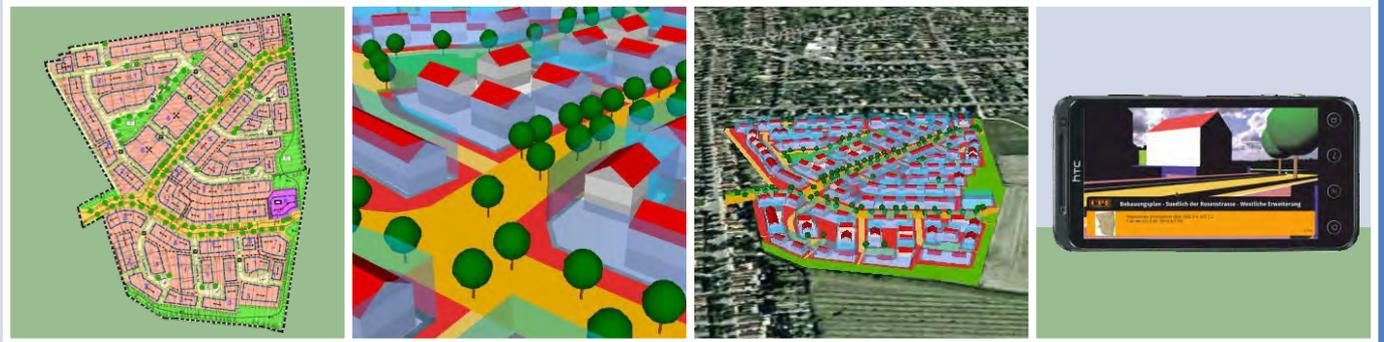


2011

BEBAUUNGSPLAN 3D?



Die Möglichkeiten der Visualisierung
von planerischen Festsetzungen

Daniel Broschart

Bachelorarbeit am

Lehrgebiet CPE - Computergestützte Planungs- und Entwurfsmethoden in Städtebau und Architektur

Fachbereich Raum- und Umweltplanung

Technische Universität Kaiserslautern

Daniel Broschart

Bebauungsplan 3D?

Die Möglichkeiten der Visualisierung von planerischen Festsetzungen

Sommersemester 2011

**Betreut von: Prof. Dr.-Ing. Bernd Streich
Dr.-Ing. Peter Zeile**

Selbstverfassererklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die beiliegende Abschlussarbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe.

Kaiserslautern, den

Daniel Broschart | Matr.Nr. 366 145

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich bei allen Personen bedanken, die mich während meiner Bachelorarbeit unterstützt haben. Bei Prof. Dr.-Ing. Bernd Streich möchte ich mich dafür bedanken, dass er immer wieder dazu inspiriert, eigene Ideen zu entwickeln und diese im Rahmen des Lehrgebietes zu realisieren. Besonders herzlich möchte ich mich bei Dr.-Ing. Peter Zeile für die intensive Betreuung meiner Arbeit und die konstruktiven Ideen und Anmerkungen bedanken. Ihm verdanke ich auch meine Begeisterung für das Thema des Smartphone-Einsatzes in der Stadtplanung und insbesondere dem Bereich der Augmented Reality.

Ein weiteres Dankeschön richtet sich an Dipl.-Math. Martin Memmel vom DFKI für die fachlichen Inputs zum RADAR-Project.

Außerdem möchte ich mich an dieser Stelle beim restlichen CPE-Team für die familiäre Atmosphäre und kreative Arbeitsumgebung bedanken. Ich bedanke mich bei Dipl.-Ing. M.Sc. Jan-Philipp Exner und Dipl.-Ing. Stefan Höffken sowie Timo Wundsam, Guido Kebedies, Rüdiger Noll, Ann-Kathrin Schmitt, Sarah Junghans und Silke Wienands.

Des Weiteren möchte ich meinen Kommilitonen danken, die mich durchs Bachelorstudium begleitet haben (und im Master weiterhin begleiten werden). Ein besonderer Dank gilt Julia Biwer, ohne deren aufmunternden Worte ich in den letzten Wochen wohl mehrmals die Nerven verloren hätte.

Zum Schluss will ich mich noch bei meiner Familie, besonders bei meinen Eltern, bedanken. Sie haben mir das Studium überhaupt erst ermöglicht und mich immer unterstützt.

Kurzfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich damit, wie Planung zukünftig für den Bürger durch den Einsatz von 3D-Modellen verständlicher gestaltet werden kann. Dazu werden die Inhalte eines Bebauungsplans, konkret der zeichnerische Festsetzungsteil, auf ihre dreidimensionale Umsetzbarkeit untersucht.

In der Planzeichenverordnung steht eine Vielzahl an Festsetzungselementen zur Verfügung, die potentielle Inhalte eines Bebauungsplans darstellen können. Deshalb werden diese zunächst auf ihre Eigenschaften bezüglich ihrer Auswirkungen auf die gebaute Realität untersucht und in einem zweiten Schritt versucht, ein dreidimensionales Pendant zu erstellen. In einigen Fällen ist eine symbolhafte Darstellung unumgänglich, die entsprechenden, in der Planzeichenverordnung zur Verfügung stehenden, Planzeichenelemente aber nicht immer eindeutig. An diesen Stellen werden Vorschläge für eine alternative Symboldarstellung erarbeitet.

Insgesamt wird dabei ein Baukasten an dreidimensionalen Festsetzungselementen erstellt, aus dem sich ein Planer bedienen kann, um diese Einzelelemente kombiniert zur Erstellung eines dreidimensionalen Bebauungsplans einsetzen zu können. Der erstellte 3D-Bebauungsplan kann im Rahmen einer informellen Bürgerbeteiligung ergänzend eingesetzt werden, um auf diese Weise planerische Festsetzungen besser erklären zu können.

Um das Thema eines dreidimensionalen Bebauungsplans genau einordnen zu können, muss zunächst auf das Verhältnis zwischen Planer und Adressaten eingegangen werden, bevor genauer auf die Grundlagen des Computereinsatzes und speziell auf die Einsatzgebiete von 3D-Modellen in der Planung eingegangen wird.

In dieser Arbeit geht es allerdings nicht nur um die Erarbeitung der Inhalte eines möglichen dreidimensionalen Bebauungsplans an sich, sondern es geht auch darum, mögliche Präsentationsformen dieses aufzuzeigen. Dabei wird sowohl die Darstellung eines 3D-Bebauungsplans in Google Earth, als auch neue Präsentationsmethoden durch den Einsatz von Smartphones, genauer dem Einsatz sogenannter „Mobile Augmented Reality-Browser“, behandelt. Beim Thema Augmented Reality geht es darum, die Möglichkeiten und Grenzen einer Darstellung von planerischen Festsetzungen zu erforschen und diese aufzuzeigen.

Die erarbeiteten Inhalte werden am Ende kritisch reflektiert und ein kurzer Ausblick auf zukünftige Entwicklungen und weiteren Forschungsbedarf gegeben.

1	Bebauungsplan 3D? – Die Möglichkeiten der Visualisierung von planerischen Festsetzungen	3
1.1	Einleitung	3
1.2	Problemstellung	3
1.3	Zielsetzung	4
1.4	Vorgehensweise	5
2	Theoretische Grundlagen	6
2.1	Das Verhältnis vom Planer zum Adressaten	6
2.2	Computereinsatz in der Stadtplanung.....	8
2.3	Einsatz von 3D-Modellen in der Stadtplanung.....	9
2.4	Augmented Reality als neue Präsentationsform in der Stadtplanung	12
3	Die Möglichkeiten der Visualisierung von planerischen Festsetzungen	15
3.1	Die Baugebietstypen der Baunutzungsverordnung.....	15
3.1.1	Exkurs: Pattern Language.....	15
3.1.2	Art der baulichen Nutzung.....	17
3.1.2.1	Wohnbauflächen	17
3.1.2.2	Gemischte Bauflächen.....	22
3.1.2.3	Gewerbliche Bauflächen	25
3.1.2.4	Sonderbauflächen	27
3.2	Grundstücksgenaue Festsetzungen.....	28
3.2.1	Beschränkung der Zahl der Wohnungen	28
3.2.2	Maß der baulichen Nutzung	30
3.2.3	Bauweise, Baulinien, Baugrenzen	34
3.3	Festsetzungen von öffentlichem Interesse.....	35
3.3.1	Gemeinbedarfsflächen und ihre Zweckbestimmungen.....	35
3.3.2	Regelungen für die Stadterhaltung und für den Denkmalschutz.....	37
3.4	Technische Infrastruktur	38
3.4.1	Verkehrsflächen	38
3.4.2	Flächen für die Ver- und Entsorgung.....	39
3.4.3	Wasserflächen.....	40
3.4.4	Flächen für Aufschüttungen, Abgrabungen oder für die Gewinnung von Bodenschätzen	41
3.5	Natur und Naturschutz	41

3.5.1	Grünflächen	42
3.5.2	Flächen für die Landwirtschaft und Wald	43
3.5.3	Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft	43
3.6	Sonstige Planzeichen	44
4	Anwendung – Präsentationsformen.....	46
4.1	Pattern City	46
4.2	Erstellung eines 3D-Bebauungsplans	46
4.3	Darstellung eines 3D-Bebauungsplans in Google Earth.....	51
4.4	Augmented Reality als Präsentationsform planerischer Festsetzungen vor Ort	52
4.4.1	AR-Browser.....	52
4.4.2	RADAR-Project	54
4.4.3	Darstellung von planerischen Festsetzungen in LAYAR	57
5	Fazit	59
6	Ausblick - Weiterer Forschungsbedarf	62
7	Literatur und Internetquellen	65
8	Abbildungsverzeichnis.....	67
9	Tabellenverzeichnis.....	70
10	Abkürzungsverzeichnis.....	71

1 Bebauungsplan 3D? – Die Möglichkeiten der Visualisierung von planerischen Festsetzungen

1.1 Einleitung

Städtebauliche Planung stellt ein äußerst komplexes Thema dar, das vor allem für den Laien schwer verständlich ist. Da in der Bauleitplanung aber Entscheidungen getroffen werden müssen, die den Einzelnen in der Bebaubarkeit seines Grundstücks betreffen, muss dieser die Inhalte auch verstehen, um seine privaten Belange im Rahmen der Bürgerbeteiligung äußern zu können.

„Das Grundproblem stellt dabei im Allgemeinen die Reduzierung dreidimensionaler Sachverhalte auf zwei Dimensionen dar. Diese ist bislang notwendig, um die Darstellung auf Papierplänen – das Präsentationsmittel schlechthin seit es Planung gibt – zu ermöglichen. Dazu muss sich die städtebauliche Planung vielfältiger Mittel wie z. B. Abstraktionen, Symbolen und Fachbegriffen bedienen, welche wiederum die Verständlichkeit für Laien erheblich herabsetzen“ [BESSER 1999:3]. Verständlichkeit und Nachvollziehbarkeit sind aber auch Voraussetzung, um eine möglichst hohe Akzeptanz von Planung in der Bevölkerung zu erreichen. Vor dem Hintergrund von STUTTGART 21 muss deshalb über Methoden diskutiert werden, wie Planung zukünftig verständlicher und transparenter gestaltet werden kann.

1.2 Problemstellung

Die Mitarbeit der Bürger soll allgemein gefördert werden und ist ausdrücklich erwünscht. Wie kann aber diese Mitarbeit erreicht werden, wenn nicht jeder Bürger in seinem räumlichen Vorstellungsvermögen gleich geschult ist und die räumlichen Auswirkungen, die sich aus den im Plan getroffenen Festsetzungen ergeben, sofort begreifen kann?

Ein möglicher Lösungsansatz stellt die dreidimensionale Visualisierung der zweidimensionalen Planinhalte dar. „In einem 3D-Modell werden räumliche Zusammenhänge sichtbar, Höhenentwicklungen sind deutlich ablesbar und die Beobachtungsstandorte und Blickperspektiven sind durch eine freie Navigation im virtuellen Modell frei wählbar“ [STREICH 1996:39F zitiert in ZEILE 2010:2]. Im Bereich der Architektur ist die dreidimensionale Visualisierung von einzelnen Gebäuden seit Jahren Standard und auch in der städtebaulichen Planung erfährt diese Methode in letzter Zeit zunehmende Beliebtheit. Diese 3D-Modelle werden aber vor allem eingesetzt, wenn es darum geht, städtebauliche Entwürfe oder gestalterische Maßnahmen zu visualisieren. Wie sieht es aber mit den konkreten Festsetzungen aus dem Bebauungsplan aus?

Ist die dreidimensionale Visualisierung eines städtebaulichen Entwurfs schon zu detailreich und konkret, stellt sie „nur“ ein mögliches Szenario dar, wie die gebaute Realität später aussehen könnte. Bei der dreidimensionalen Darstellung eines Bebauungsplans muss dagegen eine gewisse Abstraktion beachtet werden, da nicht mit jeder Festsetzung ein genaues Maß bestimmt wird, das zwingend gebaut werden muss, sondern die meisten Festsetzungen einen Bereich darstellen, indem gebaut werden darf. Dazu muss zunächst einmal untersucht werden, ob eine solche Darstellung überhaupt für alle zeichnerischen Festsetzungsinhalte eines Bebauungsplans möglich ist. Die gewählten Darstellungen sollen eine möglichst selbsterklärende Wirkung beim Betrachter erreichen, da der Betrachter nicht durch eine zusätzlich notwendige Legende im 3D-Modell überfordert werden soll.

1.3 Zielsetzung

Im Laufe dieser Bachelorarbeit sollen die Möglichkeiten der Visualisierung von planerischen Festsetzungen im Hinblick auf die Erstellung eines 3D-Bebauungsplans untersucht werden. Ziel ist die Forderung nach einem 3D-Bebauungsplan als zusätzliches, informelles Instrument, das zum Einen zur Information für die Bürger, aber auch als Entscheidungshilfsmittel für die Kommunalpolitiker dienen soll, die in der Regel auch keine planerische Ausbildung genossen haben dürften [BESSER 1999:3]. Der formell eingesetzte zweidimensionale Bebauungsplan soll dabei aber nicht angegriffen werden, sondern es geht lediglich darum, Möglichkeiten zu untersuchen, wie die im Bebauungsplan getroffenen Festsetzungen auf informellem Wege anschaulicher und nachvollziehbarer vermittelt werden können.

Dazu sollen die einzelnen Elemente der Planzeichenverordnung (PlanzV) auf ihre dreidimensionalen Umsetzungsmöglichkeiten analysiert werden. Erstes Ergebnis dieser Bachelorarbeit soll, soweit möglich, eine dreidimensional umgesetzte Planzeichenverordnung darstellen, die in einem weiteren Schritt beispielhaft angewandt wird.

Außerdem soll auf die Potentiale von aktuellen technischen Entwicklungen am Beispiel Smartphones eingegangen werden. „Smartphones sind, wie Technikhistoriker festgestellt haben, die am schnellsten sich ausbreitende technische Errungenschaft aller Zeiten. Keine andere Technik je zuvor hat sich derart rasch über den gesamten Globus verbreitet wie diese als Kleinstcomputer ausgestatteten Mobiltelefone“ [STREICH 2011:230]. Smartphones bieten mit einer Vielzahl an kostenfrei verfügbaren Programmen (Apps) zusätzliche Visualisierungsmöglichkeiten. Eine Möglichkeit stellt dabei die Darstellung von Informationen in einem Augmented Reality-Browser (AR-Browser) dar. Augmented Reality bedeutet übersetzt „erweiterte Realität“, real existierende Situationen werden durch das Einspielen von zusätzlichen digitalen Informationen um eine neue Informations- und Inhaltsebene erweitert [STREICH 2011:229].

Bei diesen Inhalten kann es sich um Texte, Bilder, aber auch um dreidimensionale Modelle handeln. Durch den Einsatz dieser neuen technischen Möglichkeiten könnten weitere technikversierte Bevölkerungsgruppen für städtebauliche Planung sensibilisiert werden, deshalb wird diesem Thema ein eigenes Kapitel gewidmet.

1.4 Vorgehensweise

Diese Arbeit gliedert sich in fünf aufeinander aufbauende Kapitel. Zunächst wird in einem allgemeinen theoretischen Teil das Verhältnis zwischen Planer und Adressaten behandelt, bevor auf aktuelle Einsatzbereiche von dreidimensionalen Modellen in der städtebaulichen Planung eingegangen wird. Im darauf folgenden Kapitel werden für die einzelnen Elemente der Planzeichenverordnung dreidimensionale Darstellungen erarbeitet und mit Google SketchUp modelliert. Die bis dahin gewonnen Erkenntnisse werden dann anhand des bestehenden Bebauungsplans „Südlich der Rosenstraße – Westliche Erweiterung“ der Gemeinde Haßloch angewandt und für diesen ein kompletter 3D-Bebauungsplan erstellt. Da die Haushaltssituation im Großteil der Gemeinden Deutschlands als angespannt bezeichnet werden kann, diesen aber trotzdem die Möglichkeit gegeben werden soll, eine effektive Bürgerbeteiligung zu betreiben, wird bei der Erarbeitung darauf geachtet, dass die Modelle möglichst einfach aus vorhandenen Daten erzeugt werden können [ZEILE 2010:121]. Dazu zählt auch die Beschränkung auf „Software ohne Mehrkosten“ für die Modellierung, da diese in der Anschaffung den kommunalen Haushalt nicht zusätzlich belasten würden.

Im gleichen Kapitel werden anhand von LAYAR, einem sogenannten „Mobile Augmented Reality-Browser“, die Möglichkeiten und Grenzen der Darstellung der dreidimensionalen Inhalte in einem AR-Browser behandelt. Dazu müssen die in SketchUp erstellten Modelle ins LAYAR-eigene L3D-Format umgewandelt werden und diese Daten verortet auf einem Server hinterlegt werden. Der AR-Browser ermittelt durch die Informationen von GPS-Modul, digitalem Kompass und Kamera den Standort, die Ausrichtung und die Blickrichtung des Smartphones und zeigt die verorteten Informationen auf dem Kamerasucher an [HÖHL 2008:12 zitiert in ZEILE 2010:29].

In einem abschließenden Kapitel werden die im Laufe dieser Bachelorarbeit erarbeiteten Inhalte reflektiert, ein Fazit gezogen und mögliche Handlungsempfehlungen ausgesprochen, wie 3D-Bebauungspläne im Rahmen der Bürgerbeteiligung eingesetzt und präsentiert werden könnten.

2 Theoretische Grundlagen

Bevor es an die konkrete Erarbeitung dreidimensionaler Modelle geht, sollen in diesem Kapitel zunächst grundlegende Sachverhalte erläutert werden. Dabei wird außer dem grundlegenden Verhältnis von Planer und Adressaten auch auf die Entwicklung des Computereinsatzes, sowie speziell des Einsatzes von 3D-Modellen in der Stadtplanung eingegangen. In einem weiteren Abschnitt wird auf das Thema Augmented Reality eingegangen und die Einsatzmöglichkeiten dieser Technik als neue Präsentationsform in der städtebaulichen Planung aufgezeigt.

2.1 Das Verhältnis vom Planer zum Adressaten

„Planer bedienen sich eines in Fachkreisen sehr festgesetzten und durch Gesetzesvorgaben definierten Wortschatzes, um ein Problem in der Planung zu definieren“ [ZEILE 2010:21]. Städtebauliche Planung wird aber nicht nur in Fachkreisen diskutiert: Auch dem sogenannten interessierten Laien muss die Möglichkeit gegeben werden, möglichst schnell eine eigene Meinung zu einem Thema zu entwickeln. Um dies zu gewährleisten, muss es Aufgabe des Planers sein, städtebauliche Probleme verständlich zu vermitteln. Betrachtet man die laufende Kommunikation zwischen Planern und Adressaten im Planungsprozess allgemein, so lässt sich feststellen, dass auf diesen Prozess die analytischen Kategorien der Kommunikationstheorie anwendbar sind [FÜRST SCHOLLES 2008:198 zitiert in ZEILE 2010:20].

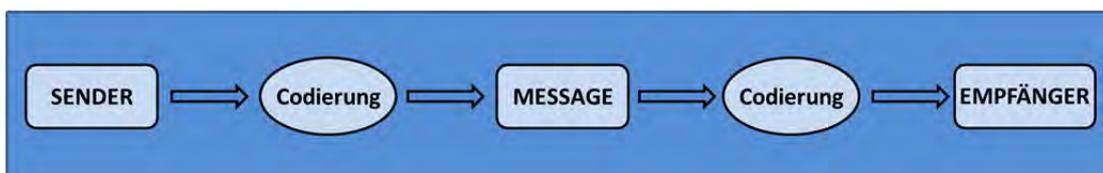


Abbildung 1: Vorgang der Plankommunikation nach dem Sender Empfänger Prinzip [Eigene Darstellung nach FÜRST SCHOLLES 2008:198]

Dabei codiert der Planer zunächst seine eigentliche Kernaussage, die der Empfänger dann wieder decodieren muss. Bei diesem Vorgang können Übermittlungsfehler entstehen, da der Empfänger innerhalb seines eigenen Deutungsschemas bleibt. Seine Aufgabe ist es, die erhaltene Information in seine eigene Sprache zu übersetzen. Einwirkende Emotionen können bei diesem Vorgang allerdings zu einer verfälschten Interpretation der eigentlichen Aussage führen [FÜRST SCHOLLES 2008:198 zitiert in ZEILE 2010:21]. Fehler können aber nicht nur bei der eigentlichen Decodierung durch den Empfänger entstehen, sondern aufgrund verschiedener Faktoren an allen Zwischenstationen auf dem Transportweg bis zu ihm [ZEILE 2010:22]:

- Die Information ist mangelhaft.
- Der Adressat empfängt die Information nicht oder interpretiert sie als nicht notwendig.
- Die Informationen sind falsch eingesetzt.
- Der Wunsch des Adressaten berührt nicht den eigentlichen Planungsgegenstand.

Bei der Betrachtung dieser Punkte kommt die Frage auf, wie eine Information aussehen muss, damit dem Adressaten die Möglichkeit gegeben werden kann, die darin verpackte Kernaussage auch richtig interpretieren zu können. Planung unterliegt den Regeln der sogenannten Informationstheorie, die die Aufgaben bei der Vermittlung von Informationen zwischen Sender und Empfänger beschreibt. Dabei werden drei Informationsdimensionen unterschieden: Die Syntax, die Semantik und die Pragmatik [STREICH: 2011:70]. Diese Begriffe stammen aus der Semiotik, die wiederum als allgemeine Regel der Zeichen und Zeichensysteme gilt [ZEILE 2010:22].

Semiotische Dimension	Definiert als:	Beispiel
Syntax	Zeichenrepertoire	
Semantik	Zeichenbedeutung	
Pragmatik	Zeichenwirkung	

Tabelle 1: Die drei semiotischen Dimensionen [Eigene Darstellung nach STREICH 2011:70]

Mit Syntax wird das Zeichenrepertoire bezeichnet, das Sender und Empfänger zur Verfügung steht. Dieser Zeichenvorrat stellt eine Art Baukasten dar. Die darin enthaltenen einzelnen Elemente müssen korrekt verknüpft werden, um die weitere Verarbeitung zu ermöglichen. Die Semantik beschreibt die Bedeutung des Zeichens und der exakten Zeichenfolge. Dabei muss jedes Zeichen und jede Zeichenfolge eindeutig einem bestimmten Begriff zugeordnet werden können. Aus der Zusammenwirkung vom Zeichen selbst und der Bedeutung von diesem, wird beim Empfänger die entsprechende

Assoziation ausgelöst. Diese Zeichenwirkung wird als Pragmatik bezeichnet [STREICH 2011:70f].

Um die betrachteten Probleme und Fehler bei der Kommunikation zwischen Planer und interessierten Laien im Planungsprozess zu minimieren, gilt es nach Methoden zu suchen, mithilfe derer der Planer in seiner Aufgabe als „Übersetzer“ von städtebaulichen Problemen unterstützt werden kann.

