



# UAV-gestützte Datenerfassung und 3D-Visualisierungen



Vieles entfaltet seine SCHÖNHKEIT erst,  
wenn es VON OBEN betrachtet wird.

Aus „Im Labyrinth sich selbst entdecken“ von Gernot Candiani

- Methodenvergleich am Beispiel Sportpark Duisburg-Wedau

## EINLEITUNG

3D Visualisierungen haben in der Landschaftsarchitektur einen hohen Stellenwert für die Kommunikation zwischen allen Beteiligten. Insbesondere bei der Beteiligung von Laien vermitteln sie zielgerecht Informationen, ohne das viel fachtechnische Interpretation notwendig ist. Durch den stetigen technischen Fortschritt verändern sich nicht nur die Möglichkeiten zur Erstellung einer 3D-Visualisierung sondern auch die Anforderungen an solche. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich in diesem Zuge mit den Möglichkeiten und Potenzialen von UAV-Bilddaten basierten 3D-Visualisierungen gegenüber einer herkömmlichen, händischen 3D-Umgebungsmodellierung.

Hierzu wird zunächst einen Überblick über verschiedene Einsatzmöglichkeiten von 3D-Visualisierungen im Planungsprozess generell und die damit verbundenen, variierenden Gestaltungsanforderungen an solche gegeben. Daraufhin wird thematisch in die möglichen Einsatzfelder von UAV-Systemen in der Landschaftsarchitektur, den technischen Stand und UAV-basierte Photogrammetrie eingeleitet.

Der Hauptteil der Arbeit besteht aus einem Methodenvergleich der drei Visualisierungsmethoden:

- „Händische Umgebungsmodellierung“ (Methode 1)
- „2D-Drohnenbild-Hintergrund“ (Methode 2)
- „3D Photogrammetrie-Umgebung“ (Methode 3)

Anhand des Planungsbeispiels Sportpark Duisburg werden die 3 Visualisierungsmethoden durchgeführt, die statischen Visualisierungsergebnisse dargestellt und mit Hilfe eines Kriterienkataloges auf Grundlage der vorangegangenen Literaturrecherche bewertet.

## GRUNDLAGEN: 3D-Visualisierungen

Unter einer Visualisierung im Allgemeinen wird per Definition der Interpretationsprozess verstanden, bei dem mit Hilfe von traditionellen oder aktuellen, digitalen gestalterischen Mitteln komplizierte, abstrakte und fachliche Inhalte in eine anschauliche Form überführt werden. 3D-Visualisierungen dienen insbesondere dem Informationsaustausch zwischen Planern (Experten) und Laien (Nichtfachmann). Da nach Fürst (2001 in Wissen 2007, S.56) 2D-Plandarstellungen die Kommunikation zwischen diesen Zielgruppen beispielsweise durch hohe vorausgesetzte Fachkenntnis und Abstraktionsgrade in der Plansprache erschwert, können 3D-Visualisierungen Abhilfe leisten. Da kein fachspezifisches Wissen über Kartografie oder Kartensymbole benötigt wird, entsprechen sie einer der natürlichsten Arten der Kommunikation und werden meist intuitiv verstanden (Al-Kodmany 2001 in Wissen 2007, S.57). 3D-Visualisierungen haben eine große Bandbreite an möglichen Einsatzanlässen im Planungsprozess. Sie dienen der eigenen, planerischen Überprüfung des Entwurfes sowie als Informations- und Diskussionsgrundlage für alle Planungsbeteiligten in jeder Leistungsphase, in Partizipationsprozessen mit Bürgern, bis hin zu Wettbewerbsbeiträgen, auf Baufeldern und in geleiteten Präsentationen. Insbesondere bei der Beteiligung von Laien haben 3D-Visualisierungen den Vorteil, dass wenig Interpretation notwendig ist, um Informationen zielgerichtet zu vermitteln (Tress u. Tress 2003 in Wissen 2007, S.36). Außerdem bestehen durch die bessere Verständlichkeit von 3D-Visualisierungen im Gegensatz zum gesprochenen oder geschriebenen Wort, geringere Hindernisse für alle Beteiligten auf Planungsprobleme zu reagieren und sich aktiv in den Planungsprozess einzubringen (Gill u. Lange 2015, S.356).

