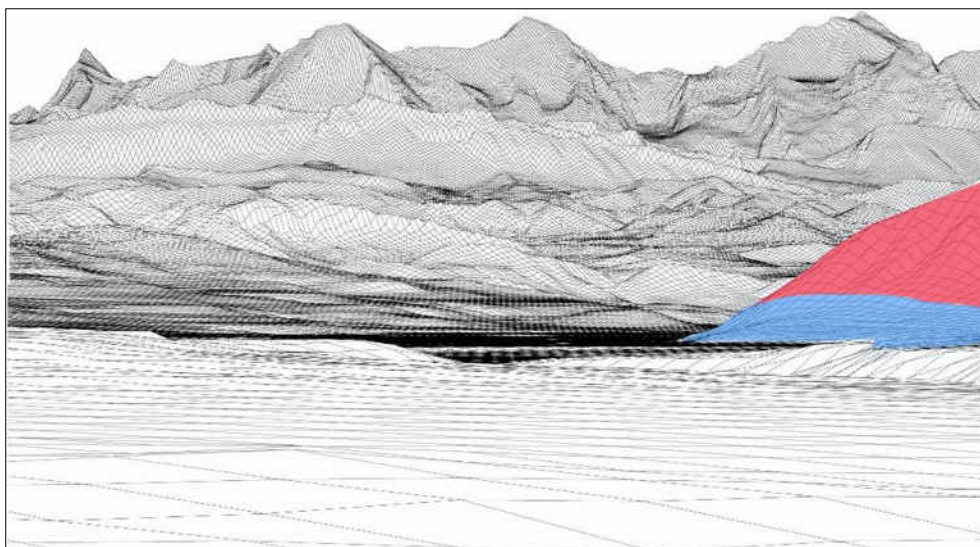


Eine Arbeitshilfe von Lebensraum Lenzburg Seetal LLS
für Behörden, Bauherrschaften, Planer*innen und Architekt*innen

«Technischer Bericht Sichtanalysen»

GIS-basierte Analysemethoden zur Beurteilung der Einsehbarkeit von Landschaftsräumen
und der Sichtbarkeit von Bauten in der Landschaft



Niederlenz, 26.10.2021

Unterstützung:



Bearbeitung:



Auftraggeber

Lebensraum Lenzburg Seetal LLS

Mitunterstützung: Departement Bau, Verkehr und Umwelt des Kantons Aargau, Abteilung Landschaft und Gewässer, Sektion Natur und Landschaft

Auftragnehmer

DüCo GmbH

Büro für Landschaftsarchitektur.

Staufbergstr. 11A, CH-5702 Niederlenz. Tel.: 062 892 11 77. Mail: info@dueco.ch

Bearbeitung: Victor Condrau, Elisabeth Dürig, dipl. Ing. Landschaftsarchitekt*innen FH

Bearbeitung GIS-Analysen:

OST – Ostschweizer Fachhochschulen, ILF Institut für Landschaft und Freiraum, Rapperswil
Prof. Hans-Michael Schmitt, Dipl. Ing. SIA/TUH, Landschaftsarchitekt BSLA, Institutspartner ILF
(Fachberatung / Korreferat)

Roger Bräm, Landschaftsarchitekt BSc, wiss. Mitarbeiter ILF (Leitung GIS-Analysen, Beratung)

Lea Michelin, Reto Zürcher, Landschaftsarchitekten BSc, Assistenten ILF (Analysetätigkeiten)

Begleitgruppe

Projektgruppe Landschaft LLS:

Gabi Lauper, LLS Kerngruppe Regionalplanung (Vorsitz)

Markus Dietiker, Forstdienste Lenzia

Heinz Hunziker, Naturschutzkommission Staufen

Esther Krummenacher, Fachberaterin LLS Landschaft

Matthias Räber, Vizeammann Beinwil am See

Matthias Schatzmann, Landwirt Seon

Christian Vogel, Gemeinderat Schafisheim

Planungsbüro Marti Partner Architekten und Planer AG, Zürich und Lenzburg:

Thomas Meier (Regionalplaner)

Susanne Hagedorn; Aktuarin Projektgruppe Landschaft LLS

Kanton:

Thomas Gremminger, BVU/ALG (Abt. Landschaft und Gewässer, Sektion Natur und Landschaft)

Abbildungen

Falls nichts Weiteres vermerkt ist, stammen alle Abbildungen von DüCo GmbH.

Kartendarstellungen, Daten: agis Kanton Aargau, swisstopo Landestopographie

Inhaltsverzeichnis

1	Methodik, Theorie	5
1.1	Was ist Landschaft?.....	5
1.2	Was leistet Landschaft?	5
1.3	Landschaftsbildbewertung	7
1.4	Vorgaben des Bundes	7
2	Einflussfaktoren Wahrnehmung und Sichtbarkeit	9
2.1	Umweltbedingte Einflussfaktoren.....	9
2.1.1	Optische Sichtweiten	9
2.1.2	Atmosphärische, meteorologische Sichtweite	10
2.1.3	Geometrische Sichtweite	13
2.1.4	Größenkonstanz	14
2.1.5	Distanzeinheiten für Sichtbarkeiten	15
2.2	Objektbezogene Einflussfaktoren	20
2.3	Subjektive Einflussfaktoren	20
2.4	Abgeleitete Rahmenbedingungen für GIS-basierte Analysen.....	20
3	GIS-Analyse-Methoden.....	21
3.1	Das digitale Höhenmodell der Schweiz DHM25	21
3.2	Einsehbarkeit (VisibilityMap)	21
3.3	Sichtbarkeit (Viewshed, Sichtfelder).....	24
3.4	Visualisierung in Google Earth	27
4	GIS-Analysen Region Lebensraum Lenzburg Seetal	28
4.1	Vorgehen	28
4.2	Fallbeispiel Seengen	28
4.2.1	GIS-Analyse objektbezogene Sichtbarkeit	28
4.2.2	GIS-Analyse Einsehbarkeit	33
4.3	Validierung GIS-Analysen Fallbeispiel Wohnhaus Seengen.....	34
4.3.1	Vorgehen	34
4.3.2	Validierung vor Ort	35
4.3.3	Fazit Validierung	39
5	Weitere landschaftsrelevante Themen	40
6	Kriterienkatalog Landschaft für Interessenabwägungen.....	46
6.1	Methodik	46
6.2	Betrachtungsebenen (Übersicht)	46

6.3	Kriterienkatalog Standortevaluation, Interessenabwägung.....	48
6.3.1	Checkliste: Kriterienkatalog Standortevaluation, Interessenabwägung	49
6.4	Gesamtbetrachtung Kriterienkatalog.....	58
7	Quellen	59

1 Methodik, Theorie

1.1 Was ist Landschaft?

(Auszug «Landschaftskonzept Schweiz», Bundesamt für Umwelt BAFU, 2020):

«Landschaft ist das Produkt der jeweiligen physischen Umgebung und der Art und Weise, wie Menschen diese wahrnehmen und erleben. Landschaft umfasst den gesamten Raum, also sowohl die ländlichen als auch die verstädterten und städtischen Gebiete der Schweiz. Dieses Landschaftsverständnis liegt dem Europäischen Landschaftsübereinkommen zugrunde, das die Schweiz 2013 ratifiziert hat.

Landschaften wandeln sich stetig, sei dies aufgrund natürlicher Prozesse, klimatischer Änderungen, menschlicher Nutzungen und Eingriffe oder einer sich verändernden Wahrnehmung und Bewertung durch die Bevölkerung. Damit wird Landschaft zum Spiegel naturgeschichtlicher und kultureller Entwicklungen eines Gebietes. Sie umfasst die räumlichen Aspekte der Baukultur und der Biodiversität, insbesondere die Vielfalt der wertvollen natürlichen und naturnahen Lebensräume mit ihren Arten und ihrer räumlichen Vernetzung (Ökologische Infrastruktur). Vielfalt, Eigenart und Schönheit der Landschaft werden durch diese natürlichen und kulturellen Werte grundlegend geprägt. (...) Die Landschaften stehen jedoch unter Druck. Regional charakteristische Landschaftselemente und natürliche Lebensräume für Pflanzen und Tiere gehen zunehmend verloren. Verschiedenste wirtschaftliche und gesellschaftliche Aktivitäten und ihre Auswirkungen wie die Klimakrise verändern die Landschaften in hohem Tempo.»

1.2 Was leistet Landschaft?

Die Schweizer Landschaften sind vielfältig. Davon profitiert die Schweiz als Lebens- und Wirtschaftsstandort. Die hohen natürlichen und kulturellen Werte der Landschaft sind Basis für eine gute Lebensqualität. Landschaft ist zudem eine wichtige wirtschaftliche Grundlage, beispielsweise für die Landwirtschaft und den Tourismus. Die Bewohnerinnen und Bewohner fühlen sich mit der Landschaft verbunden und für die Gäste stellt sie den Reisegrund Nummer eins dar.

Ökosystem- bzw. Landschaftsleistungen für das menschliche Wohlergehen und die wirtschaftliche Entwicklung:

A Basisleistungen	B Versorgungsleistungen
• Bodenbildung • Erhaltung der Nährstoffkreisläufe • Erhaltung des globalen Wasserkreislaufs • Sauerstoffproduktion	• Nahrung und Futtermittel • Trinkwasser • Medikamente • Technische Innovationen • Genetische Ressourcen
C Regulierende Leistungen	D Kulturelle Leistungen
• Klimaregulierung/Kohlenstoffspeicherung • Erosionsschutz • Hochwasserschutz • Bodenfruchtbarkeit • Bestäubung von Kulturpflanzen • Biologische Schädlingsregulierung • Regulierung von Krankheitserregern • Lärmschutz, Luftreinhaltung und Klimaregulation	• Erholung • Tourismus • Allgemeines Wohlbefinden • Standortfaktor • Ästhetischer Genuss • Raumgebundene Identität («Heimatgefühl»)

(aus: Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz. BAFU/Hrsg., Bern, 2017).

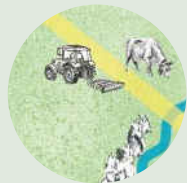
Allgemeine Landschaftsqualitätsziele



1.
*Landschaftliche Vielfalt und
Schönheit der Schweiz fördern*



2.
*Landschaft als Standortfaktor
stärken*



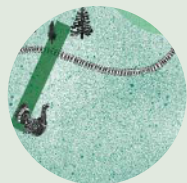
3.
*Landnutzungen standortgerecht
gestalten*



4.
*Eingriffe sorgfältig und
qualitätsorientiert ausführen*



5.
*Kulturelles und natürliches Erbe der
Landschaft anerkennen*



6.
*Hochwertige Lebensräume sichern
und vernetzen*



7.
Natürliche Dynamik zulassen

Qualitätsziele für spezifische Landschaften



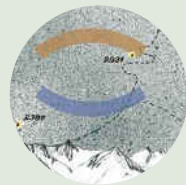
8.
*Städtische Landschaften –
qualitätsorientiert verdichten,
Grünräume sichern*



9.
*Periurbane Landschaften – vor
weiterer Zersiedlung schützen,
Siedlungsränder gestalten*



10.
*Ländlich geprägte Landschaften
– standortangepasster Nutzung
Priorität einräumen*



11.
*Hochalpine Landschaften –
Natürlichkeit erhalten*



12.
*Hauptsächlich landwirtschaftlich
genutzte Landschaften – Kulturland
erhalten und ökologisch aufwerten*



13.
*Tourismusgeprägte Landschaften –
landschaftliche und baukulturelle
Qualitäten sichern und aufwerten*



14.
*Herausragende Landschaften –
regionalen Landschaftscharakter
aufwerten*

1.3 Landschaftsbildbewertung

(aus: KNE, 2020: Auswirkungen von Solarparks auf das Landschaftsbild. Methoden zur Ermittlung und Bewertung.)

«Die Landschaftsbildanalyse kann einerseits nach den Kriterien Vielfalt, Eigenart und Schönheit erfolgen. Die Vielfalt der Landschaft ergibt sich insbesondere durch den Wechsel verschiedener Flächennutzungen und Landschaftselemente. Die Eigenart wird durch landschaftstypische Besonderheiten natürlicher oder kultureller Art geprägt. Landschaftliche Schönheit ergibt sich aus einer harmonischen Gesamtwirkung der jeweiligen Landschaft auf den jeweiligen Betrachter. Schönheit gilt in erster Linie als nur subjektiv erlebbar und wird deswegen oft ausgelassen. Meist ist die Eigenart der Landschaft entscheidend, auch wenn unterschiedliche Sachverhalte zu deren Beschreibung herangezogen werden können. Das Kriterium Vielfalt wird mitunter kritisch gesehen, da es einerseits mit der Eigenart einhergeht und andererseits nicht zwingend positiv sein muss, denn auch nicht landschaftsgerechte Strukturen können die Vielfalt erhöhen. Weitere Kriterien können Natürlichkeit oder Harmonie sein.

Andererseits kann die Landschaftsbildanalyse auch funktionsbezogen erfolgen. Dann sind die Erholungsfunktion sowie die Dokumentationsfunktion der Landschaft für ihre Bedeutung ausschlaggebend».

1.4 Vorgaben des Bundes

(aus: Kägi, B.; Stalder, A.; Thommen, M. (2002): Wiederherstellung und Ersatz im Natur- und Landschaftsschutz. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Leitfaden Umwelt Nr. 11, Bern):

Vorhaben, die Beeinträchtigungen schützenswerter Lebensräume oder geschützter Landschaften zur Folge haben, sind so zu gestalten, dass der Natur- und Landschaftshaushalt im Gleichgewicht bleibt. Dies verlangt das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz (NHG). Um dieses Ziel zu erreichen, sind neben geeigneten Schutzmassnahmen auch Wiederherstellungs- oder Ersatzmassnahmen erforderlich. Grundsätzlich unterschieden wird zwischen Massnahmen, die bei Eingriffen in besonders schützenswerte Lebensräume (Art. 18 NHG) erfolgen, und solchen, die bei landschaftlichen Beeinträchtigungen im Perimeter eines Landschaftsinventares des Bundes (Art. 5 ff NHG) notwendig werden.

Gesetzliche Grundlage für die Regelung von technischen Eingriffen in Lebensräume von Tieren und Pflanzen sowie in Landschaften, Natur- und Kulturdenkmäler oder Ortsbilder von nationaler Bedeutung sind Art. 6 Abs. 1 sowie Art. 18 NHG:

Art. 6 Abs. 1 NHG

1 Durch die Aufnahme eines Objektes von nationaler Bedeutung in ein Inventar des Bundes wird dargetan, dass es in besonderem Masse die ungeschmälerte Erhaltung, jedenfalls aber unter Einbezug von Wiederherstellungs- oder angemessenen Ersatzmassnahmen die grösstmögliche Schonung verdient.

Art. 18 NHG

1 Dem Aussterben einheimischer Tier- und Pflanzenarten ist durch die Erhaltung genügend grosser Lebensräume (Biotope) und andere geeignete Massnahmen entgegenzuwirken. Bei diesen Massnahmen ist schutzwürdigen land- und forstwirtschaftlichen Interessen Rechnung zu tragen.

1bis Besonders zu schützen sind Uferbereiche, Riedgebiete und Moore, seltene Waldgesellschaften, Hecken, Feldgehölze, Trocken- rasen und weitere Standorte, die eine ausgleichende Funktion im Naturhaushalt erfüllen oder besonders günstige Voraussetzungen für Lebensgemeinschaften aufweisen.

1ter Lässt sich eine Beeinträchtigung schutzwürdiger Lebensräume durch technische Eingriffe unter Abwägung aller Interessen nicht vermeiden, so hat der Verursacher für besondere Massnahmen zu deren bestmöglichem Schutz, für Wiederherstellung oder an- sonst für angemessenen Ersatz zu sorgen.

2 Einflussfaktoren Wahrnehmung und Sichtbarkeit

2.1 Umweltbedingte Einflussfaktoren

2.1.1 Optische Sichtweiten

Untersuchungen Landeshauptstadt München

Die folgenden Angaben stammen leicht verändert aus: Schreiber Detlef, 1977: München, Untersuchungen Hochhausstandorte. Landeshauptstadt München, Baureferat Stadtplanung.

