234.jpg [Accessed 09.07. 2017].
- SCHILL-FENDL, M. 2004. Planungsmethoden in der Architektur; Grundlagen von Planungs- und Entwurfsmethoden für Architekten komplexer Aufgabenstellungen in interdisziplinären Gruppen, dargestellt am Bereich Sozial- und Gesundheitsbauten.
- SCHNEIDHOFER, W. 2017. *Das gemischte, verstärkte Panzergrenadierbataillon (AT/DE) im Angriff zur Zerschlagung separatistischer Kräfte*, Wien, Landesverteidigungsakademie.
- SCHOEN, K. 2012. BMLVS. Available:
http://www.bundesheer.at/pool/img/20120606_112825.jpg [Accessed 18.08. 2017].
- SCHÖNFELD, J. W. 1992. *Gebäudelehre*, Stuttgart; Berlin; Köln, Kohlhammer.
- STEINBERGER, M. 2015. BMLVS. Available:
http://www.bundesheer.at/archiv/a2015/handwerk_15/galerie/vollbild/20150623_120707.jpg [Accessed 06.08. 2017].
- STEINICKE, F. 2017. *Blended Reality–Die Zukunft der virtuellen Realität* [Online]. <https://www.youtube.com/watch?v=F3hnRcUG1dQ>. [Accessed 22.05. 2017].
- STEINMANN, F. 1997. Modellbildung und computergestütztes Modellieren in frühen Phasen des architektonischen Entwurfs. *Bauhaus-Universität Weimar*.
- WORLD DESIGN INC. 1993. Designing Virtual Worlds. *Meckler VR 93 Conference*. San Jose.
- WURZER, G. 2011. Prozessvisualisierung in der Krankenhausplanung.
- WURZER, G. 2016. Agent-based simulation for early-stage planning of complex buildings.