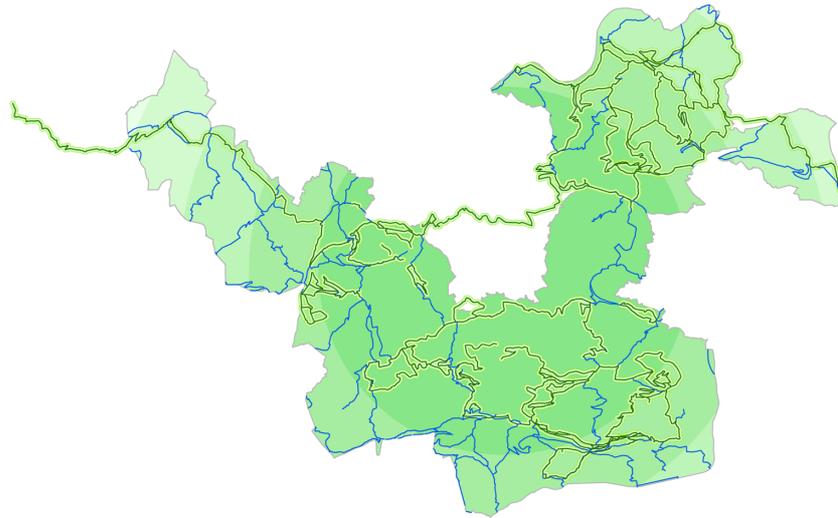


Netzwerk- und Qualitätsanalyse der Wanderwege im Jurapark Aargau



Departement Umweltsystemwissenschaften

Studiengang Umweltnaturwissenschaften

Eingereicht am 16. August 2018

Abgegeben an:

Monika Niederhuber

Betreuungsperson:

Marc Folini

Eingereicht durch:

Silvia Burgdorf

Universitätstrasse 11

8006 Zürich

silviab@student.ethz.ch

Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei meiner Betreuerin Frau Dr. Monika Niederhuber bedanken für die Bewertung meiner Bachelorarbeit, im Besonderen jedoch Marc Folini, der mich während der Erarbeitung der Datengrundlage und der Ausarbeitung kreativer Analysemethoden sehr unterstützt hat. Zudem gilt mein Dank Lea Reusser, Projektleiterin für Naturnahen Tourismus & GIS beim Jurapark für die Bereitstellung der nötigen Daten, sowie ihre aktive Hilfe bei Unklarheiten.

A. Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Übergeordnete Methoden der Analyse	3
2.1	<i>Allgemeines Vorgehen</i>	3
2.2	<i>Aufbau der Analyse</i>	3
2.3	<i>Aufbau der Unterkapitel</i>	5
2.4	<i>Untersuchungsperimeter</i>	5
2.5	<i>Qualität und Quantität in der Analyse</i>	6
3	Datenmodellierung	7
3.1	<i>Datenherkunft</i>	7
3.2	<i>Konzeptionelles Datenmodell</i>	8
4	GIS-basierte Netzwerk- und Qualitätsanalyse der Wanderwege im Jurapark	11
4.1	<i>Jurapark</i>	11
4.1.1	<i>Kennzahlen zum Wanderwegnetz des Juraparks</i>	11
4.1.2	<i>Wegdichtenvergleich Kanton Aargau, Jurapark und Gemeinden</i>	16
4.1.3	<i>Netzwerkanalyse auf Wegnetzebene</i>	22
4.2	<i>Themenwege</i>	31
4.2.1	<i>Natürliche Abwechslung: Bodenbedeckungsdiversität pro Themenweg</i>	32
4.2.2	<i>Anzahl Einrichtungen innerhalb definierter Puffer um die Themenwege</i>	35
4.2.3	<i>Netzwerkanalyse pro Themenweg</i>	42
5	Fazit und Ausblick	46
6	Empfehlungen an den Jurapark	48
7	Literaturverzeichnis	50
8	Anhang	51

Zusammenfassung

Diese Bachelorarbeit wurde in Zusammenarbeit der Professur für Forstliches Ingenieurwesen der ETH und dem Jurapark Aargau in Auftrag gegeben. Da Wandern zu einer der beliebtesten Freizeitaktivitäten des Parks zählt ist der Erhalt und Ausbau des Wanderwegnetzes ein wichtiges Interessengebiet desselben. Bisher existiert jedoch keine umfassende Analyse des bestehenden Wegesystems, weshalb die folgende Analyse diese Lücke zu schliessen versucht.

Dabei wird das Wegnetz im Jurapark, bestehend aus Kantonswegen und Themenwegen, auf zwei Ebenen untersucht: Die erste Ebene betrifft den Jurapark als Ganzes und vergleicht verschiedene Kennzahlen desselben, wie Wegsummen und –dichten, mit dem umliegenden Kanton, sowie den Gemeinden innerhalb des Parkperimeters. Hier wird zudem das Wegnetz in Form einer Netzwerkanalyse untersucht, das heisst es wird analysiert, wie weit bestimmte Einrichtungen, welche die Qualität des Wandererlebnisses beeinflussen, von Punkten auf dem Wegnetz entfernt sind. So zeigt sich, welche Regionen beispielsweise gut mit den öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar sind oder wie weit man gehen muss um eine Feuerstelle anzutreffen. Die zweite Ebene repräsentiert die Perspektive des Wanderers, der sich auf den Themenwegen fortbewegt und somit seine unmittelbare Umgebung wahrnimmt. Hier wird einerseits der Abwechslungsreichtum der Umwelt in Wegnähe betrachtet, sowie die Einrichtungen, die in einer bestimmten Distanz zum Weg liegen. Aus letzterer wird eine sogenannte 'Einrichtungsdichte', also Anzahl Einrichtungen pro Themenwegstrecke berechnet. Weiter wird wiederum mit Hilfe einer Netzwerkanalyse untersucht, wie weit man auf dem Weg gehen müsste, bis man eine nächste Einrichtung als Mehrwert für das Wandererlebnis erreicht. Aus den Indikatoren 'Einrichtungsdichte' und 'Durchschnittliche Distanz zu nächsten Einrichtungen' wurde jeweils ein Ranking für die Themenwege erstellt.

Die erste Erkenntnis der Analyse ist, dass für den Jurapark nur die Themen- und Kantonswege, auf denen die Analyse im Folgenden basiert, eine Rolle spielen. So zeigt sich, dass die Themenwege insgesamt mehr Strecke messen als die Kantonswege im Jurapark. Vom gesamten Wegnetz verlaufen dabei fast die Hälfte im Wald, ein Drittel im offenen Gelände und rund 20% in Siedlungsgebiet. Die Wegnetzdicke im Regionalpark ist doppelt so gross ist wie die durchschnittliche Wegdicke im Kanton Aargau, die Themenwegdicke entspricht der Kantonsdicke. Die Gemeinde 'Gansingen' verfügt über die meisten Kilometer Wegstrecke pro Quadratkilometer, 'Bözen' enthält demgegenüber keine Wege. Die Themenwegdicke unterscheidet sich dabei je nach Gemeinde stark von der Wegnetzdicke.

Die Netzwerkanalyse auf Wegnetzebene hat gezeigt, dass verschiedene Regionen für einzelne Einrichtungen besser erschlossen sind als andere. So entstehen sogenannte Fokusgebiete, die beispielsweise über besonders viele Sehenswürdigkeiten verfügen, die vom bestehenden Wegnetz aus in kurzer Distanz erreichbar sind und in diesem Kontext ausgebaut werden könnten. Teilweise gibt es aber auch Regionen, wo Einrichtungen vorhanden sind, aber kein Wegnetz diese anknüpft. Dies sind mögliche Hinweise für eine Erweiterung des Wegnetzes. Bei den Bushaltestellen ist dabei aufgefallen, dass diese hauptsächlich in Siedlungsgebieten liegen und abgelegene, kurze Wegstrecken dadurch vernachlässigt werden. Grundsätzlich sind die Wanderwege im Jurapark mit den öffentlichen Verkehrsmitteln jedoch in kürzerer Distanz erreichbar als mit dem Privatauto.

Die Anwendung der Netzwerkanalyse auf die Schwerpunktgebiete des Juraparks hat gezeigt, dass ebenfalls mögliche Foki pro Gebiet, z.B. eine grosse Anzahl Feuerstellen oder Aussichtspunkte mit entsprechend kurzer Distanz gegeben sind. Es fällt jedoch auf, dass für die Anreise mit den öffentlichen Verkehrsmitteln auffallend hohe Distanzen bis zum Wegnetz vorliegen im Vergleich zur Anfahrt mit dem Privatauto und dem Durchschnitt im Park.

Der 'Flösserweg' ist, gemessen an der Variabilität der enthaltenen Bodenbedeckungen, der abwechslungsreichste Weg im Jurapark. Er zeigte für das Kriterium 'Bodenbedeckungsdiversität' den maximalen Wert. Lange Wege werden dabei durch den Index tendenziell bevorteilt. Ausgehend von der Annahme, dass der Wanderer nur wahrnimmt, was in unmittelbarer Wegnähe liegt, zeigen verschiedene Puffer um die Themenwege, wie deren Unterhaltungs-, bzw. Erholungswert ist und wie bequem die Anreise ist. Der Vorteil von langen Wegen wie beispielsweise dem 'Fricktaler Höhenweg' wird durch die 'Einrichtungsdichte', also Anzahl Einrichtungen pro Kilometer Wegstrecke relativiert. Die Übersichtskarten für Feuer- und Bushaltestellen zeigen hier exemplarisch, welche Themenwege besonders geeignet sind. Über alle Kriterien von Anreise und Unterhaltung, bzw. Erholung gesehen schneidet einer der Limpergwege, sowie der 'Perimuk Wölflinswil' mit der höchsten relativen Dichte am besten ab.

Abschliessend beantwortet die Netzwerkanalyse zugeschnitten auf die Themenwege die Frage, wie weit man gehen müsste, bis man eine Einrichtung erreicht, die zum Wandererlebnis beiträgt. Hier gibt es Wege, die für Anreise und Unterhaltung, bzw. Erholung gleichermassen kurze Durchschnittsdistanzen aufweisen, genauso wie jene, die für eines der beiden Kriterien besser erschlossen sind. Bei dieser Bewertung schneidet der 'Natur und Kulturweg Linn' am besten ab, direkt gefolgt vom 'Evolutionspfad'. Der Fokus für mögliche Angriffspunkte liegt hier vor allem auf jenen Wegen, die weit von einer Bushaltestelle oder einem Parkplatz entfernt liegen und somit schlecht zu erreichen sind.

Ob die 'Einrichtungsdichte' oder die 'Durchschnittsdistanz zu Einrichtungen' die Qualität von Wanderwegen als Indikator besser beschreibt, hängt dabei von den Interessen des Juraparks, aber auch von der Einstellung des Besuchers ab.

Diese Bachelorarbeit bildet also eine erste Grundlage dafür, wie das Wegnetz im Jurapark bewertet werden kann. Sie gibt somit Hinweise für mögliche Angriffspunkte eines Ausbaus oder einer Aufwertung, soll aber ebenfalls als Orientierung für weitere Analysen dienen.