Wahrnehmungs- bzw. Unterscheidungsstufen

Die Sehtüchtigkeit des menschlichen Auges ist sehr hoch. Die optisch-physiologische Sehtüchtigkeit nimmt linear mit der Entfernung ab.

Dieser optisch-physiologische Sehvorgang wird vom menschlichen Verstand korrigiert, der aus der Erfahrung für das Sehen und Erkennen Korrekturmechanismen entwickelt hat, die z.B. eine relative Grössen- und Formenkonstanz auch bei grossen Sichtweiten gewährleisten.

Eine Berechnung der noch sichtbaren Grösse eines Gegenstandes im Abstand von 16 km ergibt eine Grössenordnung von 5 m.

Die Distanz für plastisches Sehen reicht nur bis zu einer Weite von höchstens 200 m, wobei auch hier wieder die verstandesmässigen Erfahrungen und die Korrekturen die plastisch-räumliche Wahrnehmung auf weiter Entfernungen gewährleisten.

Im Sichtbereich von 500 m sind noch differenzierte Formen im Massstab menschlicher Grössenordnungen zu erkennen, während die Sichtbarkeit der Körpergrösse eines Menschen noch auf einer Distanz von 6 km möglich wäre, wenn nicht der Effekt der Erdkrümmung ihm die Sicht bei 5 km nehmen würde. Die Hintergrundverhältnisse und vor allem die meteorologischen Sichtbedingungen müssen bei weiter Sicht günstig sein.

Die Schwellenwerte liegen für die einzelnen Unterscheidungsstufen bei folgenden Entfernungen:

Auffindbarkeit: ab 16 km (z.B. ist ein Fernsehturm aus dieser Distanz noch zu sehen).

Sichtbarkeit: ab 8 km

Auffassbarkeit: ab 4 km

Erkennbarkeit: ab 2 km

Identifizierbarkeit: ab 1 km

differenzierte Sichtbarkeit: bei 500 m

plastische Sichtbarkeit: bei 250 m.

Schlussfolgerungen für die Methodik:

Aufgrund der Schwellenwertberechnungen bezüglich des optisch-physiologischen Sehvorgangs kann bei einer Entfernung von 16 km bei guten Sichtbedingungen noch ein Gegenstand mit einer Höhe von 5 m wahrgenommen werden. Bei Distanzen von 4 – 8 km sind Gegenstände noch gut sichtbar.

2.1.2 Atmosphärische, meteorologische Sichtweite

Untersuchungen Landeshauptstadt München

Die folgenden Angaben stammen leicht verändert aus: Schreiber Detlef, 1977: München, Untersuchungen Hochhausstandorte. Landeshauptstadt München, Baureferat Stadtplanung.

Sichtminderungen aus atmosphärischen Beeinflussungen

Die Sichtminderungen aus atmosphärischen Beeinflussungen verläuft ziemlich genau linear mit der Zunahme der Distanz.

Bei 16 km Distanz sind nach dieser Untersuchung also noch ausreichend grosse Objekte (z.B. Türme) vor günstigem Hintergrund vom geübten Auge in 45% aller Beobachtungsfälle noch erkennbar, d.h. anders ausgedrückt, die atmosphärischen Einflüsse verhindern in 55% der Beobachtungsfälle deren Sichtbarkeit. Interessant ist, dass die Sehtüchtigkeit des Auges und das Auflösungsvermögen der Netzhaut auch bei dieser Entfernung den Grenzwert der Erfassung bei Objekten einer Grössenordnung von ca. 5 m erreicht hat. Diese Entfernung kann man als Schwellwert für das Auffinden von grossen sichtbaren Objekten bezeichnen.

Die starke Sichteinschränkung durch atmosphärische Verhältnisse nimmt erst im Bereich der Entfernung ab 8 km ab (ca. 30% Einschränkung). Für ein entspanntes und nicht suchendes Auge dürfte diese Entfernung der Schwellwert für die Sichtbarkeit darstellen und auch nur dann, wenn die Rahmenbedingungen entsprechend günstig sind.

Die Sichtbarkeitseinschränkungen durch die Atmosphäre liegen im Jahresmittel bei einer Distanz von 2.4 km bei ca. 10%. Bei Regionen mit häufigen Föhninflüssen liegt dieser Wert deutlich darunter.

Diese Berechnungen basieren auf den Auswertungen einer Auswertung bezüglich meteorologischer Sichtwerte für alle deutschen Flughäfen über einen Zeitraum von 10 Jahren.

Folgende Jahresmittelwerte zur Sichtminderungen haben sich ergeben:

200 m	1.0%
1'000 m	4.0%
2'000 m	7.4%
2'400 m	10.0%
3'600 m	12.3%
4'800 m	18.0%
8'000 m	30.0%
16'000 m	55.0%

Schlussfolgerungen für die Methodik:

Bei 16 km Distanz sind nach dieser Untersuchung also noch ausreichend grosse Objekte (z.B. Türme) vor günstigem Hintergrund vom geübten Auge in 45% aller Beobachtungsfälle noch erkennbar. Die starke Sichteinschränkung durch atmosphärische Verhältnisse nimmt erst im Bereich der Entfernung ab 8 km ab (ca. 30% Einschränkung). Für ein entspanntes und nicht suchendes Auge dürfte diese Entfernung der Schwellwert für die Sichtbarkeit darstellen.

Bei einer Distanz von 5 km beträgt die durchschnittliche Sichteinschränkung ca. 19%.

Definition gemäss Wikipedia

(aus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Sichtweite>)

Als **Sichtweite** oder auch **Sicht** im engeren Sinne bezeichnet man die maximale horizontale Entfernung, die es gerade noch erlaubt, ein dunkles Objekt in Bodennähe vor hellem Hintergrund zu erkennen. Sie wird auch als meteorologische Sichtweite bezeichnet. Sie wird im Wesentlichen durch Streuung in der Atmosphäre begrenzt.

Folgende Effekte schränken die atmosphärische Sichtweite ein:

Lichtstreuung an den Molekülen der Luft. Staub in der Luft. kondensiertes Wasser in der Luft (Regen, Schneefall, Nebel, Smog u.a.).



links: Sicht bei klarem Wetter; *rechts:* durch Nebel reduzierte Sichtweite

Wetterabhängigkeit der Sichtweite

Wetterbedingung	Sichtweite (km)
außergewöhnlich klar	280
sehr klar	50
klar	20
leicht diesig	10
diesig	4
starker Dunst, leichter Nebel	2
mäßiger Nebel	1
dichter Nebel, Starkregen	0,1
extremer Nebel, Schneetreiben	0,01

Die Streuung von Licht in der Atmosphäre reduziert den optischen Kontrast eines Objekts relativ zur Umgebung. Dieses Phänomen nennt man Lichtstreuung.



Abnahme des Kontrastes relativ zum Himmel mit zunehmender Entfernung der Berge.

Atmosphärische Sichtweiten bei Windkraftanlagen

(aus: Sven Klettke, 2012: Ermittlung der visuellen Wahrnehmung von Windenergieanlagen auf Basis einer Sichtbarkeitsanalyse. Bachelorarbeit, Hochschule Neubrandenburg)

Die modellhaften Berechnungen bei Sichtbarkeitsanalysen fließen in der Regel nicht in die Berechnungen ein. Die Sichtweite wird als ideal angenommen. Dabei unterliegt gerade die atmosphärische Sichtweite grossen Schwankungen. Im folgenden Beispiel wurde von einem Standort aus einer Entfernung von 4.5 km bei zwei unterschiedlichen Sichtweiten eine Windkraftanlage fotografiert.



Vergleich grosse Sichtweite und geringe Sichtweite (Betrachtungsdistanz von 4.5 km).

Schlussfolgerungen für die Methodik:

Durch eine geringere Sichtweite kommt es zwangsläufig zu einer verringerten Wahrnehmbarkeit des betrachteten Objekts. Es wäre möglich, bei einer Sichtbarkeitsanalyse die Sichtweite mit einer Anpassung der Gewichtung zu berücksichtigen. Jedoch wäre dann das Ergebnis nur für diesen angenommenen Fall der Sichtweite gültig. Die naturgemässen Schwankungen der Sichtweite machen aber eine allgemeingültige Analyse unmöglich, da nicht für jeden «Sichtbarkeitsfall» eine eigene Analyse gemacht werden kann.

Für die Sichtbarkeitsanalysen wird deshalb von einer guten atmosphärischen Sichtbarkeit ausgegangen.

2.1.3 Geometrische Sichtweite

(aus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Erdkr%C3%BCmmung>)

Die geometrische Sichtweite wird durch die Erdkrümmung begrenzt und wird von den Höhenpositionen des Betrachters und des Ziels bestimmt.

Unter Erdkrümmung versteht man die Tatsache, dass die Form der Erde ungefähr einer Kugel entspricht und schon über kurze Distanzen von einer Tangentialebene abweicht. Wegen der Erdkrümmung müssen Höhenmessungen entsprechend korrigiert werden.

Nimmt man für die Erde die Figur einer Kugel an, so weicht die ideale Erdoberfläche von einer Tangentialebene folgendermaßen radial, in Richtung Erdmittelpunkt, nach unten ab:

0,8 mm auf 100 m

20 mm auf 500 m

78 mm auf 1 km

1,96 m auf 5 km

7,85 m auf 10 km

Optische Sichtweiten **s** für Sichthöhen **h** ohne Einschränkungen durch die Erdkrümmung

Sicht- höhe	Sicht- weite	Sicht- höhe	Sicht- weite	Sicht- höhe	Sicht- weite	Sicht- höhe	Sicht- weite
1 m	3,9 km	10 m	12 km	100 m	39 km	1000 m	123 km
1,5 m	4,8 km	15 m	15 km	150 m	48 km	1500 m	150 km
2 m	5,6 km	20 m	18 km	200 m	56 km	2000 m	173 km
3 m	6,8 km	30 m	22 km	300 m	68 km	3000 m	210 km
4 m	7,9 km	40 m	25 km	400 m	79 km	4000 m	241 km
5 m	8,8 km	50 m	28 km	500 m	88 km	5000 m	269 km
6 m	9,6 km	60 m	30 km	600 m	96 km	6000 m	293 km
7 m	10,4 km	70 m	33 km	700 m	104 km	7000 m	315 km
8 m	11,1 km	80 m	35 km	800 m	111 km	8000 m	335 km
9 m	11,8 km	90 m	37 km	900 m	118 km	9000 m	354 km

Schlussfolgerungen für die Methodik:

Die geometrische Sichtweite besagt., dass ein Objekt bei einer Entfernung von 5 km und mit einer Höhe von unter 2 m wegen der Erdkrümmung nicht mehr wahrgenommen werden kann (Voraussetzung: Betrachter und Objekt liegen auf der gleichen Höhe über Meer).

2.1.4 Größenkonstanz

(aus: <https://de.wikipedia.org/wiki/Gr%C3%B6%C3%9Fenkonstanz>)

Als Größenkonstanz bezeichnet man die Beobachtung, dass Objekte des Sehens trotz unterschiedlicher Entfernung in annähernd konstanter Größe wahrgenommen werden. Eine der wichtigen Leistungen der visuellen Wahrnehmung ist es, die reale Größe der gesehenen Objekte schätzbar wiederzugeben. Das erfordert eine spezifische Leistung des Gehirns, die aus dem Netzhautbild variabler Größe eine weitgehend konstant wahrgenommene Größe erzeugt. Auf der Netzhaut abgebildet werden Objekte in einer sich mit der Entfernung ändernden Größe, ihrer scheinbaren Größe oder auch Winkelgröße.

(aus: https://de.wikipedia.org/wiki/Emmertsches_Gesetz)

Das **Emmertsche Gesetz** beschreibt einen quantitativen Zusammenhang zwischen der Bildgröße eines Objektes auf der Netzhaut, seiner Entfernung und der wahrgenommenen Größe.

Emil Emmert (1844–1911) entdeckte es 1881. Er experimentierte mit Nachbildern und erkannte, dass sich ihre wahrgenommene Größe trotz unveränderter Größe auf der Netzhaut proportional zur Entfernung des jeweils betrachteten Hintergrundes veränderte.

Dieser Wert gleicht dem realen Größenverhältnis der beiden Objekte. Die Feststellung der Äquidistanz – ohne Kenntnis der Entfernungen – ist eine Leistung der Tiefensehschärfe auf der Basis verschiedener Tiefenkriterien; sie reicht bei menschlichen Augen maximal bis in den einstelligen Kilometerbereich.

Schlussfolgerungen für die Methodik:

Aufgrund der Leistung der Tiefensehschärfe unseres Auges und dem Gesetz der Grössenkonstanz können Objekte bezüglich ihrer Grösseneinschätzung bis in den einstelligen Kilometerbereich richtig eingeschätzt werden. Deshalb sollten die Betrachtungsradien unter 10 km liegen.

2.1.5 Distanzeinheiten für Sichtbarkeiten

Distanzeinheiten	Beschreibung	Distanzen
Nahwirkung	differenzierte Wahrnehmung von Strukturen, Oberflächen, Materialien, Grössenverhältnissen	bis 0.5 km
Identifizierbarkeit	Objekt kann als Bauwerk noch gut identifiziert werden, gute Abschätzungsmöglichkeiten der Proportionen, aber geringere Identifizierbarkeit im Vergleich zur «Nahwirkung»	0.5 km bis 1.5 km
Erkennbarkeit	Das Objekt ist optisch noch gut wahrnehmbar, aber ohne genaue Abschätzungsmöglichkeiten der Proportionen und Materialien	1.5 bis 3 km
Fernwirkung	Das Objekt ist optisch gerade noch wahrnehmbar, i.d.R. keine Beeinträchtigung durch Erdkrümmung. Keine differenzierte Wahrnehmung mehr möglich. Stark abhängig von den Jahreszeiten und Wetterverhältnissen.	3 bis 5 km

Bis 500 m	500 m bis 1.5 km	1.5 bis 3 km	3 bis 5 km

Nahwirkung

Identifizierbarkeit

Erkennbarkeit

Fernwirkung

Die Einteilung in die Distanzeinheiten kann je nach Situation und Standortbedingungen variieren.

Distanzeinheiten für Sichtbarkeiten am Beispiel eines Folientunnels im Seetal/AG



Nahwirkung: Distanz 148m. Differenzierte Wahrnehmung von Strukturen, Oberflächen, Materialien, Grössenverhältnissen sind möglich.



Erkennbarkeit: Distanz 2200m. Das Objekt ist optisch noch gut wahrnehmbar, aber ohne genaue Abschätzungsmöglichkeiten der Proportionen und Materialien.