2.2 Computereinsatz in der Stadtplanung

Der Einsatz von Computersystemen hat sich mittlerweile in der Stadtplanung etabliert und ist nicht mehr wegzudenken. Einige räumliche Analysefunktionen, wie zum Beispiel Klimasimulationen, wären ohne den Computereinsatz gar nicht durchführbar. Bei den heute eingesetzten Systemen handelt es sich aber weniger um automatisch ablaufende Algorithmen zur Problemlösung. Es werden dagegen vor allem Systeme eingesetzt, die einen ständigen Eingriff des Benutzers und die direkte Kommunikation mit dem technischen System ermöglicht [STREICH 2011:216]. Diese heute eingesetzten Systeme werden als computergestützte Planungsinformationssysteme, auch Planning Support Systems bezeichnet. Dabei handelt es sich um eine Vielzahl bestehender Methoden und Einzelwerkzeuge, die dem Planer in einer Art Baukasten zur Verfügung stehen und entsprechend des zu lösenden Problems ausgewählt und eingesetzt werden. Um die Vorhersage von städtischen Phänomenen zu ermöglichen, forderten Michael Batty und Britton Harris im Jahr 1993 die Integration geografischer Informationssysteme in das Arbeitsumfeld der Stadtplanung [HARRIS BATTY 1993 zitiert in ZEILE 2010:23]. Diese Vorstellung formulierte Batty zu einem erweiterbaren und flexiblen, den politischen Entscheidungsprozess unterstützenden System weiter [BATTY 1995 zitiert in ZEILE 2010:23]. Durch die Forderungen Battys war der Grundstein für den Computereinsatz im Planungsprozess gelegt. Durch die offene und flexible Struktur dieses Systems, konnte das Methodenrepertoire der Planning Support Systems über die Jahre erweitert werden [ZEILE 2010:23]. Mit computergestützter Planung wird dabei nicht die Programmierarbeit bezeichnet, sondern es gilt vielmehr, bestehende Systeme und Methoden neu zu kombinieren, mit diesen zu experimentieren und auf diesem Wege innovative, zielgerichtete Lösungen für Probleme im städtebaulichen Kontext zu finden [ZEILE 2010:24]. In den Übergangsbereichen von traditionellen zu computergestützten Methoden ist dabei häufig ein – durchaus erwünschter – spielerischer Umgang mit dem Medium Computer festzustellen: „Homo ludens, der spielende Mensch, wird zum medial kompetenten Akteur einer neuen Auffassung von Stadtplanung“ [STREICH 2011:217]. Dieser spielerische und experimentelle Umgang mit dem Medium Computer führt dabei auf der einen Seite zu immer kreativeren und innovativeren Lösungen und stellt auf der

anderen Seite gleichzeitig den Antrieb für den Umgang mit diesen Forschungsaufgaben dar, um die gesetzten Ziele zu erreichen.



Abbildung 2: Toolbox - Planning Support Systems [Eigene Darstellung]

2.3 Einsatz von 3D-Modellen in der Stadtplanung

Die Darstellungen in zweidimensionalen Plänen sind für den interessierten Laien aufgrund des hohen Abstraktionsgrads schwer verständlich. Der Einsatz von 3D-Modellen ermöglicht dagegen die Darstellung der Planinhalte in derselben Dimension wie die Realität und versucht damit, dem Betrachter in der Interpretation des Gesehenen durch einen weniger hohen Abstraktionsgrad entgegenzukommen [BESSER 1999:3].

3D-Stadtmodelle erfahren in den letzten Jahren zwar zunehmende Beliebtheit und sind bei den Gemeinden sehr begehrt, im Planungsablauf werden sie aber eher dazu eingesetzt, Alternativen oder städtebauliche Entwürfe aufzuzeigen. In den darauf aufbauenden Phasen der Entwicklung des Bebauungsplans werden sie nur in absoluten Ausnahmefällen eingesetzt. Das ist vor allem deswegen bedauerlich, da der Bebauungsplan die spätere Rechtsgrundlage für die Bebaubarkeit eines Grundstücks darstellt. Bürger und Träger öffentlicher Belange haben im Beteiligungsverfahren die Möglichkeit, sich zu den Inhalten zu äußern und ihre Belange kenntlich zu machen. Wie können sie diese Belange aber kenntlich machen, wenn sie ihre Meinung aufgrund eines schwer lesbaren und oft unverständlichen zweidimensionalen Plans bilden müssen, auf dem die darin festgesetzten Inhalte nicht annähernd dargestellt werden können? [BESSER 1999:7]

3D-Modelle bieten an dieser Stelle einen Lösungsansatz. Der Umgang mit dreidimensionalen Modellen bewegt sich dabei in einem Spannungsfeld zwischen den

klassischen Aufgaben der Planung, der traditionellen Umsetzung und Darstellung von zweidimensionalen Karten, sowie immer besser werdenden Präsentationsformen und wird nicht zuletzt durch die Computerspielindustrie, einer allgemein fortschreitenden Technikaffinität und den damit verbundenen Ansprüchen an eine Darstellung bei Nutzern sowie Bearbeitern maßgeblich beeinflusst [ZEILE 2010:4].

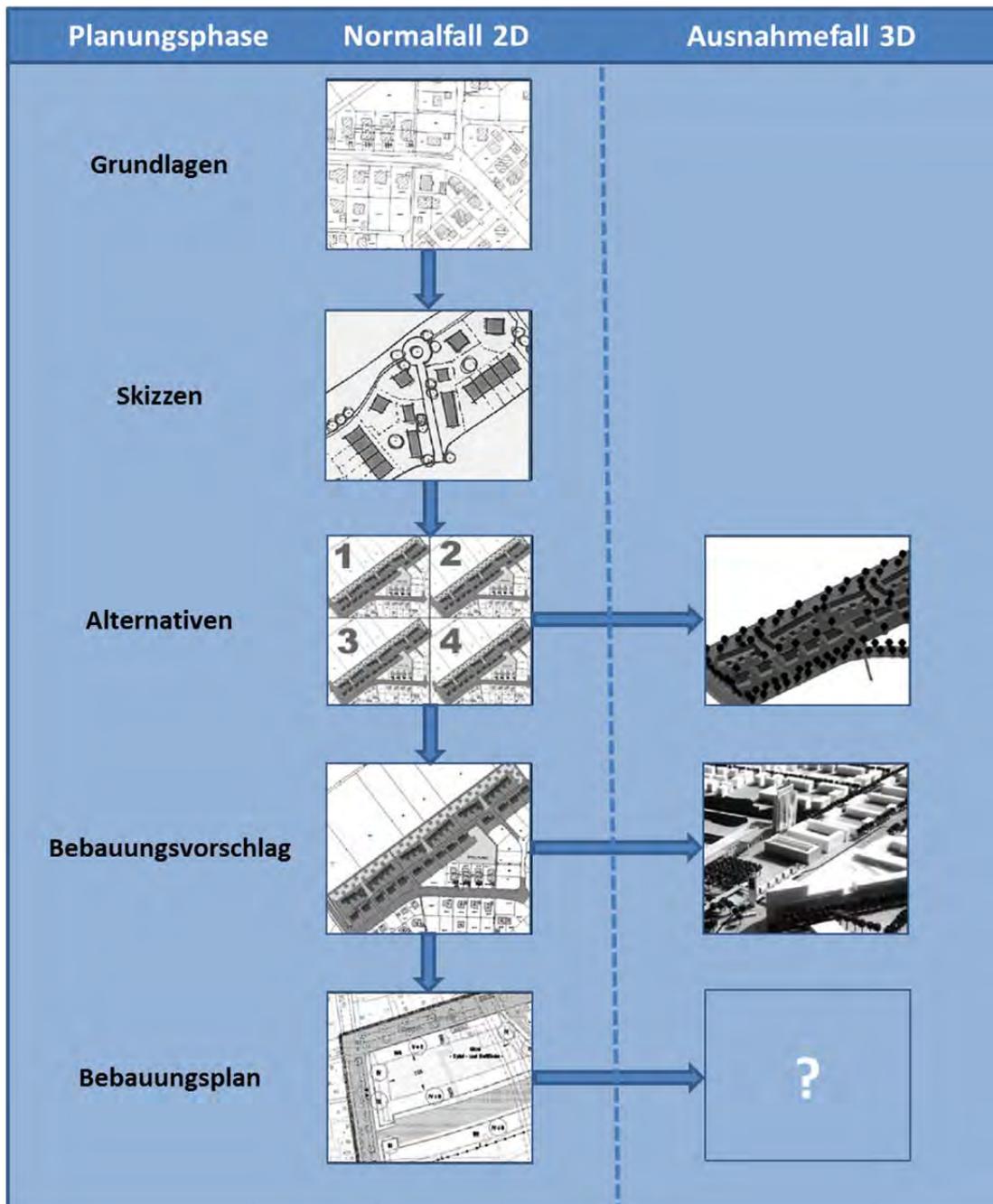


Abbildung 3: Einsatz von 3D-Modellen in den Planungsphasen einer Baugebietsentwicklung [Eigene Darstellung unter Verwendung von BESSER 1999:6]

3D-Modelle lassen sich nach dem CityGML-Ansatz in verschiedene Stufen unterschiedlichen Detaillierungsgrades, den sogenannten Level of Detail (LOD), einteilen. LOD 0 beschreibt dabei ein Regionalmodell, LOD 1 ein Kubatormodell, LOD 2 ein detailliertes Modell mit differenzierten Dachformen und optionalen Texturen, LOD 3 ein geometrisch fein ausdifferenziertes Architekturmodell und LOD 4 ein Innenraummodell [GRÖGER KOLBE ET AL 2004 zitiert in ZEILE 2010:11].



Abbildung 4: Level of Detail – Stufen [Eigene Darstellung unter Verwendung von ZEILE 2003:20]

Aufgrund der notwendigen Abstraktion bei der dreidimensionalen Darstellung von Festsetzungen eines Bebauungsplans, kommen dabei die ersten drei LOD-Stufen (LOD 0 bis LOD 2) infrage. Das Dilemma zwischen eigentlicher Festsetzung und falschen Vorstellungen beim Betrachter durch eine zu hohe LOD-Stufe soll so vermieden werden. Um eine qualitativ hochwertige Bürgerbeteiligung betreiben zu können, reicht es allerdings nicht aus, das reine Modell zu bauen, sondern es muss auch über mögliche Präsentationsformen diskutiert werden.

2.4 Augmented Reality als neue Präsentationsform in der Stadtplanung

Außer den Möglichkeiten, sich innerhalb des Modells auf einem Computer virtuell zu bewegen, haben sich in den letzten Jahren sogenannte realitätsvirtualisierende Methoden, zu denen die Teilbereiche Virtual Reality, Augmented Reality und Virtualized Reality gehören, rasant entwickelt. Früher nur von wenigen Spezialisten umsetzbar, ist es mittlerweile Laien nach kurzer Einarbeitungszeit möglich, eigene Ergebnisse zu erzielen. Auch am Bereich der Stadtplanung sind diese Entwicklungen nicht spurlos vorbeigegangen. So bedienen sich mittlerweile auch Spezialisten aus diesem Bereich solcher Methoden, um mithilfe des Computers Wechselwirkungen zwischen realer und simulierter Umwelt unter Echtzeitbedingungen herzustellen [STREICH 2011:229].

Der Ansatz der Virtual Reality Methoden (VR) versucht dabei, bestehende reale Situationen in eine computergestützte Simulation zu übertragen und innerhalb dieser Umgebung die Realität wiederzugeben oder in einem weiteren Schritt diese unter Computereinsatz generierte Realität zu manipulieren [STREICH 2011:229].

Einen gegensätzlichen Ansatz verfolgen die Augmented Reality Methoden (AR). Im AR-Verfahren wird durch das Einspielen von zusätzlichen Informationen versucht, real existierenden Situationen eine neue Informations- und Inhaltsebene hinzuzufügen. Bei diesem Ansatz treten reale Elemente mit den eingespielten Objekten aus dem Computersystem in eine gegenseitige Wechselwirkung [STREICH 2011:229]. Augmented Reality bedeutet übersetzt „erweiterte Realität“ oder „angereicherte Realität“ und wird den sogenannten Mensch-Maschine-Interaktion-Methoden zugeordnet [ZEILE 2010:28].

Können bei dem Ansatz der Virtual Reality Methoden, stadtplanerische Situationen in einer computergenerierten Umwelt durchlaufen werden, kann die gleiche Situation beim Augmented Reality Verfahren in der real existierenden Umwelt simuliert werden. Davon wird sich eine Abnahme des Abstraktionsgrades der Darstellung und dadurch eine höhere Verständlichkeit der gezeigten Visualisierung beim Betrachter versprochen.

Wie perfekt diese Illusion gelingt, wird mit der Immersion bezeichnet. Die Immersion beschreibt dabei den Grad des Bewusstseinszustandes einer Person, die durch die

anspruchsvolle Darstellung einer Scheinwelt eine Verminderung der Wahrnehmung der eigenen Person erfährt [BALÁZ 1938 in ALBERSMEIER 2005:215 zitiert in ZEILE 2010:29]. Zur Vollständigkeit wird hier auch die Methode der Virtualized Reality genannt, die im Bereich der Computergrafik noch eine Vision darstellt. Beim Ansatz der Virtualized Reality Methoden geht es darum, die reale Situation in Echtzeit zu erfassen, diese zu digitalisieren und gegebenenfalls manipuliert in anderem Blickwinkel zu betrachten [STREICH 2011:229].

Verfolgten spezialisierte Planer vor einigen Jahren noch erste Ansätze einer dreidimensionalen Umsetzung stadtplanerischer Modelle mithilfe der Virtual Reality-Methode, stellt die Augmented Reality-Methode das aktuelle Thema dar. Durch die rasante technische Entwicklung im Bereich des Smartphone-Marktes ist es mittlerweile mit einer mobilen Internetverbindung, einem GPS-Signal sowie der richtigen App möglich, Augmented Reality-Darstellungen auf dem Smartphone-Display zu realisieren.

Zu einer Augmented Reality-Darstellung werden grundlegend vier Komponenten benötigt:

Ein Computer mit entsprechender Software als Rendereinheit, ein Trackingsystem, eine Kamera als Aufnahmesensor und einen Monitor als Anzeigekomponente. Durch den Einsatz dieser Komponenten können vier unterschiedliche Augmented Reality-Darstellungsverfahren realisiert werden:

Beim Projective Augmented Reality-Verfahren (PAR) werden die digitalen Inhalte mithilfe von Beamern direkt auf ein real existierendes Objekt projiziert. Dieses Verfahren stellt damit die einfachste Variante einer AR-Visualisierung dar. Hauptproblem dieser Darstellungsvariante stellt die immer wieder erforderliche Skalierung des zu projizierenden Objektes bei unterschiedlichem Abstand der Beamer zur Wand dar.

Bei den Methoden des Video See-Through (VST) und Optical See-Through (OST) trägt der Betrachter jeweils eine Datenbrille. Unterschieden werden diese beiden Techniken durch die Art der Datenbrille: Bei der VST-Technik wird eine vollständig geschlossene Brille verwendet, um die digitalen Inhalte auf kleine LCD-Monitore zu projizieren. Bei der OST-Methode wird dagegen mit einer Brille mit halbdurchsichtigem Spiegel gearbeitet, auf den die digitalen Inhalte projiziert werden. Durch den Einsatz dieses halbdurchsichtigen Spiegels kann auf eine Aufnahme der umgebenden Realität durch eine Kamera verzichtet werden.

Die vierte Variante einer AR-Darstellung bietet die Monitor Augmented Reality (MAR). Bei dieser Technik wird der Monitor als Ausgabereinheit eingesetzt. Durch ein Zusammenspiel von Kamera und Rendereinheit wird auf dem Display die Abbildung der Realität durch die zusätzlichen virtuellen Informationen überlagert. Diese AR-Methode ist mittlerweile auch auf den neuen Smartphone-Generationen möglich. Durch eine auf das Smartphone aufgespielte App wird die Rendereinheit ermöglicht, der in das Smartphone integrierte

Kompass und das GPS-Modul stellen das Trackingsystem zur Ermittlung des Standpunktes und des Sichtfeldes dar und die eingebaute Kamera fungiert als Aufnahmesensor [ZEILE 2011].



Abbildung 5: Die vier realisierbaren AR-Methoden [Eigene Darstellung unter Verwendung von SENSICS INC (VST), MMK TU MÜNCHEN (OST), FRANK PETZOLD (PAR), FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR GRAPHISCHE DATENVERARBEITUNG IGD (MAR)]

3 Die Möglichkeiten der Visualisierung von planerischen Festsetzungen

Egal ob es sich um einen qualifizierten oder um einen einfachen Bebauungsplan handelt, so enthält dieser eine Vielzahl an Festsetzungen, die für den interessierten Laien nur schwer verständlich sind (ein qualifizierter Bebauungsplan enthält dabei die Mindestfestsetzungen zu Art und Maß der baulichen Nutzung, der überbaubaren Grundstücksfläche und der örtlichen Verkehrsfläche, der einfache Bebauungsplan erfüllt diese Mindestfestsetzungen nicht). Die Inhalte eines Bebauungsplan werden in § 9 BauGB und in der ergänzend heranzuziehenden BauNVO abschließend aufgeführt. Das heißt, Festsetzungen, die in § 9 BauGB und der BauNVO keine Rechtsgrundlage finden, sind unzulässig [STÜER 2009:69].

In diesem Kapitel sollen deshalb die, in der Planzeichenverordnung zur Verfügung stehenden, Planzeichenelemente auf ihre dreidimensionale Umsetzbarkeit untersucht werden. Erstes Ziel stellt dabei eine dreidimensionale Visualisierung dieser Elemente dar. Auch die in der Planzeichenverordnung verwendeten Symbole sind nicht immer eindeutig. Sollte sich in einigen Fällen eine symbolhafte Darstellung des jeweiligen Festsetzungsinhalts als unumgänglich herausstellen, so ist das Ziel, diese Planzeichen wenigstens in einer solchen Art darzustellen, dass diese vom interessierten Betrachter eindeutig erfasst und verstanden werden können.

3.1 Die Baugebietstypen der Baunutzungsverordnung

Eine Stadt zeichnet sich durch einen Mix von unterschiedlichen, nebeneinander existierenden Baugebietstypen aus. Um Stadtentwicklung geregelt steuern zu können, enthält die Baunutzungsverordnung unter der Art der baulichen Nutzung eine Anzahl von definierten Baugebietstypen, die im Bebauungsplan festgesetzt werden können. Dabei handelt es sich allgemein um Baugebiete, die dem Wohnen dienen, solchen mit einer gemischten Nutzung, Gebieten mit gewerblicher Nutzung und Sondergebieten. Bevor auf die konkreten Baugebietstypen eingegangen wird, soll an dieser Stelle, im Hinblick auf die dreidimensionale Darstellung, zunächst ein Exkurs zum Ansatz der Pattern Language von Christopher Alexander gemacht werden.

3.1.1 Exkurs: Pattern Language

Die Festsetzungsmöglichkeiten zur Art der baulichen Nutzung sind in den §§ 2-11 der Baunutzungsverordnung (BauNVO) abschließend aufgeführt. Durch die abschließende Auflistung der zur Verfügung stehenden Gebietsarten lässt sich für die Visualisierung

dieser Gebiete der Ansatz von Christopher Alexander der sogenannten „Pattern Language“ (Mustersprache) verfolgen. Mit diesem Ansatz versucht Christopher Alexander, städtebauliche Strukturen zu typologisieren und in hierarchisch gegliederten Einzelementen, den „Pattern“, zu unterscheiden. Die Patterns bauen logisch aufeinander auf und können miteinander verknüpft werden. Dabei teilt er 253 Einzelemente über die maßstäblichen Ebenen der Region, der Stadt, dem Quartier, dem Haus und der Konstruktion eines Hauses auf. Durch die Definition eines Konfliktes, der Lösung dieses Konfliktes und der dazu gehörigen Begründung zu jedem einzelnen Pattern, wird eine Art Grammatik (die „Language“) bereitgestellt, die eine Verknüpfung der hierarchisch gegliederten Patterns zulässt. Aufgrund des Baukasten-ähnlichen Aufbaus lässt sich dieser Ansatz zum Entwerfen städtebaulicher Strukturen einsetzen [ZEILE 2010:45f].

Mit der Visualisierung der Art der baulichen Nutzung in einzelnen Patterns kann eine allgemeine, vereinfachte Charakterisierung und Darstellung von den unterschiedlichen Gebieten einer Stadt erzielt werden.

Ein bekanntes Beispiel für eine solche Darstellung kommt aus dem Bereich der Computerspielindustrie: Beim Spiel Sim City kann der Spieler aus einer Liste von zur Verfügung stehenden Gebieten auswählen und seine Stadt so gebietstypisch entwickeln.



Abbildung 6: Darstellung einer Stadtentwicklung anhand von Patterns am Beispiel Sim City [ELECTRONIC ARTS]

Bei der Erarbeitung eigener Patterns zur Darstellung der jeweiligen Art der baulichen Nutzung, werden jeweils die gleichen Grundflächenmaße verwendet. Um die erstellten Patterns im Kapitel der Anwendung zu einer Gesamtstadt („Pattern City“) verknüpfen zu können, wird innerhalb der jeweiligen Gebietspatterns ein einheitliches Raster-Straßensystem modelliert.

3.1.2 Art der baulichen Nutzung

Mit der Festsetzung der Art der baulichen Nutzung im Bebauungsplan wird ein erster Rahmen gesetzt, der Auswirkungen auf die weiteren ausdifferenzierten Festsetzungen hat. Außer den allgemein zulässigen und ausnahmsweise zulässigen baulichen Nutzungen, richten sich auch Obergrenzen für die Bestimmung des Maßes der baulichen Nutzung nach der jeweiligen festgesetzten Art der baulichen Nutzung. Des Weiteren werden Grenzwerte zum Immissionsschutz, wie die maximal zulässige Lärmbelastung, nach dem jeweiligen Gebietstyp definiert. Die Art der baulichen Nutzung soll also den Charakter eines Gebietes vorab definieren.

Die einzelnen Gebietstypen werden in der BauNVO danach definiert, welche baulichen Nutzungen im jeweiligen festgesetzten Gebiet allgemein (und ausnahmsweise) zulässig sind. Auf die Pattern Language angewandt bedeutet dies: Die untergeordnete Ebene der zulässigen baulichen Nutzung bestimmt durch die Verknüpfung ihrer zur Verfügung stehenden Einzelemente das Erscheinungsbild der darüber einzuordnenden Ebene des Gebietstyps. Bei der Erstellung der 3D-Patterns soll eine Beschränkung auf die allgemein zulässigen baulichen Nutzungen erfolgen, da der jeweilige Gebietscharakter möglichst typisch dargestellt werden soll.

3.1.2.1 Wohnbauflächen

Wohnbauflächen (im Flächennutzungsplan mit „W“ dargestellt) werden im Bebauungsplan in Kleinsiedlungsgebiete (WS), reine Wohngebiete (WR), allgemeine Wohngebiete (WA) und besondere Wohngebiete (WB) unterschieden. In der nachfolgenden Tabelle werden die jeweils allgemein zulässigen baulichen Nutzungen der vier Wohnbaugebietstypen gegenübergestellt.

Baugebiet Allgemein zulässige bauliche Nutzung	Kleinsied- lungsgebiet (WS) § 2 BauNVO	Reines Wohngebiet (WR) § 3 BauNVO	Allgemeines Wohngebiet (WA) § 4 BauNVO	Besonderes Wohngebiet (WB) § 4a BauNVO
Kleinsiedlungen, einschl. Wohngebäude i.V.m. Gartennutzung	✘			
Läden-, Schank- und Speisewirtschaften	✘		✘	✘
Nicht störende Handwerksbetriebe	✘		✘	
Wohngebäude		✘	✘	✘
Anlagen für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke			✘	✘
Beherbergungsgewerbe				✘
Sonst. Gewerbebetriebe				✘
Geschäfts- und Bürogebäude				✘

Tabelle 2: Allgemein zulässige bauliche Nutzungen in den Wohnbaugebietstypen nach BauNVO [Eigene Darstellung]

Die erste Festsetzungsmöglichkeit im Bereich der Wohnbauflächen stellen nach § 2 BauNVO Kleinsiedlungsgebiete (WS) dar. Sie dienen der Unterbringung von Kleinsiedlungen einschließlich Wohngebäuden mit entsprechenden Nutzgärten und landwirtschaftlichen Nebenerwerbsstellen. Typisch für Kleinsiedlungsgebiete ist das Wohnen in Verbindung mit einer nebenberuflichen intensiven Gartenbaunutzung und oftmals Kleintierhaltung. Der Gebietstyp entstand in den 1930er Jahren und ist seitdem vor allem in ländlichen Gemeinden zu einem festen Bestandteil der städtebaulichen Ordnung geworden [STÜER 2009:142].