B. Abkürzungen

KDM	Konzeptionelles Datenmodell
GIS	Geografisches Informations System
JPA	Jurapark

UE	Einrichtungen für den Unterhaltungs- und Erholungswert
SW	Sehenswürdigkeiten
AP	Aussichtspunkte
FS	Feuerstellen
WW	Wegweiser

A	Einrichtungen für die Anreise
BH	Bushaltestellen
PP	Parkplätze

	Wegekategorien
TW	Themenwege
WN	Wegnetz

C. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Originaldatensätze für die Netzwerk- und Qualitätsanalyse.....	7
Tabelle 2: Wegkategorien im Jurapark.....	12
Tabelle 3: Weglängensumme pro Kategorie.	13
Tabelle 4: Anreiseoptionen im und um den Jurapark.....	14
Tabelle 5: Ausgewählte Gemeinden mit entsprechender Anzahl Einrichtungen.....	14
Tabelle 6: Anteil des Wegnetzes pro Bodenbedeckung.....	15
Tabelle 7: Anteil Themenwege pro Bodenbedeckung.	16
Tabelle 8: Relative Werte mit entsprechender Legende für Abbildungen.....	17
Tabelle 9: Wegdichten im Jurapark im Vergleich zum Kanton Aargau.	18
Tabelle 10: Wegnetzdicke ausgewählter Gemeinden.....	18
Tabelle 11: Themenwegdichten ausgewählter Gemeinden.....	20
Tabelle 12: Einrichtungskategorien mit entsprechenden Interessenpunkten.	22
Tabelle 13: Durchschnittsdistanz pro Einrichtung und Schwerpunktgebiet.	28
Tabelle 14: Durchschnittsdistanzen von Gemeinden bzw. dem Jurapark.	28
Tabelle 15: Themenwege mit alphabetischer Nummerierung.....	31
Tabelle 16: Ausgewählte Themenwege mit Anteilen verschiedener Bodenbedeckungen und Werten für Shannon-Index.....	33
Tabelle 17: Verwendete Puffer.....	35

D. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Allgemeines Vorgehen in der Bachelorarbeit.....	3
Abbildung 2: Aufbau der Analyse mit entsprechenden Kriterien.....	4
Abbildung 3: Aufbau der Unterkapitel pro Kriterium.	5
Abbildung 4: Der Jurapark in der Schweiz (Jurapark Aargau, 2015).	5
Abbildung 5: Übersicht Wegnetz mit verschiedenen Wegtypen.....	5
Abbildung 6: Konzeptionelles Datenmodell, erstellt anhand der Datensätze des Juraparks Aargau, des Kanton Aargau und Swisstopo.	10
Abbildung 7: Bushaltestellen Standorte im Jurapark.....	13
Abbildung 8: Anreisemöglichkeiten im und um den Jurapark.....	14
Abbildung 9: Bodenbedeckungen mit Wegkategorien.	15
Abbildung 10: Vorgehen zur Berechnung der Wegstrecke pro Fläche.	17
Abbildung 11: Wegnetzdichte oder die Beziehung zwischen Gemeindefläche und Wegnetzstrecke.	19
Abbildung 12: Räumliche Verteilung der Wegnetzdichte in Bezug zum Durchschnittswert im Jurapark.	19
Abbildung 13: Themenwegdichte als Relation zwischen Gemeindefläche und Themenwegstrecke im Gemeindeperimeter.	20
Abbildung 14: Räumliche Verteilung der Themenwegdichte in Bezug zum Durchschnittswert im Jurapark.	21
Abbildung 15: Netzwerkanalyse über die Distanz zur nächsten Sehenswürdigkeit.	23
Abbildung 16: Netzwerkanalyse über die Distanz zum nächsten Aussichtspunkt.	24
Abbildung 17: Netzwerkanalyse über die Distanz zur nächsten Feuerstelle.	25
Abbildung 18: Netzwerkanalyse über die Distanz zum nächsten Wegweiser.....	25
Abbildung 19: Netzwerkanalyse über die Distanz zur nächsten Bushaltestelle.	26
Abbildung 20: Netzwerkanalyse über die Distanz zum nächsten Parkplatz.....	27
Abbildung 21: Übersichtskarte zu den acht Schwerpunktgebieten im Jurapark.....	27
Abbildung 22: Jurapark mit Themenwegen.	32
Abbildung 23: Maximale Diversität der Bodenbedeckung auf dem Flösserweg.....	33
Abbildung 24: Beziehung zwischen Weglänge und Bodenbedeckungsdiversität pro Themenweg.	34
Abbildung 25: Vereinfachtes Grundmodell zur Analyse von Themenwegen.....	35
Abbildung 26: Beispielweg mit drei verschiedenen Puffern.	36
Abbildung 27: Absolute Anzahl Feuerstellen pro Themenweg.	37
Abbildung 28: Relative Anzahl Feuerstellen pro Themenweg.....	37
Abbildung 29: Absolute Anzahl Bushaltestellen pro Themenweg.....	38
Abbildung 30: Relative Anzahl Bushaltestellen pro Themenweg.	39

Abbildung 31: Fünf Themenwege mit Summe aller Einrichtungen.	39
Abbildung 32: Zusammenhang zwischen absoluter Anzahl und relativer Dichte pro Themenweg am Beispiel von Feuerstellen und 10 ausgewählten Wegen.....	40
Abbildung 33: Rangordnung durch Einrichtungsdichte aller Themenwege.....	41
Abbildung 34: Gegenüberstellung der Distanz zum nächsten Anreisepunkt und der nächsten Unterhaltungs-, bzw. Erholungsstätte.....	43
Abbildung 35: Rangordnung von Themenwegen im Jurapark bezüglich Durchschnittsdistanz zu Einrichtungen.	43
Abbildung 36: Zusammenhang von Einrichtungsdichte und Durchschnittsdistanz bezüglich aller Einrichtungen pro Themenweg.....	44

1 Einleitung

Der Jurapark (JPA) Aargau zählt zu den 15 Regionalen Naturparks der Schweiz. Er wurde im Jahr 2012 durch die Zusammenarbeit von insgesamt 28 Gemeinden, wovon 27 zum Kanton Aargau und eine zum Kanton Solothurn gehören, gegründet. Einer der Kernwerte des Juraparks ist dabei die Förderung einer regionalen, nachhaltigen Wirtschaft und somit ein vielfältiges, jedoch umweltschonendes Angebot im Parkgebiet. Der Unterhalt und Aufbau dieses Angebots für Besucher spielt dabei eine zentrale Rolle und somit gehört auch Wanderwegnetz zu einem der wichtigsten Interessengebiete des Regionalparks.

Wandern ist eine Sport- und Freizeitaktivität, die sich zunehmender Beliebtheit erfreut (Martínez et al., 2014), wobei die Wanderwege als Führungslinien für die Besuchernutzung funktionieren (Beeco et al., 2013). Die Zunahme an Wanderern ist, so Martínez et al., durch die tiefen Kosten der Aktivität begründet, da nur selten Eintrittsgebühren für das Betreten eines Weges erhoben werden. Ein weiterer Grund ist der soziale Nutzen, also das Erlebnis als Wandergruppe, sowie die Erholung und Verbesserung der Gesundheit (Rossi et al., 2015) durch Bewegung in der Natur. Die zunehmende Frequentierung von Wegen kann die Umwelt jedoch auch negativ beeinflussen (Martínez et al., 2014). Hinterlassener Abfall an Picknickplätzen, jedoch auch die Präsenz des Menschen trägt zur Störung der lokalen Flora und Fauna bei. Der Stärke der Umweltbelastung durch Freizeitaktivitäten hängt dabei davon ab, wo und wie lang die Nutzung stattfindet. Man nimmt dabei grundsätzlich an, dass eine lineare Beziehung zwischen Zunahme von Nutzung und Auswirkung auf soziale und biophysische Umwelt existiert (Manning et al., 1996): Je mehr Besucher und Zeit auf den Wegen, umso grösser die Belastung. Durch eine erhöhte Konzentration von Besucher können zudem Konflikte zwischen verschiedenen Nutzern und Interessengruppen entstehen, sofern die Besucherströme nicht richtig geführt werden (Rossi et al., 2016).

Um diese Negativeinflüsse zu reduzieren und die Wandergruppen zu dezentralisieren und um zu verstehen, wie sich Besucher auf dem Wegnetz bewegen, braucht es gute Messsysteme für die Qualität und Eignung von Wanderwegen, so Martínez et al. in ihrer Studie (Martínez et al., 2014). Das zunehmende Interesse an diesem Gebiet zeigt sich global durch eine starke Zunahme an Forschung im Bereich des Besuchermanagements und –monitoring (Lockwood, 2012). Laut Lockwood befinden sich allein 53 der insgesamt 758 Forschungspositionen in der Schweiz. Für die Messungen werden verschiedenste Methoden angewandt, von der herkömmlichen Datenaufnahme mit quantitativen und qualitativen Befragungen der Besucher, Verkehrszählern, GPS-Empfängern und GPS-Empfang über das Smartphone (Pickering et al., 2018). Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung von ArcGIS mit beispielsweise einer Sichtbarkeitsanalyse (Schirpke et al., 2016) oder einer räumlichen Analyse, wie sie von Martínez und Ocaña (2014) angewendet wurde. Letztere untersuchte ein vorhandenes Wegnetz mit Hilfe von Kriterien wie der 'Bewanderbarkeit' und dem 'Natürlichen Interesse' von Wegstrecken. Durch einen gewichtete Verrechnung der Werte pro Kriterium Strecke konnte so eine Aussage über die Eignung und Attraktivität der einzelnen Wege gemacht werden. Dieses Fazit entspricht somit der Aussage von Beeco et al. (Beeco et al., 2013), dass räumliche Analysen eine Möglichkeit sind, Besuchererlebnisse vorauszusagen, abzuschätzen und zu beobachten.

Ein Hauptproblem, welches die Verwendung räumlicher Daten mit sich bringt, ist jedoch, dass klassische statistische Annäherungen damit nicht funktionieren (Mitchell, 2005).

Besucher verteilen sich demnach nicht zufällig, sondern ausgerichtet an bestimmten Faktoren über ein Wegnetz. So weisen räumlich nah beieinander liegende Variablen eine grössere Wahrscheinlichkeit auf, sich ähnlich zu sein, als weit auseinander liegende (Beeco et al., 2013). Wenn man diese Überlegung auf den Jurapark und zwei parallel verlaufende Wege anwendet, ist es offensichtlich, dass sie ähnliche Eigenschaften aufweisen und so beispielsweise beide in Flussnähe liegen und mehr Besucher anziehen.

Da Wandern auch im Jurapark zu einer der beliebtesten Freizeitaktivitäten gehört, ist der Erhalt und Ausbau des vorhandenen Wegnetzes eine wichtige Aufgabe des Regionalparks. Um als Grundlage dafür zu verstehen, wie sich Besucher auf dem Wegnetz bewegen, braucht es vorerst eine Analyse des bestehenden Wegnetzes und dessen Stärken und Schwächen. Eine entsprechende Studie existiert bisher nicht, weshalb diese Bachelorarbeit vom Jurapark Aargau an der Professur für Forstliches Ingenieurwesen der ETH Zürich in Auftrag gegeben wurde.

Ziel der Arbeit ist es also, einen umfassenden Einblick in den aktuellen Zustand des Wanderwegnetzes im Jurapark zu geben und somit seine Stärken und Schwächen aufzuzeigen.