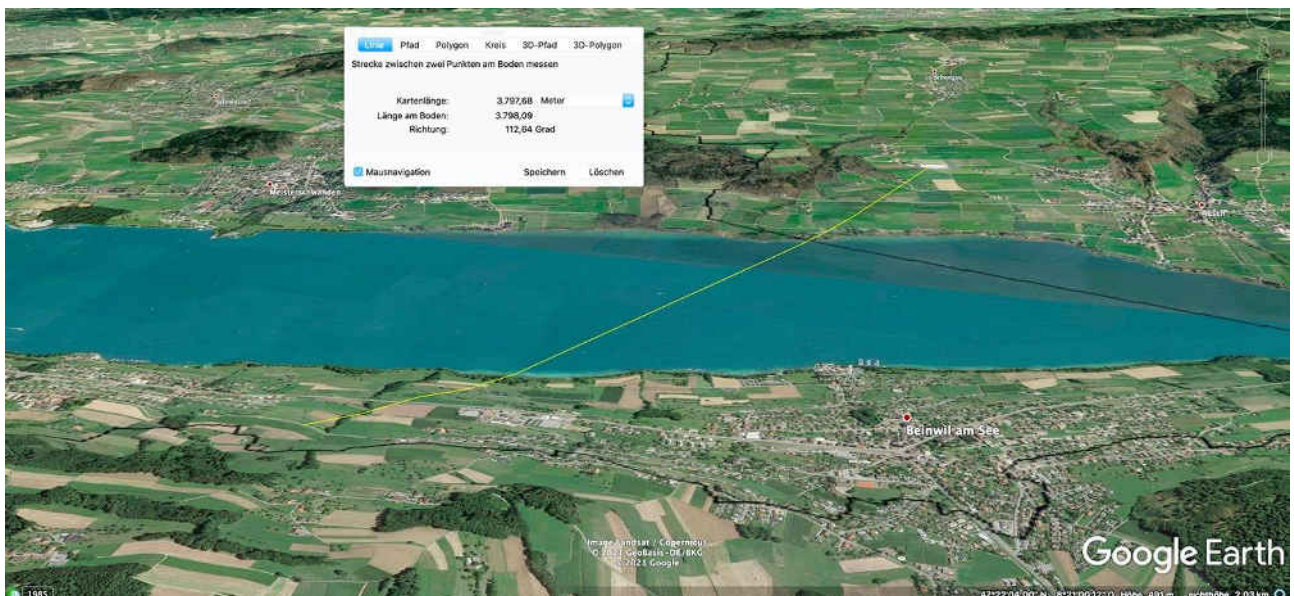


Fernwirkung: Distanz rund 3000m. Das Objekt ist optisch gerade noch wahrnehmbar, i.d.R. keine Beeinträchtigung durch Erdkrümmung. Keine differenzierte Wahrnehmung mehr möglich. Stark abhängig von den Jahreszeiten und Wetterverhältnissen.

Fallbeispiel Folienabdeckung Schongau

Der Witterungsschutz ist bei einer Sichtdistanz von 3.8 km und bei sehr guten meteorologischen Sichtbedingungen noch sehr gut erkenn- und sichtbar.

Standort Betrachter zwischen Birrwil und Beinwil am See (vgl. Luftbild Google Earth).



Gleicher Standort mit unterschiedlichen Distanzen zum Betrachter:
Je näher die Betrachtungsdistanz ist, desto raumwirksamer wird das Objekt.



Distanz ca. 2 km: Hier sind bereits Grössenverhältnisse und Strukturen erkennbar.



Distanz ca. 1.5 km: Bei einer Distanz unter 2 km wird bereits die Struktur des Witterungsschutzes erkennbar.

2.2 Objektbezogene Einflussfaktoren

Für die Beurteilung der Wahrnehmung eines Objekts spielen nebst der Lage sogenannte «Objektkriterien» eine wichtige Rolle. Für einen Bauvorhaben zugestimmt, gilt es diese bestmöglichst im Sinne der Landschaftsschonung umzusetzen.

Mögliche Objektkriterien:

- Proportionen, Architektur, Kontext Architektur und Landschaft
- Farbgebung (weisse, helle Materialien fallen besonders gut auf)
- Materialisierung, Textur (Reflektierende Materialien sind heikel)

Sekundäre Auswirkungen auf Natur und Landschaft sind zu minimieren, wie beispielsweise Lärm- und Geruchsbelastungen, Erschliessungen usw.

2.3 Subjektive Einflussfaktoren

(aus: Schreiber Detlef, 1977: München, Untersuchungen Hochhausstandorte. Landeshauptstadt München, Baureferat Stadtplanung).

«Alle wissenschaftlichen Untersuchungen über Sichtweiten führen immer wieder zum Ergebnis, dass hier die physiologische Optik nicht alleine weiterhelfen kann, sondern dass die Wahrnehmungspsychologie ein entscheidender Ansatz ist. Die Dimension der Wahrnehmung hängt sowohl von der Beschaffenheit des Objekts als auch von der Einstellung des Betrachters ab. Neben objektivierbaren Ansätzen spielen die subjektiven Einstellungsweisen eine wichtige Rolle.

Wahrnehmung ist nicht eine von Grund aus vorhandene Fähigkeit des Menschen – sie ist (...) erlernbar.»

2.4 Abgeleitete Rahmenbedingungen für GIS-basierte Analysen

- Die Betrachtungsradien für Einsehbarkeits- und Sichtbarkeitsanalysen liegen bei maximal 5 km.
- Die naturgemässen Schwankungen der Sichtweite machen eine allgemeingültige Analyse unmöglich, da nicht für jeden «Sichtbarkeitsfall» eine eigene Analyse gemacht werden kann. Für die Sichtbarkeitsanalysen wird deshalb von einer guten atmosphärischen Sichtbarkeit ausgegangen.
- Objektbezogene Einflussfaktoren sind in den GIS-Analysen nicht miteinbezogen.

Da eine Wahrnehmung durch uns Menschen immer subjektiv geprägt ist, braucht es auch objektive Beurteilungskriterien (z.B. GIS-basierte Einsehbarkeits- und Sichtbarkeitsanalysen).

Zusammen mit einer **Plausibilitätskontrolle** vor Ort mit verschiedenen Interessensvertretern kann eine ausgewogene Interessenabwägung bzw. Standortevaluation erfolgen.

3 GIS-Analyse-Methoden

Ergänzende Infos zum Hauptbericht:

3.1 Das digitale Höhenmodell der Schweiz DHM25

Das digitale Höhenmodell der Schweiz DHM25

Datenquelle: Bundesamt für Landestopografie, swisstopo

Das digitale Höhenmodell DHM25 ist ein Datensatz, welcher die dreidimensionale Form der Erdoberfläche beschreibt. Er wurde im Wesentlichen aus der Höheninformation der Landeskarte 1:25'000 (LK25) abgeleitet. Die digitalisierten Höhenkurven und -koten der LK25 bilden das „Basismodell“. Daraus wird das „Matrixmodell“ mit einer regelmässigen Gitteranordnung von 25 Metern Maschenweite abgeleitet (entspricht einem Millimeter-Gitter in der LK25). Das DHM25 kann überall dort eingesetzt werden, wo bei Berechnungen mit Computern Angaben zur Topografie der Erdoberfläche benötigt werden. Es handelt sich somit um einen Grundlage-Datensatz für Geografische Informationssysteme (GIS).

Dieses Modell verwenden wir bei Einsehbarkeitsanalysen.

Genaugkeit: Das DHM25 ist aus der Landeskarte 1:25'000 abgeleitet und basiert im Wesentlichen auf deren Genauigkeit. Vergleiche von „Modellhöhen“ mit photogrammetrisch bestimmten Kontrollpunkten zeigen, dass im Mittelland und Jura die mittlere Abweichung 1.5 m beträgt, in den Voralpen und im Tessin 2 m und in den Alpen 3 m.

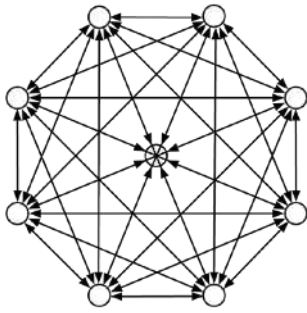
3.2 Einsehbarkeit (VisibilityMap)

Funktionsweise der Einsehbarkeitsanalyse

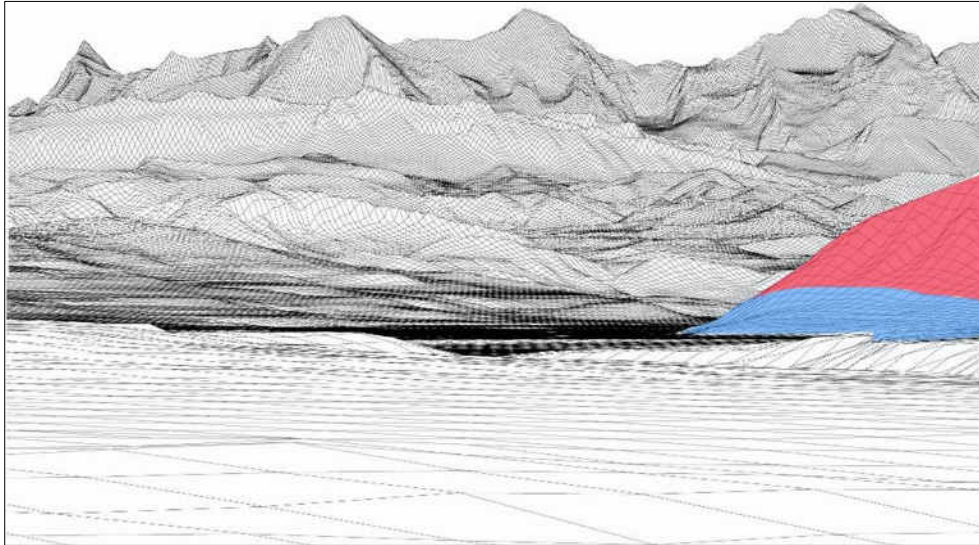
Bei der Einsehbarkeitsanalyse wird die direkte Sichtbarkeit zwischen Geländeoberflächenpunkten berechnet. Dabei wird noch nicht berücksichtigt, ob auf dem Gelände ein mögliches Bauwerk aufgesetzt wird. Die Visibility Map weist exponierte Punkte in der Landschaft aus. Für jeden Punkt im Perimeter wird die Einsehbarkeit berechnet.

Die Datensätze entstammen einem Entwicklungsprojekt vom Institut für Landschaft und Freiraum ILF sowie vom Institut für Software der HSR bzw. Fachhochschule OST. Sie sind das Resultat einer Modellrechnung auf Basis des digitalen Geländemodells DHM 25. Solche Datensätze waren bisher aufgrund der enormen notwendigen Rechenkapazität praktisch nicht berechenbar. Dank innovativer Programmierung am Institut für Software mit massiver Parallelisierung der Berechnung auf Graphik-Prozessoren wurde die Berechnung der Milliarden von Sichtbeziehungen erst möglich.

Bei einem 5km-Radius und einem 25-Meter-Höhenmodell entstehen rund 125'000 mögliche Sichtbeziehungen pro Oberflächenpunkt, für eine Fläche von einem Quadratkilometer sind mit über 13 Billionen Sichtbeziehungen zu rechnen.



Schematische Darstellung Einsehbarkeitsberechnungen (ILF, 2016)



Bei der **Einsehbarkeitsanalyse** wird die direkte Sichtbarkeit zwischen Geländeoberflächenpunkten berechnet. Dabei wird noch nicht berücksichtigt, ob auf dem Gelände ein mögliches Bauwerk aufgesetzt wird. Die Visibility Map weist exponierte Landschaftsräume aus. Für jeden Punkt im Perimeter wird die Einsehbarkeit berechnet (z.B. rot: sehr gut einsehbar, blau: wenig einsehbar). (Grafik: swisstopo, bearbeitet DüCo GmbH).

Hauptfrage

Von wie vielen Punkten aus wird in einem bestimmten Umkreis ein Punkt auf der Erdoberfläche gesehen?

Resultat, Kartendarstellung

Das Resultat einer Einsehbarkeitsanalyse ist ein Datensatz, in welchem jeder Punkt weiss, von wie vielen anderen Punkten in einem bestimmten Umkreis er gesehen werden kann.

Die vorliegende Karte zeigt eine Berechnung der Einsehbarkeit im Radius von 5 km. Dafür wurde die Sichtbeziehung aller Punkte eines 25m Rasters untereinander berechnet. Die Karte zeigt so für jeden Punkt auf dem Gelände von wieviel % der Fläche im Umkreis von 5 km eine direkte Sichtbeziehung besteht.

Die Einsehbarkeit wurde in fünf Kategorien unterteilt: Die Stufen 4 und 5 weisen eine grosse Anzahl Sichtbeziehungen auf (gut bzw. sehr gut einsehbar), während die Stufen 1 und 2 eher «versteckte» Bereiche sind (schlecht bzw. wenig einsehbar).

Stufe 1	schlecht einsehbar (bis 10%)
Stufe 2	wenig einsehbar (15%)
Stufe 3	mittel einsehbar (20%)
Stufe 4	gut einsehbar (25% und 30%)
Stufe 5	sehr gut einsehbar (zwischen 35% und 60%)

Rahmenbedingungen, Parameter

Als Basis dient das digitale Geländemodell DHM 25 m, Rasterauflösung 25 m x 25 m

Radius Sichtbarkeit: 5 km

Objekthöhen: Terrain gem. DHM 25 m (ohne Bebauungen)

Die Sichthöhe ist für eine durchschnittliche Augenhöhe von 1.65 m berechnet.

Der Wald wurde als Sichtbarriere mit einer durchschnittlichen Höhe von 30 m einberechnet.

Anwendungen, Aussagen

Die Visibility Map ist eine generelle Betrachtung über einen Gesamttraum (weiträumige, eher grobe Betrachtung, zeigt generell exponierte Punkte bzw. Landschaftsräume im Betrachtungsperimeter).

Sie zeigt auch, von wie vielen Orten aus ein bestimmter Ort einsehbar ist. Somit kann die Karte (in Ergänzung zur Sichtbarkeitsanalyse) eine Hilfe für Eignungsbeurteilungen möglicher Standorte von beabsichtigten Bauvorhaben sein (z.B. Windkraftanlagen, Aussichtstürme, landwirtschaftliche Bauten, Erholungseinrichtungen u.a.).

Anwendungsbeispiele:

- Generelle Einschätzung von Landschaftsräumen bezüglich Einsehbarkeit, Empfindlichkeit
- Bezeichnen von visuell empfindlichen Landschaften
- Grundlage für das bestimmen von Landschaftsschutzzonen
- BNO-Revisionen: Einsehbarkeitsanalyse einbeziehen, Siedlungsrandbezeichnungen
- Neues Thema für LEP-Aktualisierung (Öi)
- Teilkriterium bei Standortevaluationen von Bauvorhaben, Standortvergleichen (in Kombination mit Sichtbarkeitsanalysen), z.B. bei Windkraftanlagen, Silo-Türme, Gebäude, Witterungsschutz von landw. Kulturen usw.
- Voruntersuchung bei Standortevaluationen von eher bodennahen Bauvorhaben (unter der durchschnittlichen Waldhöhe von ca. 25-30m)

Mögliche Aussagen als «Faustregeln»:

- Bei einer Standortevaluation ist bezüglich Einsehbarkeit derjenige Standort zu bevorzugen, der eine geringere Einsehbarkeit aufweist.
- Bauvorhaben, die in einem Landschaftsraum mit einer hohen bis sehr hohen Einsehbarkeit geplant sind, bedürfen einer verstärkten Standortevaluation.
- Bauvorhaben, die in einem Landschaftsraum mit einer schlechten bis geringen Einsehbarkeit geplant sind, haben bezüglich Einsehbarkeit eher eine Chance, bewilligt zu werden.

Je nach Einsehbarkeit müssten die Auflagen an ein Bauprojekt, Vorhaben sehr hoch oder mässig sein (Auflagenrelevanz)!

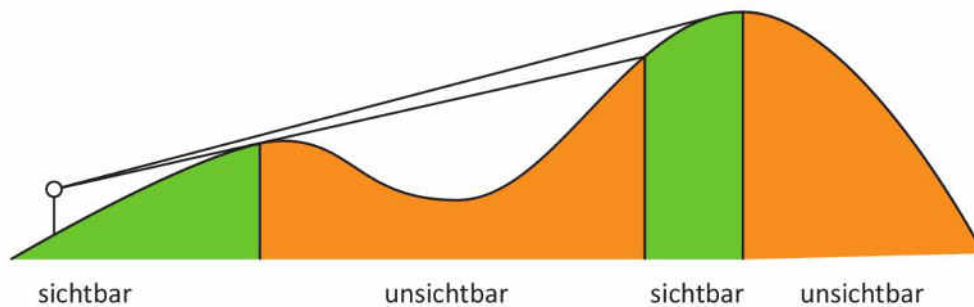
3.3 Sichtbarkeit (Viewshed, Sichtfelder)

Funktionsweise der Sichtbarkeitsanalyse

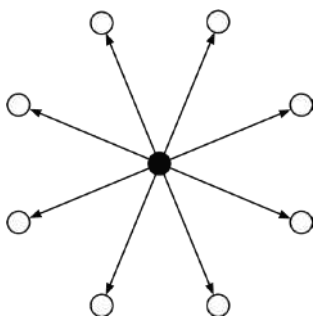
Eine Sichtbarkeitsanalyse ist eine GIS-Analysefunktion. Auf einem Höhenmodell werden von einer Beobachterzelle aus (Punkt oder Linie) alle in einem bestimmten Suchradius direkten Sichtbeziehungen untersucht. Wenn eine Rasterzelle die Sichtbeziehung unterbricht, werden die dahinterliegenden Rasterzellen unsichtbar.