Das reine Wohngebiet (WR) stellt die zweite Festsetzungsmöglichkeit unter den Wohngebieten dar und wird in § 3 BauNVO definiert. Reine Wohngebiete dienen ausschließlich dem Wohnen, was sich auch bei den allgemein zulässigen baulichen

Nutzungen bemerkbar macht: Hier werden nur Wohngebäude aufgeführt [STÜER 2009: 144].

Die dritte Festsetzungsmöglichkeit im Bereich der Wohngebiete stellt das allgemeine Wohngebiet (WA) dar, welches in § 4 der BauNVO definiert wird. Allgemeine Wohngebiete dienen vorwiegend dem Wohnen. Daraus ergibt sich eine allgemeine Zulässigkeit von Wohngebäuden. Im Gegensatz zum reinen Wohngebiet werden im allgemeinen Wohngebiet aber auch die zur Versorgung des Gebiets dienenden Läden, Schank- und Speisewirtschaften, nicht störende Handwerksbetriebe und Anlagen für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche oder sportliche Zwecke, allgemein zugelassen [STÜER 2009: 152].

Die vierte Möglichkeit zur Festsetzung eines Wohngebietes wird in § 4a mit dem besonderen Wohngebiet (WB) beschrieben. Dabei handelt es sich um Gebiete zur Erhaltung und Entwicklung der Wohnnutzung. Die Grundstücke in einem besonderen Wohngebiet müssen Wohnbedürfnissen dienen und sollen damit den Tendenzen der Verdrängung von Wohnungen in innerstädtischen Gebieten durch Betriebe des tertiären Sektors, insbesondere durch Dienstleistungsbetriebe, entgegenwirken [STÜER 2009:166].

Außer den in Tabelle 2 aufgeführten allgemein zulässigen baulichen Nutzungen werden den vier beschriebenen Wohnbauflächentypen in § 17 BauNVO Obergrenzen für das Maß der baulichen Nutzung und damit mit Auswirkungen auf ihre horizontale und vertikale Dichte auferlegt. Diese Obergrenzen werden in der Form einer maximal zulässigen Grundflächenzahl (GRZ) und einer maximal zulässigen Geschossflächenzahl (GFZ) definiert. Eine maximal zulässige Baumasse wird für die Wohnbauflächentypen in § 17 BauNVO nicht aufgeführt.

Baugebiet \ Obergrenzen	Kleinsiedlungsgebiet (WS) § 2 BauNVO	Reines Wohngebiet (WR) § 3 BauNVO	Allgemeines Wohngebiet (WA) § 4 BauNVO	Besonderes Wohngebiet (WB) § 4a BauNVO
Grundflächenzahl (GRZ)	0,2	0,4	0,4	0,6
Geschoßflächenzahl (GFZ)	0,4	1,2	1,2	1,6
Baumassenzahl (BMZ)	-	-	-	-

Tabelle 3: Obergrenzen nach § 17 BauNVO mit Auswirkungen auf die horizontale und vertikale Dichte der Gebiete mit Wohnbauflächen [Eigene Darstellung]

Diese Obergrenzen machen sich in der dreidimensionalen Wirkung der jeweiligen Gebietstypen bemerkbar und müssen bei der Erarbeitung der charakteristischen Darstellung in Form eines Patterns beachtet werden. Nach Beachtung dieser Obergrenzen sollte das typische reine Wohngebiet sowie das typische allgemeine Wohngebiet die gleiche Dichte aufweisen. Kleinsiedlungsgebiete weisen gegenüber den beiden anderen Wohngebieten eine geringere, besondere Wohngebiete dagegen eine höhere Dichte auf.

Die nachfolgende Abbildung zeigt die unter Berücksichtigung der jeweiligen allgemein zulässigen baulichen Nutzung und der in § 17 BauNVO geregelten Obergrenzen zum Maß der baulichen Nutzung erstellten Patterns für das jeweilige Wohngebiet.



Kleinsiedlungsgebiet (WS)



Reines Wohngebiet (WR)



Allgemeines Wohngebiet (WA)



Besonderes Wohngebiet (WB)

Abbildung 7: Dreidimensionale Darstellung von Wohnbaugesamtstypen durch Patterns [Eigene Darstellung]

3.1.2.2 Gemischte Bauflächen

Gemischte Bauflächen, die im Flächennutzungsplan mit (M) dargestellt werden, können im Bebauungsplan mit Dorfgebieten (MD), Mischgebieten (MI) und Kerngebieten (MK) in drei Baugebietstypen unterschieden werden.

Baugebiet	Dorfgebiet (MD) § 5 BauNVO	Mischgebiet (MI) § 6 BauNVO	Kerngebiet (MK) § 7 BauNVO
Allgemein zulässige bauliche Nutzung			
Wirtschaftsstellen land- und forstwirtschaftlicher Betriebe	✘		
Kleinsiedlungen, einschl. Wohngebäuden i.V.m. Gartennutzung	✘		
Sonst. Wohngebäude	✘	✘	
Betriebe zur Be- und Verarbeitung und Sammlung land- und forstwirtschaftlicher Erzeugnisse	✘		
Einzelhandelsbetriebe, Schank- und Speise- wirtschaften sowie Betriebe des Beherbergungsgewerbes	✘	✘	✘
Sonst. Gewerbebetriebe	✘	✘	
Anlagen für örtl. Verwaltungen sowie für kirchliche, kulturelle, soziale, gesundheitliche und sportliche Zwecke	✘	✘	✘
Gartenbaubetriebe	✘	✘	
Tankstellen	✘	✘	✘
Geschäfts- und Bürogebäude		✘	✘
Vergnügungsstätten		✘	✘
Sonst. Nicht wesentlich störende Gewerbebetriebe			✘
Wohnungen für Aufsichts- / Bereitschaftspersonen, sowie Betriebsleiter / -inhaber			✘

Tabelle 4: Allgemein zulässige bauliche Nutzungen in den Baugebieten mit gemischten Bauflächen nach BauNVO [Eigene Darstellung]

Bei Dorfgebieten (MD) nach § 5 BauNVO handelt es sich um „ländliche Mischgebiete“. Sie dienen der Unterbringung der Wirtschaftsstellen land- und forstwirtschaftlicher Betriebe, dem Wohnen und der Unterbringung von nicht wesentlich störenden Gewerbebetrieben sowie der Versorgung der Bewohner des Gebiets dienenden Handwerksbetrieben. Der Charakter dieser ländlichen Mischgebiete hängt nicht von einem bestimmten prozentualen Mischungsverhältnis ab, auf die Belange der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe und ihrer Entwicklung ist allerdings vorrangig Rücksicht zu nehmen [STÜER 2009:167].

Mischgebiete (MI) stellen eine weitere Festsetzungsmöglichkeit für einen Gebietstyp mit gemischter Bauflächennutzung dar. Nach § 6 BauNVO dienen sie sowohl dem Wohnen als auch der Unterbringung von Gewerbebetrieben, die das Wohnen nicht wesentlich stören. Der Wohnnachbarschaft in einem Mischgebiet lässt sich hinsichtlich des Störungsgrades mehr zumuten als der eines Wohngebietes [STÜER 2009:171].

Der dritte Baugebietstyp gemischter Bauflächen wird in § 7 BauNVO mit den Kerngebieten (MK) erläutert. Sie dienen vorwiegend der Unterbringung von Handelsbetrieben sowie zentralen Einrichtungen der Wirtschaft, der Verwaltung und der Kultur. Diese Gebiete dienen also vorwiegend dem Dienstleistungssektor (tertiärer Sektor), der neben der Landwirtschaft (primärer Sektor) und dem produzierenden Gewerbe (sekundärer Sektor) den anteilmäßig größten und am schnellsten wachsenden Teil der Volkswirtschaft darstellt [STÜER 2009:176].

Auch für die gemischten Bauflächen formuliert § 17 BauNVO Obergrenzen, welche die dreidimensionale Wirkung dieser Gebiete mitunter charakterisieren.

Baugebiet Obergrenzen	Dorfgebiet (MD) § 5 BauNVO	Mischgebiet (MI) § 6 BauNVO	Kerngebiet (MK) § 7 BauNVO
Grundflächenzahl (GRZ)	0,6	0,6	1,0
Geschoßflächenzahl (GFZ)	1,2	1,2	3,0
Baumassenzahl (BMZ)	-	-	-

Tabelle 5: Obergrenzen nach § 17 BauNVO mit Auswirkungen auf die horizontale und vertikale Dichte der Gebiete mit gemischten Bauflächen [Eigene Darstellung]

Unter Berücksichtigung dieser Obergrenzen, werden Dorf- und Mischgebiet in der folgenden Pattern-Darstellung mit der gleichen Verdichtung dargestellt. Kerngebiete weisen dagegen eine höhere Dichte auf.

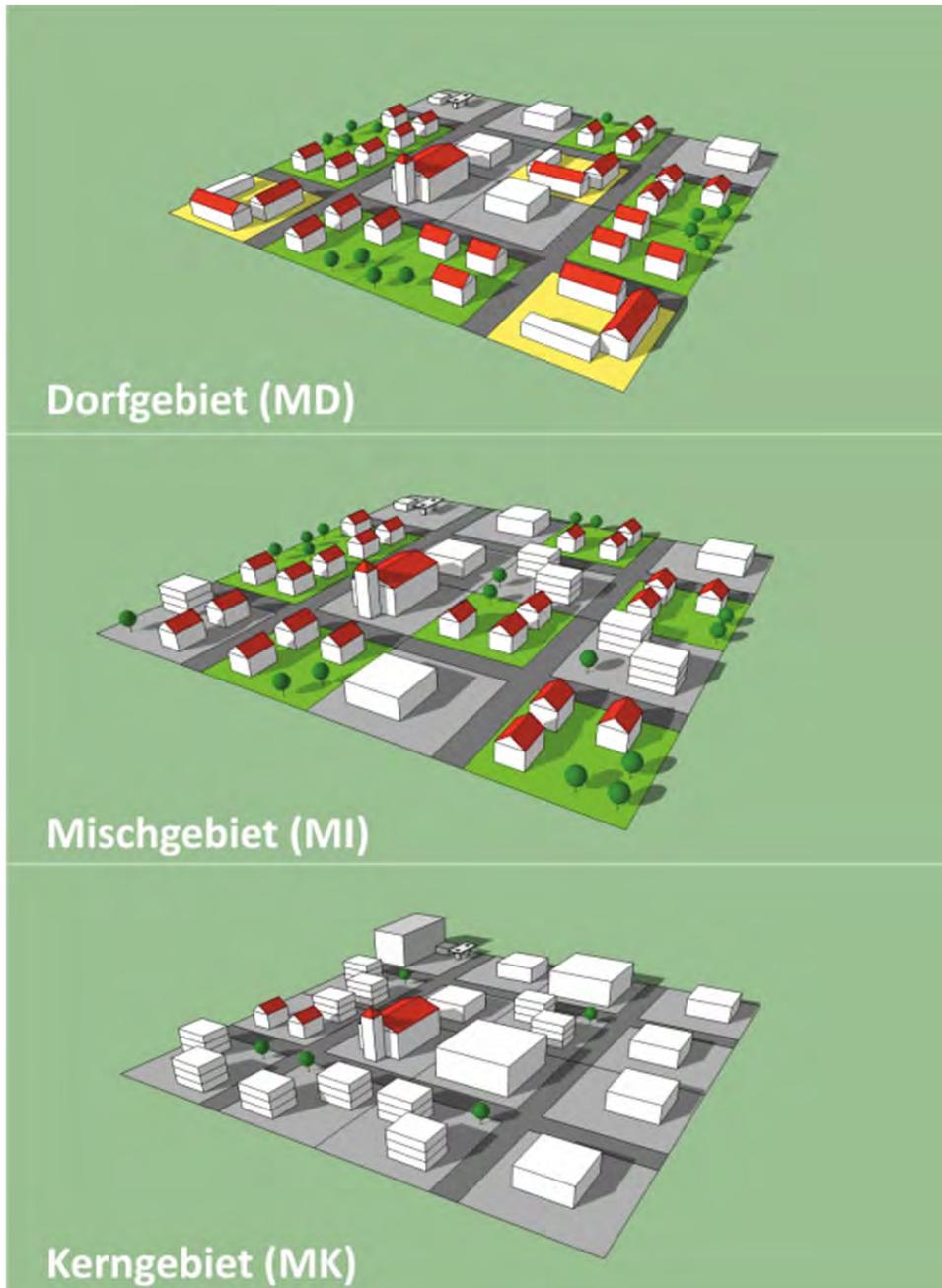


Abbildung 8: Dreidimensionale Darstellung von Baugebieten mit gemischter Nutzung durch Patterns [Eigene Darstellung]

3.1.2.3 Gewerbliche Bauflächen

Für die, im Flächennutzungsplan mit (G) dargestellten, gewerblichen Bauflächen stehen für die Festsetzung im Bebauungsplan zwei Gebietstypen zur Verfügung: Das Gewerbegebiet (GE), welches in § 8 BauNVO definiert wird, auf der einen Seite und das in § 9 BauNVO definierte Industriegebiet (GI) auf der anderen Seite. Gewerbegebiete dienen dabei vorwiegend der Unterbringung von nicht erheblich belästigenden Gewerbebetrieben, Industriegebiete dienen der ausschließlichen Unterbringung von Gewerbebetrieben und zwar vorwiegend solcher Betriebe, die in anderen Baugebieten unzulässig sind. In einem Gewerbegebiet sind aufgrund dessen Gewerbebetriebe aller Art, Lagerhäuser, Lagerplätze und öffentliche Betriebe, Geschäfts-, Büro- und Verwaltungsgebäude, Tankstellen und Anlagen für sportliche Zwecke allgemein zulässig [STÜER 2009:184]. In einem Industriegebiet sind dagegen Gewerbebetriebe aller Art, Lagerhäuser, Lagerplätze und öffentliche Betriebe sowie Tankstellen allgemein zulässig [STÜER 2009:191].

Baugebiet	Gewerbegebiet (GE) § 8 BauNVO	Industriegebiet (GI) § 9 BauNVO
Allgemein zulässige bauliche Nutzung		
Gewerbebetriebe aller Art, Lagerhäuser, Lagerplätze und öffentl. Betriebe	✘	✘
Geschäfts-, Büro- und Verwaltungsgebäude	✘	
Tankstellen	✘	✘
Anlagen für sportliche Zwecke	✘	

Tabelle 6: Allgemein zulässige bauliche Nutzungen in den Baugebieten mit gewerblichen Bauflächen nach BauNVO [Eigene Darstellung]

Außer den Obergrenzen durch eine Grund- und Geschossflächenzahl werden für die gewerblich genutzten Baugebiete außerdem Obergrenzen zur Baumasse in § 17 BauNVO festgesetzt. Die vorgegebenen Obergrenzen zum Maß der baulichen Nutzung durch § 17 der Baunutzungsverordnung sind für Gewerbe- und Industriegebiete gleich. Eine typische Unterscheidung dieser beiden Gebietstypen erfolgt durch die allgemein zulässige Nutzung. Ein eindeutiges Merkmal für die dreidimensionale Darstellung eines

Gewerbegebietes ist die allgemeine Zulässigkeit eines Sportplatzes, der auch in der nachfolgenden Pattern-Darstellung aufgegriffen wird.

Obergrenzen \ Baugebiet	Gewerbegebiet (GE) § 8 BauNVO	Industriegebiet (GI) § 9 BauNVO
Grundflächenzahl (GRZ)	0,8	0,8
Geschoßflächenzahl (GFZ)	2,4	2,4
Baumassenzahl (BMZ)	10,0	10,0

Tabelle 7: Obergrenzen nach § 17 BauNVO mit Auswirkungen auf die horizontale und vertikale Dichte der gewerblichen Bauflächen [Eigene Darstellung]

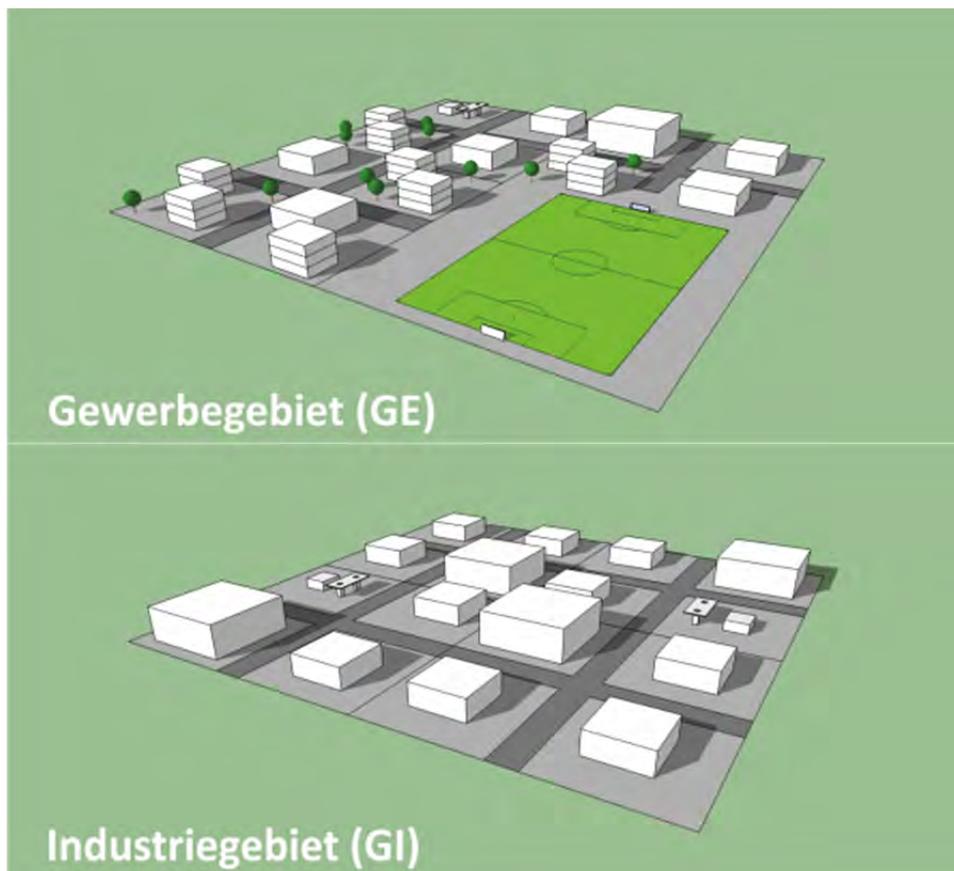


Abbildung 9: Dreidimensionale Darstellung von Baugebieten mit gewerblicher Nutzung durch Patterns [Eigene Darstellung]

3.1.2.4 Sonderbauflächen

Sondergebiete, die im Flächennutzungsplan mit (S) gekennzeichnet werden, können im Bebauungsplan in Sondergebiete, die der Erholung dienen und sonstige Sondergebiete unterschieden werden. § 10 BauNVO definiert Sondergebiete, die der Erholung dienen (SO) durch eine Aufzählung von Beispielen, welche als solche in Betracht kommen können. Dabei kann es sich beispielsweise um Wochenendhausgebiete, Ferienhausgebiete oder Campingplatzgebiete handeln [STÜER 2009:195].

Als sonstige Sondergebiete werden nach § 11 BauNVO diejenigen Gebiete dargestellt und festgesetzt, die sich von den Baugebieten aus den §§ 2-10 BauNVO wesentlich unterscheiden. Bei der Festsetzung sonstiger Sondergebiete müssen die Zweckbestimmung und die Art der Nutzung festgesetzt und dargestellt werden. § 11 Abs. 2 BauNVO führt einige Beispiele auf, die als sonstiges Sondergebiet in Frage kommen können. Dabei kann es sich um Gebiete für den Fremdenverkehr, Ladengebiete, Gebiete für Einkaufszentren, Gebiete für Messen, Klinikgebiete, Hochschulgebiete, Hafengebiete oder Gebiete für Anlagen, die der Erforschung, Entwicklung oder Nutzung erneuerbarer Energien dienen, handeln [STÜER 2009:195].

Eine spezielle Definition zur jeweils allgemein zulässigen Art der baulichen Nutzung in den Sondergebieten wird in der BauNVO nicht getroffen. Allerdings obliegen diese Sondergebiete ebenfalls den in § 17 BauNVO getroffenen gebietsspezifischen Obergrenzen zur Grund- und Geschossflächenzahl und im Falle der sonstigen Sondergebiete auch der Obergrenze zur Baumassenzahl.

Obergrenzen	Baugebiet	Sondergebiet zur Erholung	Sonstiges Sondergebiet
		§ 10 BauNVO	§ 11 BauNVO
Grundflächenzahl (GRZ)		0,2	0,8
Geschoßflächenzahl (GFZ)		0,2	2,4
Baumassenzahl (BMZ)		-	10,0

Tabelle 8: Obergrenzen nach § 17 BauNVO mit Auswirkungen auf die horizontale und vertikale Dichte der sonstigen Bauflächen [Eigene Darstellung]

Eine Erarbeitung einer typischen Darstellung in Form eines Pattern ist bei den Sondergebieten nur im Falle der zur Erholung dienenden Sondergebiete realisierbar. In den Fällen der sonstigen Sondergebiete nach § 11 der Baunutzungsverordnung handelt

es sich dagegen um solch spezielle Gebiete, dass diese für eine jeweiligen Festsetzung entsprechend angepasst modelliert werden müssten.



Abbildung 10: Dreidimensionale Darstellung eines Sondergebiets zur Erholung durch ein Pattern [Eigene Darstellung]

3.2 Grundstücksgenaue Festsetzungen

Bei grundstücksgenaue Festsetzungen handelt es sich um solche Festsetzungen, die die Möglichkeiten der späteren Bebauung auf den einzelnen Grundstücken regeln und einschränken. Dadurch entfalten diese Festsetzungen eine direkte Auswirkung auf den einzelnen Bürger. Im Bebauungsplan kann dazu die Zahl der Wohnungen beschränkt werden und das Maß der baulichen Nutzung sowie Bauweise, Baulinien und Baugrenzen festgesetzt werden.

3.2.1 Beschränkung der Zahl der Wohnungen

Liegen besondere städtebauliche Gründe vor, so ermächtigt § 9 Abs. 1 Nr. 6 BauGB die Festsetzung der höchstzulässigen Zahl der Wohnungen in Wohngebäuden eines Gebietes. Während es sich bei der Festsetzung nur um eine Zahl handelt, muss bei einer dreidimensionalen Darstellung darauf geachtet werden, welche dreidimensionalen Auswirkungen diese Festsetzung bewirkt. In der Regel geht es darum, eine vertikale Trennung innerhalb eines Gebäudes zu symbolisieren. Beim Entwurf im Bereich des Mehrfamilienhausbaus, werden bestimmte Grundprinzipien verwendet, die sich prinzipiell auch für eine dreidimensionale Visualisierung des Festsetzungsinhalts eignen: Im Falle einer Festsetzung von einer bis vier Wohnungen eignet sich die Darstellung als Spännertyp, bei einer Festsetzung einer höheren Zahl der zulässigen Wohnungen, lassen sich Darstellungen als Innengang- oder Laubenganghaus heranziehen. Dabei ist zu

beachten, dass diese Darstellungen nur ein Grundprinzip und nicht das, später zu realisierende, Gebäude darstellen.