Die Anforderungen, die sich anhand von unterschiedlichen Planungsanlässen und den damit verbundenen Adressaten ergeben, lassen sich abschließend wie folgt zusammenfassen:

Anlass/ Planungsstand	Adressat/ Betrachter	Ziele	Anforderungen
Wettbewerb	Jurie (Fachplaner, Bürger, Investoren, Gemeinderäte)	Interesse wecken und halten, verkaufen von Ideen, Unterstützung der Entscheidungsfindung und emotionalen Bewertung	keine strengen, formalen Anforderungen, künstlerische Freiheit für den Planer, Darstellung von symbolisch - realistisch möglich
Partizipationsprozesse	Bürger	verständliche Diskussionsgrundlage für alle Beteiligten insb. Laien schaffen,	Verzicht auf Verschönerung/ Blendungs-Effekte -> realistische, saubere Darstellung des Soll-Zustandes, grafische Konzentration auf das Wesentliche
Vor-/ Entwurf	Bauherr externe Planer	Variantegegenüberstellung: (grobe) Entwicklung von Flächengliederung, Raumbildung und Objektverteilung -> Ideenvermittlung, Unterstützung von Diskussion zwischen allen Beteiligten	Vereinfachung notwendig, schnelle & kostengünstige Umsetzung der Visualisierung erforderlich um auf Varianten reagieren zu können
Ausführung/ Bauschild	Bauherr	Diskussionen über Details Darstellung der Planung auf Bauschild -> Informationsbasis für Presse und Öffentlichkeitsarbeit	hoher Detailgrad, hoher Realitätsgrad, Wahl von möglichst repräsentativen Standpunkten und Blickwinkeln

Abbildung 2: Anforderungen an 3D-Visualisierungen nach Planungsstand (zusammengefasst nach Wissen 2007, S.63 ff; Mertens 2010, S.80; Stendel 2013, S.16 f; Bishop u. Lange 2005, S.85 ff)

## GRUNDLAGEN: UAV-Einsatz Landschaftsarchitektur

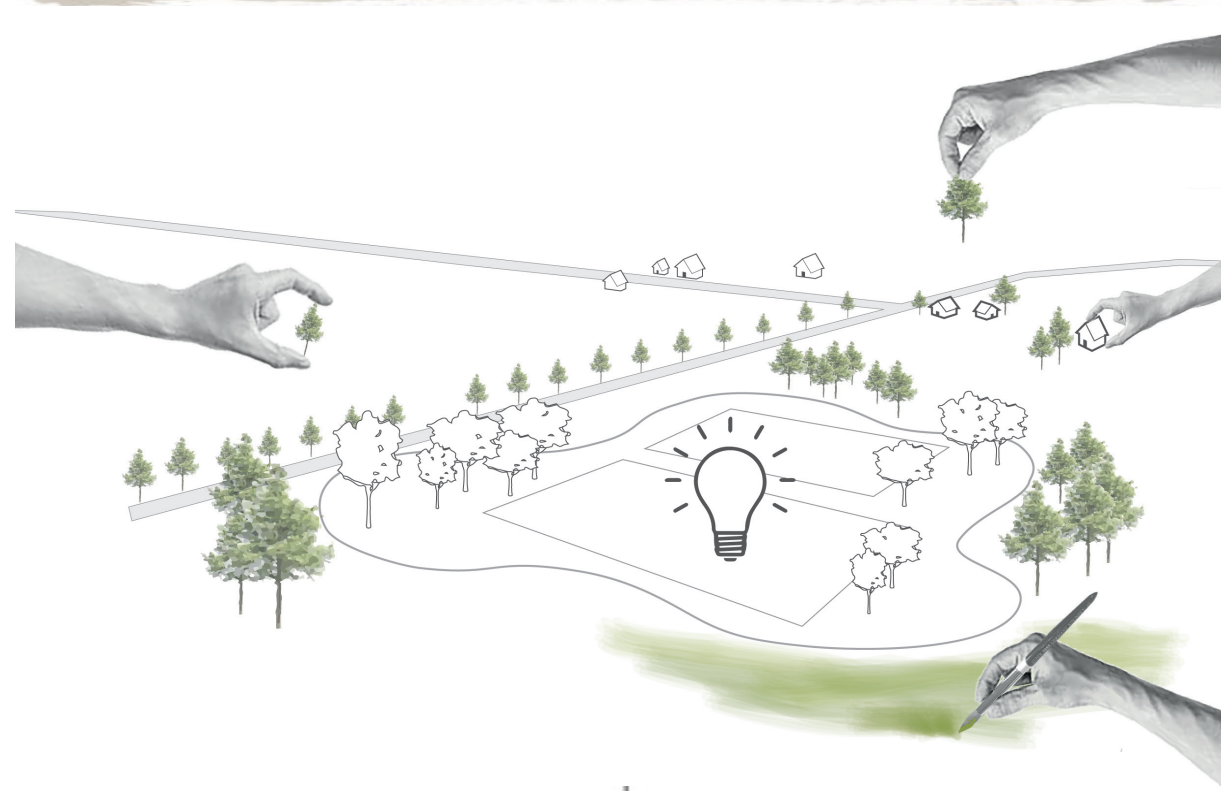
Durch ihren flexiblen Einsatz ermöglichen UAV-Systeme insbesondere im Bereich der Landschaftsarchitektur diverse Anwendungen (Grahmann et al. 2020, S.3). Dies kann insbesondere auf die Benutzerfreundlichkeit der automatisierten Drohnenavigation zurück geführt werden. Durch die Integration von GPS in integrierte Avionikensensoren wird die automatisierte Navigation ermöglicht, wie zum Beispiel die Vordefinition virtueller Flugwege, aber auch die automatische Verfolgung eines Bodenobjektes vom Himmel aus (Kullmann 2017, S.134).