Auf diese Weise werden alle Rasterzellen überprüft und falls eine Sichtbeziehung besteht, wird dies in eine neue Rasterdatei geschrieben.

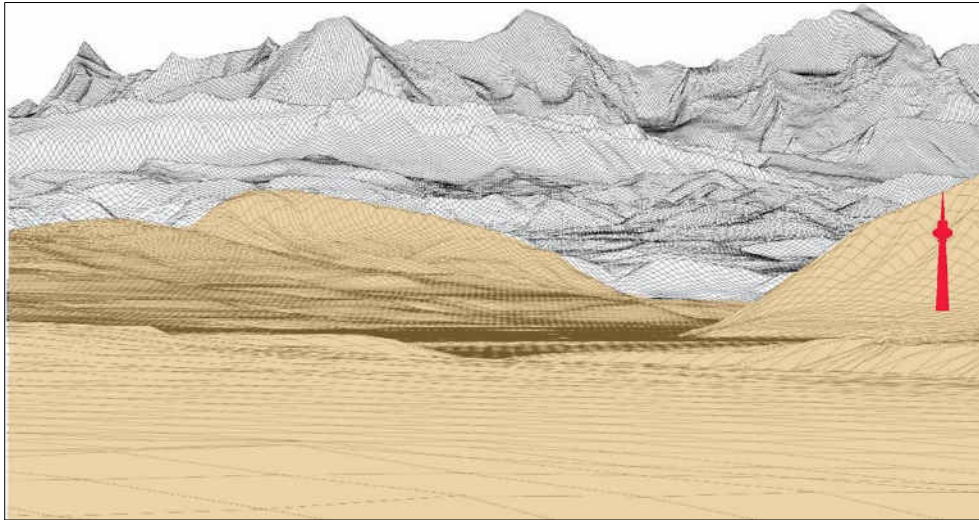
Es werden also vom Punkt X aus alle umliegenden Punkte betrachtet und auf ihre Sichtbarkeit überprüft.



Sichtbeziehungen (Grafik ILF, 2016)



Schematische Darstellung Sichtbarkeitsberechnungen (ILF, 2016)



Bei der **Sichtbarkeitsanalyse** stellt sich die Frage, von wo aus wird ein Punkt x (z.B. Aussichtsturm) gesehen?

Das Resultat der Sichtbarkeitsanalyse ist ein Datensatz, in welchem jeder Punkt in einem festgelegten Perimeter weiss, ob von ihm aus der Punkt X gesehen werden kann (z.B. von den grün eingefärbten Orten aus ist der Turm sichtbar, bei den nicht eingefärbten Orten ist der Turm nicht sichtbar, da er durch die Hügelkante nach hinten verdeckt wird). (Grafik: swisstopo, bearbeitet DüCo GmbH).

Hauptfrage

Von wo aus wird ein Punkt x oder eine Linie gesehen (z.B. Silo-Turm oder Wanderweg)?

Resultat, Kartendarstellung

Das Resultat der Sichtbarkeitsanalyse ist ein Datensatz, in welchem jeder Punkt in einem festgelegten Perimeter weiss, ob von ihm aus der Punkt X gesehen werden kann.

Abstufung: sichtbar oder nicht sichtbar (keine Zwischenstufen). In der Regel wird der sichtbaren Flächen eingefärbt. In den nicht eingefärbten Bereichen ist der Punkt X (z.B. ein Bauvorhaben) nicht sichtbar.

Rahmenbedingungen, Parameter

- Als Basis dient das Rasterhöhenmodell DTM 20 m
- Radius Sichtbarkeit: Annahme 5 km (variabel, je nach Auftrag)
- Objekthöhen (z.B. geplantes Bauwerk) jeweils gem. Angaben Auftraggeber
- Die Sichthöhe ist für eine durchschnittliche Augenhöhe von 1.65 m berechnet.
- Der Wald wurde als Sichtbarriere mit einer durchschnittlichen Höhe von 25 m einberechnet.

Anwendungen, Aussagen

Das Resultat der Sichtbarkeitsanalyse ist eine Karte, die flächendeckend in einem vorgegebenem Betrachtungsradius darstellt, von wo aus ein Bauwerk sichtbar ist. Dadurch kann bereits in der Planungsphase erkannt werden, ob das geplante Bauvorhaben (oder Teile davon) innerhalb des Betrachtungsperimeters sichtbar ist oder nicht.

Anwendungsbeispiele:

- Bestimmen von guten Aussichtslagen (Panoramawege, Aussichtspunkte, Aussichtstürme)
- Beurteilung der Sichtbarkeit von Bauvorhaben (Windkraftanlagen, Silo-Türme, Gebäude, Witterungsschutz von landw. Kulturen usw.)
- Teilkriterium bei Standortevaluation von Bauvorhaben, Standortvergleiche bezüglich Sichtbarkeit
- Hilfestellung bei der Standortevaluation: welcher Standort ist weniger sichtbar und bringt diesbezüglich Bauherr*innen weniger Probleme?

Mögliche Aussagen als «Faustregeln»:

- Bauvorhaben, die in einem festgelegten Betrachtungsperimeter zu mind. 50% sichtbar sind, bedürfen einer verstärkten Standortevaluation.
- Bei einer Standortevaluation ist bezüglich Sichtbarkeit derjenige Standort für ein Bauvorhaben zu bevorzugen, der weniger gut sichtbar ist.
- Standorte, die in einem festgelegten Betrachtungsperimeter zu mind. 50% sichtbar sind, weisen eine gute bis sehr gute Aussichtslage auf (geeignete Aussichtsstandorte).

Je nach Sichtbarkeit müssten die Auflagen an ein Bauprojekt, Vorhaben sehr hoch oder mässig sein (Auflagenrelevanz)!

3.4 Visualisierung in Google Earth

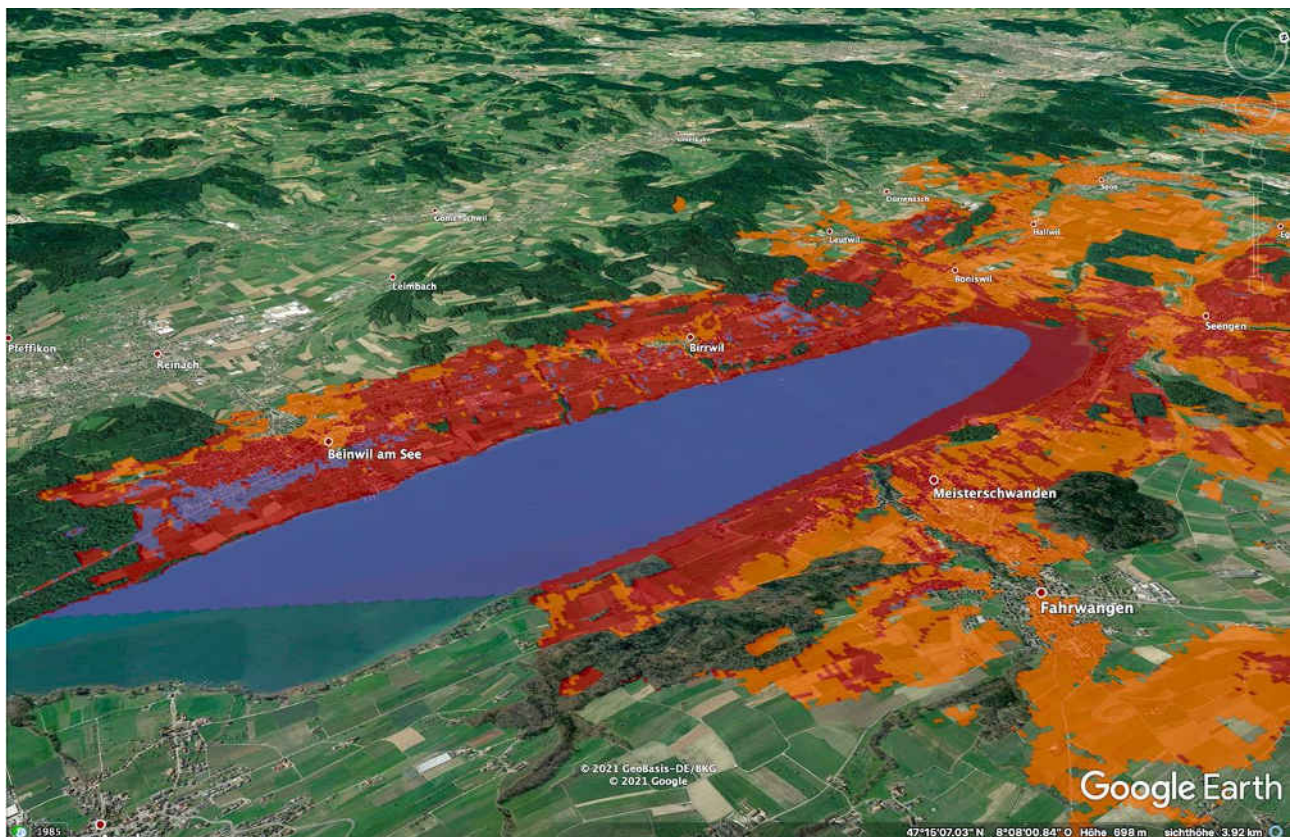
Sowohl die Einsehbarkeits- als auch die Sichtbarkeitsanalysen lassen sich in Google Earth als einzelne Layers importieren. Dadurch kann eine vereinfachte 3D-Visualisierung erreicht werden.

Zudem können bestimmte Landschaftsräume oder Bauvorhaben aus verschiedenen, selbst gewählten Betrachtungswinkeln angesehen werden.

Der Vorteil an dieser attraktiven Veranschaulichung ist, dass auch für Layen auf einfache Art und Weise mit der Gratis-Software Google Earth eine solche Betrachtung möglich ist.

Mit einer gemailten «kmz-Datei» oder einem entsprechenden Link kann die Zielgruppe direkt in Google Earth die Analyseergebnisse betrachten.

Auch weitere Themen können bei Bedarf hinzugefügt werden (z.B. Landschaften von kantonaler Bedeutung).



Einsehbarkeitsanalyse Gebiet Hallwilersee, visualisiert in Google Earth mit verschiedenen Stufen der Einsehbarkeit. (Quelle: DüCo GmbH, Luftbild Google Earth).

4 GIS-Analysen Region Lebensraum Lenzburg Seetal

4.1 Vorgehen

Für die Region Lebensraum Lenzburg Seetal LLS wurden folgende Analysen erstellt:

- Testgebiet Seengen, Egliswil: räumliche Einsehbarkeitsanalyse für das Testgebiet und objektbezogene Sichtbarkeitsanalyse für das (fiktive) Fallbeispiel Wohnhaus Seengen
- Ganzer LLS Perimeter: räumliche Einsehbarkeitsanalyse.

Die Ergebnisse der Analysen wurden in einem Workshop mit Vertreter*innen der Projektgruppe Landschaft LLS und einem Vertreter seitens Kanton vor Ort evaluiert.

4.2 Fallbeispiel Seengen

Als Fallstudie wurde bewusst und aus lokal-politischen Gründen ein fiktives Beispiel gewählt.

4.2.1 GIS-Analyse objektbezogene Sichtbarkeit

Ausgangslage

In der Gemeinde Seengen soll ein bestehendes Gebäude ausserhalb der Bauzone (fiktiv) ausgebaut werden.

Im Sinne einer Standortevaluation werden verschiedene Gebäudevolumen miteinander verglichen. Der Standort bleibt jeweils der Gleiche. Die objektbezogenen Sichtbarkeitsanalysen sollen aufzeigen, welche Variante landschaftsverträglicher ist.

Varianten

Folgende Varianten wurden aufgestellt (die Varianten sind eine Auswahl aus einer grösseren Variantensammlung. Deshalb sind die Zahlen nicht in chronologischer Folge):

Varianten Höhenunterschiede

V1c: L 36m, B 9m, H 6.5m

V3c: L 36m, B 9m, H 12.5m

V3e: L 36m, B 9m, H 25.0m

Varianten Längenunterschiede

V4c: L 6.5m, B 9m, H 12.5m

V3c: L 36m, B 9m, H 12.5m

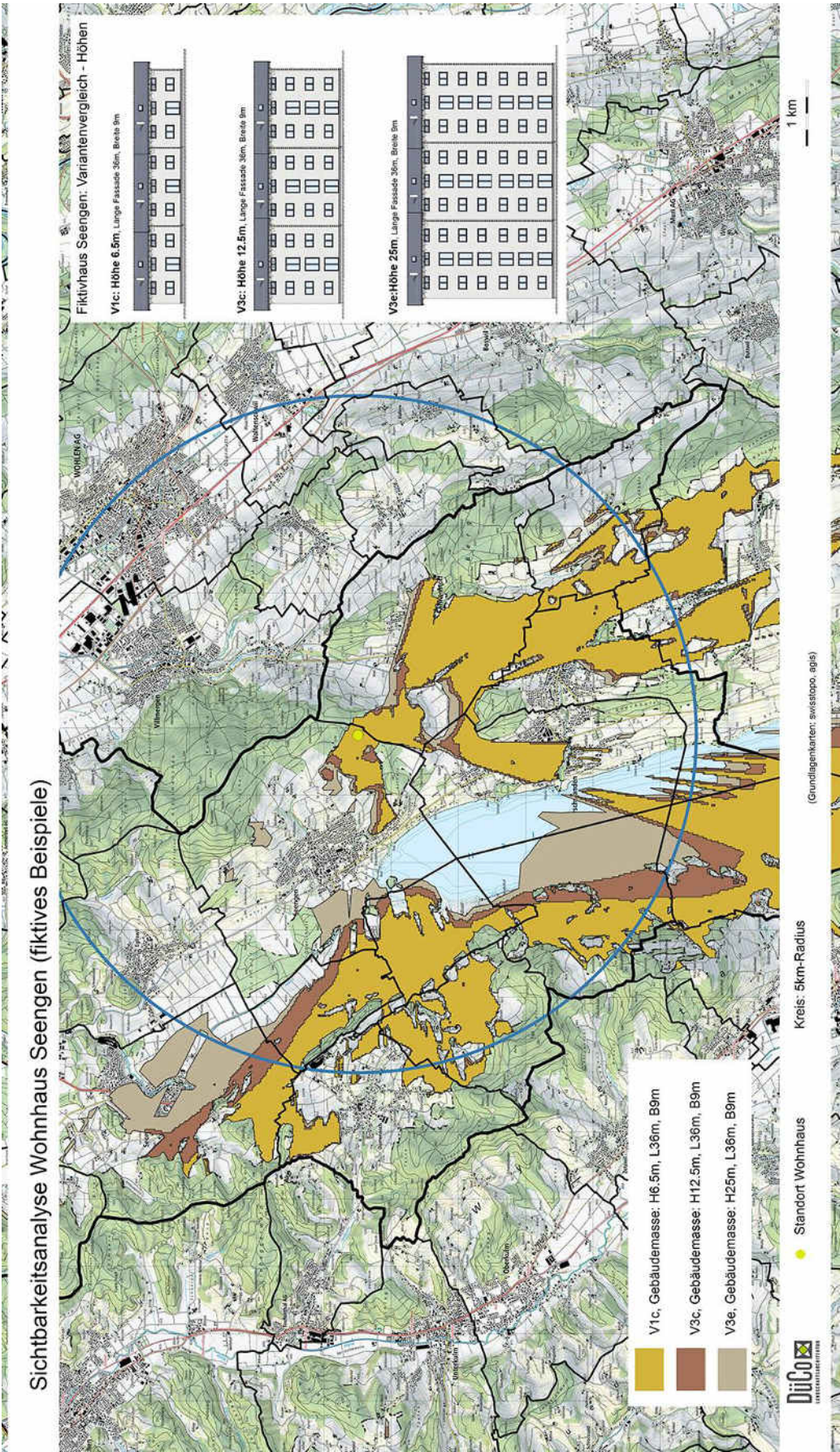
Varianten Längen- und Höhenunterschiede

V4a: L 6.5m, B 9m, H 6.5m (bestehendes Gebäude)