Im Rahmen der folgenden Bachelorarbeit werden also folgende Fragestellungen beantwortet:

- **Welche quantitativen und qualitativen Kenngrössen ermöglichen eine Beurteilung des gegebenen Wanderwegnetzes?**
- **Welche Stärken und Schwächen weist das aktuelle Wanderwegnetz im Jurapark auf?**
- **Welche Möglichkeiten hat der Jurapark, um das bestehende Wegnetz zu erweitern oder aufzuwerten?**

Die nachfolgende Analyse soll als Orientierung für eine mögliche Aufwertung dienen, aber auch als Grundlage für weiterführende Studien, die die Qualität des Wegnetzes im Jurapark aus einer neuen Perspektive beleuchten könnten.

2 Übergeordnete Methoden der Analyse

2.1 Allgemeines Vorgehen

Für die Erarbeitung der einzelnen Kriterien in Bezug zum bestehendem Wanderwegnetz im Jurapark Aargau wurde wie in Abbildung 1 dargestellt vorgegangen.

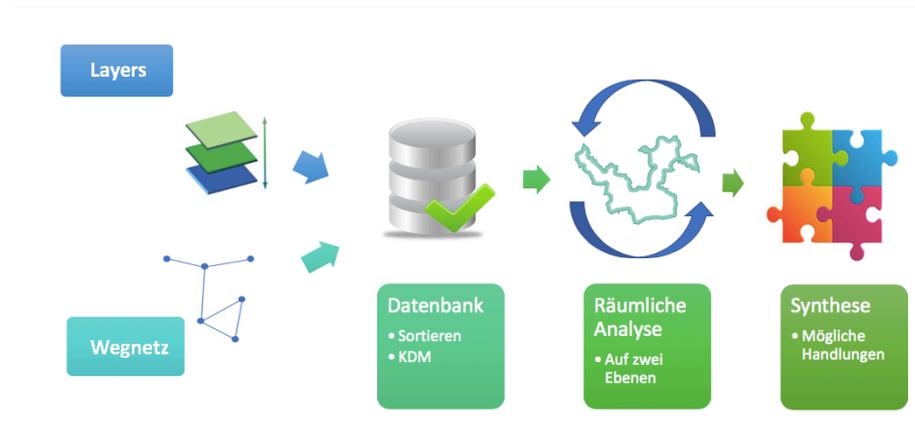


Abbildung 1: Allgemeines Vorgehen in der Bachelorarbeit.

Zu Beginn war der Hauptschwerpunkt die Erarbeitung einer Struktur in den zahlreichen, unverknüpften Datensätzen. So wurde einerseits das relevante Wegnetz aus Kantons- und Themenwegen definiert und andererseits die für die Analyse nötigen Schichten bzw. Layer in ArcGIS, wie z.B. die Bodenbedeckung und die Datensätze mit Feuerstellen und Aussichtspunkten, erstellt. Diese wurden dann im zweiten Schritt in Form eines 'Konzeptionellen Datenmodells' (KDM), siehe Kapitel 3.2, zusammengefasst.

Diese Informationen wurden dann in Form eines 'Logischen Datenmodells', welches sich am Konzeptionellen Datenmodell orientiert, in 'ArcGIS for Desktop' geladen. Aufbauend auf dem Logischen Modell wurde anschliessend die räumliche Analyse mit 'ArcMap 10.5' durchgeführt. Abschliessend wurden die gewonnenen Informationen in Form einer Synthese diskutiert. Alle aufgeführten Grafiken wurden dabei mit 'R Studio erstellt'. Die entsprechenden Codes sind im Anhang ab Seite 78 eingefügt.

2.2 Aufbau der Analyse

Die folgende Analyse basiert auf einer Betrachtung auf zwei Ebenen (Abbildung 2): Die erste Ebene gibt einen Überblick zu verschiedenen Kenngrössen des Wegnetzes und die einzelnen Wegkategorien für den gesamten Jurapark. Auf der zweiten Ebene werden die Themenwege, da diese von besonderem Interesse für die Parkverwaltung sind, separat betrachtet. Ebenfalls in Abbildung 2 aufgeführt sind die Indikatoren, die auf jeder Ebene untersucht werden. Diese werden auf der folgenden Seite genauer erläutert.

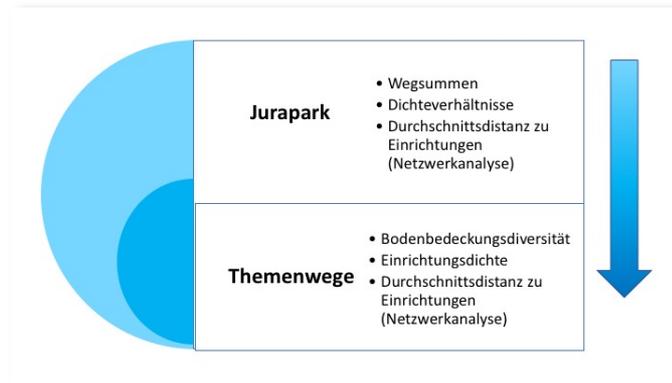


Abbildung 2: Aufbau der Analyse mit entsprechenden Kriterien.

Auf Juraparkebene werden verschiedene Kennzahlen berechnet, u.a. die totale Wanderwegstrecke von Themen- und Kantonswegen, die Verteilung dieses Wegnetzes auf verschiedene Bodenbedeckungen und die Gesamtzahl der Anreisemöglichkeiten auf den Park gesehen.

Weiter werden Dichteverhältnisse der Wege auf Ebene des Juraparks im Vergleich zum Kanton Aargau, sowie Wegdichte pro Gemeinde, analysiert. Das bedeutet, es wird jeweils berechnet, wie viel Kilometer Wegstrecke innerhalb einer bestimmten Fläche liegen.

Zudem ist die Netzwerkanalyse Teil der ersten Ebene der obliegenden Arbeit. In diesem Zusammenhang werden erstmals die 'Einrichtungen' eingeführt. Damit sind Teile von Infrastruktur, namentlich Kriterien gemeint, die entweder die Anreise ermöglichen oder den Unterhaltungs-, bzw. Erholungswert eines Wanderweges steigern. Dazu gehören einerseits Bushaltestellen und Parkplätze, andererseits Sehenswürdigkeiten, Aussichtspunkte, Feuerstellen und Wegweiser. Das Netzwerk für die Analyse entsteht aus einem Verbund von Punkten, die in definiertem Abstand über das Wegesystem verteilt wird. Von jedem Punkt aus kann die zu gehende Distanz auf dem Wegnetz zur jeweils nächsten Einrichtung berechnet und somit eine Verteilung über das Netzwerk und den Jurapark dargestellt werden. Daraus wird für den Jurapark, die Gemeinden, sowie die vom Jurapark ausgewiesenen Schwerpunktgebiete eine Durchschnittsdistanz pro Fläche und Einrichtung berechnet, die eine Aussage über die Erschliessung des Gebietes ermöglicht.

Auf Ebene der Themenwege werden die Kriterien 'Bodenbedeckungsdiversität', 'Einrichtungsdichte', sowie 'Durchschnittliche Distanz zu Einrichtungen' untersucht.

Die 'Bodenbedeckungsdiversität' baut auf der Annahme auf, dass sich ein Wanderer eine möglichst abwechslungsreiche Umgebung bei seiner Freizeitaktivität wünscht. Sie wird hier durch den Anteil Wegstrecke pro verschiedenen Bodenbedeckungen, also zum Beispiel Wald, Siedlung oder offenes Gelände, gemessen und mit dem 'Shannon-Index' berechnet.

Für die Einrichtungsdichte werden ausgehend von einem definierten Puffer um den Pfad beispielsweise die Bushaltestellen gezählt, woraus eine absolute Anzahl (Kriterium pro Weg), sowie eine relative Dichte (Kriterium pro Weg und Strecke) resultiert. Die genaue Position der Einrichtungen wird hierbei nicht beachtet.

Ergänzend wird darum pro Weg, aufbauend auf der Netzwerkanalyse auf Juraparkebene, die durchschnittliche Distanz pro Weg zur jeweiligen Einrichtung erfasst und daraus ein Ranking erstellt.

2.3 Aufbau der Unterkapitel

Da in dieser Bachelorarbeit sehr unterschiedliche Aspekte des Wegnetzes in den einzelnen Kapiteln behandelt werden, wurde zur besseren Übersicht und Verständlichkeit für jedes Kriterium (Abbildung 2) jeweils ein Methoden-, Resultat- und Diskussionsteil verfasst (Abbildung 3). Die Methoden beschreiben dabei jeweils die Vorgehensweise in 'ArcGIS for Desktop' mit Link zu dem entsprechenden Modell oder Code aus 'R Studio' im Anhang ab Seite 51.



Abbildung 3: Aufbau der Unterkapitel pro Kriterium.

2.4 Untersuchungsperimeter

Der Jurapark liegt mit insgesamt 28 Gemeinden des Kantons Aargau und Solothurn im Norden der Schweiz (Jurapark Aargau, 2015) und wird am oberen Rand von der deutschen Grenze und dem Rhein eingegrenzt (Abbildung 4). Er umfasst dabei eine Fläche von 241 km² und beherbergt 40'400 Einwohner (Netzwerk Schweizer Pärke, 2018).



Abbildung 4: Der Jurapark in der Schweiz (Jurapark Aargau, 2015).

Das Wanderwegnetz im Parkperimeter (Abbildung 5) setzt sich aus den Wegen des Kanton Aargau, sowie den Themenwegen, welche vom Jurapark verwaltet werden, zusammen. Beide werden als 'Wegnetz' zusammengefasst. Die Themenwege werden, da sie von speziellem Interesse für den Jurapark sind, in einem separatem Kapitel behandelt. Dazu kommen etliche Wegsegmente, die sehr dicht über den ganzen Park verteilt sind und als 'Weitere Wege' in der Analyse nicht weiter behandelt werden, da es sich nicht ausschliesslich um Wanderwege handelt (Reusser, 2018).

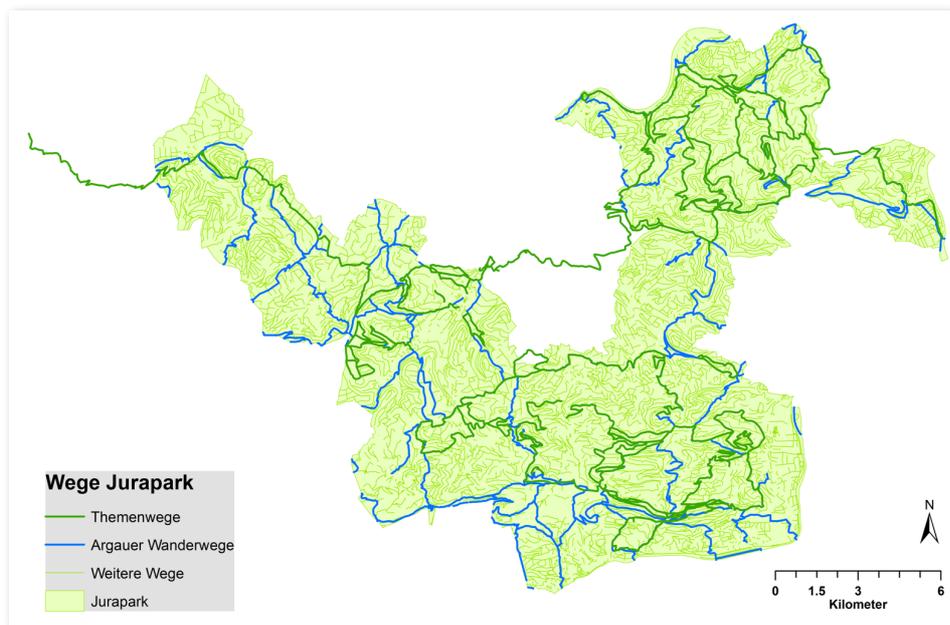


Abbildung 5: Übersicht Wegnetz mit verschiedenen Wegtypen.