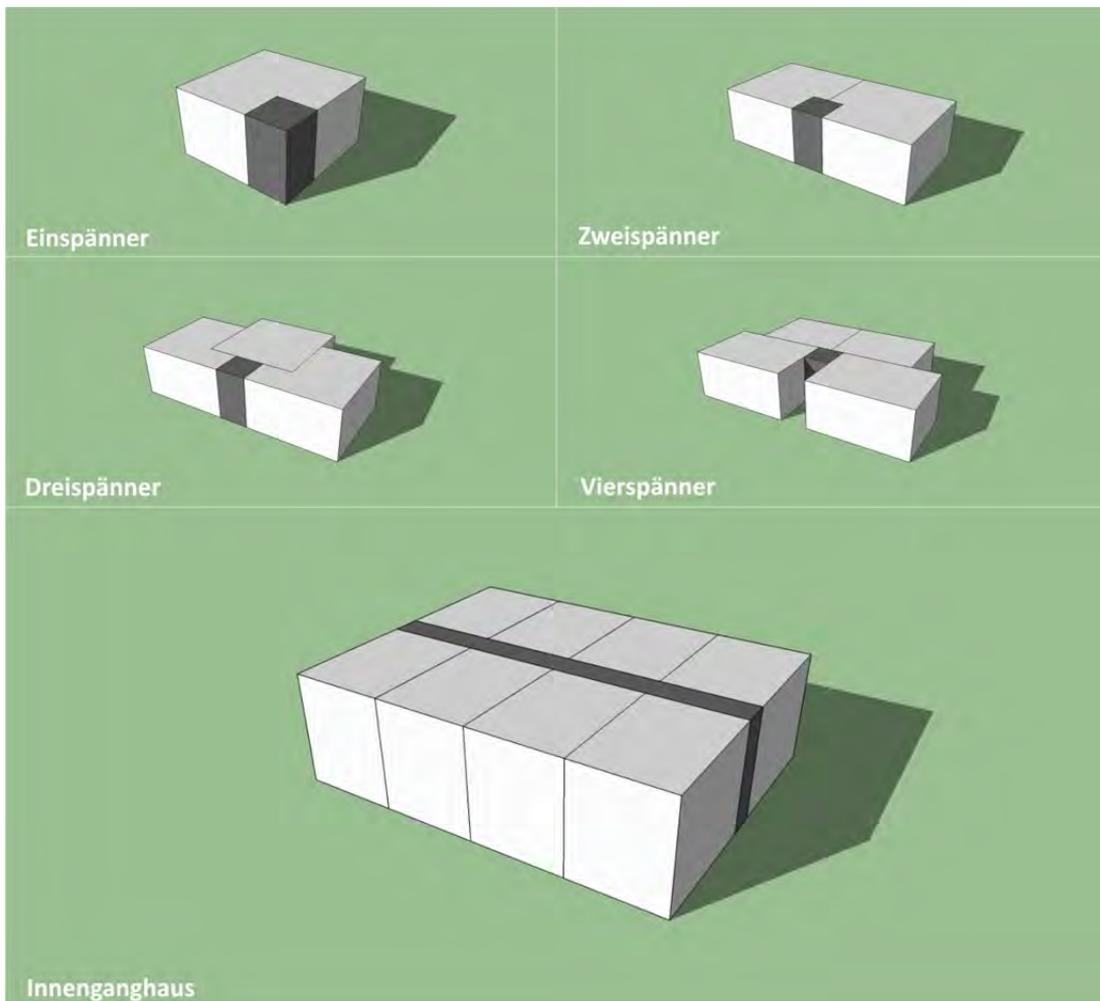


Abbildung 11: Dreidimensionale Darstellung der Zahl der zulässigen Wohnungen durch Spännertypen [Eigene Darstellung]

3.2.2 Maß der baulichen Nutzung

Außer den bereits im Kapitel zur Art der baulichen Nutzung erwähnten Obergrenzen für die jeweiligen Gebietstypen zum Maß der baulichen Nutzung aus § 17 BauNVO, können diese durch weitere Angaben ausdifferenziert und genauer bestimmt werden. Dazu stehen Festsetzungsmöglichkeiten für die Grundflächenzahl (oder die Größe der Grundfläche), die Geschossflächenzahl (oder die Größe der Geschossfläche), die Baumassenzahl (oder die Baumasse), die Zahl der Vollgeschosse und die Höhe baulicher Anlagen nach § 16 Abs. 2 BauNVO zur Bestimmung des Maßes der baulichen Nutzung zur Verfügung [STÜER 2009:288].

Als problematisch bei den Angaben zur Grundflächenzahl, der Geschossflächenzahl und zur Baumassenzahl stellt sich der Bezug dieser Dezimalzahlen zur jeweiligen Grundstücksfläche dar. Im Bebauungsplan werden die einzelnen Grundstücke dagegen gar nicht dargestellt (Ausnahme stellen z. B. Gemeinbedarfsflächen dar, da es sich dabei in der Regel nur um ein Grundstück handelt). So werden diese Festsetzungen zwar als Dezimalzahl für ein größeres Gebiet getroffen, aber der konkrete Grundstücksbezug und damit die jeweilige Veränderung der tatsächlich bebaubaren Fläche, fehlen dem Betrachter. Um diese Festsetzung leichter nachvollziehbar zu machen, eignet sich eine dreidimensionale Darstellung auf den einzelnen Grundstücken. Für den Fall, dass eine Darstellung der einzelnen Grundstücke zum Zeitpunkt der Bürgerbeteiligung aufgrund eines nötigen Umlenungsverfahrens noch nicht möglich ist, könnte die jeweilige Festsetzung zum Maß der baulichen Nutzung beispielhaft neben dem eigentlichen 3D-Bebauungsplan angezeigt werden. In diesem Fall würde diese stellvertretende Darstellung die Aufgabe einer 3D-Legende übernehmen.

Die Grundflächenzahl (GRZ) gibt an, wie viele Quadratmeter Grundfläche je Quadratmeter Grundstücksfläche zulässig sind. Die zulässige Grundfläche stellt dabei den Anteil des Baugrundstückes dar, der von baulichen Anlagen überdeckt werden darf. § 19 Abs. 4 der Baunutzungsverordnung regelt die zugehörige Berechnung der Grundflächenzahl [STÜER 2009:291].

Die Grundflächenzahl stellt bei der Festsetzung einen Verhältniswert dar, kann aber auch alternativ als zulässige Grundfläche (GR) mit Quadratmeteranzahl festgesetzt werden.

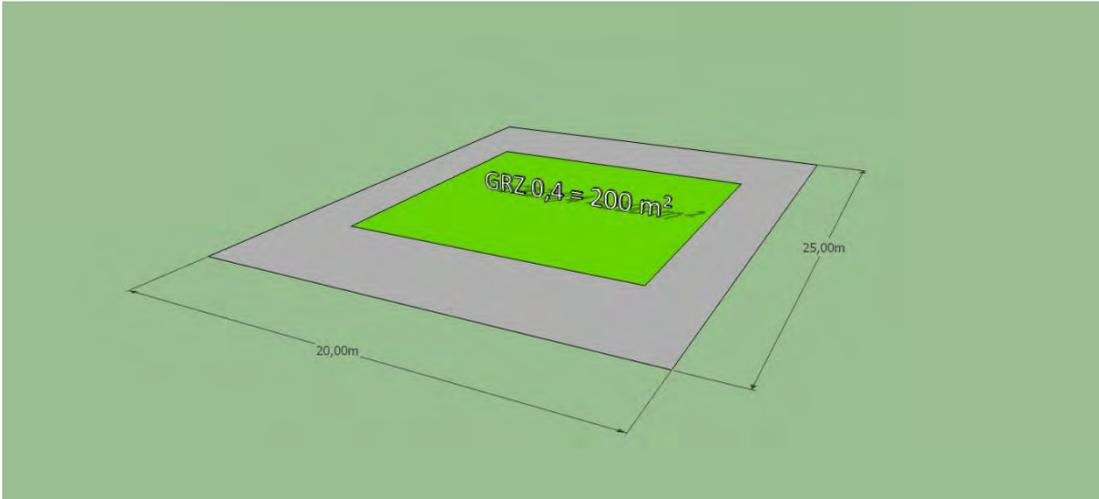


Abbildung 12: Grundflächenzahl [Eigene Darstellung]

Die Geschossflächenzahl (GFZ) gibt an, wie viele Quadratmeter Geschossfläche je Quadratmeter Grundstücksfläche zulässig sind. Sie kann als Höchstmaß oder über die Bestimmung sowohl eines Mindest- als auch eines Höchstmaßes festgesetzt werden. Die Geschossfläche wird dabei nach den Außenmaßen des Gebäudes (Bruttogeschossflächen) in allen Vollgeschossen ermittelt. Die Geschossflächenzahl stellt in der Stadtplanung die Maßeinheit für die Bebauungsdichte dar [STÜER 2009:295].

Die zulässige Geschossfläche kann in der gleichen Weise auch als Geschossfläche (GF) mit Flächenangabe festgesetzt werden.

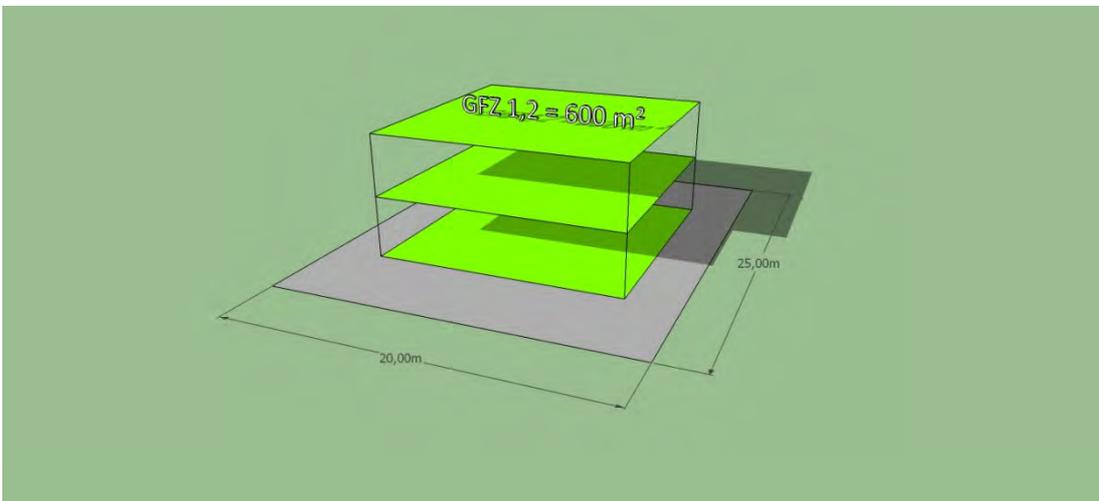


Abbildung 13: Geschossflächenzahl [Eigene Darstellung]

Die Baumassenzahl (BMZ) gibt an, wieviel Kubikmeter Baumasse je Quadratmeter Grundstücksfläche zulässig sind. Die Baumasse (BM) wird dabei nach den Außenmaßen des Gebäudes vom Fußboden des untersten Vollgeschosses bis zur Decke des obersten Vollgeschosses ermittelt. Bauliche Anlagen und Gebäudeteile im Sinne des § 20 Abs. 4 der

Baunutzungsverordnung (Loggien, Terrassen,...) bleiben bei der Berechnung der Baumasse unberücksichtigt [STÜER 2009:297].

Die Festsetzung der zulässigen Baumasse kann dazu entweder als Verhältniswert (BMZ) oder als Volumenangabe (BM) in Kubikmetern erfolgen.

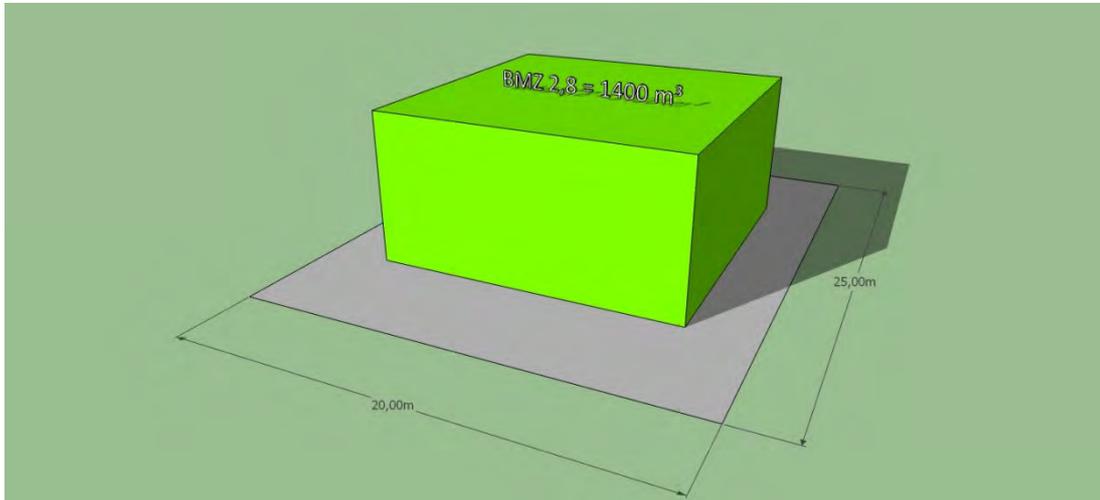


Abbildung 14: Baumassenzahl [Eigene Darstellung]

Eine weitere Festsetzungsmöglichkeit zur Bestimmung des Maßes der baulichen Nutzung bietet die Festsetzung der Zahl der zulässigen Vollgeschosse. Als Vollgeschosse gelten nach § 20 Abs. 1 BauNVO Geschosse, die nach den jeweiligen landesrechtlichen Vorschriften Vollgeschosse sind oder auf ihre Zahl angerechnet werden.

In der Landesbauordnung Rheinland-Pfalz werden Vollgeschosse in § 2 Abs. 4 definiert. Vollgeschosse sind dabei Geschosse, die über der Geländeoberfläche liegen und über zwei Drittel, bei Geschossen im Dachraum über drei Viertel ihrer Grundfläche eine Höhe von 2,30 Meter aufweisen. Die Geschosshöhe wird dabei von Oberkante Fußboden zu Oberkante Fußboden gemessen.

Zur Darstellung der Zahl der Vollgeschosse werden horizontale Trennlinien verwendet und die einzelnen Geschosse durch eine leichte farbliche Abstufung voneinander farblich abgegrenzt.

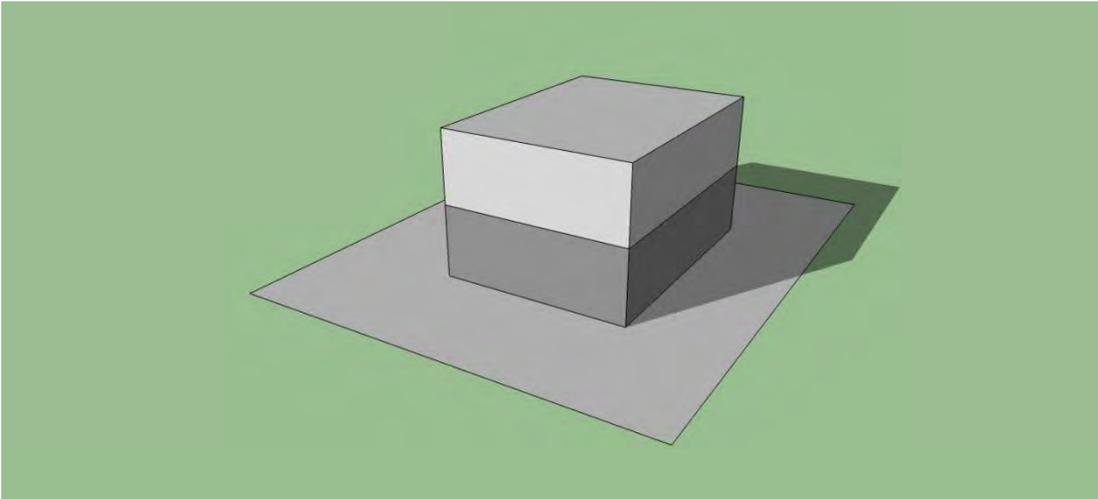


Abbildung 15: Zahl der Vollgeschosse [Eigene Darstellung]

Um die Höhe baulicher Anlagen nach § 18 BauNVO festsetzen zu können, müssen die erforderlichen Bezugspunkte bestimmt werden. Die Höhe baulicher Anlagen kann dabei als Höchstmaß, als Mindest- und Höchstmaß oder auch als zwingendes Maß festgesetzt werden. Bei der Festsetzung eines zwingenden Maßes, können geringfügige Abweichungen zugelassen werden [STÜER 2009:298].

Eine dreidimensionale Darstellung eines Gebäudes kann zur Festsetzung der Höhe, durch das Einfügen von zusätzlichen Maßangaben ergänzt werden. Um auch beim Betrachter die entsprechende dreidimensionale Wirkung zu erzielen, ist es erforderlich, die Gebäude an die jeweilig festgesetzte Höhe anzupassen. Von einer typisierten Darstellung ist in diesem Fall abzuraten. Um die Unterschiede eines Höchstmaßes, eines Mindest- und Höchstmaßes oder eines zwingenden Maßes zu berücksichtigen, könnte an dieser Stelle zusätzlich mit Farben gearbeitet werden (unterschiedliche Schriftfarben oder Bemaßungslinienfarbe).

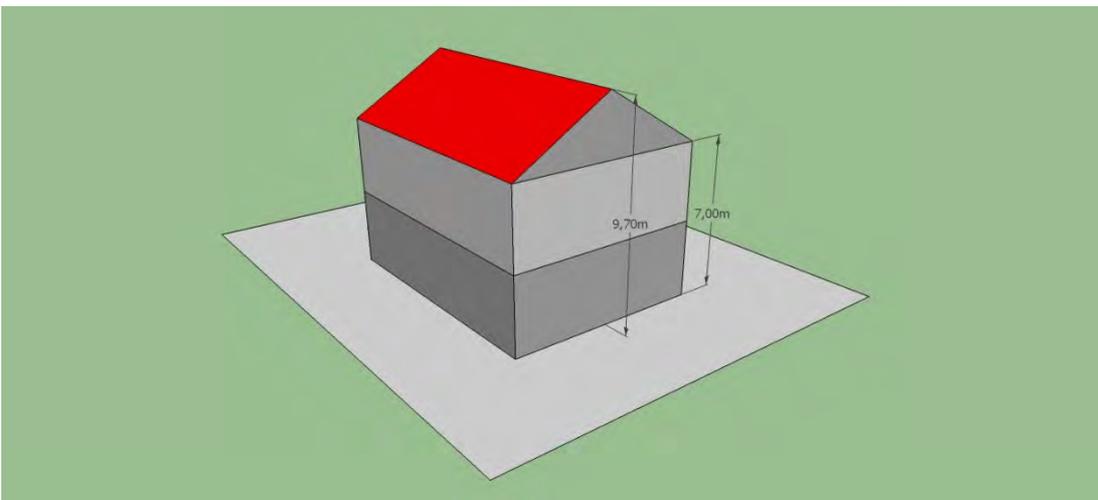


Abbildung 16: Höhe baulicher Anlagen [Eigene Darstellung]

3.2.3 Bauweise, Baulinien, Baugrenzen

Die Bauweise kann nach § 22 BauNVO im Bebauungsplan als offene oder geschlossene Bauweise festgesetzt werden. Bei der offenen Bauweise werden die Gebäude mit einem seitlichen Grenzabstand als Einzelhäuser, Doppelhäuser oder als Hausgruppen errichtet. Die Länge dieser Hausformen darf maximal 50 Meter betragen, da dieses Maß den Übergang zur geschlossenen Bauweise darstellt. Die auf den jeweiligen Flächen zulässige Hausform kann dabei ebenfalls festgesetzt werden und kann entweder nur eine der oben genannten Hausformen oder nur zwei dieser Hausformen zulassen.

Im Gegensatz zur offenen Bauweise werden die Gebäude in der geschlossenen Bauweise ohne seitlichen Grenzabstand errichtet.

Des Weiteren kann eine von der offenen oder geschlossenen Bauweise abweichende Form der Bauweise festgesetzt werden, die dann entsprechend zu definieren ist.

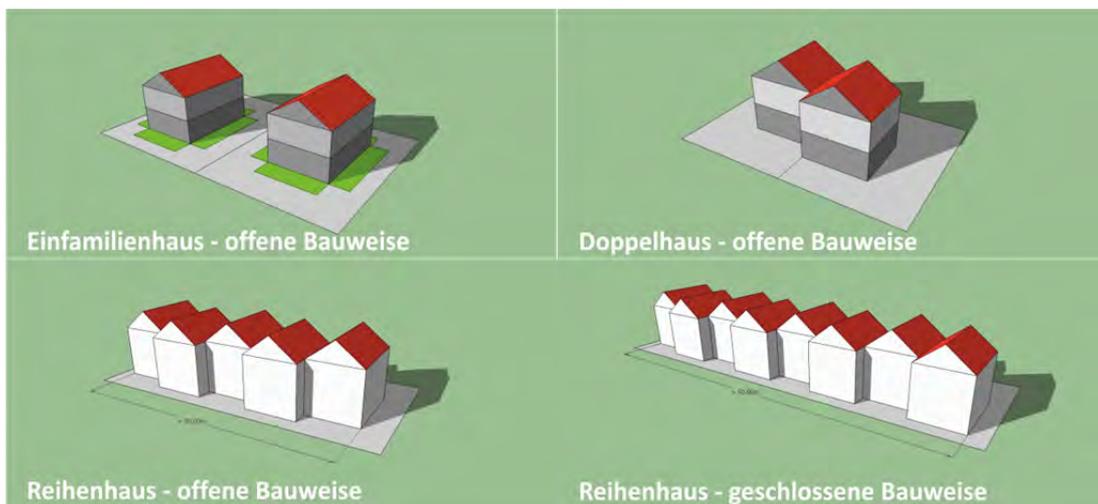


Abbildung 17: Bauweise [Eigene Darstellung]

Die überbaubare Grundstücksfläche stellt den Teil des Grundstücks dar, der überbaut werden darf. Er wird nach § 23 BauNVO durch die Festsetzung von Baulinien, Baugrenzen oder Bautiefen bestimmt. Eine Baugrenze stellt dabei eine Grenze dar, die von den Gebäuden oder Gebäudeteilen nicht überschritten werden darf. Sie wird nach der PlanzV mit einer blauen Farbgebung dargestellt. Auf eine Baulinie, in Rot dargestellt, muss dagegen zwingend gebaut werden [STÜER 2009:301].

Da Baugrenze und Baulinie auch für die oberen Geschosse eines Gebäudes gelten, wäre für eine dreidimensionale Darstellung dieser Festsetzungselemente eine entsprechend in die Höhe gezogene Visualisierung denkbar. Um die innerhalb des Baufensters getroffenen Festsetzungen weiterhin sichtbar zu lassen, werden die Flächen dieser hochgezogenen Darstellung transparent eingefärbt.

Aufgrund der Einschränkungen in der Darstellung in einem AR-Browser, wird für diesen Verwendungszweck zunächst eine vereinfachte Form ohne Transparenzen modelliert.

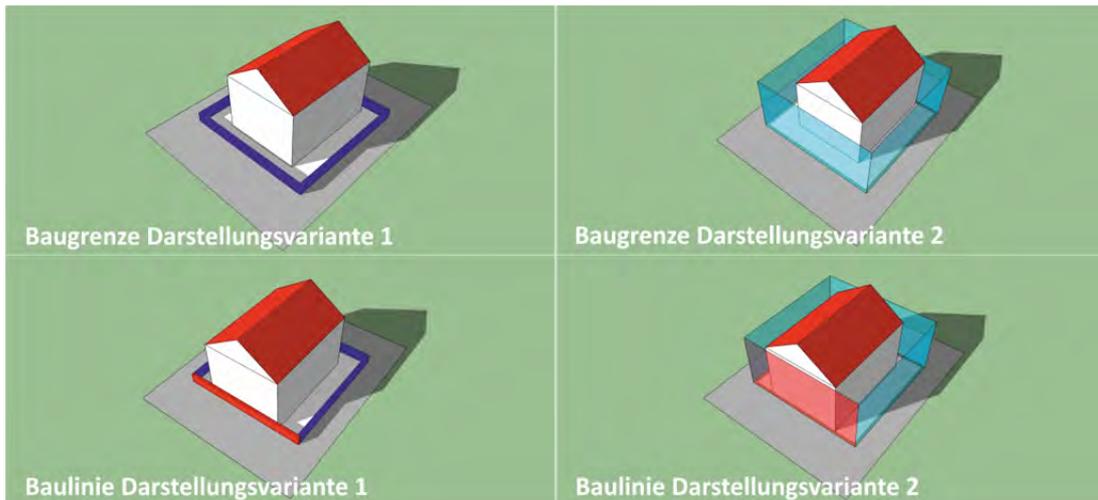


Abbildung 18: Dreidimensionale Darstellungsvarianten von Baugrenze und Baulinie [Eigene Darstellung]

Die Festsetzung der Bebauungstiefe bietet eine weitere Festsetzungsmöglichkeit zur Steuerung der überbaubaren Grundstücksfläche und wird an dieser Stelle zur Vollständigkeit aufgeführt. Sie stellt eine Maßangabe in Metern dar und ist von der tatsächlichen Straßengrenze aus zu ermitteln, sofern im Bebauungsplan nichts anderes festgesetzt ist [STÜER 2009:301].