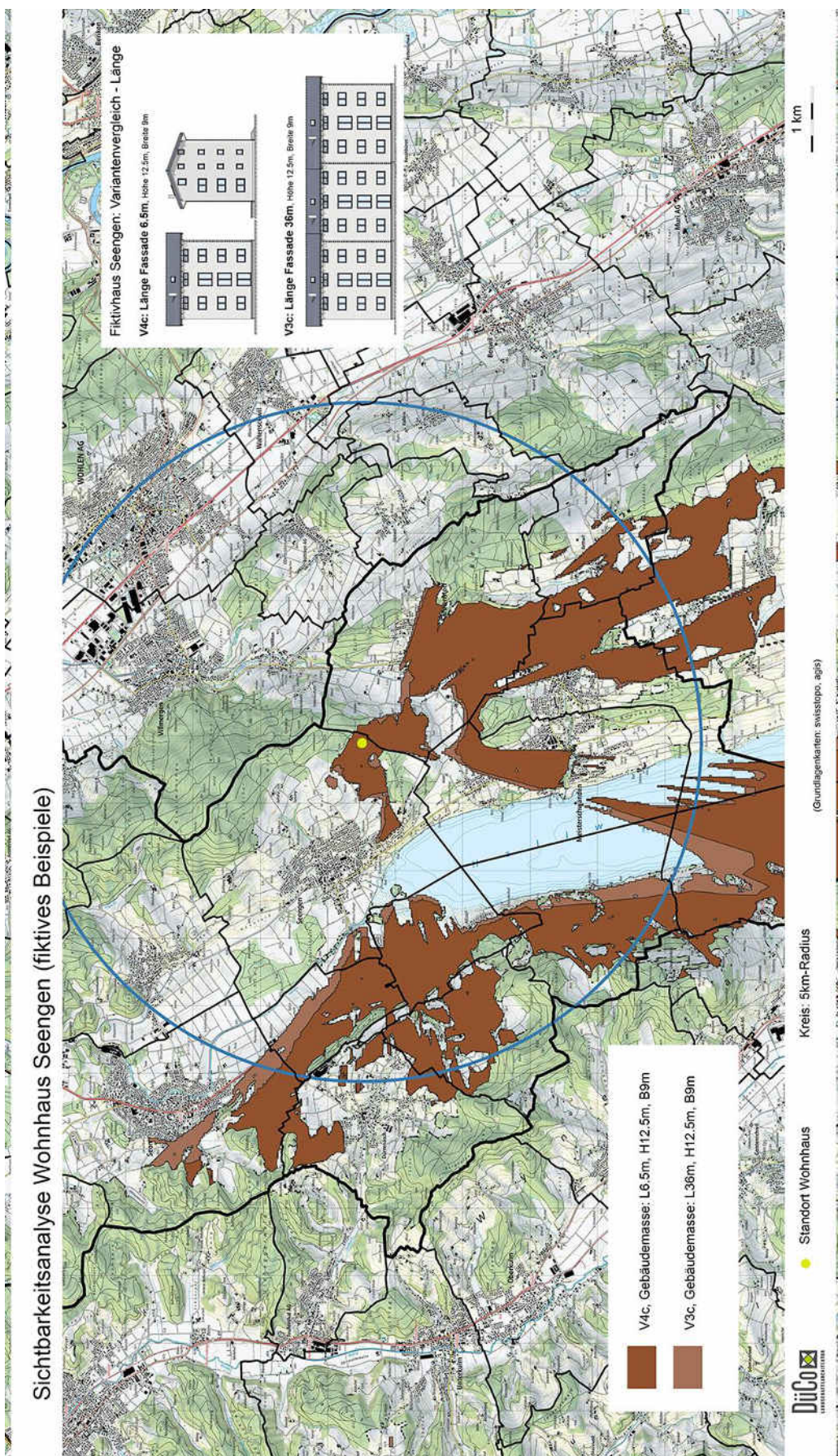
V3e: L 36m, B 9m, H 25.0m

Die folgenden Karten zeigen die verschiedenen Auswertungen auf:

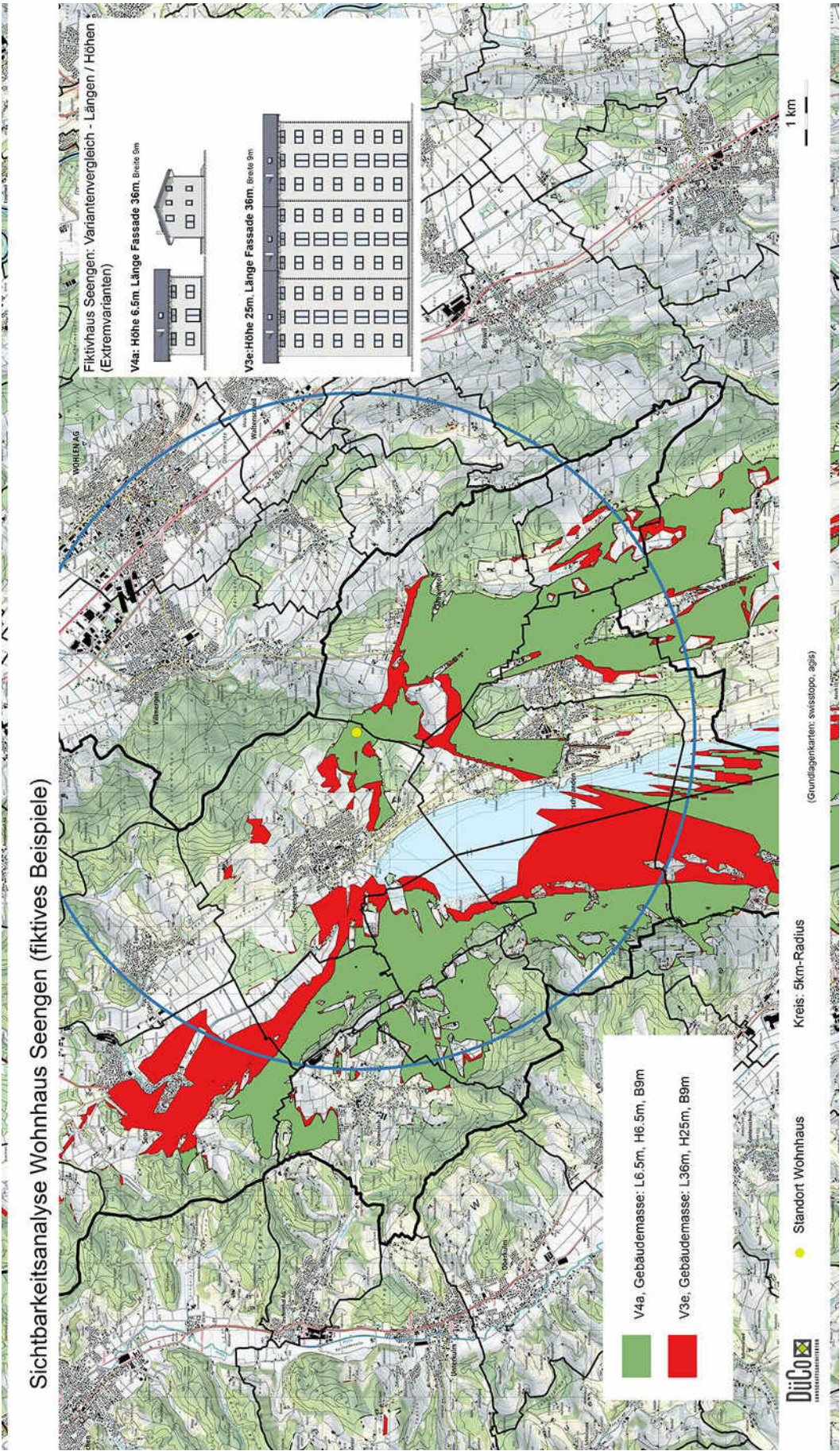
Varianten mit unterschiedlichen Höhen:



Varianten mit unterschiedlichen Längen:



Varianten mit unterschiedlichen Höhen und Längen (Extremvarianten):



Ergebnisse

Flächenvergleich der objektbezogenen Sichtbarkeiten:

Die m² bzw. ha Angaben entsprechen der Sichtbarkeit im Gesamtraum.

Varianten Längenunterschiede

		m ²	ha	%
V4c	L 6.5m, B 9m, H 12.5m	26'395'927.18	2'639.59	
V3c	L 36m, B 9m, H 12.5m	31'114'307.04	3'111.43	
		Differenz	471.84	118%

Varianten Höhenunterschiede

		Gesamtraum m ²	ha	
V1c	L 36m, B 9m, H 6.5m	25867337.89	2'586.73	
V3c	L 36m, B 9m, H 12.5m	31114307.04	3'111.43	
V3e	L 36m, B 9m, H 25.0m	37960167.60	3'796.02	
		Differenz V1c zu V3e	1'209.28	147%

Varianten Längen- und Höhenunterschiede

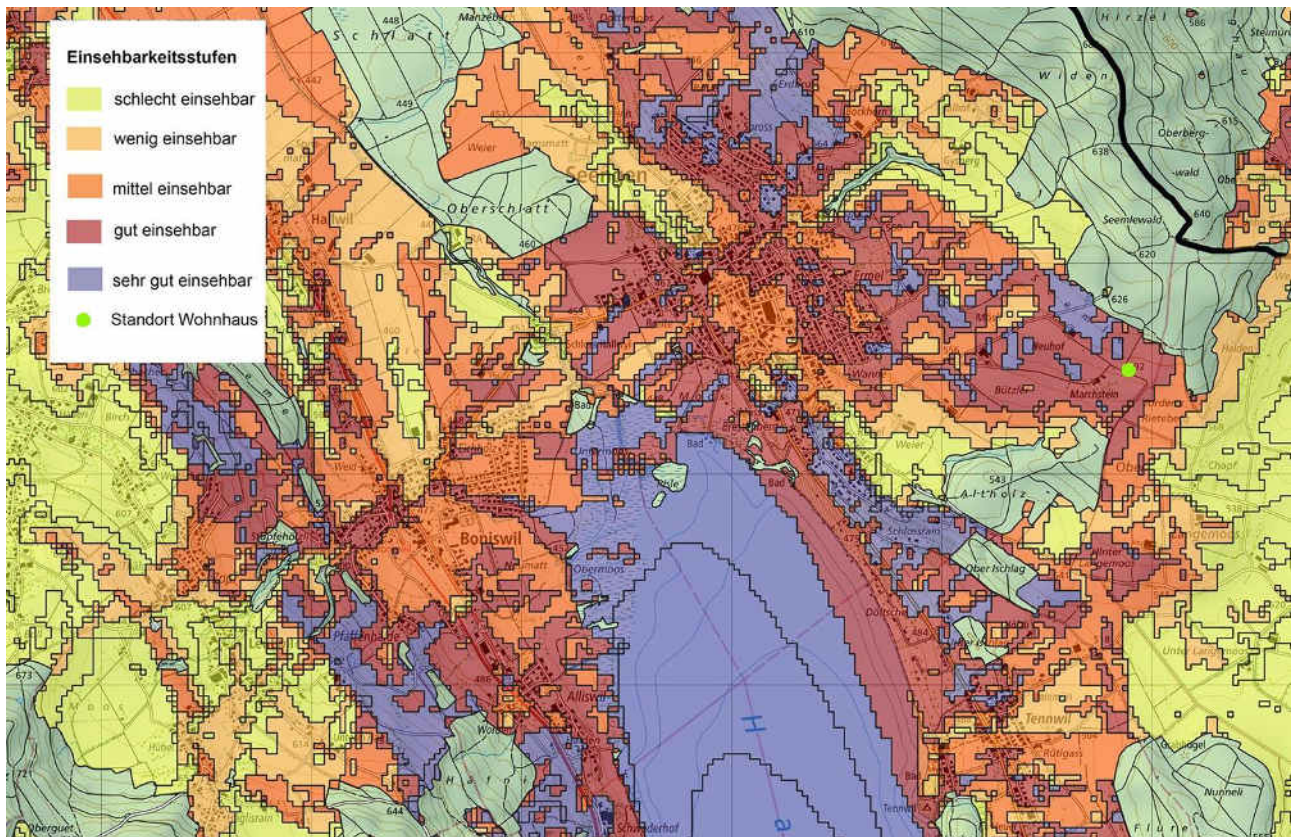
		Gesamtraum m ²	ha	%
V4a	L 6.5m, B 9m, H 6.5m	23114800.74	2'311.48	
V3e	L 36m, B 9m, H 25.0m	37960167.60	3'796.02	
		Differenz	1'484.54	164%

Fazit

Die objektbezogenen Sichtbarkeitsanalysen zeigen im vorliegenden Fallbeispiel, dass in der Regel die **Objekthöhe** für die Sichtbarkeit eine entscheidendere Rolle spielt als die **Gebäudelänge**.

Eine Kombination von Gebäudeverlängerung und -erhöhung ergibt die höchste Sichtbarkeit.

4.2.2 GIS-Analyse Einsehbarkeit



Das Fallbeispiel befindet sich räumlich gesehen in einem gut einsehbaren Raum, d.h. landschaftlich gesehen in einer empfindlichen Landschaft.

Fazit

Das Fallbeispiel zeigt, dass bei Bauvorhaben ausserhalb der Bauzone in exponierten Landschaften besonders viel Gewicht auf eine breite Standortevaluation gelegt werden muss. Die objektbezogene Sichtbarkeitsanalyse kann hier behilflich sein, damit verschiedene Standorte miteinander evaluiert werden können.

Weitere Infos zu Flächenberechnungen und Empfindlichkeiten im Raume LLS vgl. Hauptbericht, Kap. 3.2.

4.3 Validierung GIS-Analysen Fallbeispiel Wohnhaus Seengen

4.3.1 Vorgehen

Um die getätigten GIS-Analysen vor Ort zu überprüfen, wurden mit 8 Personen während einem Rundgang von 2 Stunden am 21.4.2021 die Analysen vor Ort überprüft.