2.5 Qualität und Quantität in der Analyse

Die Qualität eines Wanderweges wird im Rahmen dieser Arbeit einerseits durch Diversität verschiedener Bodenbedeckungstypen, andererseits durch das Vorhandensein von verschiedenen Einrichtungen in Wegnähe definiert. Dabei entspricht grosse Quantität guter Qualität: Beispielsweise wird ein Weg, welcher über fünf Bushaltestellen und zwei Parkplätze in kurzer Distanz erreichbar ist, qualitativ besser eingestuft als jener, der über eine oder keine Zufahrtsmöglichkeit verfügt. In Bezug auf die Kriterien wird in der Analyse also Quantität, bzw. Nähe zum Weg, als Qualität interpretiert.

Zu Beginn der Arbeit war eine Datenaufnahme im Feld geplant, wo nicht nur das Vorhandensein und die Nähe einer Einrichtung zum Weg, sondern auch deren Zustand und Wirkung auf den Betrachter festgehalten worden wäre. Aus zeitlichen Gründen musste dieser Teil der Analyse jedoch weggelassen werden.

3 Datenmodellierung

In diesem Kapitel wird erläutert, welche Datengrundlagen für die Arbeit verwendet wurden. In Kapitel 3.1 wird aufgezeigt, welche Datensätze für die GIS-Analyse und Berechnungen benutzt wurden. In Kapitel 3.2 wird die Übersetzung in ein Konzeptionelles Datenmodell (KDM) erklärt.

3.1 Datenherkunft

Die quantitative Untersuchung, sowie die Netzwerkanalyse des Wanderwegnetzes im Jurapark wurden mit ‚ArcGIS for Desktop‘ von Esri durchgeführt. Die benötigten Datensätze wurden grösstenteils durch den Regionalpark selbst zur Verfügung gestellt, zusätzlich durch Swisstopo und den Kanton Aargau. Die Verwendung der Daten wurde dabei vorangehend durch einen Datenvertrag geregelt. Alle Datensätze, die für die Analyse verwendet wurden, sind in das neue Koordinatensystem ‚CH1903+_LV95‘ überführt worden und in Tabelle 1 aufgelistet.

Tabelle 1: Originaldatensätze für die Netzwerk- und Qualitätsanalyse.

Urheber	Datenname	Bedeutung	Datenformat
© 2018 Jurapark Aargau	Eisenweg	Themenwege	Feature Class
	Feuerstellen		Feature Class
	FloesserwegADBlv0395		Feature Class
	FricktalerHoehenweg		Feature Class
	cheisachertum		Feature Class
	chriesiweg		Feature Class
	dinosaurierlehrpfad		Feature Class
	evolutionspfad_ab_rheinfeldern		Feature Class
	langlaufloipe_gisliflue		Feature Class
	limpergwege		Feature Class
	perimukwoelfflinswil2015		Feature Class
	rund_um_sulz		Feature Class
	skulpturenweg		Feature Class
	martinweg_witnau		Feature Class
	naturkulturweg_linnlv0395		Feature Class
	cheisacher_neu		Feature Class
	perimuk_biberstein		Feature Class
	sinnespfad_gipfoberfrick_lv0395	Feature Class	
	Trails_Themenwege_Sammlung	Feature Class	
	Perimeter_JPA	Grenzen Juraparks	Feature Class
Sehenswuerdigkeiten	Liste von Interessenpunkten innerhalb Juraparks, u.a. Aussichtspunkte	Feature Class	
Feuerstellen	Feuerstellen	Feature Class	
Aussichtspunkte	Aussichtspunkte	Feature Class	
signpostep	Wegweiser innerhalb Jurapark	Feature Class	
AusgangspunkteErholung	Parkplätze und Bushaltestellen	Feature Class	
Parkplaetze_div	16 Parkplätze im JPA	Feature Class	
SchwerpunktgebieteErholung	Fokusgebiete Jurapark	Feature Class	

© 2018 Swisstopo	TLM_Kantonsgebiet	Kantons Grenzen	Feature Class
	TLM_Hoheitsgebiet	Gemeindegrenzen	Feature Class
	TLM_Strasse	Wege <2.8 m Breite	Feature Class
	TLM_Verkehrsareal	Enthält öffentliche Parkplätze	Feature Class
	TLM_Haltestelle	Haltestellen öffentlicher Verkehr	Feature Class
	TLM_Bodenbedeckung	Bodenbedeckung	Feature Class
	TLM_Siedlungsname	Siedlungsfläche	Feature Class
	swissimage2.5	Foto Jurapark mit Auflösung 2.5x2.5m	raster.tif
© 2018 Daten des Kanton Aargau	Aargauer Wanderwege	Kantonale Wege	Feature Class

3.2 Konzeptionelles Datenmodell

Die in Tabelle 1 aufgeführten Datensätze wurden teilweise zusammengeführt und bearbeitet, um die Grundlage einer einheitlichen Datenbank für die folgende Analyse zu garantieren. Das entsprechende KDM, welches die Übersetzung der ursprünglichen Daten in die Analysedaten im Programm 'ArcGIS for Desktop' beschreibt, wurde mit 'PowerPoint' erstellt und ist auf Seite 10 (Abbildung 6) aufgeführt. Das Modell gliedert die vorhandenen Datensätze in 'Geografische Parameter', 'Wanderweg- und Anreiseinfrastruktur', sowie Kriterien für 'Natürliches Interesse'. Die Idee für Letztere stammt dabei aus einer Studie, die auf einer Multikriterienanalyse des Wanderwegnetzes eines Naturparks aufbaut (Martínez et al., 2014). Sie umfassen hier jedoch verschiedene Kriterien für den Unterhaltungs- und Erholungswert von Wanderwegen wie 'Bodenbedeckung', 'Aussichtspunkte', 'Sehenswürdigkeiten', 'Feuerstellen' und die Beschilderung durch 'Wegweiser'.

Die insgesamt 40 Themenwege umfassen einerseits die Einzeldatensätzen pro Weg mit entsprechendem Namen (Tabelle 1), sowie die 'Trails_Themenwege_Sammlung' und wurden zu einem Datensatz zusammengeführt. Identische Wegstrecken wurden via Editor in 'ArcGIS for Desktop' bereinigt. Die 'Langlaufloipen Gisliflue' wurden dabei mit einbezogen, da Langlaufen im Winter auch als eine Art 'Wandern' verstanden werden kann und die Strecken mit ihrer Erschliessung und Vernetzung einen Bestandteil des Wegnetzes bilden. Der Datensatz 'Wege_JPA_tot' enthält das Wegnetz aus Themen- und Kantonswegen, wobei identische Wegstrecken eliminiert wurden. Der Datensatz 'tot' wird im Fliesstext als 'Wegnetz' bezeichnet. Die Kategorie 'Weitere Wege' stammt aus 'TLM_Strassen' und enthält Wege und Segmente, die weniger als 2.8 Meter breit sind.

Die Parkplätze im Juraparkperimeter wurden aus drei Datensätzen zusammengeführt und bereinigt (ArcGIS Werkzeug 'Integrate', sowie 'Delete identical' mit jeweils 30m Toleranz, anschliessend manuell via Editor):

- 'AusgangspunkteErholung'
- 'Parkplatze_div'
- 'Öffentliche_Parkplätze' aus dem Datensatz 'TLM_Verkehrsareal' wurden mit dem Werkzeug 'Feature to point' von Flächen in Punkte umgewandelt, da in der Analyse das Vorhandensein und nicht die Fläche pro Parkplatz untersucht wird.

Die Bodenbedeckung wurde einerseits aus dem gleichnamigen Original (,TLM_Bodenbedeckung') gewonnen, jedoch ergänzt mit der Siedlungsfläche (,TLM_Siedlungsname' mit ArcGIS Werkzeug ,Buffer' mit 100m). Dabei wurden die Flächen von ,Fließgewässern' und ,Feuchtgebieten' zusammengefasst und mit einem Puffer von 50 m versehen. Dies, weil im Anschluss in der Analyse die Wegstrecke pro Bodenbedeckung berechnet wird. Ohne den Puffer wäre die Wegsumme entsprechend gleich Null, da die Wege nicht innerhalb eines Flusses verlaufen, sondern an dessen Ufer. Für die Kategorie ,Wald' wurden die Flächen ,Wald' und ,Offener Wald' aus dem TLM-Datensatz zusammengeführt. Die Klasse ,Offenes Gelände' wurde aus der Subtraktion der Juraparkfläche minus ,Wald', ,Felsiger Untergrund', ,Siedlungen' und ,Gewässer und Feuchtgebiete' gewonnen. Diese Pufferflächen wurden von der restlichen Bodenbedeckung subtrahiert und dann neu zusammengeführt.

Die Aussichtspunkte wurden aus dem Datensatz der ,Sehenswürdigkeiten' ausgeschlossen und als Einzelkriterium zusammengeführt.

Wichtig ist, hier zu erwähnen, dass die Datensätze zu den Kriterien natürlichen Interesses, mit Ausnahme der Bodenbedeckung, sowie der Parkplätze und Bushaltestellen, durch die ursprünglichen Daten nur für das Parkgebiet selbst gegeben waren. Aus diesem Grund wurde die Analyse, ausser im Fall der Themenwege, nur auf den Parkperimeter beschränkt und die Daten, wo immer nötig, entsprechend zugeschnitten.