Im Bereich der **Planung** liefern UAV-gestützte Kamerasysteme stabile Bildaufnahmen (Clees 2020), die als Grundlage für Planungszeichnungen und -perspektiven genutzt werden können. Auch durch die BIM-Kompatibilität von drohnenbasierten 3D-Modellen wird der Landschaftsarchitekt in der Zukunft durch UAV-Systeme unterstützt (Cureton 2019, S.2 f). Die größte Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten von Drohnen in der Landschaftsarchitektur liegt vermutlich im Bereich der **Vermessung** bzw. Geodäsie und damit auch im Bereich der **Baubranche**. Folgende Beispiele sollen hier nur einen kurzen Ausschnitt darstellen: Leichtgewichtiges Laserscan-System (LiDAR) mit integrierten Kameras ermöglicht der STRABAG AG die Überwachung von Großbaustellen (Stemmler u. Reiterer 2019, S.214). Friedhöfe werden von Kommunen mittels Drohnen-Geodatenerfassung digitalisiert und die Daten in Verwaltungssysteme sowie GIS Software integriert (Unger et al. 2017, S.717). Mit Hilfe von Drohnenbefliegungen generieren Landschaftsbaubetriebe kurzfristig georeferenzierte 3D Modelle von Baugruben oder Materialmassen, mit denen Kubaturen für Abrechnungen und Lagerinventuren berechnet werden können (ebd.). Insbesondere für unwegsame Projektgebiete und schwer zugängliche, komplexe Landschaften, weisen Drohnen gegenüber terrestrischen Vermessungssystemen klare Vorteile auf. Weitere Vorteile sind die tagesaktuelle und zügige Verfügbarkeit der Daten (Unger et al. 2017, S.717), sowie die Fähigkeit von Drohnen verschiedenste Regionen kurzfristig zu befliegen und weitestgehend jahreszeitenunabhängig zu sein (Cureton 2019, S.2 f).