Am Workshop waren folgende Teilnehmer*innen beteiligt:

Projektgruppe Landschaft LLS:

- Gabi Lauper, Landschaftsarchitektin, Raumplanerin, Grossrätin, Vorsitz Projektgruppe Landschaft LLS
- Christian Vogel, Gemeinderat Schafisheim
- Heinz Hunziker, Naturschutzkommission Staufen
- Matthias Schatzmann, Landwirt Seon
- Susanne Hagedorn und Thomas Meier, Planungsbüro MartiPartner Lenzburg

Kanton:

- Thomas Gremminger, BVU/ALG (Abt. Landschaft und Gewässer)

Planung:

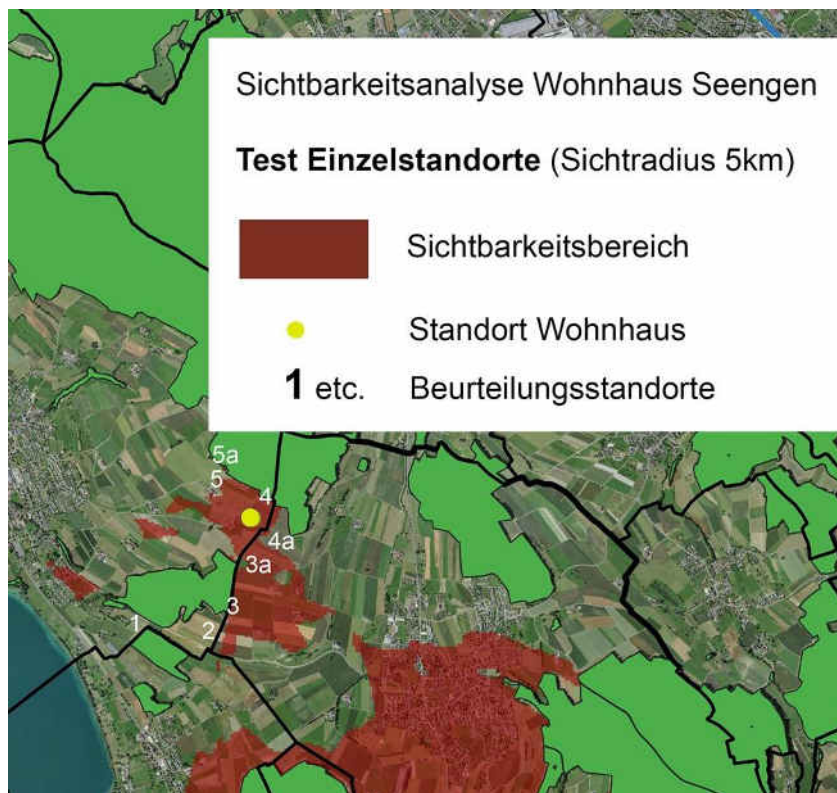
- Victor Condrau, DüCo GmbH, Landschaftsarchitekt



Die fachlich breit abgestützte Begleitgruppe überprüfte vor Ort die Genauigkeit der GIS-Analysen (v.l.n.r.): Naturschutz Heinz Hunziker, Kantonale Verwaltung Thomas Gremminger, Raumplanung Susanne Hagedorn und Thomas Meier, Gemeinderat Schafisheim Christian Vogel, Landwirt Seon Matthias Schatzmann, Vertretung Regionalplanungsverband Lebensraum Lenzburg Seetal und Grossrätin Gabi Lauper. Fotografie Victor Condrau, Landschaftsarchitekt.

4.3.2 Validierung vor Ort

Folgende Stationen wurden bezüglich objektbezogener Sichtbarkeit bei der Begehung überprüft:



Die Einzelergebnisse sind auf dem folg. Fragebogen zusammengestellt:

Auswertungsbogen, Begehung vom 21.4.2021 auf dem Rügel/Seengen

8 Teilnehmer*innen

A Sichtbarkeitsanalyse

Test Einzelstandorte

Bitte beurteilen Sie die besuchten Standorte von 1 bis 5.

Während der Exkursion wurden weitere Standorte überprüft (3a, 4a, 5a).

➤ **Die Beurteilung vor Ort stimmt mit der GIS-Analyse Sichtbarkeit überein (bitte ankreuzen):**

Standort 1: **X** ja nein

Auswertung:

Übereinstimmung zu 100% bezüglich «ja».

Standort 2: **X** ja nein

Auswertung:

Übereinstimmung zu 100% bezüglich «ja».

Standort 3: **X** ja nein

Auswertung:

Übereinstimmung zu 100% bezüglich «ja».

Standort 3a befindet sich in einer leichten Senke und direkt vor dem Geländeaufstieg. Deshalb konnte wie gemäss GIS-Analyse das Gebäude nicht gesehen werden.

Standort 4: **X** ja nein

Auswertung:

Übereinstimmung zu 100% bezüglich «ja».

Standort 4a befindet sich hinter einer leichten Geländekuppe. Deshalb konnte wie gemäss GIS-Analyse das Gebäude nicht gesehen werden.

Standort 5: **X** ja nein

Auswertung:

Übereinstimmung zu 100% bezüglich «ja».

Standort 5a befindet sich auf dem ca. 3 m hohen Wasserreservoir am Waldrand. Deshalb konnte wie gemäss GIS-Analyse das Gebäude im Unterschied zu Standort 5 gesehen werden.

Gesamtfazit

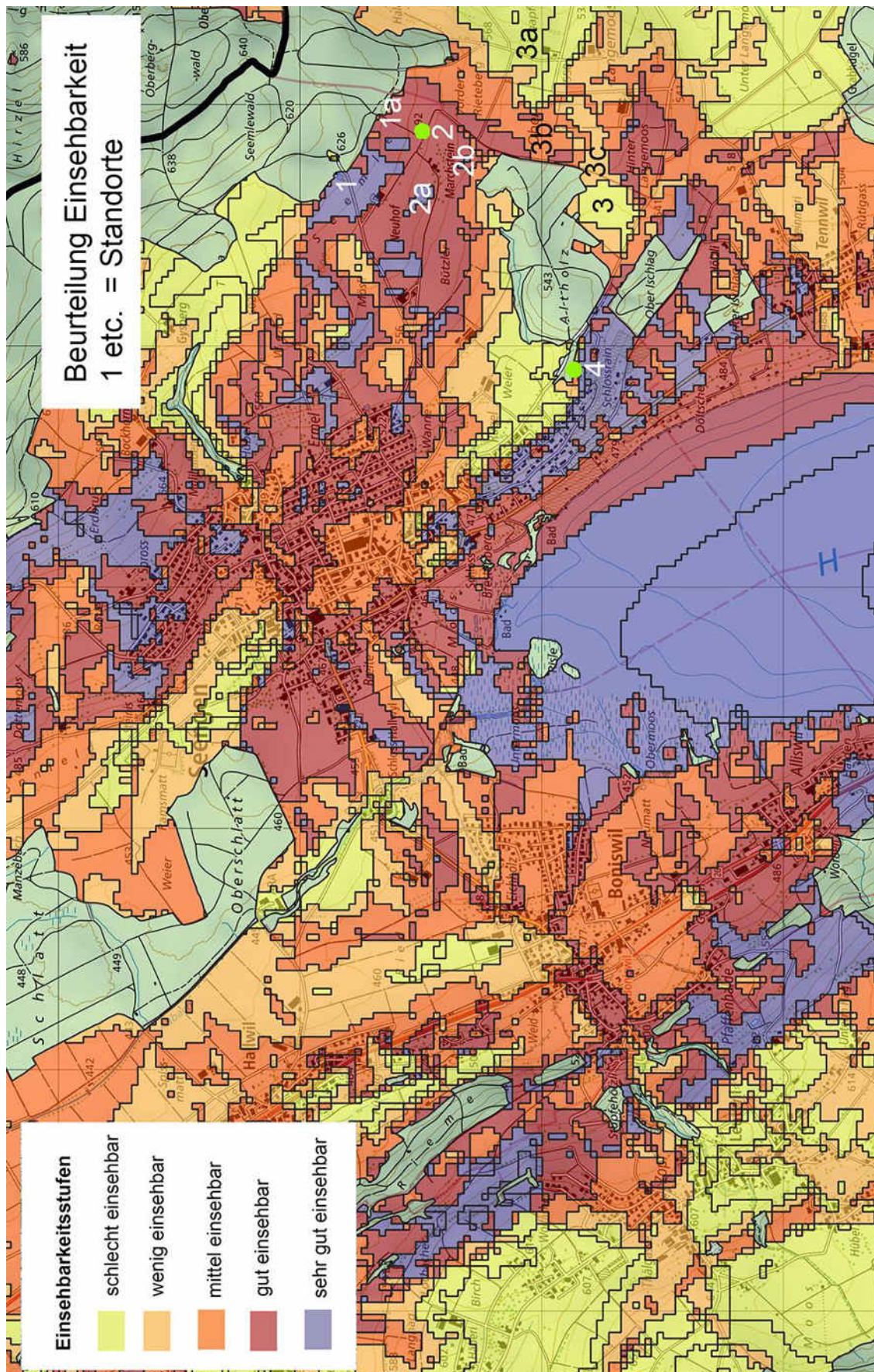
Die Beurteilungen vor Ort stimmen mit den GIS-Analysen bezüglich Sichtbarkeit im folgenden Grade überein (bitte Feld ankreuzen):

zu 20%	zu 40%	zu 60%	zu 80%	zu 100%

Bemerkungen:

Für alle Teilnehmer*innen war es verblüffend, wie genau die gemachte Sichtbarkeitsanalyse mit der Realität übereingestimmt hat. Ausschlaggebend war jeweils die angetroffene Topografie, wie Hügel, Kuppe, Senke, Mulde usw.

Folgende Stationen wurden bezüglich räumlicher Einsehbarkeit bei der Begehung überprüft:



Die Einzelergebnisse sind auf dem folg. Fragebogen zusammengestellt:

Auswertungsbogen, Begehung vom 21.4.2021 auf dem Rügel/Seengen

8 Teilnehmer*innen

B Einsehbarkeitsanalyse

Test Einzelstandorte

Bitte beurteilen Sie die besuchten Standorte von 1 bis 4.

Während der Exkursion wurden weitere Standorte überprüft (1a, 2a, 2b, 3a, 3b, 3c).

➤ **Die Beurteilung vor Ort stimmt mit der GIS-Analyse Sichtbarkeit überein (bitte ankreuzen):**

Standort 1: **X ja, zu 100%** **grösstenteils** **mässig** **nein**

Auswertung:

Übereinstimmung zu 100% bezüglich «ja».

Da der Standort 1 höher gelegen ist als 1a weist er eine höhere Einsehbarkeit auf als Standort 1a.

Standort 2: **X ja, zu 100%** **X grösstenteils** **mässig** **nein**

Auswertung:

Übereinstimmung zu 100% bezüglich «ja».

2a: Kleine Kuppe ermöglicht eine bessere Einsehbarkeit.

Standort 3: **X ja, zu 100%** **grösstenteils** **mässig** **nein**

Auswertung:

Übereinstimmung zu 100% bezüglich «ja».

Grössere Geländemulde beim Standort 3 ist für die tiefe Einsehbarkeit verantwortlich.

Die feinen Unterschiede zu den Standorten 3a, 3b, 3c stimmen tatsächlich mit der Realität überein.

Verantwortlich sind die topografischen Unterschiede.

Standort 4: **ja, zu 100%** **X grösstenteils** **mässig** **nein**

Auswertung:

Übereinstimmung zu 90% bezüglich «ja».

Bäume beeinflussten Sicht.

Gesamtfazit

Die Beurteilungen vor Ort stimmen mit den GIS-Analysen bezüglich Einsehbarkeit im folgenden Grade überein (bitte Feld ankreuzen):

			90	%
zu 20%	zu 40%	zu 60%	zu 80%	zu 100%

Bemerkungen:

Für alle Teilnehmer*innen war es verblüffend, wie genau die gemachte Einsehbarkeitsanalyse mit der Realität übereingestimmt hat. Ausschlaggebend war jeweils die angetroffene Topografie, wie Hügel, Kuppe, Senke, Mulde usw.

Die Übereinstimmung betrug ca. 90%. Aufgrund der Begehung wurde die Bewertungsskala leicht angepasst (30% Einsehbarkeit wurde von «sehr gut einsehbar» zu «gut einsehbar» gewechselt).

Die Sichtbarkeitsanalyse mit der Unterscheidung «ja / nein» war viel einfacher zu überprüfen als die Einsehbarkeitsanalyse mit 5 Stufen. Zum grössten Teil war man sich aber einig, dass bei den überprüften Standorten die jeweiligen Unterschiede bestehen und nachvollziehbar sind. Eine 5-stufige Unterscheidung durch die Teilnehmer*innen selbst und vor Ort wäre aber eine Überforderung. Die GIS-Analyse bietet hierfür eine grosse Hilfestellung.

4.3.3 Fazit Validierung

Für alle Teilnehmer*innen war es verblüffend, wie genau die gemachten Sichtbarkeits- und Einsehbarkeitsanalysen mit der Realität übereinstimmen und selbst minime Topographieveränderungen wie Hügel, Kuppe, Senke, Mulde usw. durch die GIS-Analyse realistisch abgebildet werden.

Die Übereinstimmung bei der Sichtbarkeitsanalyse betrug 100%!

Die Übereinstimmung bei der Einsehbarkeitsanalyse betrug ca. 90%.

Aufgrund der Begehung wurde die Bewertungsskala bei der Einsehbarkeit leicht angepasst (30% Einsehbarkeit wurde von «sehr gut einsehbar» zu «gut einsehbar» gewechselt).

Die Sichtbarkeitsanalyse mit der Unterscheidung «ja / nein» war viel einfacher zu überprüfen als die Einsehbarkeitsanalyse mit 5 Stufen. Zum grössten Teil war man sich aber einig, dass bei den überprüften Standorten die jeweiligen Unterschiede tatsächlich bestehen und nachvollziehbar sind.

Eine 5-stufige Unterscheidung durch die Teilnehmer*innen selbst und vor Ort wäre aber eine Überforderung und würde auch unterschiedlich, individuell ausfallen. Die GIS-Analyse bietet hierfür eine grosse Hilfestellung. Sie lässt sich auch nicht durch subjektive Wahrnehmungen täuschen und berechnet ganz neutral die Unterschiede aufgrund des Höhenmodelles aus.

- **Gesamthaft haben die Überprüfungen vor Ort gezeigt, dass die GIS-basierten Analysen mit der realen Landschaft eine sehr hohe Übereinstimmung haben.**
- **Die beiden Analysemethoden eignen sich sehr gut für die objektive Beurteilung von Sichtbarkeiten für Bauten und Anlagen.**

5 Weitere landschaftsrelevante Themen

Nebst den beschriebenen GIS-Analysen werden im Sinne einer Gesamtbetrachtung weitere Themen aus den Bereichen Natur, Landschaft, Erholung und Kultur beigezogen, sei es im Rahmen einer Standortevaluation oder für das Bezeichnen von empfindlichen Standorten bzw. Landschaftsräumen.

Erstellte Themenkarten für die Region LLS:

Bereich Landschaft:

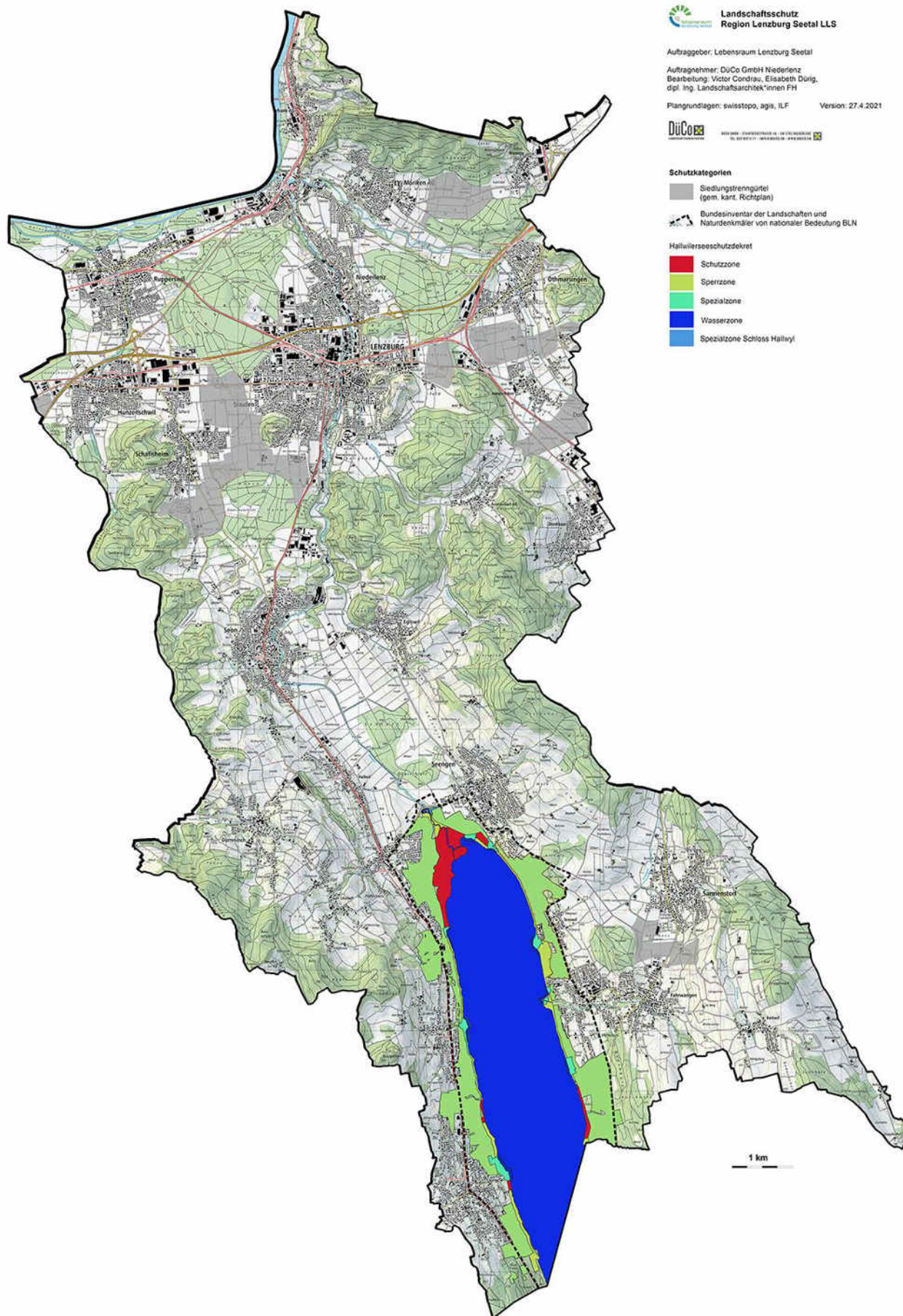
- Landschaften von kant. Bedeutung, inkl. Wald (gem. kant. Richtplan)
- Landschaftsschutzzonen (gem. kommunaler Nutzungsplanung)
- Hallwilersee-Schutzdekret
- Siedlungstrenngürtel (gem. kant. Richtplan)
- BLN