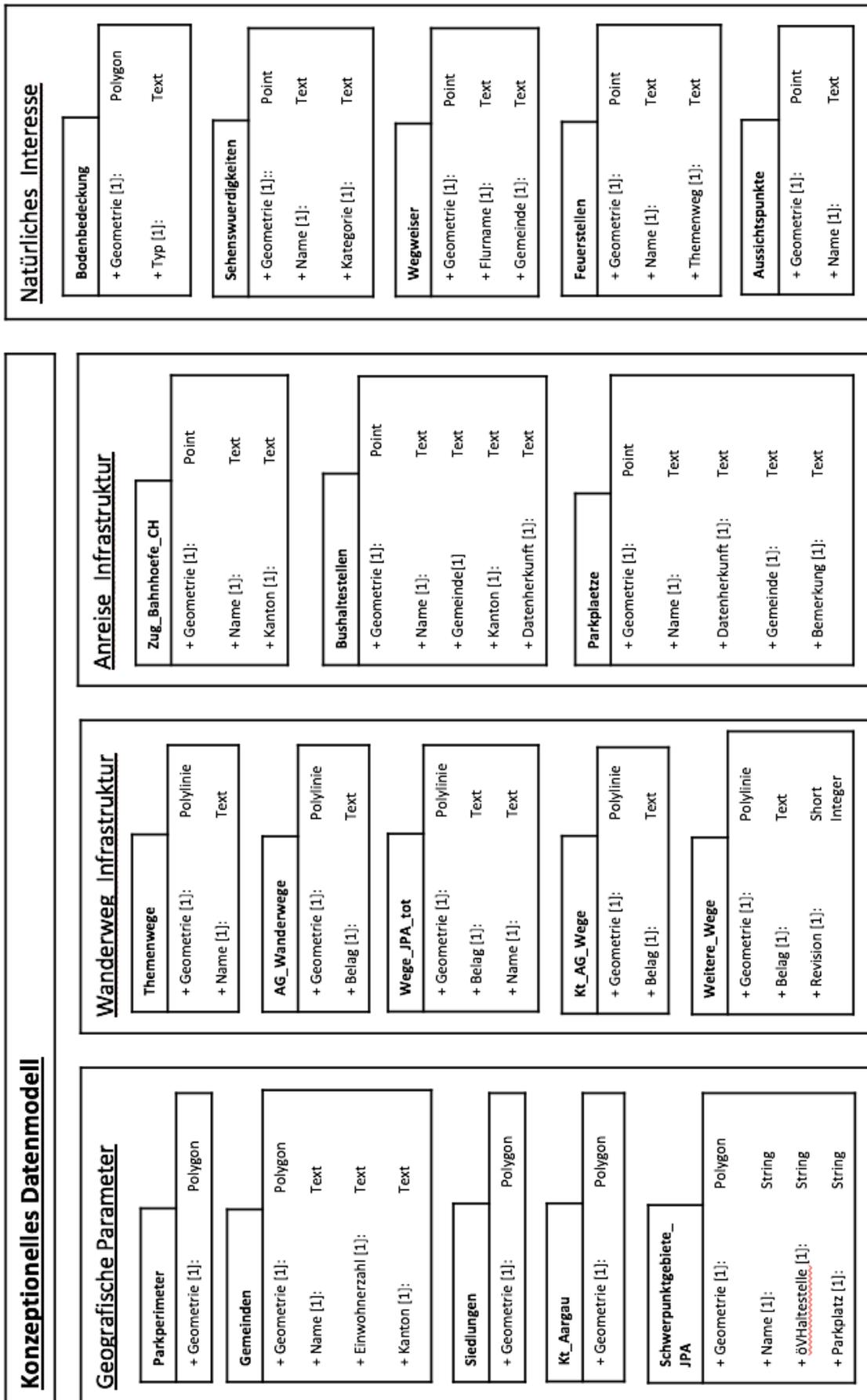


Abbildung 6: Konzeptionelles Datenmodell, erstellt anhand der Datensätze des Juraparks Aargau, des Kanton Aargau und Swisstopo.

4 GIS-basierte Netzwerk- und Qualitätsanalyse der Wanderwege im Jurapark

4.1 Jurapark

Wie im vorangehenden Kapitel beschrieben, ist die erste Analyseebene der Jurapark als Ganzes. Das Ziel ist hier einen Überblick über die verschiedenen Aspekte des Wegnetzes im Park zu geben anhand verschiedener Kenngrößen und Dichteverhältnisse, sowie durch die Distanz von Punkten auf dem Wegnetz zu den vorhandenen Einrichtungen für Unterhaltung, bzw. Erholung und Anreise im Jurapark.

Das Unterkapitel 'Kennzahlen' enthält dabei folgende Punkte:

- Längensummen pro Wegkategorie
- Anreisemöglichkeiten im und um den Jurapark
- Einrichtungen pro Gemeinde
- Wegverteilung auf verschiedene Bodenbedeckungstypen

Die ‚Dichteverhältnisse‘ werden für folgende Flächen berechnet:

- Wegdichte im Jurapark im Vergleich zum Kanton Aargau
- Wegdichte im Jurapark pro Wegtyp

Weiter wird eine Netzwerkanalyse auf das gesamte Wegnetz im Jurapark angewandt in Bezug zu Einrichtungen, die das Wandererlebnis beeinflussen:

- Übersichtskarten für jede Einrichtungskategorie
- Durchschnittsdistanzen pro Fläche, also Jurapark, Gemeinden und Schwerpunktgebiete

4.1.1 Kennzahlen zum Wanderwegnetz des Juraparks

Im folgenden Abschnitt werden die Resultate zu verschiedenen Berechnungen des Wanderwegnetzes im Jurapark aufgeführt. Dieser soll somit als Einstieg für die folgende Analyse dienen.

4.1.1.1 Vorgehensweise

Im gesamten folgenden Kapitel werden die Ergebnisse von vier der insgesamt 28 Gemeinden exemplarisch aufgeführt. 'Bözen' und 'Gansingen' zeigen dabei das Pessimum, bzw. Optimum, welches im Park erreicht wird. Die Gemeinden 'Schupfart' und 'Herznach' bewegen sich im Mittelfeld und zeigen so mögliche Ausprägungen der einzelnen Aspekte auf.

Längensummen pro Wegkategorie

Um eine Übersicht des vorhandenen Wegnetzes im Jurapark zu gewinnen werden die Weglängen pro Wegkategorie aufsummiert und tabellarisch dargestellt. Innerhalb des Wegnetzes im Jurapark werden hier grundsätzlich fünf Kategorien unterschieden (Tabelle 2).

Tabelle 2: Wegkategorien im Jurapark.

Wegkategorie	Beschreibung
Themenwege	Umfasst eine Sammlung von insgesamt 40 Themenwegen, die im und um den Jurapark verlaufen.
Themenwege innerhalb JPA	Zuschnitt der Sammlung auf den Parkperimeter
Kantonswege	Wege, die vom Kanton Aargau unterhalten werden (Wege in Solothurner Gemeinde sind ebenfalls enthalten)
Weitere Wege	Enthalten alle Wege < 2.8 m Breite
Wegnetz JPA	Zusammengeführt aus Themen- und Kantonswegen.

Für jede der oben genannten Kategorien (Tabelle 2) wurde mithilfe eines Modells (Modell I im Anhang) die Weglängensumme berechnet. Durch einen Iterator wurde die Weglängensumme für jede Kategorie erstellt und von Metern in Kilometer überführt. Die verschiedenen Summen wurden dann in einer Tabelle aufgelistet.

Anreisemöglichkeiten im und um den Jurapark

Für einen Ausflug im Jurapark gibt es drei Anreisemöglichkeiten: Die öffentlichen Verkehrsmittel, also den Zug mit Bahnhöfen um den Jurapark (es existiert nur die Station ‚Laufenburg‘ innerhalb des Parkperimeters) und den Bus mit zahlreichen Haltestellen. Die dritte Option ist das Privatauto und die damit verbundene Nutzung von Parkplätzen innerhalb des Erholungsgebietes.

Für Parkplätze und Bushaltestellen wurde gleichermassen ein Modell erstellt (Modell II S.71 im Anhang), das in einem ersten Schritt die Parkgrenzen mit den vorhandenen Punkten verschneidet. So werden im zweiten Schritt nur jene innerhalb des Perimeters gezählt und aufsummiert. Diese Summe wird zuletzt mit einer Kopie des ursprünglichen Datensatzes zusammengefügt.

Für die Bahnhöfe wurde ein Puffer von fünf Kilometern um den Park gelegt. So sind die grösseren Städte Aarau, Brugg, Laufenburg, Rheinfelden und Frick, die als Anreisepunkte auf der Internetseite des Juraparks ausgewiesen werden, mit Ausnahme von Bad Zurzach, enthalten. Zudem existieren viele kleinere Bahnhöfe, die in Parknähe liegen. Dieser Puffer wurde mit dem Punktdatensatz zu Schweizer Bahnhöfen verschnitten. Die selektionierten Punkte wurden ebenfalls gezählt und aufsummiert.

Zuletzt wurden die Punktesummen pro Anreisemöglichkeit mit dem Datensatz des Juraparkperimeters in einer Tabelle zusammengeführt.

Einrichtungen pro Gemeinde

Im Jurapark liegen verschiedene Einrichtungen für die Anreise (Bushaltestellen und Parkplätze), sowie für den potenziellen Unterhaltungs- und Erholungswert von Wanderwegen (Feuerstelle, Aussichtspunkte, Sehenswürdigkeiten und Wegweiser). Um deren Verteilung als Grundlage für die folgenden Kapitel zu verstehen, wurde an dieser Stelle eine Übersichtstabelle erstellt, die für jede Gemeinde die darin vorhandenen Anreise- bzw. Erholungspunkte ausgibt.

Dafür wurde in ArcGIS ein Modell erstellt (Modell III S.72 im Anhang), welches mit Hilfe eines Iterators die verschiedenen Punktdatensätze pro Gemeindefläche zählt. Dafür wurde ein Datensatz mit allen Klassen zu Anreise und Erholung erstellt, welcher die Eingabe für den Iterator bildete. Jede der Klassen wurde zuerst mit den Flächen verschnitten und dann pro Gemeinde gezählt.

Wegverteilung auf verschiedene Bodenbedeckungstypen

Weiter wurde der Verlauf der Themenwege und des gesamten Wegnetzes durch verschiedene Bodenbedeckungen untersucht. Dieses Modell (Modell IV S.73 im Anhang) beginnt mit der Verschneidung des Wegdatensatzes mit den Bodenbedeckungsinformationen innerhalb des Juraparks. Für die fünf Bodenbedeckungstypen 'Siedlung', 'Felsiger Untergrund', 'Gewässer und Feuchtgebiete', 'Wald' und 'offenes Gelände' wurde die entsprechenden Wegstrecken aufsummiert und relativ im Bezug zur Gesamtfläche in Prozent umgerechnet.

4.1.1.2 Resultate

Längensummen pro Wegkategorie

Tabelle 3 fasst die Wegsummenlänge in Kilometern zusammen. Die Themenwege, die aufgrund des ‚Fricktaler Höhenweges‘ und des ‚Flösserweges‘ auch ausserhalb des Juraparks liegen, messen dabei total 338 km, beziehungsweise 308 km ohne die entsprechenden Teilstrecken. Die Kategorie ‚Weitere Wege‘ enthält insgesamt 1859 km Wegstrecke. Die Themenwege messen rund 50 km mehr als die Kantonswege im Jurapark, wobei zu beachten gilt, dass sie zum Teil auf denselben Strecken verlaufen. Das gesamte Wegnetz aus Kantons- und Themenwegen umfasst also 614 km.

Tabelle 3: Weglängensumme pro Kategorie.

Wegtyp	Weglängensumme [km]
Themenwege	338
Themenwege innerhalb JPA	308
Kantonswege	283
Weitere Wege	1859
Wegnetz JPA	614

Anreisemöglichkeiten im und um den Jurapark

In Abbildung 8 sind alle Anreisemöglichkeiten des Juraparks in Form einer Übersichtskarte dargestellt. Der einzige Bahnhof des Juraparkperimeters ‚Laufenburg‘ wurde rot eingerahmt. Auf der Karte (Abbildung 7) lässt sich eine Verteilung, bzw. Häufung der Bushaltestellen entlang von Siedlungen (hellblau) erkennen.