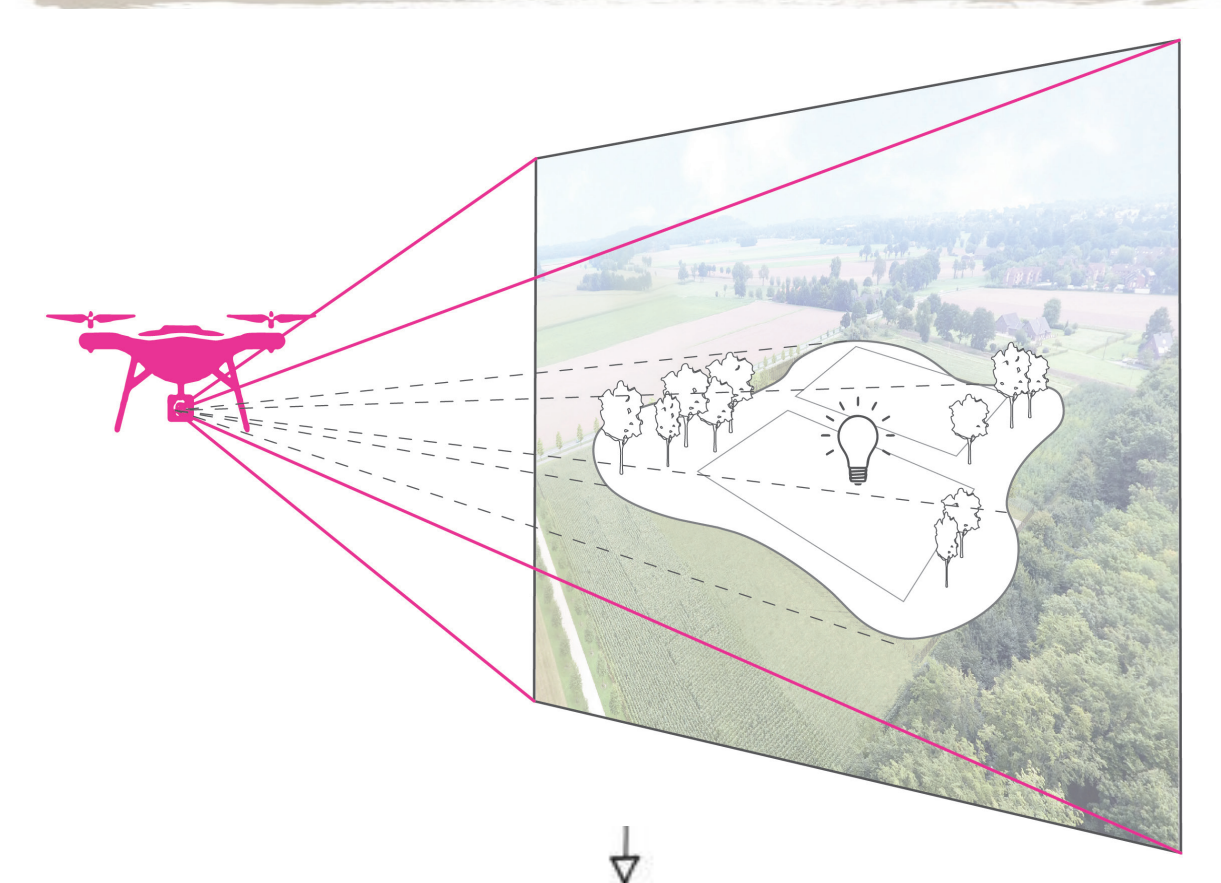
Als **Photogrammetrien** werden Verfahren zur Gewinnung von dreidimensionaler Information aus Bilddaten bezeichnet (Maas 1997, S.7). Verschiedene Softwareprodukte führen hierzu eine photogrammetrische Verarbeitung digitaler Bilder zur Generierung von 3D-Geodaten durch, die in GIS-Anwendungen, in der Dokumentation des kulturellen Erbes und in der Produktion visueller Effekte sowie für indirekte Messungen von Objekten verschiedener Maßstäbe verwendet werden (Agisoft LLC 2019). Photogrammetrien können nicht nur auf Basis von Drohnenbildern erstellt werden, sondern auch auf Grundlage von terrestrischen Bildaufnahmen oder mit Hilfe von speziell angefertigten, automatisierten Bildaufnahmeboxen für kleinere Einzelobjekte (Heipke 2017, S.3; Software3D 2018). Einfach formuliert werden bei einer photogrammetrischen Bildauswertung in jedem Bild Punkte gesucht, die mit Punkten in den anderen Bildern übereinstimmen. An diesen Passpunkten erstellt das Programm daraufhin einen dreidimensionalen Punkt im Raum, an dem später die 3D-Oberfläche ausgerichtet wird (Software3D 2018). Auf dem Markt befindet sich eine Vielzahl an Photogrammetrie-Softwareprogrammen, wie Agisoft Metashape®, Pix4Dmapper®, Agisoft Photoscan®, Capture Reality® oder Autodesk Recap®.