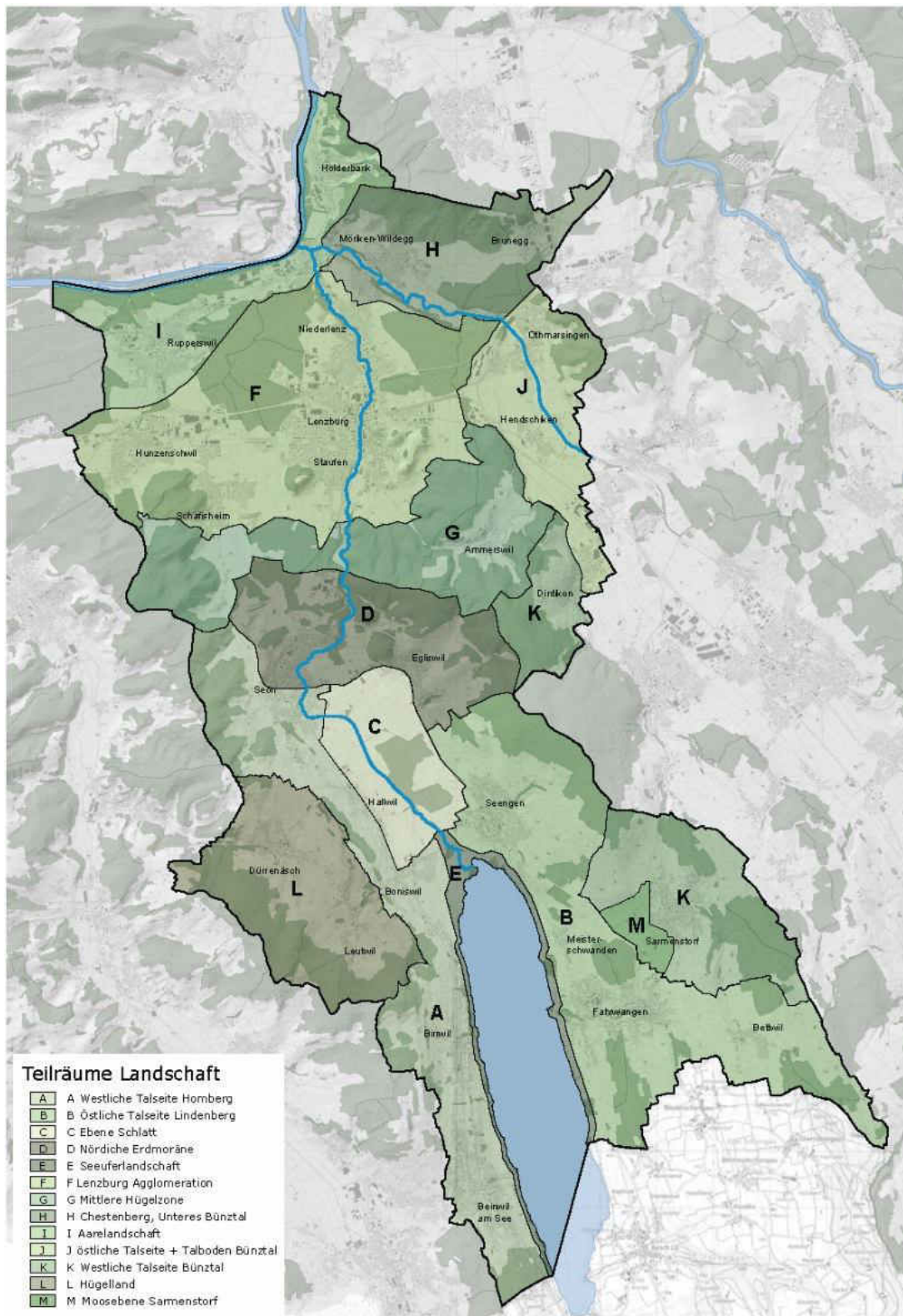
Bereich Natur:

- Wildtierkorridore (gem. kant. Richtplan und LEP)
- Div. Biotopinventare
- Artenvorkommen
- Naturschutzgebiete von kant. Bedeutung, inkl. Wald (gem. kant. Richtplan), inkl. Schutzgebiete von nat. Bedeutung
- Lokale Schutzgebiete, -objekte (gem. kommunaler Nutzungsplanung)

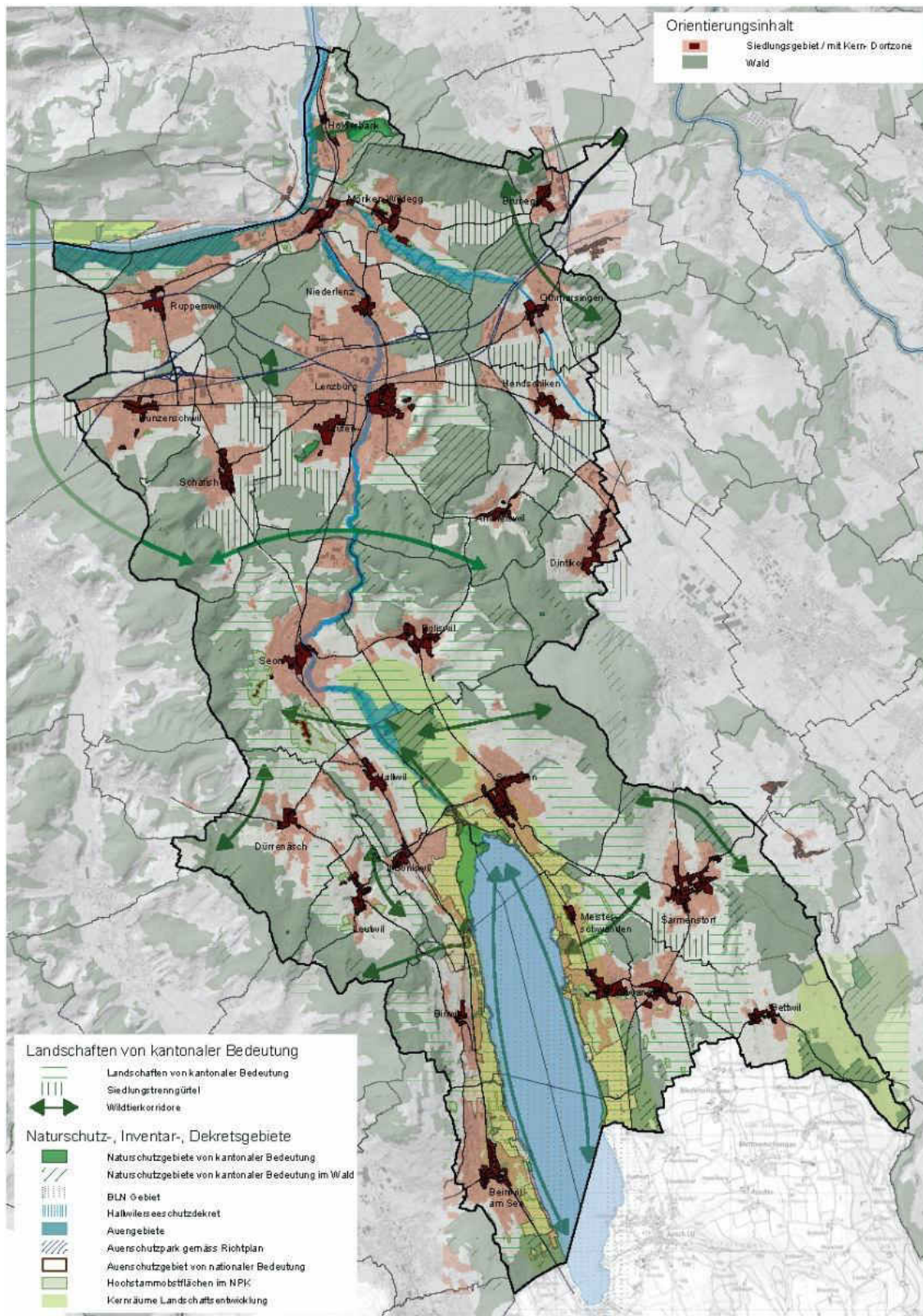
Bereich Kultur, Erholung:

- Geschützte Kulturgüter
- Historische Verkehrswege IVS
- Wanderwege, Velowege

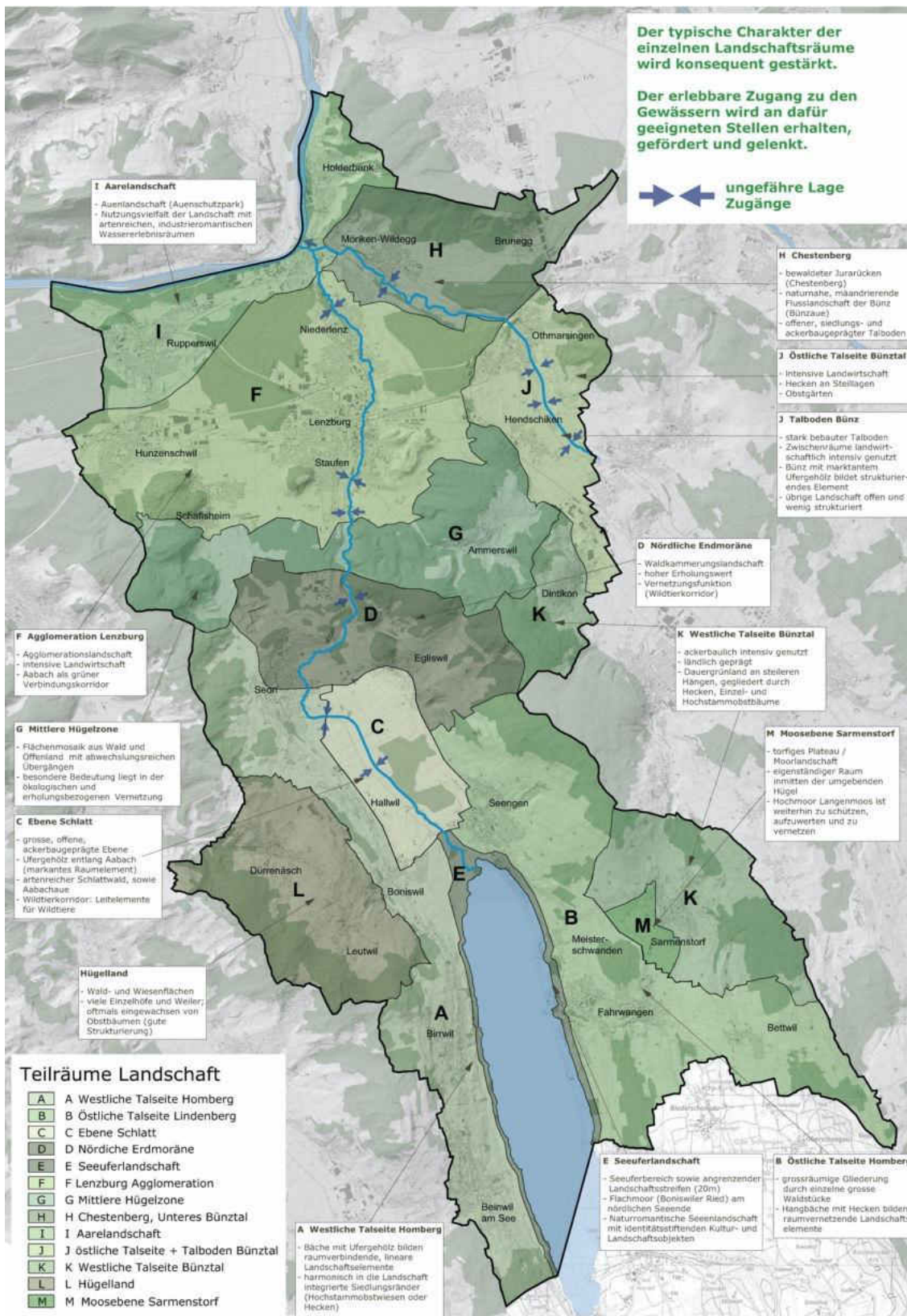




Teilräume Landschaft gem. LQ-Projekt und REK LLS.



Naturschutz-, Inventar- und Dekretsgebiete, LkB; Marti Partner August 2018



Zielbild Landschaft RK LLS, Marti Partner Juni 2019

6 Kriterienkatalog Landschaft für Interessenabwägungen

6.1 Methodik

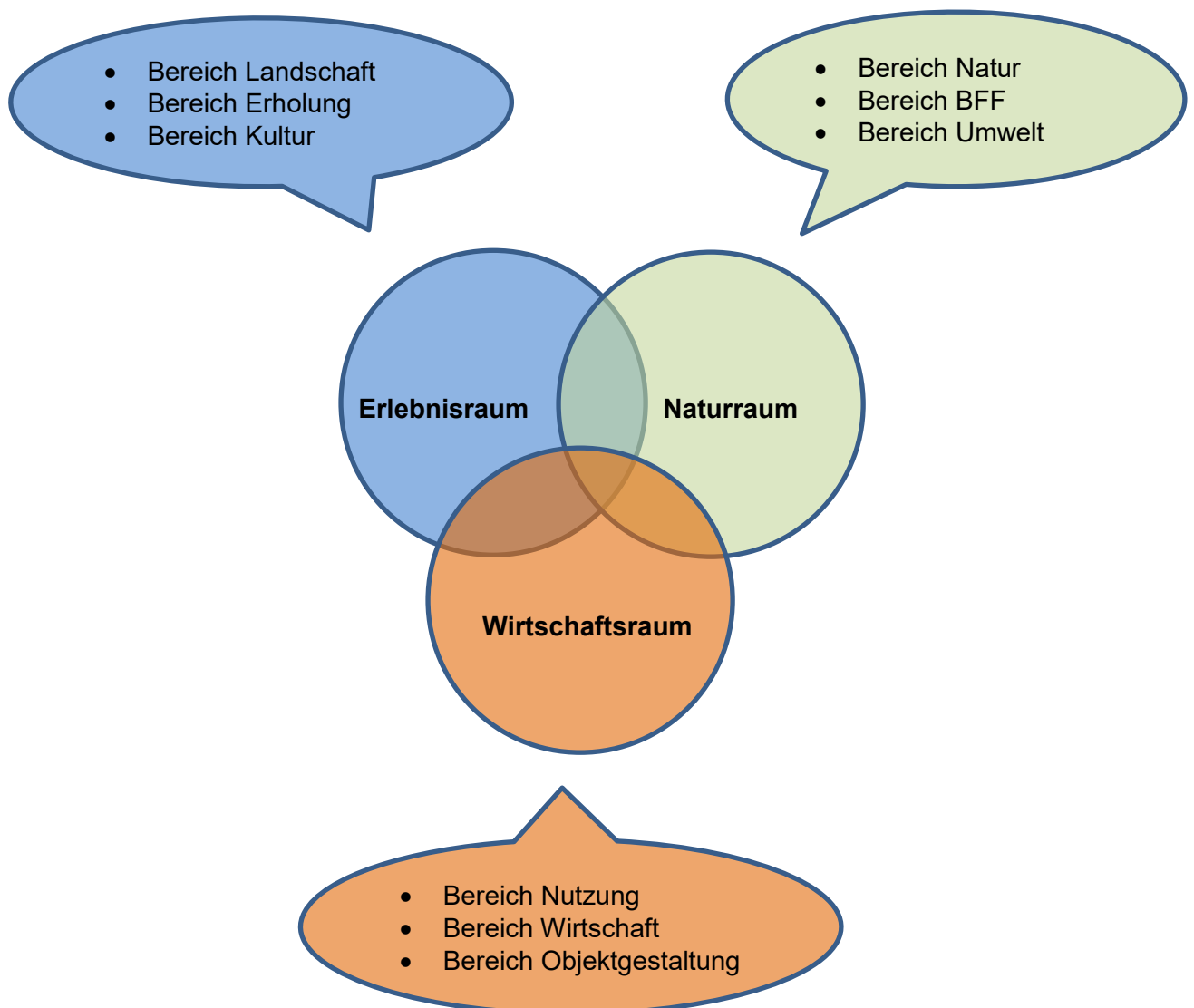
Basierend auf einem umfassenden Landschaftsverständnis wird die Landschaft als Raum mit unterschiedlichen Interessen betrachtet. In einem ersten Schritt werden die Interessen der drei Hauptthemen Erlebnisraum, Naturraum und Wirtschaftsraum zusammengetragen.