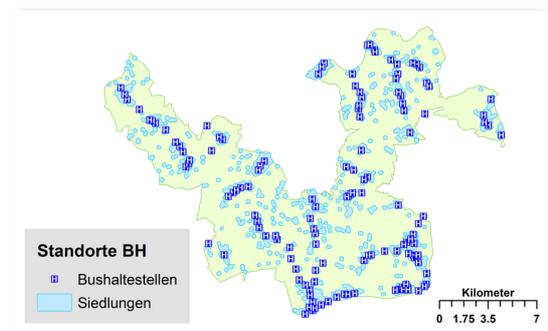


Abbildung 7: Bushaltestellen Standorte im Jurapark.

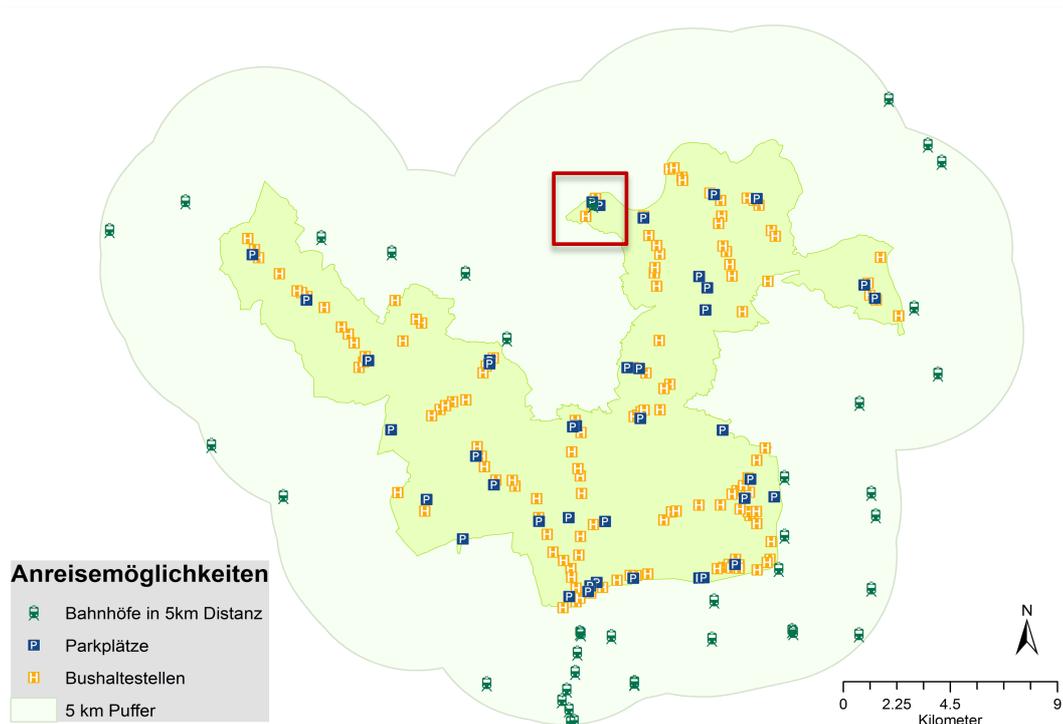


Abbildung 8: Anreisemöglichkeiten im und um den Jurapark.

Die unten aufgeführte Tabelle (Tabelle 4) zeigt die Summen der verschiedenen Haltestellen (Bus und Zug) und Parkplätze im und um den Jurapark.

Tabelle 4: Anreiseoptionen im und um den Jurapark.

Anreiseoption	Bushaltestellen	Parkplätze	Bahnhöfe in 5 km Distanz
Anzahl	137	40	39

Einrichtungen pro Gemeinde

Tabelle 5 zeigt exemplarisch die Anzahl der verschiedenen Einrichtungen von vier Gemeinden. Die entsprechende Liste mit allen 28 Gemeinden ist im Anhang auf S. 54 (Tab. I) zu finden. So zählt zum Beispiel ‚Bözen‘ keine Aussichtspunkte (AP), Feuerstellen (FS) und Wegweiser (WW), dafür aber zwei Parkplätze (PP), zwei Bushaltestellen (BH) und eine Sehenswürdigkeit (SW). Dem gegenüber steht ‚Gansingen‘ sehr gut dar mit entsprechend höheren Werte in jeder Kategorie.

Tabelle 5: Ausgewählte Gemeinden mit entsprechender Anzahl Einrichtungen.

Gemeinde	Kanton	Fläche [km ²]	AP	SW	FS	PP	BH	WW
Bözen	Aargau	3.96	0	1	0	2	2	0
Herznach	Aargau	6.27	0	2	1	2	2	2
Schupfart	Aargau	7.05	1	2	3	0	4	6
Gansingen	Aargau	8.77	2	3	3	2	5	4

Wegverteilung auf verschiedene Bodenbedeckungstypen

Abbildung 9 zeigt eine Übersichtskarte, auf der sich die grosse Vielfalt und die flächige Verteilung der Bodenbedeckungstypen im Jurapark erkennen lässt. Es fällt auf, dass Gewässer und Feuchtgebiete (hellblau), also auch der Rhein im Norden des Parks, nur einen geringen Flächenanteil (ca. 2 km²) ausmachen. Dementsprechend klein ist die Wegstrecke, die in Fluss- oder Feuchtgebietnähe verläuft.

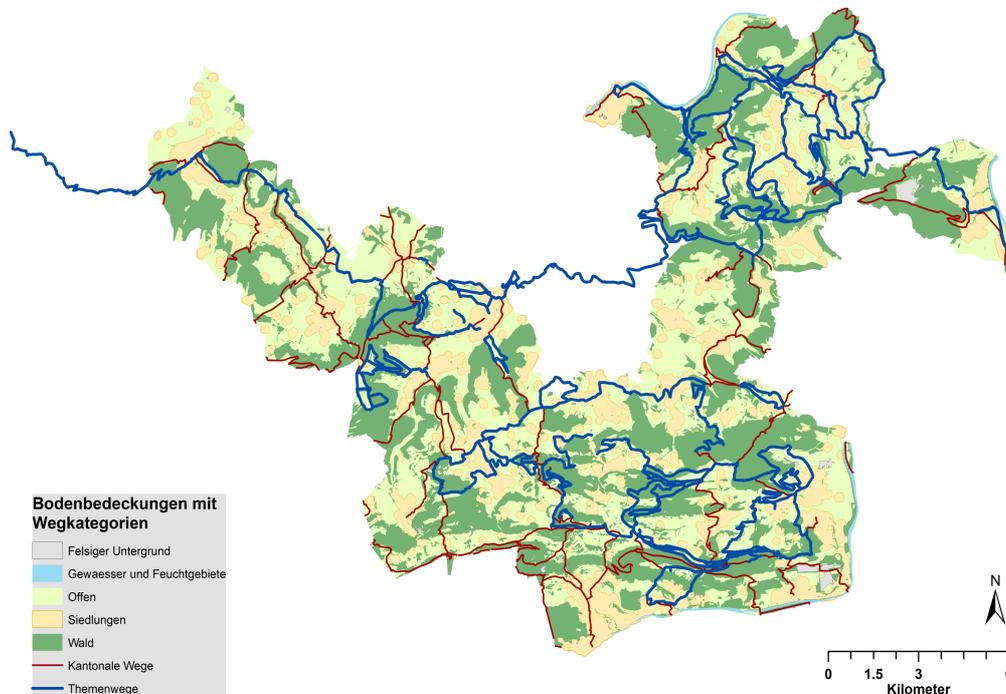


Abbildung 9: Bodenbedeckungen mit Wegkategorien.

Der grösste Weganteil des Gesamtnetzes liegt im Wald (249 km entsprechen 43 %), direkt gefolgt von Wegen in offenem Gelände mit über 200 km. Weiter verlaufen ein Fünftel der Wege durch Siedlungen oder in Siedlungsnähe (Tabelle 6).

Tabelle 6: Anteil des Wegnetzes pro Bodenbedeckung.

Typ	Fläche [km ²]	Anteil % Wegnetz	Weglänge [km]
Siedlungen	57	23.14	136
Felsiger Untergrund	1	0.07	0
Gewässer und Feuchtgebiete	2	0.11	1
Wald	96	42.36	249
Offen	91	34.32	202

Wenn man dieselbe Überlegung ausschliesslich auf die Themenwege anwendet, sieht die Verteilung ähnlich aus, unterscheidet sich aber darin, dass Wege im offenen Gelände streckenmässig dominieren (Tabelle 7). Auffallend ist hier, dass nur sehr wenig Wegstrecke direkt in oder entlang eines Fließgewässers oder Feuchtgebietes verlaufen. Einzig der ‚Flösserweg‘ berührt im Norden des Parks den Rhein und im Osten die Aare.

Tabelle 7: Anteil Themenwege pro Bodenbedeckung.

Typ	Fläche [km ²]	Anteil % Themenwege	Weglänge [km]
Siedlungen	57	22.43	69
Felsiger Untergrund	1	0.00	0
Gewässer und Feuchtgebiete	2	0.02	0
Wald	96	38.15	117
Offen	91	39.45	121

4.1.1.3 Diskussion

Die oben aufgezeigten Resultate geben eine Übersicht über das Wegnetz im Jurapark. Im Rahmen der Wegsummen pro Wegkategorie fällt auf, dass der Typ ‚Weitere Wege‘ dreimal so viel Wegstrecke enthält, wie das behandelte Wegnetz bestehend aus Themen- und Kantonswegen. Diese grosse Zahl zeigt, dass es sich bei den Wegen nicht ausschliesslich um Wanderwege handeln kann. Der Ausschluss der Kategorie ist also sinnvoll, da sie wenig aussagekräftig ist und die Resultate verfälschen würde.

Die Anreisemöglichkeiten im Jurapark werden klar von der Summe der Bushaltestellen dominiert. Der Anschluss an den öffentlichen Verkehr mit insgesamt 39 Bahnhöfen in 5 km Distanz zum Park und 139 Bushaltestellen innerhalb des Perimeters ist also gewährleistet. Die Parkplätze scheinen verhältnismässig wenig zu sein. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass für einen Autoabstellplatz nicht nur die Verfügbarkeit, sondern auch die Grösse des Areal eine Rolle spielt. Diese wurde hier nicht berücksichtigt.

Jede Gemeinde verfügt über eine bestimmte Anzahl von Anreise- und Erholungseinrichtungen. Jedoch sind diese sehr ungleich verteilt. Dieser Teil der Analyse wird im Zusammenhang mit der Netzwerkanalyse aus Kapitel 4.1.3 spannend. Dort wird die Distanz vom vorhandenen Wegnetz zur nächsten Einrichtung untersucht. Aus der Kombination der absoluten Anzahl Einrichtungen einer Gemeinde und der Distanz zu denselben, lässt sich eine Aussage über einen potenziellen Ausbau des Wegnetzes, bzw. der Themenwege machen.