3.3 Festsetzungen von öffentlichem Interesse

Ein Bebauungsplan beinhaltet nicht nur Festsetzungen, die die Bebaubarkeit von privaten Grundstücken regeln. Es gibt auch eine Vielzahl an Festsetzungsmöglichkeiten mithilfe derer Flächen, welche von öffentlichem Interesse sind, gesichert und entwickelt werden können. Dabei kann es sich allgemein um die Versorgung des Gebietes mit bestimmten Dienstleistungen oder öffentlichen Einrichtungen handeln.

3.3.1 Gemeinbedarfsflächen und ihre Zweckbestimmungen

Nach § 9 Abs. 1 Nr. 5 und Abs. 6 BauGB können im Bebauungsplan die Ausstattung des Gemeindegebiets mit Einrichtungen und Anlagen zur Versorgung mit Gütern und Dienstleistungen des öffentlichen und privaten Bereichs, insbesondere mit den der Allgemeinheit dienenden baulichen Anlagen und Einrichtungen des Gemeinbedarfs, wie mit Schulen und Kirchen sowie mit sonstigen kirchlichen und mit sozialen, gesundheitlichen und kulturellen Zwecken dienenden Gebäuden und Einrichtungen, sowie die Flächen für Sport- und Spielanlagen dargestellt werden.

Bei der Umsetzung der Flächen für den Gemeinbedarf und der zugehörig geplanten Einrichtungen und Anlagen kann davon ausgegangen werden, dass diese Gebäude jeweils so speziell sind, dass diese nicht mittels einer generellen Darstellung visualisiert werden können. Aus einer reinen Darstellung des Gebäudetyps wären die Unterschiede der jeweilig getroffenen Festsetzung für den Betrachter aufgrund der zu hohen Abstraktion nicht eindeutig zu erkennen. Deshalb wird in diesem Fall empfohlen, die jeweilige Gebäudehülle den speziell geplanten Maßen anzupassen und durch eine unterstützende Symboldarstellung eindeutig festzusetzen.

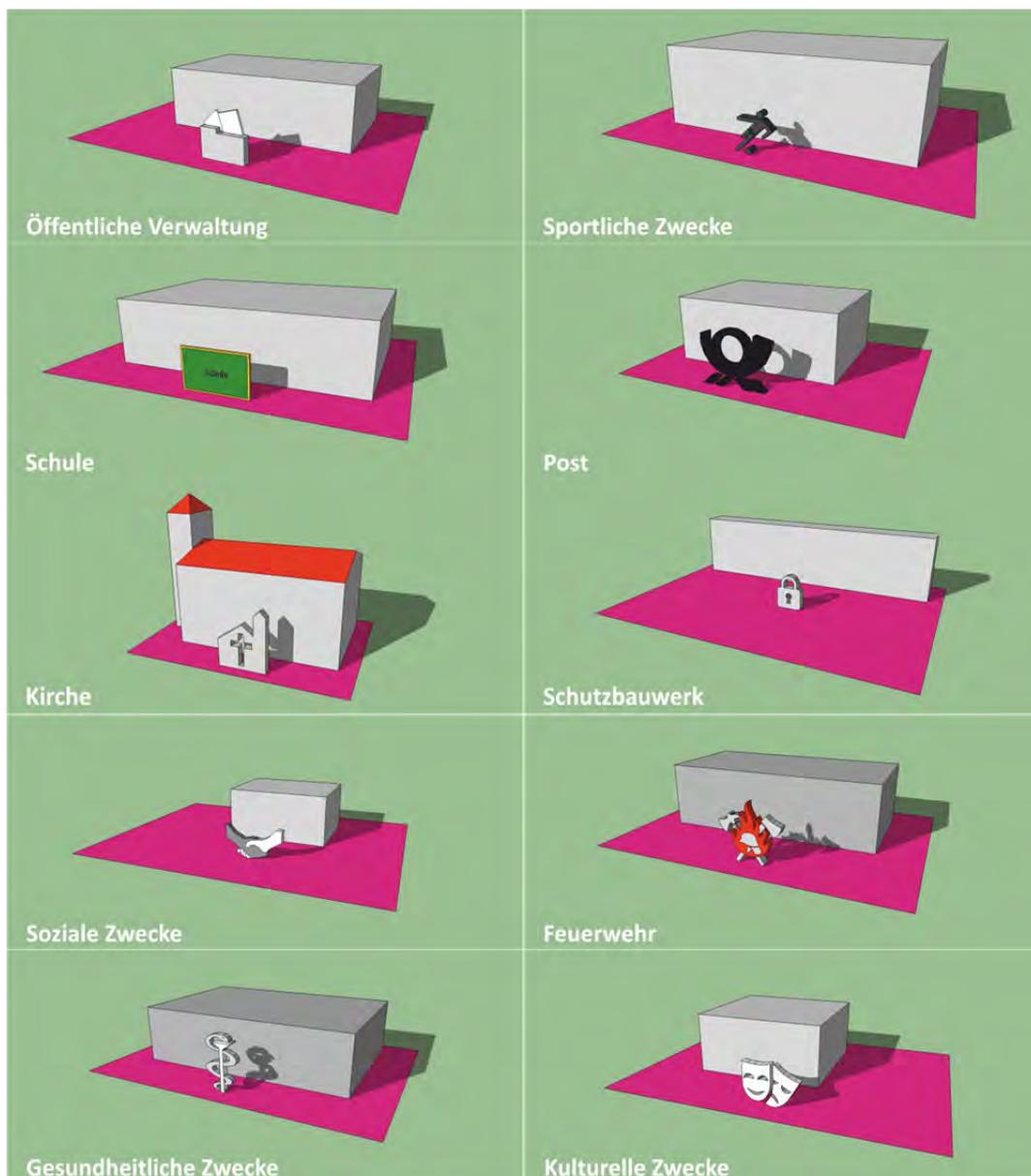


Abbildung 19: Zweckbestimmungen von Gemeinbedarfsflächen [Eigene Darstellung]

3.3.2 Regelungen für die Stadterhaltung und für den Denkmalschutz

Ein Bebauungsplan muss nicht zwangsläufig nur Festsetzungen enthalten, die den Bau weiterer baulicher Anlagen regeln. Auch zu bestehenden Gebäuden können Festsetzungen im Hinblick auf ihre Erhaltung und den Denkmalschutz getroffen werden. Dabei kann zwischen Erhaltungsbereichen, Umgrenzungen von Gesamtanlagen (Ensembles), die dem Denkmalschutz unterliegen und Einzelanlagen (unbeweglichen Kulturdenkmalen), die dem Denkmalschutz unterliegen, unterschieden werden.

Da es sich bei diesen Gebäuden um bereits bestehende Anlagen handelt, empfiehlt es sich an dieser Stelle, die bestehende Gebäudehülle nachzubauen und die Regelungen zum Denkmalschutz durch ein eindeutiges Symbol festzusetzen. Sollen flächenhafte Erhaltungsbereiche festgesetzt werden, können diese Gebiete durch die Kombination des punktuellen Symbols und einer unterstützenden Umgrenzung dargestellt werden.

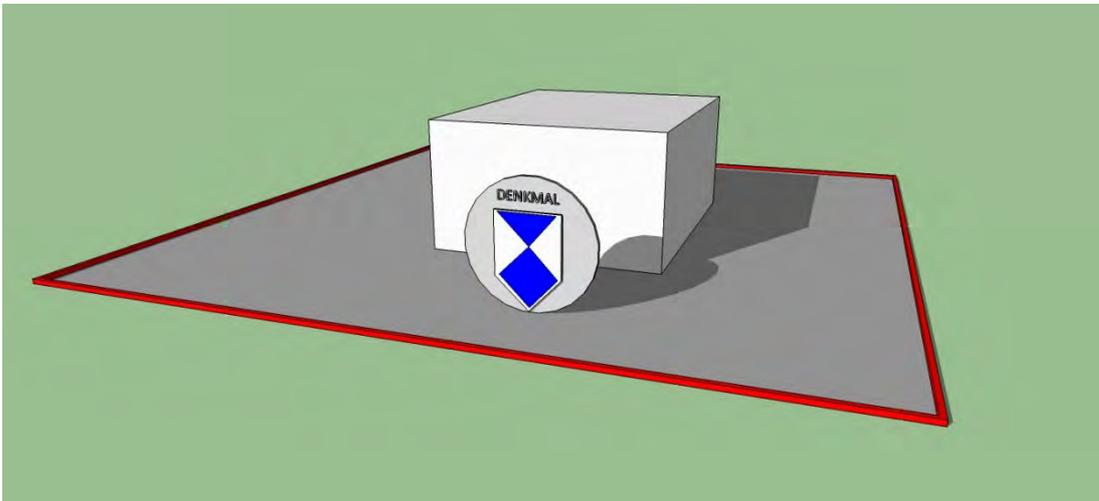


Abbildung 20: Denkmalschutz [Eigene Darstellung]

3.4 Technische Infrastruktur

Mit technischer Infrastruktur werden technische Anlagen und Einrichtungen zur Daseinsvorsorge der Bevölkerung und zur wirtschaftlichen Entwicklung eines Gebietes bezeichnet. Dabei handelt es sich um die Bereiche der Verkehrsplanung, der Ver- und Entsorgung sowie ergänzend Flächen der Wasserwirtschaft und Flächen, die für Abgrabungen oder Aufschüttungen genutzt werden.

3.4.1 Verkehrsflächen

Nach § 9 Abs. 1 Nr. 11 und Abs. 6 BauGB können im Bebauungsplan Verkehrsflächen sowie Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung festgesetzt werden. Bei Verkehrsflächen mit besonderer Zweckbestimmung kann es sich dabei um Fußgängerbereiche, Flächen für das Parken von Fahrzeugen, Flächen für das Abstellen von Fahrrädern sowie den Anschluss anderer Flächen an die Verkehrsflächen handeln. Die Verkehrsflächen können auch als öffentliche oder private Flächen festgesetzt werden. Verkehrsflächen werden nach der PlanzV in der Farbe „Goldocker“ dargestellt.

Um die besondere Zweckbestimmung eindeutig festzusetzen, stehen die Planzeichen „Öffentliche Parkfläche“, „Fußgängerbereich“ und „Verkehrsberuhigter Bereich“ zur Verfügung. Um diese Flächen allgemein leichter erkennbar zu machen, wird in der dreidimensionalen Darstellung anstatt auf die in der Planzeichenverordnung zur Verfügung stehenden Elemente auf die entsprechenden Verkehrsschilder zurückgegriffen.

Ein weiteres Planzeichen im Bereich der Verkehrsflächen stellt die Straßenbegrenzungslinie (in „Permanentgrün hell“ dargestellt) dar. Sie soll die Abgrenzung von Straßenverkehrsflächen gegenüber Flächen sonstiger Nutzungen verdeutlichen und wird auch gegenüber Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung eingezeichnet. Um ihre Wirkung zu verdeutlichen, wird das entsprechende dreidimensionale Pendant etwas erhöht dargestellt.

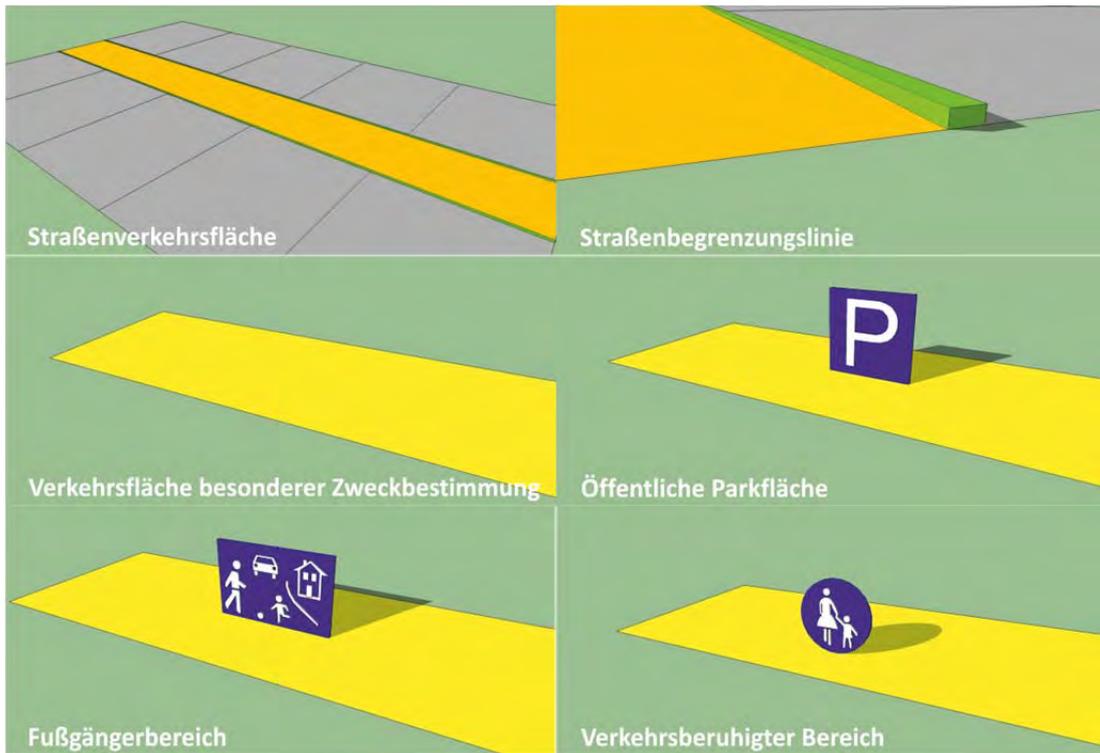


Abbildung 21: Verkehrsflächen [Eigene Darstellung]

3.4.2 Flächen für die Ver- und Entsorgung

Eine gesicherte Erschließung ist eine der Voraussetzungen für eine spätere Baugenehmigung auf einem Grundstück. Dazu gehören neben der verkehrlichen Erschließung auch die Anschlüsse an die Netze der Ver- und Entsorgung. Die Leitungen dieser Netze werden in der Regel unterhalb der Verkehrsflächen geführt. Außer den Leitungen benötigen diese Infrastrukturnetze aber auch Flächen, auf denen die zugehörigen Anlagen oder Einrichtungen errichtet werden können. § 9 Abs. 1 Nr. 12, 14 und Abs.6 BauGB regeln deshalb die Festsetzung von Flächen für Versorgungsanlagen, für die Abfallentsorgung und Abwasserbeseitigung sowie für Ablagerungen. Nach der Planzeichenverordnung stehen hier eine flächenhafte Darstellung in einem hellen Gelbton, sowie eine genauere Zweckbestimmung in Form eines Symbols zur Verfügung. Bei der Zweckbestimmung dieser Flächen kann es sich um die Zwecke Elektrizität, Abwasser, Gas, Abfall, Fernwärme, Ablagerung oder Wasser handeln. Die zur Darstellung dieser Zweckbestimmungen zur Verfügung stehenden Symbole sind nicht immer eindeutig und können deshalb gegebenenfalls durch Buchstaben ergänzt werden. Da diese Flächen in der gebauten Realität nicht immer eine dreidimensionale Wirkung beim Betrachter erzielen dürften, wird bei der Erarbeitung der dreidimensionalen Planzeichen ebenfalls mit Symbolen gearbeitet. Ziel dabei ist aber, eindeutige Symbole zu finden, die im Gegensatz zur Planzeichenverordnung keiner weiteren Erläuterung benötigen.

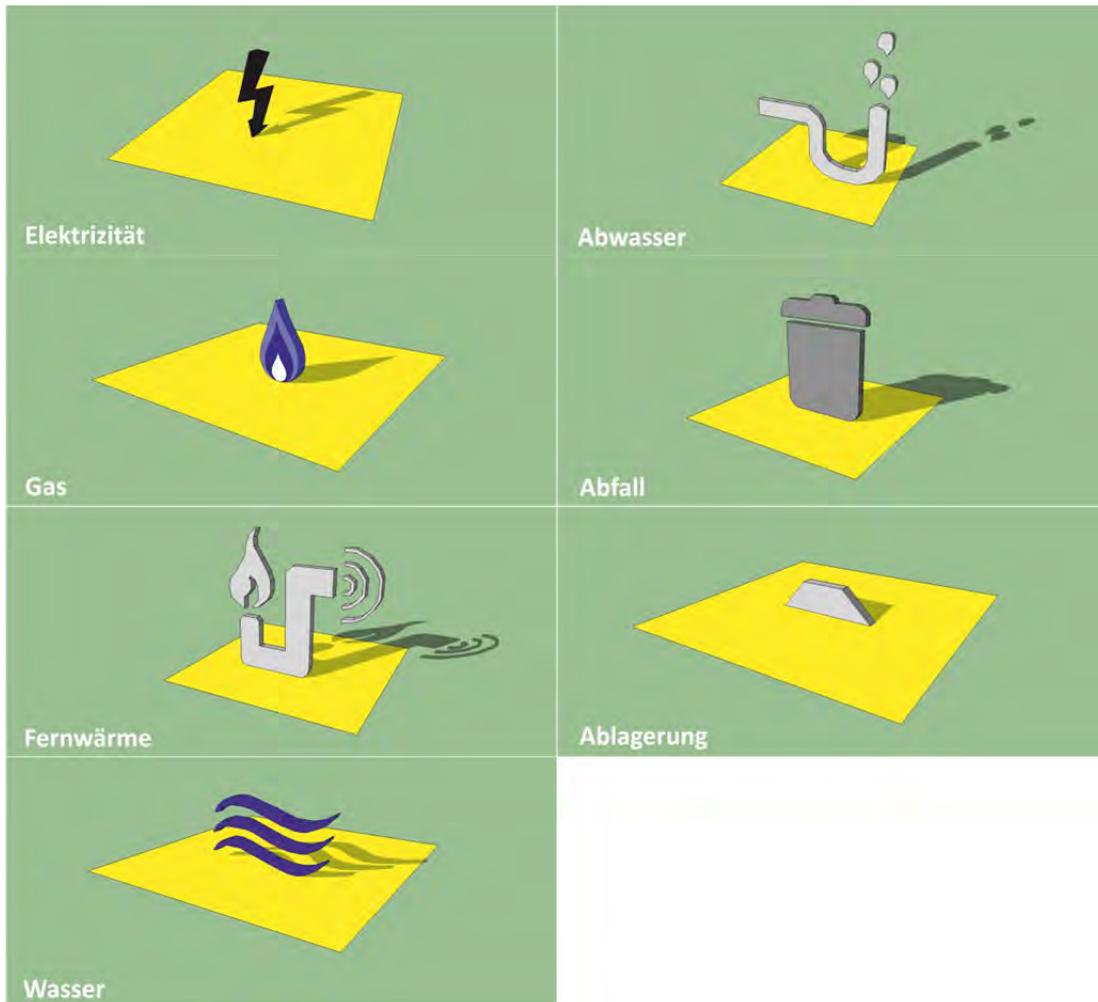


Abbildung 22: Flächen für die Ver- und Entsorgung [Eigene Darstellung]

3.4.3 Wasserflächen

§ 9 Abs. 1 Nr. 16 und Abs. 6 BauGB regeln die Festsetzung von Wasserflächen und Flächen für die Wasserwirtschaft, den Hochwasserschutz und die Regelung des Wasserabflusses. Dabei werden die jeweiligen Flächen in unterschiedlichen Blautönen dargestellt und durch Symbole ergänzt. Die flächenhafte Darstellung dieser Flächen wird für die Darstellung in einem potentiellen dreidimensionalen Bebauungsplan übernommen.

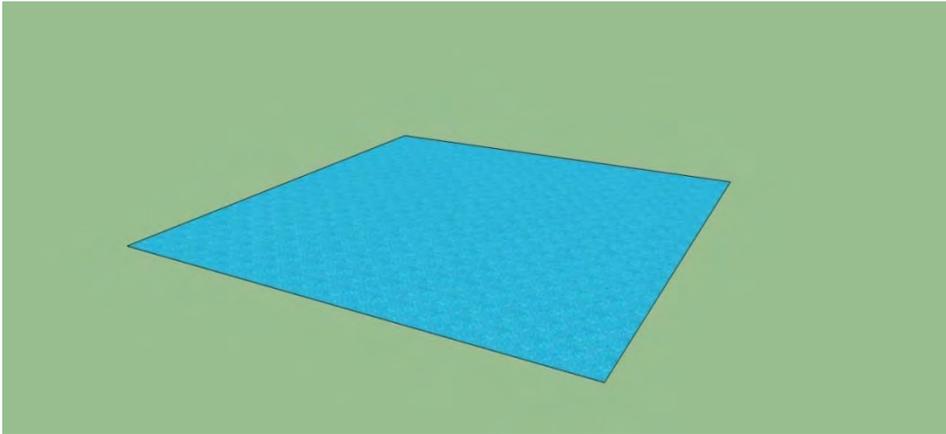


Abbildung 23: Wasserfläche [Eigene Darstellung]

3.4.4 Flächen für Aufschüttungen, Abgrabungen oder für die Gewinnung von Bodenschätzen

Nach § 9 Abs. 1 Nr. 17 und Abs. 6 BauGB können im Bebauungsplan Flächen für Aufschüttungen und Flächen für Abgrabungen oder für die Gewinnung von Bodenschätzen festgesetzt werden. Die zu diesen Festsetzungen in der Planzeichenverordnung aufgeführten Symbole sind jedoch für den interessierten Laien nur schwer zu deuten. Für die dreidimensionale Darstellung wird ebenfalls auf Symbole zurückgegriffen und diese als Umrisse von Baumaschinen dargestellt, da diese ein alltägliches und somit wohlbekanntes Beispiel für die Arbeit auf diesen Flächen darstellen dürften.

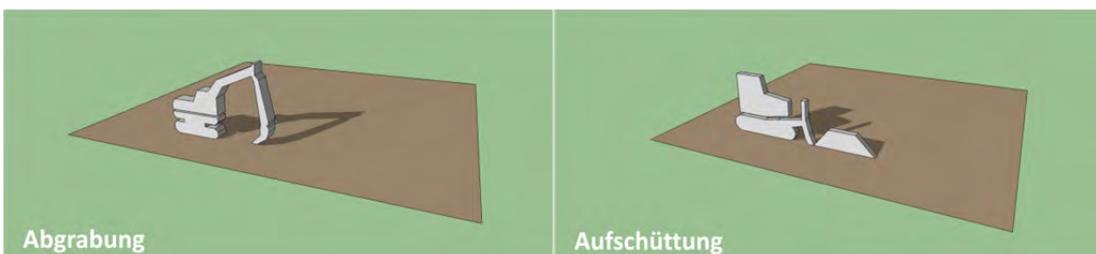


Abbildung 24: Fläche für Abgrabungen und Aufschüttungen [Eigene Darstellung]

3.5 Natur und Naturschutz

Eine angemessene Durchgrünung einer Stadt ist nicht nur für den Menschen als Erholungsfläche wichtig, sondern sie dient auch als Lebensraum für Pflanzen und Tiere. Ein Bebauungsplan kann deshalb sowohl die eher dem Menschen gewidmeten Grünflächen als auch Flächen, die dem Naturschutz gewidmet werden, enthalten.