Für einen betroffenen Standort mit seinem Bauvorhaben werden die aktuelle Bedeutung pro Betrachtungsebene und die möglichen Auswirkungen aufgezeigt (Checkliste).

In einer Gesamtbetrachtung der Interessenabwägung werden die Auswirkungen zusammenfassend dargestellt und gewichtet (Tabelle). Darauf basierend kann ein Grundsatzentscheid gefällt werden (Zustimmung ohne Auflagen, Zustimmung mit Auflagen, Ablehnung).

Die Einsehbarkeits- und Sichtbarkeitsanalysen leisten dazu einen wichtigen Beitrag.

6.2 Betrachtungsebenen (Übersicht)



6.3 Kriterienkatalog Standortevaluation, Interessenabwägung

In der Checkliste sind die drei Betrachtungsebenen Erlebnisraum, Naturraum und Wirtschaftsraum in unterschiedliche Bereiche unterteilt. Diese Bereiche werden mit einzelnen Kriterien analysiert. Dabei wird unterschieden in:

Aktuelle Bedeutung: Kurzbeschrieb, Bedeutung und Relevanz für den Standort

B-Wert: Gewichtung Bedeutung: 1 bis 4 = gering, mittel, hoch, sehr hoch

Auswirkung: Kurzbeschrieb, inkl. Konfliktpotenzial, Beeinträchtigungen durch das Vorhaben am betroffenen Standort

A-Wert: Gewichtung Auswirkungen: -1 bis -4, d.h., „-4“ bedeutet eine sehr negative Beurteilung, da der Konflikt bzw. die Auswirkung sehr hoch ist.

Schutzstatus: N = national, K = kantonal/Regional, L = lokal, 0 = kein Schutzstatus, V = Vorgabe Richtplan oder andere Planungen

«Killerkriterium» «KK»

Wird ein Kriterium unter den Auswirkungen mit einem «Daumen nach unten» Symbol versehen (👎), bedeutet dies, dass das Baugesuch für diesen Standort abgelehnt werden muss!

➤ Die Beurteilung erfolgt pro Standort separat.

Weitere Informationen zum gleichen Thema:

➤ «STANDORTEVALUATION BEI BAUTEN IN DER LANDWIRTSCHAFTSZONE»
Interne Arbeitshilfe der Sektion Natur und Landschaft, André Stapfer und ALG (in Erarbeitung)

6.3.1 Checkliste: Kriterienkatalog Standortevaluation, Interessenabwägung

B-Wert: Gewichtung Bedeutung: 1 bis 4 = gering, mittel, hoch, sehr hoch

A-Wert: Gewichtung Auswirkungen: -1 bis -4, d.h., „-4“ bedeutet eine sehr negative Beurteilung, da der Konflikt bzw. die Auswirkung sehr hoch ist.

Schutzstatus: N = national, K = kantonal/Regional, L = lokal, 0 = kein Schutzstatus, V = Vorgabe Richtplan oder andere Planungen

Standort 1:

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
Bereich Landschaft (Schutz, Vorgaben)						
Landschaftsschutz	• BLN-Gebiet	N		4		
	• Landschaften von kant. Bedeutung gem. Richtplan LKB	K		4		
	• Landschaftsschutzzonen lokal gem. BNO	L		3		
	• Moorlandschaft	N		3-4		
Siedlungstrenngürtel	• Siedlungstrenngürtel gem. Richtplan	V		3		
Geomorphologie	• Geomorphologische Inventarobjekte • Geotope	0		2-3		
Dekretsgebiet	Verschiedene Schutzkategorien		1-4		1-4 Evtl. «KK» bei Sperrzone	

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
Bereich Landschaft (GIS-Analysen)						
Einsehbarkeit	Einsehbarkeit		Stufe 1 schlecht einsehbar (bis 10%) Stufe 2 wenig einsehbar (15%) Stufe 3 mittel einsehbar (20%) Stufe 4 gut einsehbar (25% und 30%) Stufe 5 sehr gut einsehbar (zwischen 35% und 60%)	1-5		
Sichtbarkeit	Sichtbarkeit		Ja, nein	1 4		
Unverbautes Landschaftsbild	- Erschliessungsgrad - Bebauungsgrad		Gem. GIS-Auswertung Stufen 1-4 Stufe 4: unerschlossen, unverbaut Stufe 3: wenig erschlossen/verbaut Stufe 2: stark erschl. /verbaut Stufe 1: sehr stark erschl. /verbaut	1-4		

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
Bereich Erholung						
Erholungswege	- Kantonales Wanderwegnetz - Wanderland Schweiz - Themenwege - Erlebnis- und Lehrpfade - Rad- und Skaterrouen	0		2-3		
Anlagen, Plätze	- Picknick-Plätze - Aussichtsorte - Verweilorte - Anlagen	0		2-3		
Bereich Kultur						
Historische Verkehrswege IV/S	- Wege mit Substanzbeurteilung - Wegbegleiter-Objekte	V	1-4		1-4 Evtl. «KK» bei nationalen Wegabschnitten mit sehr guter Substanz	
Ortsbildschutz	ISOS schützenswerte Ortsbilder	N	2-4		2-4 Evtl. «KK», wenn Vorhaben In der Nähe (ca. 50 m oder kleiner) eines Ortsbildschutzgebietes. oder wenn Sichtbeziehungen gestört werden.	
Kulturobjekte, Kulturdenkmäler	- Kulturgüterschutzinventar (A-Objekte= N, B-Objekte) - Inventarobjekte gemäss Denkmalpflege	A - B	3-4		1-4 Evtl. «KK», wenn Schutzobjekt mit kant. Bedeutung direkt gefährdet würde oder wenn Vor-	

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
					haben in der Nähe (ca. 50 m oder kleiner) eines Kulturschutzobjektes, oder wenn Sichtbeziehungen gestört werden.	
Archäologie	Archäologische Fundstellen	V	3-4		3-4 Evtl. «KK», sehr wichtige Objekte gefährdet würden.	

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
Bereich Natur						
Lebensräume	• Biotope von nationaler Bedeutung (Trockenwiesen- und weiden TWW, Hoch- und Flachmoore, Auen, Amphibienlaichgebiete IANB)	N	4	4	«KK» Ev. Nur -2 bis -3 je nach Distanz zum Schutzobjekt	-4
	• Ramsargebiete der Schweiz	V		4	«KK» Ev. Nur -2 bis -3 je nach Distanz zum Schutzobjekt	-4
	• Smaragd Gebiete	V		4	«KK» Ev. Nur -2 bis -3 je nach Distanz zum Schutzobjekt	-4
	• Bundesinventar der Wasser- und Zugvogelreservate von nat. Bedeutung	?			«KK» Ev. Nur -2 bis -3 je nach Distanz zum Schutzobjekt	-4
	• Naturschutzgebiete von kant. Bedeutung gem. Richtplan (inkl. Wald) • Auenschutzpark Kanton Aargau	K	4	4	«KK» Ev. Nur -2 bis -3 je nach Distanz zum Schutzobjekt	-4

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
	- Naturschutzzonen, -objekte von komm. Bedeutung gem. BNO Inkl. Waldländer) - Objekte in kommunalen Inventaren	L 0		3	Evtl. «KK», wenn sehr wertvolle Schutzobjekt gefährdet würden (Hecken ausgenommen, mit Auflagen ersetzbar, markante Einzelbäume sind im Projekt zu integrieren und bleiben geschützt).	-3 bis -4
	Dekretsgebiete Aargau	K			«KK» Ev. Nur -2 bis -3 je nach Distanz zum Schutzobjekt	-4
Arten	Besondere Artenvorkommen, Inventarobjekte, Monitoring	V	3-4		3-4 Evtl. «KK», wenn sehr wertvolle Arten gefährdet würden.	
Vernetzung	Vernetzungskorridore, Wildtierkorridore, überregionale Ausbreitungsachsen	V	4		4	
Vertragsflächen BFF	Biodiversitätsförderflächen gem. DZV (Vertragsobjekte Landwirtschaft)	V	2-4		2-4	

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
Bereich Umwelt						
Ressourcenschutz, Gewässerschutz	- Grundwasserschutz (Grundwasser-, Trinkwasserschutz, Quellschutzzonen) - Fließgewässer, Gewässerraum u.a. - Zustand: gem. Ökomorph. Gewässerkarte - Stilgewässer		4		4 «KK» bei Grundwasserschutzzonen 1-2, bei direkter Gefährdung von Still- und Fließgewässern	
Naturgefahren	- Gefahrengebiete, Hochwasserschutz - Gefahrenhinweiskarte ausserhalb Bauzone		3-4		3-4 «KK» (Detailangaben durch entsprechendes Kant. Amt)	

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
Bereich Nutzung						
Nutzungszone gem. BNO			Nutzungszone gem. BNO		Zonenkonformität muss gewährleistet sein. Ev. «KK»	
Fruchtfolgeflächen Kulturlandfläche			Aktuelle Situation gem. Kant. Richtplan, aktuelle Nutzung Anteil FFF: >70% = 4 30-70% = 3 20-29% = 2 <20% = 1		Verlust in Aren. <1ha = -1 1-2ha = -2 2-3ha = -3 >3ha = -4 Behördenbeschwerderecht Bund bei FFF-Verlust von über 3 ha.	
Erschliessung			Aktuelle Situation bezüglich Strassen-, Wegenetz, Erschliessung Anteil Erschliessung: 1-4 1 = geringe Erschliessung!		Es sind neue oder Erweiterungen von bestehenden Ver- oder Entsorgungsinfrastrukturen notwendig: Strassen, Wasser, Abwasser, Energie, Abfälle -1 bis -4 (-4 = sehr hoher Ausbau der Erschliessung)	

Kriterium	Inhalte	Schutz	Aktuelle Bedeutung (Text)	B-Wert	Auswirkungen (Text)	A-Wert
Bereich Objektgestaltung Bauvorhaben						
Gebäudegestaltung	Architektur, Raumkonzept, Grössenverhältnisse, Material- und Farbgebung, Gebäudestellungen in der Landschaft		Kein Text, da nur bei Auswirkungen relevant.		Einschätzung gem. Projekt	
Umgebungsgestaltung	Begrünungen, Erschliessung, Terraingestaltung, Oberflächenmaterialisierung, Versiegelungsgrad		Kein Text, da nur bei Auswirkungen relevant.		Einschätzung gem. Projekt	

6.4 Gesamtbetrachtung Kriterienkatalog

Tabelle: Gesamtbetrachtung Kriterienkatalog Standort X

Interessenbereiche	Beschreibung, Auswirkungen
Erlebnisraum	Die gravierendsten Auswirkungen: • X • Y „Killerkriterium“ vorhanden (☞): ☐ nein ☐ ja Anzahl:..... Kriterien:
Naturraum	Die gravierendsten Auswirkungen: • X • Y „Killerkriterium“ vorhanden (☞): ☐ nein ☐ ja Anzahl:..... Kriterien:
Wirtschaftsraum	Die gravierendsten Auswirkungen: • X • Y „Killerkriterium“ vorhanden (☞): ☐ nein ☐ ja Anzahl:..... Kriterien:

7 Quellen

BAFU (Hrsg.) 2020: Landschaftskonzept Schweiz. Landschaft und Natur in den Politikbereichen des Bundes. Bundesamt für Umwelt, Bern.

Aktionsplan des Bundesrates. 2017. Aktionsplan Strategie Biodiversität Schweiz. Bundesamt für Umwelt (BAFU) (Hrsg.). Bern.

Toni Broder, Abschlussarbeit berufsbegleiteter Weiterbildungskurs CAS GIS in der Planung 2016/2017 Hochschule Rapperswil (HSR Rapperswil)

Institut für Landschaft und Freiraum ILF, 2016: Landschaftsqualität im urbanen und periurbanen Raum, Haupt-Verlag, Bern

Schreiber Detlef, 1977: München, Untersuchungen Hochhausstandorte. Landeshauptstadt München, Baureferat Stadtplanung

BFE, BAFU, ARE (2010). Empfehlung zur Planung von Windenergieanlagen. Die Anwendung von Raumplanungsinstrumenten und Kriterien zur Standortwahl. Bern.

Egeter, M., Schmitt, H.-M. (2015). Erneuerbare Energien und Landschaft – eine Wegleitung für Gemeinden. HSR Hochschule für Technik Rapperswil (unveröffentlicht).

Etzensperger, L. (2012). Landschaftsgestalterische Regeln zur Eingliederung von Anlagen zur Energiegewinnung. Bachelorarbeit des Studiengangs Landschaftsarchitektur. HSR Hochschule für Technik Rapperswil (unveröffentlicht).

ILF Institut für Landschaft und Freiraum (2013). Visibility Map – GIS-gestütztes Instrument zur Ermittlung der Sichtbarkeiten der Landschaft Schweiz. In: ILF-Journal 2/2013. HSR Hochschule für Technik Rapperswil.

Läubli, M. (2015). Virtuelle Windparks gegen Ängste. Geplante Windkraftprojekte lösen in der Bevölkerung Skepsis und Vorurteile aus. Eine Computersimulation soll helfen. In: Tages-Anzeiger (27.09.2015).

Raphael Angehrn, Roger Bräm, Hans-Michael Schmitt 189 Sartoris, A., Fuhrer, J., Abegg, B., Reynard, E. (2012). Lösungsansätze für die Schweiz im Konfliktfeld erneuerbare Energien und Raumnutzung. Bern.

wind-data.ch (2015). Windenergie-Karte der Schweiz. Online verfügbar unter <http://wind-data.ch/windkarte/>. Kleinwindkraftanlagen Hartmann (2015). Online verfügbar unter <http://www.vertikale-windkraftanlage.de>.

KNE (2020): Auswirkungen von Solarparks auf das Landschaftsbild. Methoden zur Ermittlung und Bewertung.

Stapfer, A, 2021: «STANDORTEVALUATION BEI BAUTEN IN DER LANDWIRTSCHAFTSZONE» Interne Arbeitshilfe der Sektion Natur und Landschaft, ALG (in Erarbeitung)