Im Fall der Bodenbedeckung fällt auf, dass nur wenig Wegstrecke entlang von Gewässern oder in Feuchtgebieten verläuft. Dies ist zum einen dadurch begründet, dass im ursprünglichen Datensatz ‚TLM_Bodenbedeckung‘ innerhalb des Parkperimeters keine Feuchtgebiete enthalten sind. Zudem sind nur grosse Gewässer enthalten, hier also der Rhein und die Aare, die den Park in nördlicher und östlicher Richtung eingrenzen. Kleinere Bäche wie die ‚Sisslen‘, der ‚Talbach‘ und der ‚Sulzerbach‘, die in der Nähe des Wegnetzes verlaufen würden, werden so nicht berücksichtigt.

4.1.2 Wegdichtenvergleich Kanton Aargau, Jurapark und Gemeinden

In folgendem Abschnitt werden verschiedene Wegdichten berechnet und miteinander verglichen. Die Anzahl Kilometer Wegstrecke pro Fläche soll einerseits aufzeigen, wie die Wege sich über den Park verteilen und andererseits einen Vergleich nach aussen (mit dem Kanton Aargau) und nach innen (zwischen Park und Gemeinden) ermöglichen.

4.1.2.1 Vorgehensweise

Um die verschiedenen Wegdichten zu berechnen wurde wiederum ein Modell in ArcGIS erstellt (Modell V S.74). Dieses Modell ist vereinfacht in Abbildung 10 dargestellt.

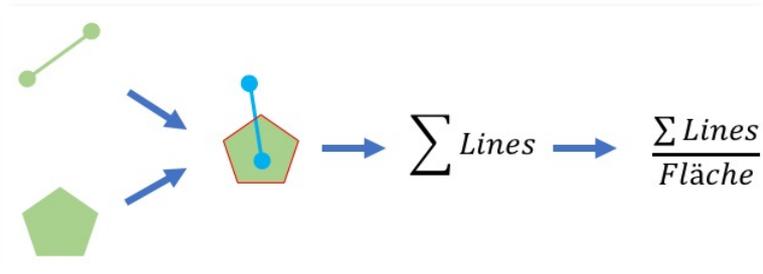


Abbildung 10: Vorgehen zur Berechnung der Wegstrecke pro Fläche.

Für jede Dichte wird als Eingabedatensatz einerseits eine Fläche, andererseits ein Wegdatensatz zugewiesen, welche miteinander verschnitten werden. Das bedeutet, dass nur Strecken innerhalb des Parkperimeters für die Wegdichte verwendet werden. Die entsprechende Weglänge pro Fläche wird aufsummiert und im Anschluss durch die Zielfläche geteilt um eine Dichte mit dem Indikator km/km^2 zu erhalten.

Um die Dichten des Juraparks und des Kanton Aargau in Relation zueinander zu stellen wurde der Dichtewert für das Wegnetz innerhalb des Juraparks auf 1 normiert. Die Dichten der Themenwege im Jurapark und der Kantonswege im ganzen Aargau wurden in Bezug dazu gestellt indem der jeweilige Wert durch den Normwert geteilt wurde.

Dasselbe Modell (Modell V S.74) wurde für die Wegstrecken pro Gemeindefläche angewendet, um die sehr unterschiedlichen Wegdichten aufzuzeigen. Die Dichte wurde für alle Gemeinden berechnet, hier sind jedoch wieder exemplarisch die vier Gemeinden aus dem vorderen Kapitel aufgeführt. Diese wurde wiederum auf den Durchschnittswert des Juraparks normiert. Abbildung 11 zeigt zudem die Wegnetzdicke und somit den Zusammenhang zwischen Fläche und Wegstreckensumme für alle der 28 Gemeinden. Abbildung 13 illustriert dasselbe für die Themenwege.

Für das Wegnetz und die Themenwege wurde für den Jurapark eine Durchschnittswegdichte berechnet. In Abbildung 12, bzw. Abbildung 14 wird die Wegdichte der einzelnen Gemeinden farblich in Relation zum jeweiligen Durchschnittswert gesetzt.

Tabelle 8: Relative Werte mit entsprechender Legende für Abbildungen.

Relativer Wert	Bezeichnung
0.0 – 0.75	Unterdurchschnittlich
0.75 – 1.25	Durchschnittlich
1.25 – 2.09	Überdurchschnittlich

Die Abbildungen zeigen die Gemeinden je nach relativem Wert in Bezug zum Durchschnitt im Jurapark als 'Unterdurchschnittlich', 'Durchschnittlich' und 'Überdurchschnittlich' eingefärbt (Tabelle 8). In den Übersichtskarten sind die Gemeinden 'Schupfart', 'Herznach' und 'Gansingen' gekennzeichnet, da sie die regionalen Unterschiede gut aufzeigen.

4.1.2.2 Resultate

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse zu verschiedenen Wegsummen und Wegdichten pro Fläche ersichtlich. Die Längensummen unterscheiden sich dabei von den Werten aus Kapitel 4.1.1.2, da die Wege auf den Parkperimeter zugeschnitten wurden.

Der Vergleich des Juraparks mit dem Kanton Aargau zeigt, dass das Wegnetz im Regionalpark mit 2.39 km/km² mehr als doppelt so dicht ist. Selbst wenn nur die Themenwege mit total 308 km Länge innerhalb des Juraparks berücksichtigt werden, ist mehr Wegstrecke pro Kilometer vorhanden als im Kanton.

Tabelle 9: Wegdichten im Jurapark im Vergleich zum Kanton Aargau.

Flächenname	Wegkategorie	Fläche [km ²]	Wegsumme [km]	Dichte absolut [km/km ²]
Jurapark	Wegnetz	241	577	2.39
	Themenwege	241	308	1.28
Kanton Aargau	Kantonswege	1404	1655	1.18

Wird die Wegstrecke mit der Fläche der insgesamt 28 Gemeinden verknüpft, so zeigen sich bezüglich der absoluten Dichte grosse Unterschiede, was die vier Gemeinden in Tabelle 10 zeigen. Die vollständige Tabelle befindet sich im Anhang auf Seite 55 (Tab. II).

Tabelle 10: Wegnetzdicke ausgewählter Gemeinden.

Name	Kanton	Fläche [km ²]	Wegnetz Summe [km]	Dichte [km/km ²]	Relativ
Bözen	Aargau	4	0	0.00	0.00
Schupfart	Aargau	7	12	1.68	0.70
Herznach	Aargau	6	12	1.95	0.81
Gansingen	Aargau	9	44	4.99	2.09
Jurapark WN	AG/SO	241	577	2.39	1

Betrachtet man nur ‚Gansingen‘, welches eine Streckensumme von 44 km und eine Wegdichte von 5 km/km² aufweist, so ist Letztere die grösste aller Gemeinden. Die Gemeinden ‚Schupfart‘ und ‚Herznach‘ weisen hier ähnliche Werte auf. ‚Bözen‘ ist die einzige Gemeinde im Jurapark, die weder Themen- noch Kantonswege hat.

Die Beziehung zwischen Gemeindefläche und Wegstrecke, bzw. die Wegnetzdicke, ist in Abbildung 11 dargestellt. Dort wird ersichtlich, dass ein Grossteil der Gemeindeflächen zwischen fünf und zehn Quadratkilometern und eine Wegstrecke zwischen 10 und 30 km misst. Die Grafik bestätigt den Trend, dass die Wegstreckensumme mit wachsender Gemeindefläche zunimmt.

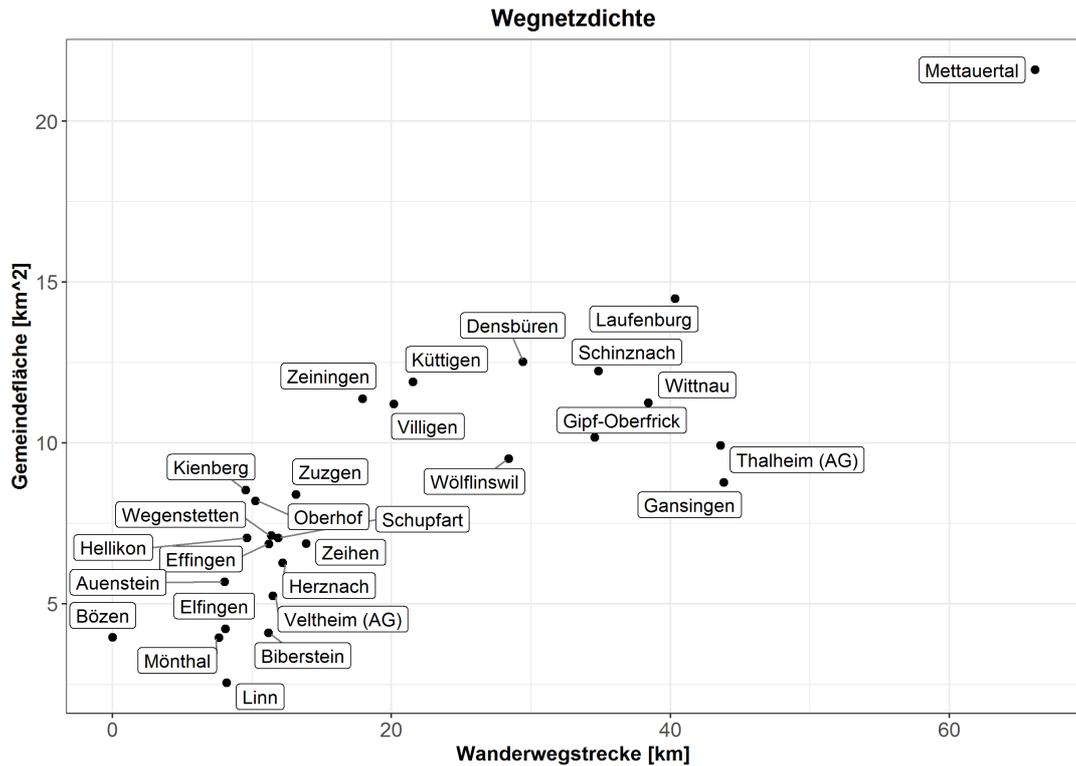


Abbildung 11: Wegnetzichte oder die Beziehung zwischen Gemeindefläche und Wegnetzstrecke.

Die räumliche Verteilung der Wegnetzichte im Bezug zum Durchschnittswert des Juraparks von 2.39 km/km² illustriert Abbildung 12. Dunkelgrün sind hier alle Gemeinden eingefärbt, die über dem Wert und vor allem im Kopf und der linken Mitte des Parks liegen. Im Westen des Parks konzentrieren sich fünf Gemeinden, die deutlich unter dem Durchschnitt sind, in der Mitte des Parks entsprechen die Wegdichten der des Juraparks. Die drei markierten Gemeinden zeigen hier die regionalen Unterschiede bezüglich Wegnetzichte.