## ERGEBNISSE

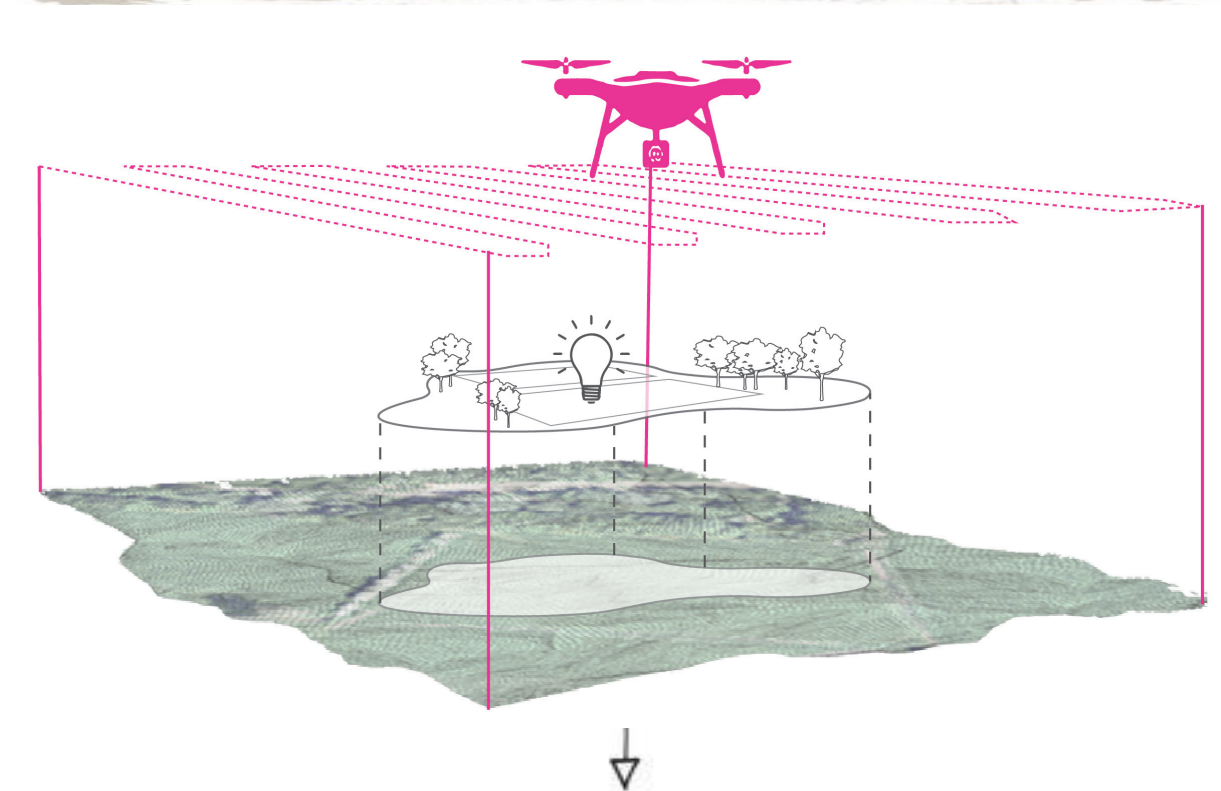
### METHODE 1 händische Umgebungsmodellierung