3.5.1 Grünflächen

§ 9 Abs. 1 Nr. 15 und Abs. 6 BauGB ermöglichen die Festsetzung von Grünflächen im Bebauungsplan. Grünflächen werden im Bebauungsplan in öffentliche oder private Grünflächen unterschieden. Zusätzlich zur Bestimmung der Flächenart gibt es die Möglichkeit der Zweckbestimmung. Auf diese Weise kann die Grünfläche als Parkanlage, Zeltplatz, Dauerkleingärten, Badeplatz/Freibad, Friedhof, Sportplatz oder Spielplatz zeichnerisch festgesetzt werden. Da diese Zweckbestimmungen jeweils eine eigene dreidimensionale Wirkung in der gebauten Realität erzielen, können diese auch nach ihrem typischen Erscheinungsbild modelliert werden. Je nach geplanter Ausführung vor Ort, könnten die nachfolgend aufgeführten beispielhaften Darstellungen spezifisch angepasst und erweitert werden.

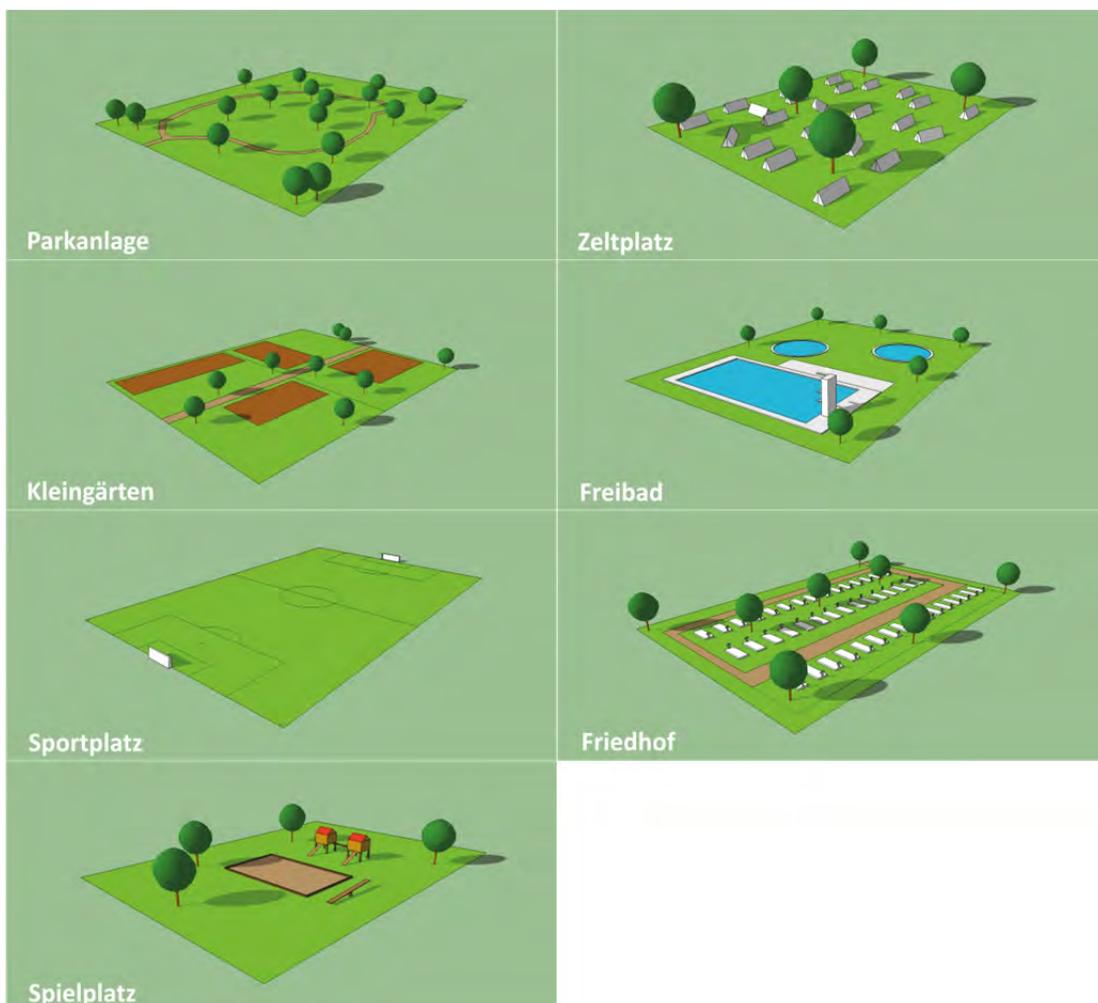


Abbildung 25: Zweckbestimmungen von Grünflächen [Eigene Darstellung]

3.5.2 Flächen für die Landwirtschaft und Wald

Vor allem in ländlichen Gebieten spielt der primäre Sektor der Volkswirtschaft nach wie vor eine große Rolle. Nach § 9 Abs. 1 Nr. 18 und Abs. 6 BauGB können deshalb Flächen für die Landwirtschaft und für Wald im Bebauungsplan festgesetzt werden. Außerdem können die genaueren Zweckbestimmungen der Flächen festgesetzt werden. Bei einer solchen Zweckbestimmung kann es sich beispielsweise um einen Erholungswald handeln.

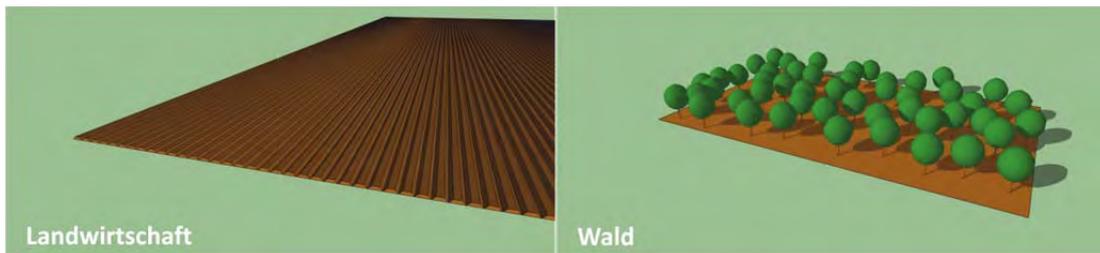


Abbildung 26: Flächen der Land- und Forstwirtschaft [Eigene Darstellung]

3.5.3 Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft

Im Sinne der Nachhaltigkeit ist ein Ausgleich der Eingriffe in Natur und Landschaft notwendig. Um diese Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Natur und Landschaft durchzusetzen, können diese im Bebauungsplan flächenhaft durch eine Umgrenzung der entsprechenden Fläche festgesetzt werden. Die genaueren Maßnahmen sind näher zu bestimmen.

Außer den zumeist flächenbezogenen Maßnahmen können im Bebauungsplan auch punktuelle Maßnahmen geregelt werden. Dazu zählen zum Beispiel die Möglichkeiten einer Festsetzung zum Anpflanzen oder dem Erhalt von Bäumen, Sträuchern oder sonstigen Bepflanzungen. Die Festsetzungen zum Anpflanzen oder Erhalt von Bäumen müssen aber nicht zwangsweise für jeden einzelnen Baum getroffen werden, sondern es besteht eine weitere Möglichkeit, diese ebenfalls flächenhaft festzusetzen [STÜER 2009:86].

Prinzipiell hat der Erhalt oder das Anpflanzen eines Baumes (beziehungsweise flächenhaft mehrerer Bäume) die gleiche dreidimensionale Auswirkung. Um eine Unterscheidung dieser beiden differenzierten Festsetzungen in der dreidimensionalen Darstellung dennoch zu ermöglichen, werden an dieser Stelle unterschiedliche Farben eingesetzt.



Abbildung 27: Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zum Erhalt von Natur und Landschaft [Eigene Darstellung]

3.6 Sonstige Planzeichen

Außer den bisher erläuterten Planzeichen, werden in einem Bebauungsplan weitere Planzeichen benötigt, die in keine andere Kategorie einzuordnen sind. Dazu zählt zum Beispiel die Grenze des räumlichen Geltungsbereiches des Bebauungsplans, die Abgrenzung unterschiedlicher Nutzungen innerhalb eines Bebauungsplans oder das Planzeichen für Geh-, Fahr- und Leitungsrechte.

Die Grenze des räumlichen Geltungsbereichs hat die Aufgabe, das Gebiet, in dem die Festsetzungen des Bebauungsplans Geltung haben, gegenüber den umgebenden Flächen eindeutig abzugrenzen.

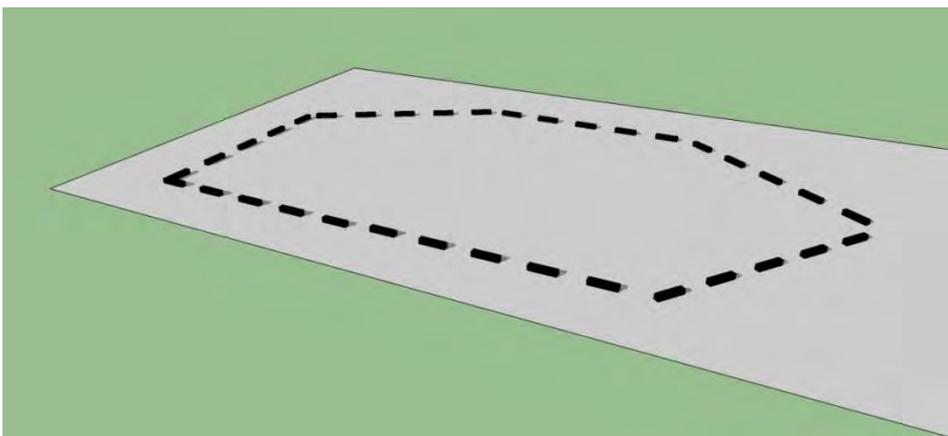


Abbildung 28: Grenze des räumlichen Geltungsbereichs [Eigene Darstellung]

Innerhalb eines Bebauungsplans können die getroffenen Festsetzungen variiert werden. So können zum Beispiel mehrere Gebiete mit der gleichen Art der baulichen Nutzung

festgesetzt werden, bei denen jeweils unterschiedliche Festsetzungen zum Maß der baulichen Nutzung gelten. Um diese Gebiete voneinander abzugrenzen, wird die bei Planern als „Perlenschnur“ bezeichnete Abgrenzung unterschiedlicher Nutzungen verwendet.

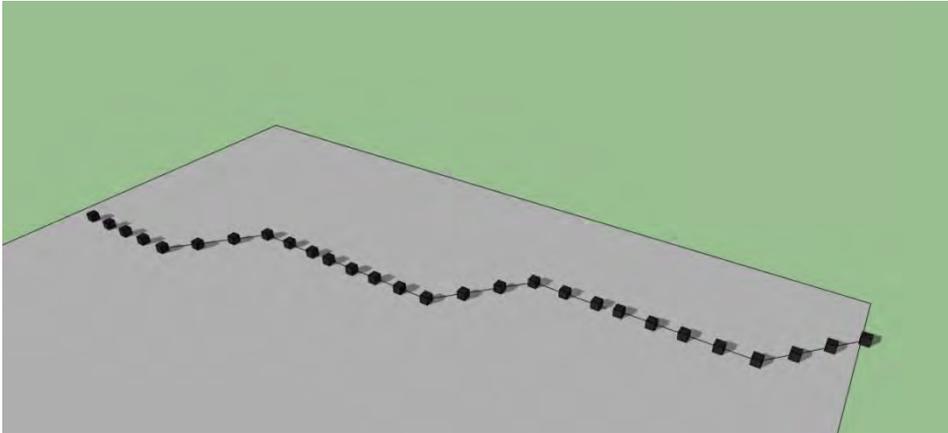


Abbildung 29: Abgrenzung unterschiedlicher Nutzungen [Eigene Darstellung]

Nach § 9 Abs. 1 Nr. 21 und Abs. 6 BauGB können im Bebauungsplan Grundstücke mit Geh-, Fahr- und Leitungsrechten belastet werden. Durch diese Festsetzungen können die jeweiligen Grundstücke unter Umständen nur eingeschränkt genutzt werden [STÜER 2009:86]. Im zweidimensionalen Bebauungsplan werden diese Belastungen einer Fläche mit einer Schraffur dargestellt. Da der Grundstücksbesitzer direkt von dieser Belastung betroffen ist, wird hier ein dreidimensionales Symbol verwendet, damit der Bürger schneller auf diese Festsetzung aufmerksam wird und seine privaten Belange kenntlich machen kann.

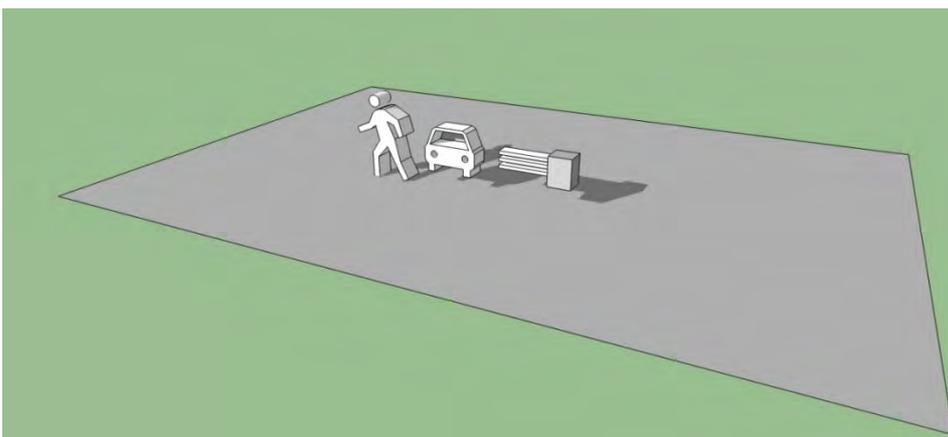


Abbildung 30: Geh-, Fahr- und Leitungsrechte [Eigene Darstellung]

4 Anwendung – Präsentationsformen

In diesem Kapitel geht es darum, die bisher erarbeiteten dreidimensionalen Festsetzungselemente anhand eines ausgewählten Beispiels konkret anzuwenden und mögliche Präsentationsformen eines dreidimensionalen Bebauungsplans aufzuzeigen. Für die beispielhafte Erarbeitung der nächsten Schritte wird der Bebauungsplan „Südlich der Rosenstraße – Westliche Erweiterung“ der Gemeinde Haßloch herangezogen.

4.1 Pattern City

Mithilfe der im Kapitel zur Art der baulichen Nutzung erstellten Patterns der einzelnen Baugebietstypen ist es nun möglich, eine Stadt in vereinfachter Darstellung zusammzusetzen. So entsteht ein 3D-Stadtmodell, das die Stadt nicht nach ihrer gebauten Realität abbildet, sondern die typischen Gebiete charakteristisch darstellt. Im Rahmen einer Präsentation eines dreidimensionalen Bebauungsplans könnte diese Methode einen ersten Schritt darstellen, wie die direkte Umgebung eines Plangebiets des vorzustellenden Bebauungsplans einzuordnen ist.

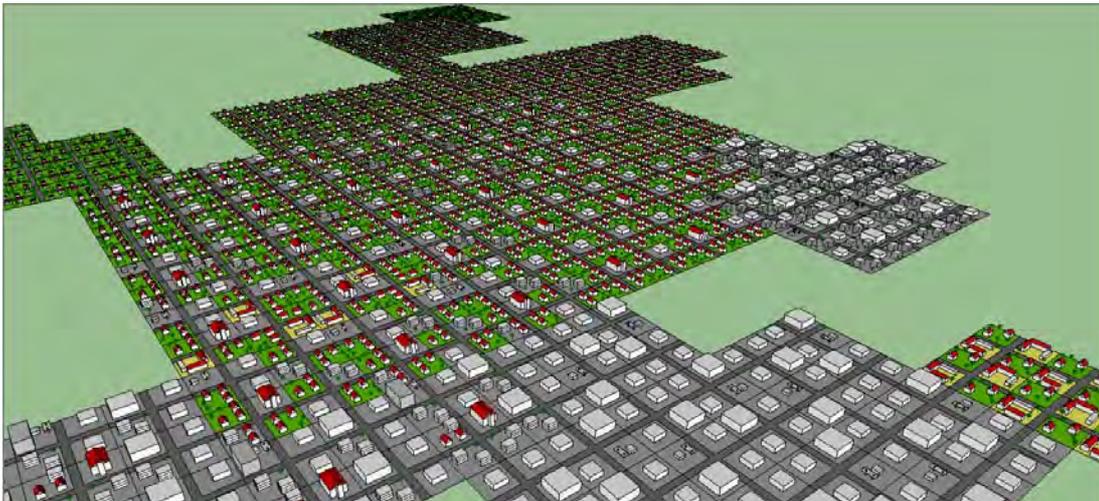


Abbildung 31: Eine aus Pattern zusammengesetzte Beispiel-Stadt [Eigene Darstellung]

4.2 Erstellung eines 3D-Bebauungsplans

Zunächst sollen die einzelnen Schritte, die zur Erstellung eines 3D-Bebauungsplans nötig sind, erläutert werden. Diese Ebenen bei der Erstellung entsprechen gleichzeitig den unterschiedlichen Präsentationsschritten, mithilfe derer der Bebauungsplan im Rahmen einer Veranstaltung zur Öffentlichkeitsbeteiligung erklärt werden könnte.

Die Grundlage bilden bestehende Daten, in diesem Fall ein bestehender Bebauungsplan in Form einer Rasterbilddatei im JPG-Format. Im Idealfall bildet die Grundlage eine DWG- (AutoCAD)-Datei oder ähnliche im Vektorformat vorliegende Datengrundlagen, da diese die Digitalisierung der zur Erstellung des 3D-Modells nötigen Polygone erheblich erleichtert.



Abbildung 32: Plangrundlage des Bebauungsplans aus Haßloch [Eigene Darstellung]

In einem ersten Schritt werden alle flächenhaften Festsetzungen digitalisiert und auf unterschiedlichen Layern angeordnet, da diese ein späteres Ein- und Ausblenden ermöglichen und der Bebauungsplan verständlicher in einzelnen Schritten erklärt werden kann.

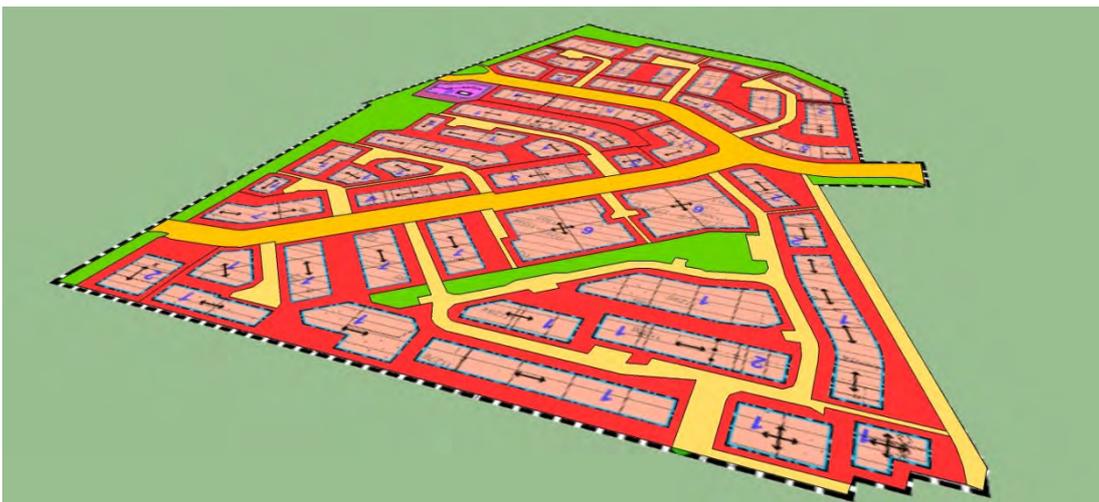


Abbildung 33: Flächenhafte Festsetzungen im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]

Nachdem die flächenhaften Festsetzungen gezeichnet sind, geht es in einem nächsten Schritt an die grundstücksgenauen Festsetzungen. So werden die einzelnen Baufenster

und die dazugehörigen Baugrenzen eingezeichnet und durch die festgesetzte Grundflächenzahl (GRZ) ergänzt.

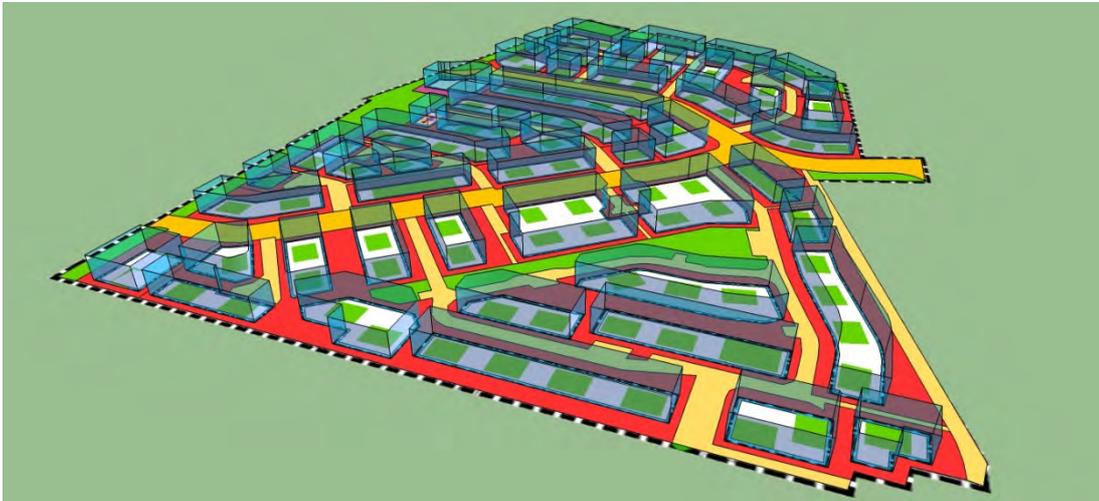


Abbildung 34: Baufenster und GRZ im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]

Als nächstes werden die dreidimensional wirksamen Festsetzungen auf den einzelnen Grundstücken modelliert: Die unterschiedlich festgesetzte Zahl der Vollgeschosse, die Geschossflächenzahl (GFZ) und die jeweils festgesetzte Höhe baulicher Anlagen (im Beispiels-Bebauungsplan durch die Wandhöhe (WH) festgesetzt).

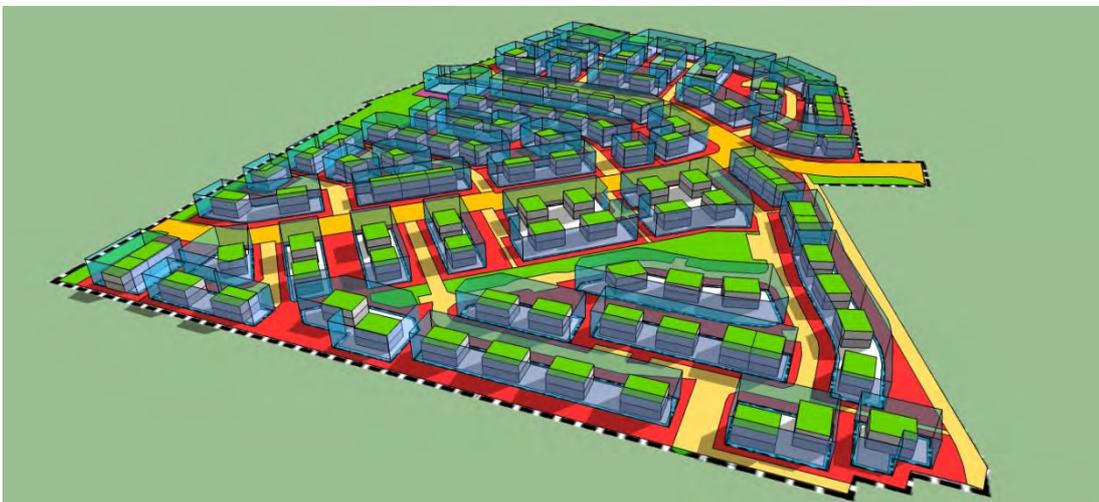


Abbildung 35: Zahl der Vollgeschosse, Geschossflächenzahl und Höhe baulicher Anlagen im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]

Im vorliegenden Bebauungsplan werden keine Festsetzungen in Bezug auf die zulässige Dachform getroffen, sodass prinzipiell alle Dachformen zulässig sind. In diesem Fall wird zur Darstellung einer möglichen Dachform jeweils ein Satteldach aufgesetzt. Ideal wäre hier eine Darstellung unterschiedlicher Dachformen auf einem jeweiligen Layer. Auf diese Weise könnten dem Betrachter die Möglichkeiten der verschiedenen Dachformen

aufgezeigt werden. Im Falle von SketchUp gestaltet sich eine solche Darstellung allerdings problematisch, da keine unterschiedlichen Elemente an der gleichen Position vom Programm zugelassen werden, selbst wenn sie auf verschiedenen Layern angeordnet sind. Eine deutliche Darstellung einer Dachform ist dennoch wichtig, da ansonsten beim Betrachter der 3D-Darstellung das jeweilige Haus nicht als solches wahrgenommen werden könnte. Da die Dachform gleichzeitig die Stellung der baulichen darstellen soll, kann auf diesen Schritt ebenfalls nicht verzichtet werden.