### METHODE 2 2D-Drohnenbild-Hintergrund



### METHODE 3 3D Photogrammetrie-Umgebung

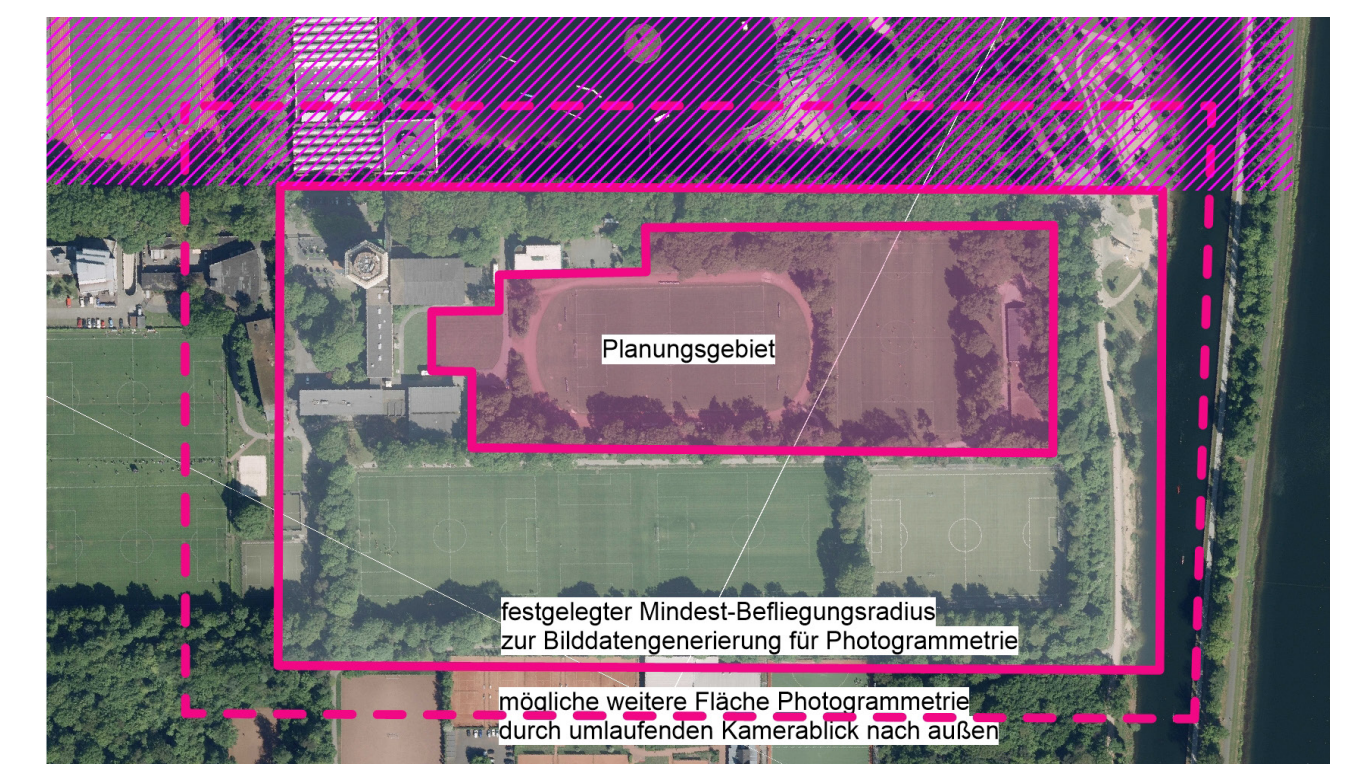


## MATERIAL & METHODE

Der Arbeit wurde eine überplante Sportanlage in Duisburg-Wedau (Planungsbüro Geo3) als Beispielprojekt zu Grunde gelegt. Für die Befliegung des Sportparks wurde das Low-Cost-UAV Modell DJI Phantom 4 mit einer festinstallierten Kamera eingesetzt. Nach umfangreichen Vorüberlegungen zur Befliegung wurde diese an einem sonnigen, windstillen Tag Ende April durchgeführt, wobei insgesamt 853 Bilder aufgenommen wurden. Hiervon wurden 819 Aufnahmen für die photogrammetrische Weiterverarbeitung und 34 Aufnahmen für den Einsatz als 2D-Hintergrundbild verwendet. Im Vorhinein wurde in Abhängigkeit zur benötigten Bildqualität eine notwendige Flughöhe von ca. 40m bei einer angesetzten Längs- und Querüberlappung von 80 % und 50 % zeichnerisch und rechnerisch ermittelt. Dem unmaßstäblichen Lageplan sowie dem Steckbrief können weitere Infos bzgl. des Beispielprojektes und der Befliegung entnommen werden.

#### Projektsteckbrief

**Projekttitel**  
Neugestaltung Spielfelder Sportschule Wedau  
**Projektadresse**  
Friedrich-Alfred-Straße 15, 47055 Duisburg  
**Planung**  
Geo3 GmbH  
Uedemstraße 196, 47551 Bedburg-Hau  
**Bauherr**  
Sportschule Wedau,  
Fußballverband Niederrhein e.V.  
Friedrich-Alfred-Straße 15, 47055 Duisburg  
**Planungsfläche**  
ca. 38.600 m<sup>2</sup>  
**geplante Durchführung**  
Herbst/Winter 2020  
**geplante Flächen**  
1x Naturrasen-Großspielfeld, 105 x 68 m  
1x Naturrasen-Großspielfeld, 100 x 64 m  
1x Kunststoffrasen-Großspielfeld, 100 x 64 m  
1x Vereinsheim mit Lagerräumen, 61 x 15 m  
2x Tribünenanlage davon 1x überdacht  
**markante Landschaftselemente in der Umgebung**  
- Hexagon-Gebäude Sportschule Wedau  
- südliche Großspielfelder-Reihe  
- Wasserkilchen Margaretensee  
- vorhandener Gehölzbestand



## ERGEBNISBEWERTUNG

Im Folgenden wurden, auf Grundlage der vorangegangenen Literaturrecherche sowie der gemachten Erfahrung bei der Umsetzung der drei Methoden, Bewertungskriterien erörtert, die bei einer Bewertung und Gegenüberstellung der jeweiligen Visualisierungsergebnisse helfen sollen. Aus gegebenem Grund werden hierzu jeweils Kategoriengruppen aufgestellt. Dadurch können die aus der Literaturrecherche ergebenden gestalterischen Qualitätskriterien der praktischen Anwendbarkeit gegenüber gestellt werden.

- Die Bewertung der einzelnen Kriterien erfolgt mit Hilfe eines dreistufigen Systems, das sich wie folgt zusammensetzt:
- 5 Punkte: Kriterium wird vollumfänglich oder im Vergleich zu den anderen Ergebnissen signifikant besser erfüllt
  - 3 Punkte: erfüllt das Kriterium teilweise, weist Schwächen ggü. dem besten Ergebnis/ Stärken ggü. dem schlechtesten Ergebnis auf
  - 1 Punkt: Kriterium wird nicht oder im Vergleich zu den anderen Ergebnissen signifikant schlechter erfüllt

Bewertungskriterium	Methode 1 Händische Umgebungsmodellierung	Methode 2 2D-Drohnenbildhintergrund	Methode 3 Photogrammetrische 3D-Umgebung	
			Punkte	Realitätsgrad
gestalterische Qualität	Realitätsgrad (x2,5)	7,5	12,5	2,5
	Optische Klarheit (x1)	3	5	1
	Kreativer Gestaltungsfreiraum (x0,5)	2,5	1,5	0,5
	<b>Gesamt Kategorie 1</b>	<b>13</b>	<b>19</b>	<b>4</b>

praktische Anwendbarkeit	Praktische Durchführbarkeit (x0,5)	2,5	1,5	0,5
	Verhältnis Aufwand/ Ertrag Umgebungsdarstellung (x2)	2	10	2
	Dateigrößen (x0,5)	2,5	2,5	0,5
	<b>Gesamt Kategorie 2</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>3</b>
<b>GESAMT Kategorien 1+2</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>7</b>	

VR	Mögliche Weiterverarb. VR	●	●	●
<b>GESAMT Kategorie 3</b>				

## DISKUSSION UND FAZIT

Zusammenfassend lässt sich die Methode 2 sowohl als ästhetisch ansprechenste als auch effizienteste der 3 untersuchten Visualisierungsmethoden aus der Vogelperspektive festlegen. Durch den hohen erzielten Realitätsgrad wurde die Eignung der Methode 2 vor allem für statische, fotorealistische Visualisierungszwecke festgestellt, wodurch sie die herkömmliche 3D-Modellierung in einem breiten, möglichen Einsatzspektrum der Landschaftsarchitektur problemlos ersetzen kann.

Bei Methode 1 besteht gegenüber beiden UAV-basierten Methoden ein deutlich vereinfachtes und erhöhtes Abstraktionspotential, wodurch sich diese Methode der händischen Modellierung, insbesondere für abstraktere, rudimentärere Varianten-Visualisierungen in den früheren Leistungsphasen, als deutlich geeigneter erweist. Für realistische Visualisierungsansprüche hingegen weist sie jedoch klare Schwächen auf.

Die Methode 3, als die zweite UAV-basierte Methode, weist insgesamt signifikante Defizite im Hinblick auf den erzielten Realitätsgrad als auch auf die Wirtschaftlichkeit der Methode auf. Eine Anwendung von UAV-gestützten Photogrammetrien in der Landschaftsarchitektur sollte im Hinblick auf die Möglichkeiten im Bereich VR und im Bereich Vermessung jedoch nicht ganz außer Acht gelassen werden. Hier besteht in dem kommenden Jahren klares Entwicklungspotenzial hinsichtlich des stetigen technischen Fortschrittes.

Es lässt sich prognostizieren, dass sich, durch das Zusammenspiel von digitaler Planung und Innovation sowie neuer Hardware und verbundener Dienste durch Drohnen und VR, in Zukunft spannende neue Herausforderungen und Möglichkeiten eröffnen werden. Insbesondere der 2D-Drohnenbild-Hintergrund hat das Potenzial, den gewünschten Realitätsgrad für statische 3D-Visualisierungen in der LA zu ermöglichen.