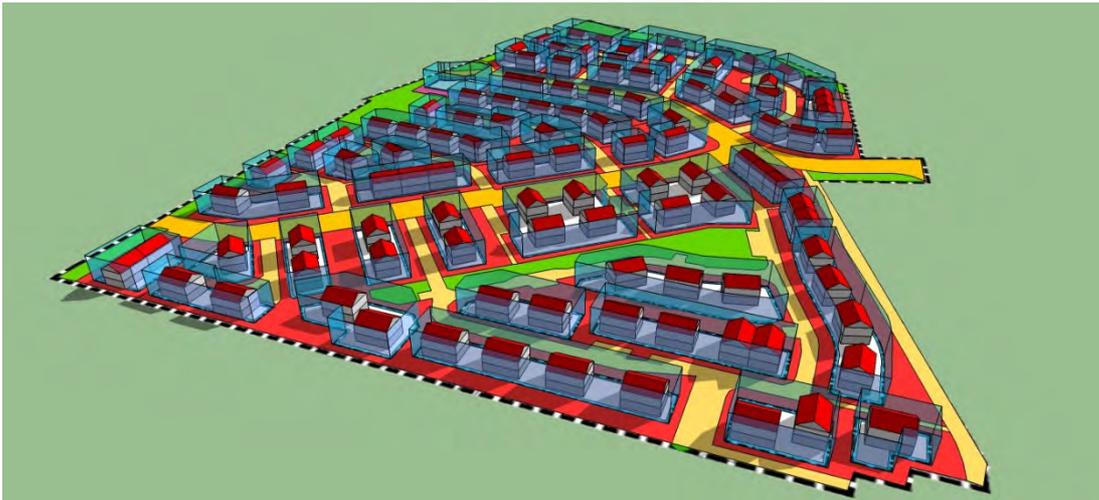


Abbildung 36: Dachformen im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]

In einem weiteren Schritt wird die dreidimensionale Darstellung durch sonstige Festsetzungen ergänzt. Dabei handelt es sich um symbolhafte Darstellungen, wie zum Beispiel die Zweckbestimmungen der Verkehrsflächen besonderer Zweckbestimmung. Des Weiteren werden im Bebauungsplan aus Haßloch einzelne Bäume zum Anpflanzen festgesetzt, die es gleichermaßen in diesem Schritt zu ergänzen gilt.



Abbildung 37: Zweckbestimmungen und Bäume im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]

An dieser Stelle ist der zeichnerische Teil des dreidimensionalen Bebauungsplans fertiggestellt. Mit den einzelnen Schritten wird aber auch ersichtlich, dass in dem dreidimensionalen Modell mehr Inhalte enthalten sind, als auf der letztendlichen Darstellung sichtbar sind. Problematisch ist dabei die Überlagerung einzelner Festsetzungen. Dieses Problem stellt sich aber nicht nur im Falle des dreidimensionalen Bebauungsplans, auch der klassische zweidimensionale Bebauungsplan kann all diese Festsetzungen nicht in einer einzigen Darstellung vereinigen. Im Falle des zweidimensionalen Bebauungsplans wird deshalb die eigentliche Darstellung durch die Nutzungsschablonen für die jeweiligen Gebiete ergänzt. Diese Nutzungsschablone lässt sich auch beim dreidimensionalen Bebauungsplan ergänzend darstellen. Auf diese Weise werden die in der letzten Darstellung verdeckten Inhalte sichtbar.

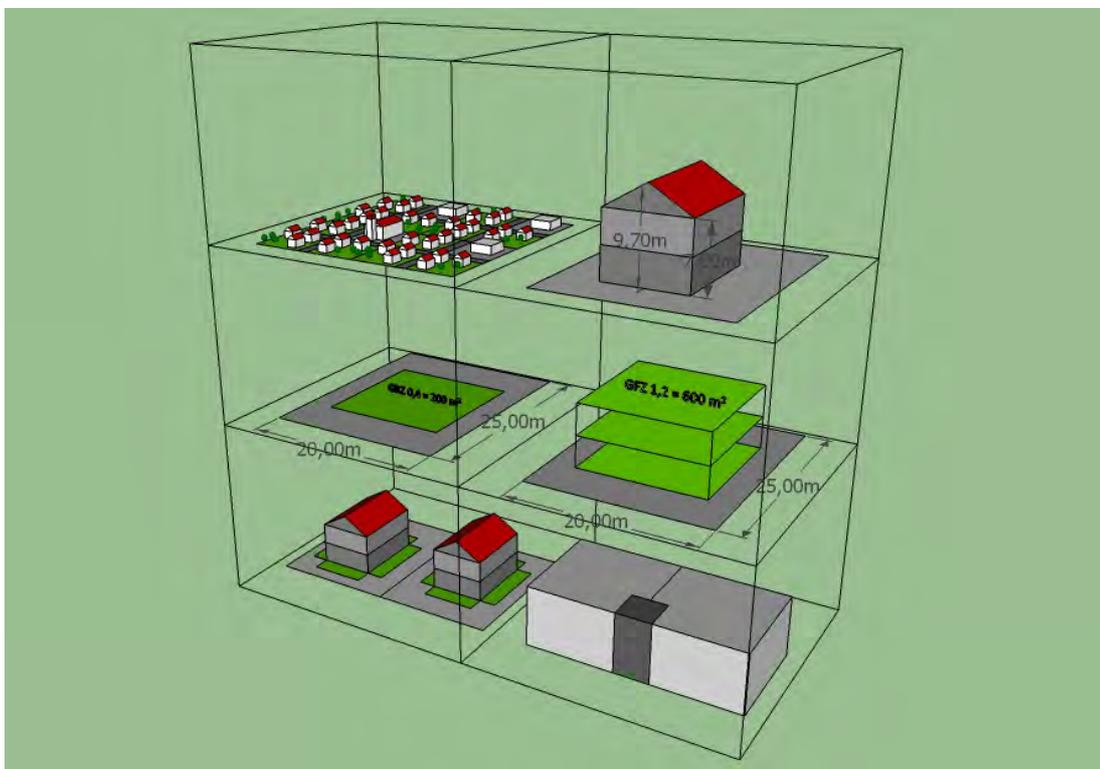


Abbildung 38: 3D-Nutzungsschablone [Eigene Darstellung]

4.3 Darstellung eines 3D-Bebauungsplans in Google Earth

Durch die in SketchUp integrierte Möglichkeit des KMZ-Exports wird eine weitere Präsentationsform für einen dreidimensionalen Bebauungsplan geliefert. Auf diese Weise ist es möglich, das gezeichnete 3D-Modell in Form einer KMZ in Google Earth zu importieren.

Durch den breiten Masseneinsatz von Google Maps und Google Earth, beispielsweise zur Routenplanung, dürfte auch die Verständlichkeit für Karten und Luftbilder in den letzten Jahren in der Bevölkerung deutlich gestiegen sein. Das eigene Grundstück wird auf einer Karte in Google Earth schnell erkannt und die persönliche Betroffenheit einer Planung wird bei einer solchen Darstellung schnell klar. Aus diesen Gründen stellt die Darstellung eines 3D-Bebauungsplans in Google Earth ein großes Potenzial einer Präsentationsform dar.



Abbildung 39: 3D-Bebauungsplan in Google Earth [Eigene Darstellung]

4.4 Augmented Reality als Präsentationsform planerischer Festsetzungen vor Ort

In diesem Kapitel soll die zuvor bereits erwähnte Methode der Augmented Reality konkret angewendet werden. Die erarbeiteten dreidimensionalen Festsetzungselemente sollen dazu auf ihre Umsetzbarkeit in einem Augmented Reality-Browser untersucht werden.

4.4.1 AR-Browser

Außer den im Smartphone integrierten Hardware-Komponenten in Form eines GPS-Moduls und des mobilen Internetzugangs, wird zu einer Augmented Reality-Darstellung zusätzlich eine Softwarekomponente benötigt. Dabei handelt es sich um eine sogenannte Applikation (kurz: App) in Form eines Augmented Reality-Browsers (AR-Browser). In den App-Stores zu den unterschiedlichen Smartphone-Betriebssystemen gibt es eine Auswahl an unterschiedlichen AR-Browsern, die in der nachfolgenden Tabelle vergleichend gegenübergestellt werden.

Dienst	ALOQA	JUNAI0	LAYAR	SEKAI	WIKITUDE
Ersterscheinung	Mitte 2009	2009	Mitte 2009	Ende 2008	Anfang 2009
Nutzerzahlen (Androidlib.com)	>250000	~70000	>250000	~100000	>250000
Einspielen von Inhalten	Entwickler und Benutzer	Entwickler und Benutzer	Entwickler und Benutzer	Entwickler und Benutzer	Entwickler und Benutzer
2D	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
3D	Nein	Ja (OBJ, M3D)	Ja (L3D)	Nein	Nein
Inhaltstypen	Hyperlinks, Text, Bilder	Hyperlinks, Text, Bilder, Audio, Film, 3D-Modelle	Hyperlinks, Text, Bilder, Audio, Film, 3D-Modelle	Text, Bilder, Audio	Hyperlinks, Text, Bilder
Potenzieller Einsatz in der Planung	Informationssysteme, Baukultur	Informationssysteme, Baukultur, Gestaltungsplanung, Historisches, Urban Sensing	Informationssysteme, Baukultur, Gestaltungsplanung, Historisches, Urban Sensing	Partizipation und Diskussion	Informationssysteme, Baukultur, Historisches, Urban Sensing
Verfügbare Plattformen	Android OS, iOS, Symbian OS, BlackBerry J2ME, Windows Mobile	Android OS, iOS, Symbian OS in Vorbereitung	Android OS, iOS, Symbian OS	Android OS, iOS	Android OS, iOS, Symbian OS

Tabelle 9: AR-Browser [Eigene Darstellung nach STREICH ZEILE 2011:119]

Von den in Tabelle 9 aufgeführten AR-Browsern bieten nur LAYAR und JUNAI0 die Möglichkeit des Einspielens von dreidimensionalen Inhalten. Aufgrund der möglichen

Dateiformate und der einfachen Möglichkeit des Einspielens eigener 3D-Inhalte über die RADAR-Plattform wird für die weitere Arbeit LAYAR ausgewählt.

Um eine digitale Information in LAYAR anzeigen zu können, muss diese auf einem Server verortet hinterlegt werden. Bei diesen digitalen Inhalten kann es sich um Hyperlinks, Texte, Bilder, Audio-Inhalte, Filme oder um 3D-Modelle handeln. Diese Informationen werden später vom AR-Browser, bei entsprechender Ausrichtung und Blickwinkel, an der Stelle der verorteten Information vom Server heruntergeladen und auf dem Smartphone-Display angezeigt.

Zur Darstellung verwendet LAYAR das eigene L3D-Format. Die in SketchUp vorliegende Datei muss deshalb zunächst umgewandelt werden. Dazu wird das SketchUp-Modell zunächst als OBJ-Datei exportiert und in einem weiteren Schritt in den von LAYAR zur Verfügung gestellten L3D-Converter geladen. Im LAYAR-Converter werden die Größe des Modells, die verwendeten Materialien sowie eine Vorschau auf die spätere Darstellung im AR-Browser dargestellt. Die Umwandlung erfolgt durch einen Speichervorgang, bei dem das Modell als L3D-Datei abgespeichert wird.

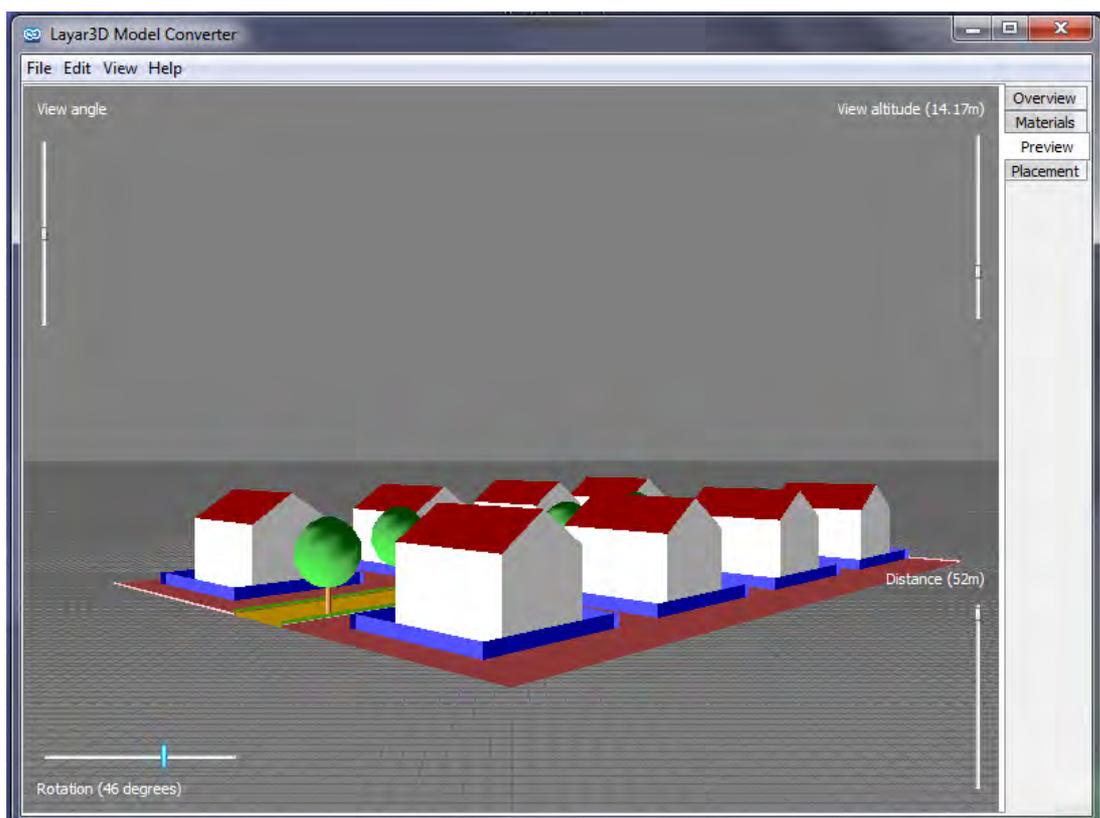


Abbildung 40: LAYAR-Converter [Eigene Darstellung]

Bei der Verortung müssen einige Parameter eingegeben und beachtet werden, ohne die die spätere Anzeige nicht funktioniert. So müssen zum Beispiel Angaben über die Dimension des digitalen Inhalts, eine Titelbezeichnung, die Koordinaten der Verortung sowie die Kantenlänge des kleinstmöglichen Quadrats, auf dem das Modell komplett

dargestellt werden kann, angegeben werden. Optional können weitere Informationen eingegeben werden, die in der späteren AR-Darstellung im zum Geoinhalt zugehörigen Beschreibungsfeld angezeigt werden.

Die folgenden Abbildungen zeigen eine Auswahl an Einsatzmöglichkeiten einer AR-Browser-Darstellung in LAYAR.



Abbildung 41: AR-Darstellungen in LAYAR [STREICH ZEILE 2011:116]

Auf dem linken Bild wird die Auswahl des jeweiligen Kanals in LAYAR angezeigt. Der mittlere Screenshot zeigt die Möglichkeiten von punktuellen Informationen, hier eine Auskunft zu einzelnen Gebäuden auf dem Campus der TU Kaiserslautern. Im rechten Bild wird ein Beispiel einer dreidimensionalen Visualisierung einer Gestaltungsplanung auf dem Stiftsplatz in Kaiserslautern aufgezeigt.

4.4.2 RADAR-Project

Anhand des zuvor beschriebenen Beispiels eines AR-Browsers wird klar, dass die Hürden zum Bereitstellen eines eigenen digitalen Inhalts für den Endnutzer noch relativ hoch sind. Nicht jeder Nutzer kann einen eigenen Server aufbauen und alle Einstellungen selbst vornehmen.

Das RADAR-Project (RADAR = Resource Annotation and Delivery for Mobile Augmented Reality Services) des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) in Kaiserslautern versucht, dieses Problem zu lösen oder zumindest die Hürden zur Veröffentlichung eines eigenen AR-Layers für den Endbenutzer durch einfaches

Hochladen und der Verortung über eine Google Maps-Karte herabzusetzen. Mit dem RADAR-System soll aber noch mehr erreicht werden: Es gilt nicht nur eine Plattform bereitzustellen, mithilfe derer digitale Inhalte in LAYAR präsentiert werden können, sondern die RADAR-Plattform soll vielmehr dazu dienen, mehrere Services an einer Stelle zusammenzuführen und so ein breites Angebot zur Verortung und Veröffentlichung digitaler Inhalte über nur eine Plattform zu ermöglichen [ALLBACH MEMMEL ZEILE STREICH 2011]. So soll die RADAR-Plattform gemäß dem Web2.0-Gedanken einen „sozialen Hub für Geoinhalte“ für die AR-Services LAYAR, WIKITUDE und ALOQA bieten. Ziel ist es dabei auch dem „einfachen Endbenutzer“, der keine speziellen technischen Kenntnisse hat, die Möglichkeit zu geben, eigene Inhalte hochladen zu können [MEMMEL 2011]. Durch den einmaligen Upload eines Inhalts über RADAR soll dieser in mehreren Services angezeigt werden. Zu beachten ist dabei aber das jeweilige Dateiformat, das in den einzelnen AR-Browsern unterstützt wird. Für eine Darstellung eines 3D-Modells in LAYAR muss dieses in RADAR beispielsweise im L3D-Dateiformat hochgeladen werden. Um einen eigenen Inhalt hochladen zu können, muss zunächst ein Account beim RADAR-Project des DFKI in Kaiserslautern erstellt werden. Nach dem Einloggen kann direkt mit dem Hinzufügen einer Ortsmarke begonnen werden. Dazu steht eine Karte bereit, auf der zum jeweiligen Standort navigiert werden kann. An zusätzlichen Angaben werden an dieser Stelle ein Titel und mindestens ein Schlagwort zur Beschreibung des jeweiligen Inhalts benötigt. Ist die Ortsmarke erstellt, kann im nächsten Schritt der eigentliche Inhalt zur Ortsmarke hinzugefügt werden (im Fall eines 3D-Modells für LAYAR die entsprechende L3D-Datei).

Die erstellten Geoinhalte sollen später in einem eigenen LAYAR-Kanal dargestellt werden. Dazu muss zunächst eine Gruppe auf der RADAR-Plattform erstellt werden und die jeweiligen Inhalte dieser Gruppe zugeteilt werden. Dabei müssen die 3D-Inhalte allerdings nicht der Gruppe zugeordnet werden, sondern lediglich die entsprechenden Ortsmarken. Für den späteren LAYAR-Kanal muss ein eindeutiger Namen gefunden und eine „API Endpoint URL“ beantragt werden. Da dieser Service noch nicht automatisiert abläuft, reicht an dieser Stelle eine Mail an radar@dfki.uni-kl.de mit den entsprechenden Angaben.

Die Grundeinstellungen zur eigenen LAYAR-Ebene müssen auf der LAYAR-Seite getroffen werden. Dazu ist ein Account bei LAYAR unter <https://www.layar.com/accounts/register/> nötig. Unter „Create a new layer“ können die Grundinformationen zur zu erstellenden LAYAR-Ebene eingegeben werden. An dieser Stelle müssen die aus der vom DFKI erhaltene E-Mail-Antwort enthaltenen Informationen zum „Layer name“ und „API Endpoint URL“ eingegeben werden.

Nachdem der erstellte Layer freigegeben wurde, können die eingestellten Geoinhalte im Mobile AR-Browser LAYAR in der jeweiligen Ebene angezeigt werden [MEMMEL 2011 und ZEILE 2011].



Abbildung 42: Upload eines 3D-Modells zur Darstellung in LAYAR über die RADAR-Plattform [Eigene Darstellung nach MEMMEL 2011 und ZEILE 2011]

4.4.3 Darstellung von planerischen Festsetzungen in LAYAR

Bei der Darstellung des zuvor erarbeiteten dreidimensionalen Bebauungsplans beziehungsweise dessen einzelner Festsetzungselemente müssen die Einschränkungen des verwendeten AR-Browsers beachtet werden.

So gibt es in LAYAR (noch) keine Möglichkeit einzelne Ebenen auszuwählen und anzeigen zu lassen. Für die Darstellung bedeutet dies, dass alle Festsetzungselemente gleichzeitig eingeblendet werden müssen. Außerdem unterstützt LAYAR bislang keine Halbtransparenzen. Festsetzungselemente wie Baugrenze oder Baulinie können deshalb nur in der erarbeiteten Variante mit RGB-Farben hochgeladen werden.

Da sich die Versorgung mit mobilen Internetnetzen innerhalb des Bundesgebiets recht unterschiedlich gestaltet, muss bei der Größe der Modelle beachtet werden, dass eine möglichst niedrige Downloadrate zur Anzeige der Inhalte erzielt wird. Eine Option zur Reduzierung der Datenrate stellt das Herunterladen nur derjenigen Modelle dar, die sich in direkter Umgebung des Nutzers befinden. Dazu kann der Radius der Anzeige eingestellt werden (z.B. auf 100 Meter). Dies ist auch sinnvoll, weil den Betrachter beim Betreten des Gebietes und somit dem Betrachten der ersten Festsetzungselementen nicht interessiert, was auf einem Grundstück in z.B. 300 Meter Entfernung festgesetzt wurde.

Durch den Upload einzelner Festsetzungselemente in verschiedenen Modellen, kann das in LAYAR zur Verfügung stehende Informationsfeld speziell für die jeweilig getroffene Festsetzung genutzt werden, um diese zu erklären. Bei einer Darstellung mit einzelnen Modellen können allerdings Probleme bei der Verortung mit der Folge einer ungenauen Darstellung aufkommen, da die 3D-Modelle eine gewisse Grundfläche aufweisen, aber nur über einen Punkt verortet werden.

Die nachfolgende Abbildung zeigt eine Auswahl an Screenshots einer Darstellung planerischer Festsetzungen in LAYAR.



Abbildung 43: Darstellung dreidimensionaler Festsetzungen in LAYAR [Eigene Darstellung]

5 Fazit

Ausgangspunkt dieser Arbeit stellten aktuelle Diskussionen im Rahmen von Stuttgart 21 und die daraus folgende Forderung, Planung für den Bürger verständlicher zu gestalten dar. Angesetzt wurde dabei bei den Darstellungen in einem Bebauungsplan und ihrer schwierigen Lesbarkeit trotz direkter Betroffenheit beim interessierten Laien. Die einzelnen Elemente der Planzeichenverordnung wurden deswegen auf ihre dreidimensionale Umsetzbarkeit überprüft. Dabei stellte sich heraus, dass eine dreidimensionale Visualisierung aller planerischen Festsetzungselemente durchaus realisierbar ist. An einigen Stellen muss nach wie vor auf eine symbolhafte Darstellung zurückgegriffen werden. Dabei konnten zwei Fälle unterschieden werden:

1. Fall: Das jeweilige Gebäude oder die Festsetzung ist so speziell, dass es sinnvoll ist, dieses nicht generalisiert darzustellen. In diesem Fall wird empfohlen, die angepasste Gebäudehülle zu modellieren und die Festsetzung durch ein ergänzendes Symbol eindeutig darzustellen.
2. Fall: Die jeweilige Festsetzung entfaltet keine wirkliche Auswirkung auf die gebaute Realität und kann deshalb nur durch ein Symbol visualisiert werden.

Bei der Untersuchung der in diesen Fällen in der Planzeichenverordnung zur Verfügung stehenden Symbole stellte sich heraus, dass diese nicht immer eindeutig für den Laien zu verstehen sind. Da der erstellte 3D-Bebauungsplan ausschließlich im Rahmen der informellen Planung eingesetzt werden soll, wurden in diesen Fällen Vorschläge einer alternativen Symboldarstellung erarbeitet, die auf alltägliche und somit bekannte Beispiele zurückgreifen.

Schwierigkeiten bereitete dagegen die nötige Verknüpfung der einzelnen Festsetzungselemente zu einer zusammengefassten Darstellung als 3D-Bebauungsplan. Konnten die einzelnen Festsetzungen noch nacheinander modelliert werden, waren diese in der endgültigen Darstellung, aufgrund ihrer räumlichen Überlagerung nicht mehr alle gleichzeitig sichtbar. Dabei kann jedoch angemerkt werden, dass der klassische zweidimensionale Bebauungsplan eine solche Darstellung auch nicht direkt schafft. So werden genau diese grundstücksgenaue Festsetzungen in einer gebietsbezogenen Nutzungsschablone dargestellt. Werden die einzelnen Festsetzungselemente nacheinander erklärt, schafft es der dreidimensionale Bebauungsplan dennoch, all diese grafischen Festsetzungen zusammenfassen. An Grenzen stößt diese Visualisierung nur, wenn mehrere Festsetzungselemente an derselben Stelle dargestellt werden müssen. SketchUp lässt in diesem Fall eine gleichzeitige Darstellung nicht zu, selbst wenn die beiden Elemente auf unterschiedlichen Layern angeordnet wurden. Eine Darstellung der einzelnen Festsetzungen in mehreren Ebenen übereinander wäre dennoch denkbar. Als

Option kann auch die, im zweidimensionalen Bebauungsplan eingesetzte, Nutzungsschablone in einer dreidimensionalen Variante zusätzlich dargestellt werden. Mit SketchUp wurde sich im Rahmen dieser Arbeit eines relativ einfachen, aber dennoch vielfach einsetzbaren CAD-Programms bedient. Vor allem durch die integrierten Exportfunktionen steht damit ein sehr machtvolles Werkzeug für den Einsatz in der informellen Bürgerbeteiligung zur Verfügung. Der erarbeitete 3D-Bebauungsplan kann dabei entweder direkt in SketchUp schrittweise erklärt werden, aber beispielsweise auch durch eine der zahlreichen Exportfunktionen direkt in Google Earth präsentiert und öffentlich zugänglich gemacht werden.

Durch die Exportmöglichkeiten in SketchUp entstehen aber auch weitere Einsatzmöglichkeiten zur Präsentation planerischer Festsetzungen: So ist es möglich ein in SketchUp erstelltes Modell durch zweifaches Umwandeln (OBJ-Export → L3D-(LAYAR)-Converter) in eine Augmented Reality-Darstellung in einen sogenannten „Mobile Augmented Reality Browser“ auf dem Smartphone zu überführen. Großes Potenzial stellt eine solche Visualisierung deswegen dar, da die enthaltene digitale Information direkt an der Stelle verortet wird, wo später gebaut werden soll. Eine Bürgerinformation könnte durch die Ausgabe von Smartphones oder dem Einsatz des eigenen Gerätes im tatsächlichen Geltungsbereich eines Bebauungsplans stattfinden. Aufgrund der Überlagerung der Realität mit den geplanten Festsetzungen können Zusammenhänge viel schneller begriffen und so die eigenen privaten Belange direkt kenntlich gemacht werden.

An dieser Stelle wäre auch der Einsatz einer zusätzlichen App denkbar, mit der die privaten Belange noch vor Ort digitalisiert und dadurch kenntlich gemacht werden können. Durch eine Verknüpfung solcher Apps wäre es möglich, diese Belange direkt im AR-Browser als Textfeld sichtbar zu machen. Eine Aufnahme der Belange könnte so auch vom Planer direkt vor Ort oder aufgrund der direkten Digitalisierung am Computer im Büro geschehen.

Diese Art der Bürgerbeteiligung stellt (noch) eine Vision dar, könnte aber aufgrund der rasanten Entwicklung im Bereich des Smartphone-Marktes und der Augmented Reality-Browser in ein paar Jahren bereits Wirklichkeit sein.

Im Bereich der Augmented Reality-Darstellung zeigen im Moment vor allem technische Probleme Grenzen auf. Durch die mangelnde Genauigkeit der GPS-Ortung kann es dazu kommen, dass die jeweilige Darstellung „zu springen“ anfängt. Aber auch innerhalb des AR-Browsers gibt es Grenzen, was die Darstellung betrifft: So können beispielsweise im Moment noch keine Halbtransparenzen angezeigt werden. Die Schranken eines Uploads eines eigenen digitalen Inhalts stellen sich für den Nutzer als noch zu hoch heraus. An dieser Stelle liefert das RADAR-Project des DFKI in Kaiserslautern, mit der Kombination mehrerer Dienste in einer Plattform, den vielleicht entscheidenden Ansatz, um dem Nutzer bei der Veröffentlichung seiner Informationen entgegenzukommen.

Könnten all diese technischen Grenzen in Zukunft gelöst werden, stellt ein dreidimensionaler Bebauungsplan das vielleicht fehlende Tool dar, das dem interessierten Bürger hilft, die im Bebauungsplan getroffenen Festsetzungen besser verstehen zu können.

6 Ausblick - Weiterer Forschungsbedarf

In dieser Arbeit wird eine Vielzahl von Vorschlägen alternativer Darstellungen für die Festsetzungselemente eines Bebauungsplans vorgestellt. Bevor diese im Rahmen einer informellen Bürgerbeteiligung eingesetzt werden können, sollten sie zunächst in einem Testlauf auf ihre allgemeine Verständlichkeit überprüft werden. Dazu ist eine Evaluation mit Bürgern und eine Befragung dieser notwendig.

Nach Auswertung der ersten Reaktionen der Bürger müssten die Festsetzungselemente erneut überarbeitet und eventuell reduziert werden, da der Betrachter von der gewählten Darstellung nicht überfordert werden soll.

Auch die vorgeschlagenen Präsentationsformen könnten im Rahmen dieses Testlaufs geprüft werden. Denkbar wäre an dieser Stelle auch ein Vergleich des Einsatzes von Tablet PCs gegenüber den vorgeschlagenen Smartphones. Des Weiteren könnten die Darstellungen in einem Augmented Reality-Browser mit der Visualisierung in Google Earth verglichen werden. Dabei ist zu prüfen, welche der beiden Präsentationsformen für den interessierten Laien sinnvoller und einfacher zu verstehen ist.

Zudem setzt die Technik für die Anwendung von Augmented Reality-Darstellungen in der Planung bisher (noch) Grenzen. Die Ortungsgenauigkeit und die Übermittlung der digitalen Inhalte müssen noch deutlich verbessert werden [ZEILE 2011]. Besonders für den Anwendungszweck zur Verortung planerischer Festsetzungen aus dieser Bachelorarbeit, ist eine genaue Positionierung der digitalen Inhalte essentiell. Dazu kommen noch einige Grenzen in der dreidimensionalen Darstellung innerhalb des AR-Browsers selbst, wie die fehlende Unterstützung von Halbtransparenzen in LAYAR. Diese Probleme gilt es, mit zukünftigen Entwicklungen auf dem Smartphone-Markt und im Bereich der AR-Browser zu lösen. Einen alternativen Lösungsansatz zu einer besseren Verortung kann der AR-Browser JUNAIO jetzt schon liefern: Hier können sogenannte LLA-Marker zur Verortung eines Objekts eingesetzt werden. Das ist vor allem dann interessant, wenn kein ausreichendes GPS-Signal zur Verfügung steht oder eine AR-Darstellung innerhalb eines Raumes realisiert werden soll [nach GEIGER 2011 zitiert in STREICH ZEILE 2011:114]. Die nachfolgende Abbildung zeigt den Einsatz eines LLA-Markers zur Verortung einer digitalen Information in JUNAIO.

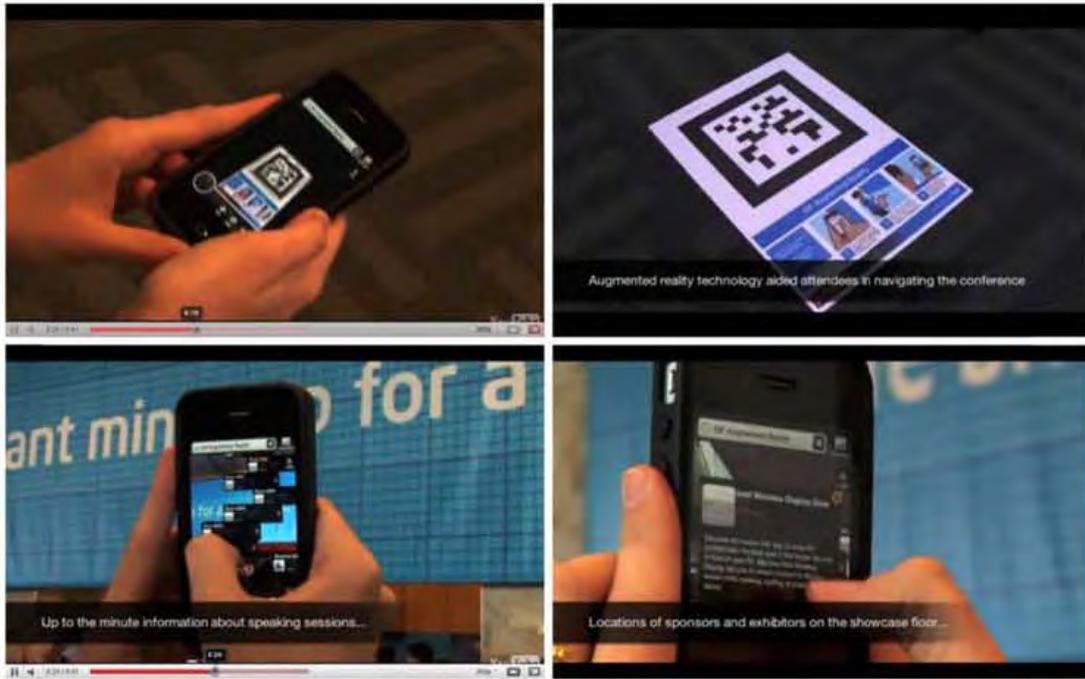


Abbildung 44: LLA Marker nach Screenshots von JUNAIO [STREICH ZEILE 2011:114]

Da die Darstellung einer planerischen Festsetzung in der Realität ziemlich genau verortet sein muss, wäre auch bei dieser Anwendung der Einsatz von LLA-Markern denkbar. Auf diese Weise könnte die Zeit, bis eine genauere GPS- und Funkzellenortung möglich ist, erst einmal überbrückt werden.

7 Literatur und Internetquellen

- ALLBACH, B.; MEMMEL, M.; ZEILE, P.; STREICH, B.: Mobile Augmented City – New methods for urban analysis and urban design processes by using mobile augmented reality services, in Schrenk, M; Popovich, V; Zeile, P.: Proceedings of RealCORP 2011, Zeche Zollverein. Essen. Wien. 2011. [Online] http://www.corp.at/archive/CORP2011_66.pdf [Zitiert 2011 August 30]
- ALBERSMEIER, F.-J.: (HRSG.): Theorie des Films. Reclam. Stuttgart, 1995.
- BALÁZS, B.: Zur Kunstphilosophie des Films, 1938. In: F.-J. Albersmeier (Hrsg.): Theorie des Films. Reclam. Stuttgart, 1995.
- BATTY, M.: Planning Support Systems and the new logic of Computation. In: Regional Development Dialogue 16/1995.
- BESSER, T.: Städtebauliche Planung in der 3. Dimension – Einsatzmöglichkeiten der Virtual Reality Modeling Language (VRML), Kaiserslautern, 1999.
- FÜRST, D.; SCHOLLES, F.: Planungstheorie – Wissenschaftliche- und kommunikationstheoretische Grundlagen der Planung, in Handbuch Theorien und Methoden der Raum- und Umweltplanung, Dortmunder Vertrieb für Bau- und Planungsliteratur, 2008.
- GEIGER, C.: Junaio 2.5.2, Heise Software Verzeichnis. Hannover 2011. [Online] <http://www.heise.de/software/download/junaio/72897> [Zitiert 2011 September 2]
- GRÖGER, G.; KOLBE, TH.; DREES, R.; KOHLHASAS, A.; MÜLLER, H.; KNOSPE, F.; GRUBER, U.; KRAUSE, U.: Das interoperable 3D-Stadtmodell der SIG 3D der GDI NRW, GDI NRW, Düsseldorf, 2004.
- HARRIS, B.; BATTY, M.: Locational Models, Geographic Information and Planning Support Systems. In: Journal of Planning, Education and Research, 12(3), 184-198, 1993.
- HÖHL, W.: Interaktive Ambiente mit Open-Source-Software: 3D-Walk-Throughs und Augmented Reality für Architekten mit Blender 2.43, DART 3.0 und ARToolKit 2.72, 1. Aufl., Springer, Wien, 2008.

MEMMEL, M.: RADAR White Paper. Technical Report, 2011. [Online] <http://radar-project.de>
[Zitiert 2011 September 8]

STREICH, B.: Town Planning in Change: Form followa Digital Function & Media
Experimental Design work in Architecture an Urban Planning. Kongressbeitrag 19.
Internationaler Kongress der Union of Architects (UIA), Barcelona, 1996.

STREICH, B.: Stadtplanung in der Wissensgesellschaft – Ein Handbuch, 2. Aufl., VS Verlag,
Wiesbaden, 2011.

STREICH, B.; ZEILE, P.: Stadtplanung im Geoweb. Ein Methodenaufriß im neuen Modus
der Wissensgesellschaft. Buchpublikation in Vorbereitung; voraussichtlicher
Erscheinungstermin 2011.

STÜER, B.: Der Bebauungsplan – Städtebaurecht in der Praxis, 4. Auflage, C.H.Beck Verlag,
München, 2009.

ZEILE, P.: Erstellung und Visualisierung von virtuellen 3D-Stadtmodellen aus kommunalen
Geodaten am Beispiel des UNESCO Welterbes Bamberg, Lehrgebiet cpe, TU
Kaiserslautern, 2003.

ZEILE, P.: Echtzeitplanung – Die Fortentwicklung der Simulations- und Visualisierungs-
methoden für die städtebauliche Gestaltungsplanung, Kaiserslautern, 2010.

ZEILE, P.: Augmented City – erweiterte Realität in der Stadtplanung, in: Stadtbauwelt
24/2011. Berlin. 2011.

8 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1: Vorgang der Plankommunikation nach dem Sender Empfänger Prinzip
[Eigene Darstellung nach FÜRST SCHOLLES 2008:198]
- Abbildung 2: Toolbox - Planning Support Systems [Eigene Darstellung]
- Abbildung 3: Einsatz von 3D-Modellen in den Planungsphasen einer
Baugebietsentwicklung [Eigene Darstellung unter Verwendung von
BESSER 1999:6]
- Abbildung 4: Level of Detail – Stufen [Eigene Darstellung unter Verwendung von ZEILE
2003:20]
- Abbildung 5: Die vier realisierbaren AR-Methoden [Eigene Darstellung unter
Verwendung von (VST): SENSICS INC [Online]
http://www.inition.co.uk/sites/default/files/styles/feature_image/public/Sensics%20zSight_2.jpg; (OST): MMK TU MÜNCHEN [Online]
<http://www.mmk.ei.tum.de/versch/pics/arvrlab/hmd2.jpg>; (PAR): FRANK
PETZOLD [Online]
http://www.bauwelt.de/sixcms/media.php/797/thumbnails/BW_2011_24_7_8_k.jpg.397219.jpg; (MAR): FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR GRAPHISCHE
DATENVERARBEITUNG IGD [Online]
<http://5magazine.files.wordpress.com/2010/07/mobile-augmented-reality-auf-dem-iphone1.jpg> [Zitiert 2011 September 7]
- Abbildung 6: Darstellung einer Stadtentwicklung anhand von Patterns am Beispiel Sim
City [ELECTRONIC ARTS in
<http://www.bauwelt.de/cms/bauwerk.html?id=3275017> Zitiert 2011
September 7]
- Abbildung 7: Dreidimensionale Darstellung von Wohnbaugebietstypen durch Patterns
[Eigene Darstellung]
- Abbildung 8: Dreidimensionale Darstellung von Baugebieten mit gemischter Nutzung
durch Patterns [Eigene Darstellung]
- Abbildung 9: Dreidimensionale Darstellung von Baugebieten mit gewerblicher Nutzung
durch Patterns [Eigene Darstellung]

- Abbildung 10: Dreidimensionale Darstellung eines Sondergebiets zur Erholung durch ein Pattern [Eigene Darstellung]
- Abbildung 11: Dreidimensionale Darstellung der Zahl der zulässigen Wohnungen durch Spannertypen [Eigene Darstellung]
- Abbildung 12: Grundflächenzahl [Eigene Darstellung]
- Abbildung 13: Geschossflächenzahl [Eigene Darstellung]
- Abbildung 14: Baumassenzahl [Eigene Darstellung]
- Abbildung 15: Zahl der Vollgeschosse [Eigene Darstellung]
- Abbildung 16: Höhe baulicher Anlagen [Eigene Darstellung]
- Abbildung 17: Bauweise [Eigene Darstellung]
- Abbildung 18: Dreidimensionale Darstellungsvarianten von Baugrenze und Baulinie [Eigene Darstellung]
- Abbildung 19: Zweckbestimmungen von Gemeinbedarfsflächen [Eigene Darstellung]
- Abbildung 20: Denkmalschutz [Eigene Darstellung]
- Abbildung 21: Verkehrsflächen [Eigene Darstellung]
- Abbildung 22: Flächen für die Ver- und Entsorgung [Eigene Darstellung]
- Abbildung 23: Wasserfläche [Eigene Darstellung]
- Abbildung 24: Fläche für Abgrabungen und Aufschüttungen [Eigene Darstellung]
- Abbildung 25: Zweckbestimmungen von Grünflächen [Eigene Darstellung]
- Abbildung 26: Flächen der Land- und Forstwirtschaft [Eigene Darstellung]
- Abbildung 27: Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zum Erhalt von Natur und Landschaft [Eigene Darstellung]

- Abbildung 28: Grenze des räumlichen Geltungsbereichs [Eigene Darstellung]
- Abbildung 29: Abgrenzung unterschiedlicher Nutzungen [Eigene Darstellung]
- Abbildung 30: Geh-, Fahr- und Leitungsrechte [Eigene Darstellung]
- Abbildung 31: Eine aus Pattern zusammengesetzte Beispiel-Stadt [Eigene Darstellung]
- Abbildung 32: Plangrundlage des Bebauungsplans aus Haßloch [Eigene Darstellung]
- Abbildung 33: Flächenhafte Festsetzungen im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]
- Abbildung 34: Baufenster und GRZ im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]
- Abbildung 35: Zahl der Vollgeschosse, Geschossflächenzahl und Höhe baulicher Anlagen im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]
- Abbildung 36: Dachformen im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]
- Abbildung 37: Zweckbestimmungen und Bäume im Bebauungsplan aus Haßloch [Eigene Darstellung]
- Abbildung 38: 3D-Nutzungsschablone [Eigene Darstellung]
- Abbildung 39: 3D-Bebauungsplan in Google Earth [Eigene Darstellung]
- Abbildung 40: LAYAR-Converter [Eigene Darstellung]
- Abbildung 41: AR-Darstellungen in LAYAR [STREICH ZEILE 2011:116]
- Abbildung 42: Upload eines 3D-Modells zur Darstellung in LAYAR über die RADAR-Plattform [Eigene Darstellung nach MEMMEL 2011 und ZEILE 2011]
- Abbildung 43: Darstellung dreidimensionaler Festsetzungen in LAYAR [Eigene Darstellung]
- Abbildung 44: LLA Marker nach Screenshots von JUNAIO [STREICH ZEILE 2011:114]

9 Tabellenverzeichnis

- Tabelle 1: Die drei semiotischen Dimensionen [Eigene Darstellung nach [STREICH 2011:70](#)]
- Tabelle 2: Allgemein zulässige bauliche Nutzungen in den Wohnbaugebietstypen nach BauNVO [Eigene Darstellung]
- Tabelle 3: Obergrenzen nach § 17 BauNVO mit Auswirkungen auf die horizontale und vertikale Dichte der Gebiete mit Wohnbauflächen [Eigene Darstellung]
- Tabelle 4: Allgemein zulässige bauliche Nutzungen in den Baugebieten mit gemischten Bauflächen nach BauNVO [Eigene Darstellung]
- Tabelle 5: Obergrenzen nach § 17 BauNVO mit Auswirkungen auf die horizontale und vertikale Dichte der Gebiete mit gemischten Bauflächen [Eigene Darstellung]
- Tabelle 6: Allgemein zulässige bauliche Nutzungen in den Baugebieten mit gewerblichen Bauflächen nach BauNVO [Eigene Darstellung]
- Tabelle 7: Obergrenzen nach § 17 BauNVO mit Auswirkungen auf die horizontale und vertikale Dichte der gewerblichen Bauflächen [Eigene Darstellung]
- Tabelle 8: Obergrenzen nach § 17 BauNVO mit Auswirkungen auf die horizontale und vertikale Dichte der sonstigen Bauflächen [Eigene Darstellung]
- Tabelle 9: AR-Browser [Eigene Darstellung nach [STREICH ZEILE 2011:119](#)]

10 Abkürzungsverzeichnis

AR	Augmented Reality
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
BM	Baumasse
BMZ	Baumassenzahl
BPlan	Bebauungsplan
bzw.	beziehungsweise
CAD	Computer Aided Design
CityGML	City Geography Markup Language
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
DH	Doppelhaus
DWG	AutoCAD-Format (Vektorformat)
EFH	Einfamilienhaus
FNP	Flächennutzungsplan
G	Gewerbliche Baufläche
GE	Gewerbegebiet
GF	Geschossfläche
GFZ	Geschossflächenzahl
GI	Industriegebiet
GPS	Global Positioning System
GR	Grundfläche
GRZ	Grundflächenzahl
JPEG/JPG	Joint Photographic Expert Group – Bilddatei (Rasterformat)
KML/KMZ	Keyhole Markup Language
LBauO RLP	Landesbauordnung Rheinland-Pfalz
LLA	Junaio-Marker
LOD	Level-of-Detail
L3D	LAYAR-3D-Format
M	Gemischte Baufläche
MAR	Monitor Augmented Reality
MD	Dorfgebiet
MI	Mischgebiet
MK	Kerngebiet
OST	Optical See-Through
PAR	Projective Augmented Reality
PSS	Planning Support Systems
PlanzV	Planzeichenverordnung
RADAR	Resource Annotation and Delivery for Mobile Augmented Reality Services

RGB	RGB-Farbraum (additiver Farbraum aus den Farben Rot, Grün und Blau)
RH	Reihenhaus
S	Sonderbaufläche
SO	Sondergebiet
VG	Vollgeschoss
VR	Virtual Reality
VST	Video See-Through
W	Wohnbaufläche
WA	Allgemeines Wohngebiet
WB	Besonderes Wohngebiet
WR	Reines Wohngebiet
WS	Kleinsiedlungsgebiet
z.B.	zum Beispiel
2D	zweidimensional
3D	dreidimensional