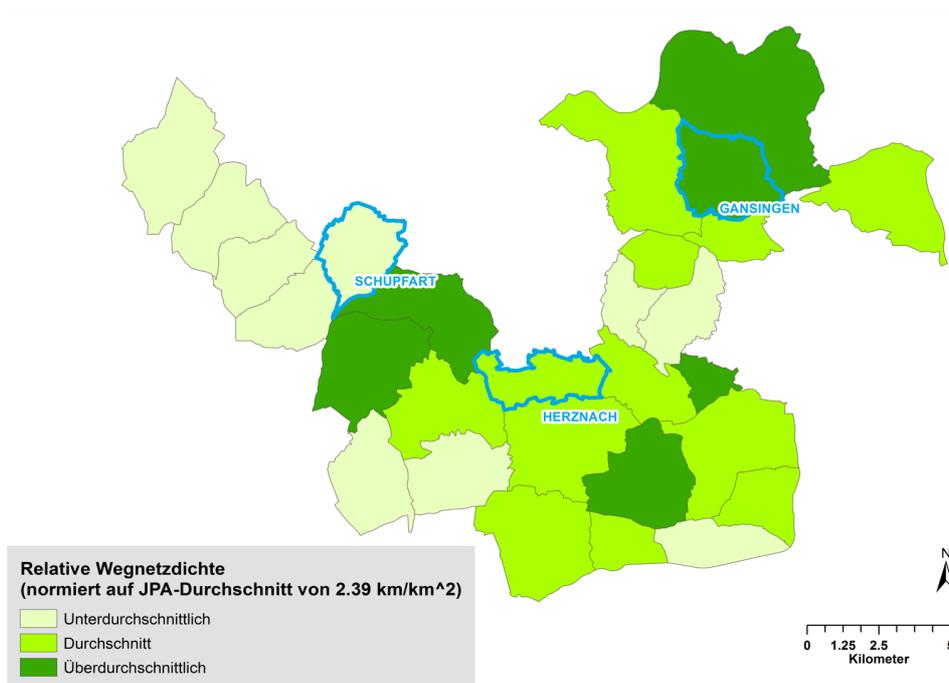


Abbildung 12: Räumliche Verteilung der Wegnetzichte in Bezug zum Durchschnittswert im Jurapark.

Dasselbe Prinzip lässt sich auch auf die Themenwege anwenden, um deren Verteilung über die einzelnen Gemeinden des Juraparks festzustellen (Tabelle 11). Die durchschnittliche Themenwegdichte ist 1.28 km/km^2 , der Dichtewert von ‚Gansingen‘ ist 4.19 km/km^2 . ‚Schupfart‘ und ‚Herznach‘ weisen hier sehr unterschiedliche Werte auf. ‚Bözen‘ verfügt über keine Wegstrecke im Gemeindeperimeter.

Tabelle 11: Themenwegdichten ausgewählter Gemeinden.

Name	Kanton	Fläche [km ²]	Themenwege Summe [km]	Dichte [km/km ²]	Relativ
Bözen	Aargau	4	0	0.00	0.00
Schupfart	Aargau	7	2	0.35	0.28
Herznach	Aargau	6	6	1.03	0.81
Gansingen	Aargau	9	37	4.19	3.28
Jurapark TW	AG/SO	241	308	1.28	1

Abbildung 13 zeigt die Themenwegdichte als Relation zwischen Gemeindefläche und Wegstrecke. Der Grossteil der Gemeinden konzentriert sich hier bei einer Gemeindefläche von fünf bis zehn Quadratkilometern und einer Themenwegstrecke zwischen null und zehn Kilometern. Auch hier ist der Trend sichtbar, dass die Themenwegstrecke tendenziell mit wachsender Gemeindefläche zunimmt.

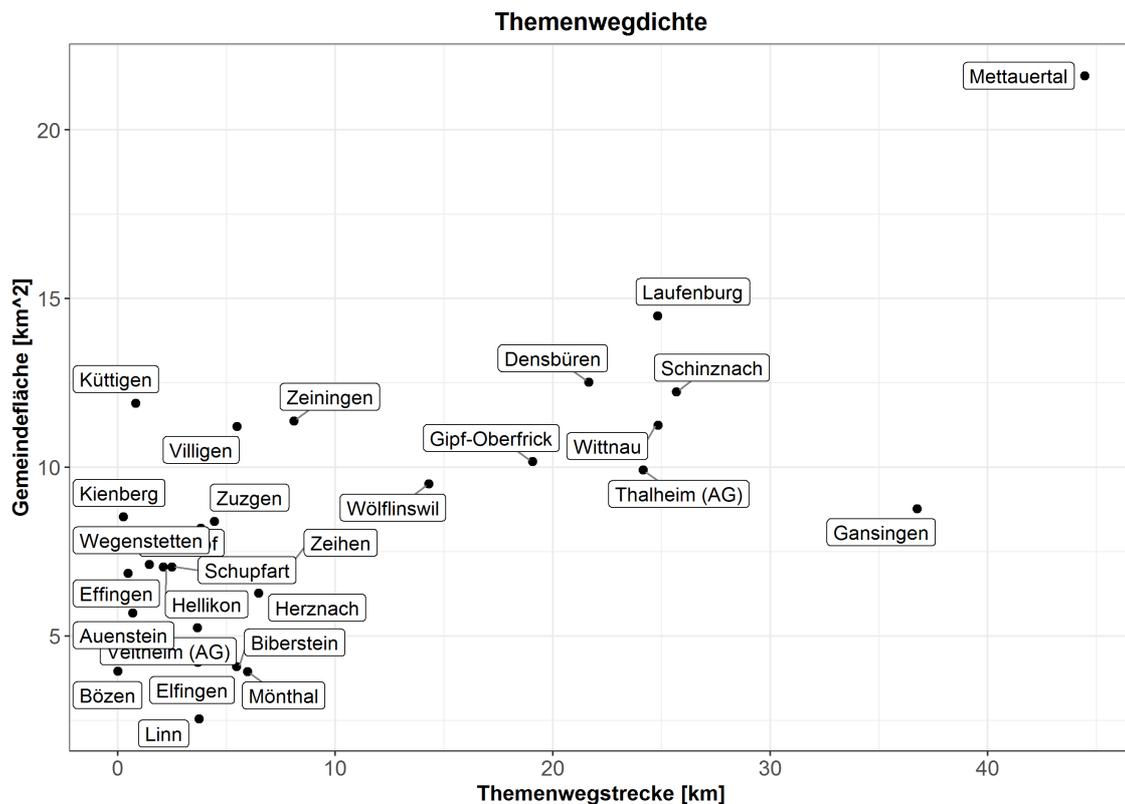


Abbildung 13: Themenwegdichte als Relation zwischen Gemeindefläche und Themenwegstrecke im Gemeindeperimeter.

Abbildung 14 zeigt die Dichtewerte der Gemeinden in Relation zum Durchschnitt der Themenwegdichte im Jurapark. So konzentrieren sich die Gemeinden, die im und über dem Durchschnitt liegen im Zentrum des Juraparks, sowie in dessen oberen östlichen Teil. Dementgegen liegen die Gemeinden mit vergleichsweise wenig Themenwegstrecke an den beiden Parkenden in westlicher und östlicher Richtung, sowie am unteren Rand des Regionalparks. 'Gansingen' liegt dabei über, 'Herznach' im und 'Schupfart' klar unter dem Durchschnitt des Juraparks.

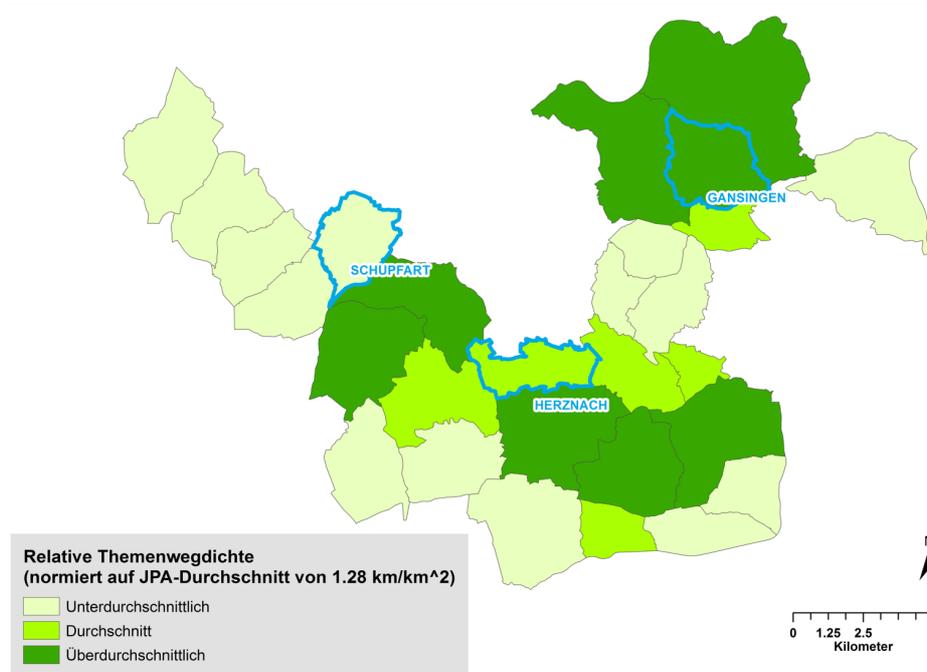


Abbildung 14: Räumliche Verteilung der Themenwegdichte in Bezug zum Durchschnittswert im Jurapark.

4.1.2.1 Diskussion

Im Durchschnitt steht der Jurapark sehr gut da. Sein gesamtes Wegnetz ist aktuell doppelt so dicht wie jenes des Kantons Aargau. Dagegen weisen die Themenwege eine ähnliche Dichte wie der Kanton auf.

Betrachtet man die Gemeinden einzeln, variieren die Längensummen stark. Grosse Flächen werden hier tendenziell bevorzugt, da mehr Wegstrecke innerhalb der Grenzen liegt. Durch die Wegdichte als Indikator (km/km²) wird dieses Ungleichgewicht aufgehoben und Gemeinden mit grosser Fläche und entsprechend grosser Weglängensumme werden relativiert. Vergleicht man die Grafiken, die Wegstrecke und Gemeindeflächen gegenüberstellen (Abbildung 11 und Abbildung 13) zeigt sich, dass die Gemeinden allgemein über kleinere Themenwegstreckensumme pro Fläche verfügen. Dies erklärt sich dadurch, dass die Themenwege, die nur die Hälfte des Wegnetzes ausmachen, insgesamt kürzer sind.

Für beide Wegdichten, jene des Wegnetzes genauso wie für jene der Themenwege, zeigt sich eine ungleiche Verteilung über den Park mit regionalen Konzentrationen. Abbildung 12 und Abbildung 14 sehen dabei relativ ähnlich aus, da sie nur die Abweichung von Durchschnitt des Parks zeigen. Sie sind jedoch auf verschiedene Durchschnittswerte (Themenweg und Wegnetz) normiert.

Vergleicht man die absoluten Werte zeigen sich grosse Unterschiede: So weist beispielsweise die Gemeinde ‚Schupfart‘ eine Wegnetzdicke von 1.68 km/km² gegenüber einer Themenwegdicke von 0.35 km/km² auf (Tabelle 11).

Wie die beiden Karten bestätigen, konzentrieren sich die Wege also im Zentrum des Parks und sowie in dessen Kopf in nordöstlicher Richtung. Da die Kantonswege die Themenwege ergänzen, wäre ein Ausbau letzterer in Regionen mit tiefer Themenwegdicke also möglich. Wie dies mit Hilfe der bestehenden Einrichtungen machbar ist, zeigt das nächste Kapitel.

4.1.3 Netzwerkanalyse auf Wegnetzebene

In diesem Teil der Arbeit wird aus der Perspektive des Wegnetzes analysiert. Das bedeutet, das vom Weg aus beurteilt wird, wie weit eine jeweilige nächste Einrichtung entfernt ist. Dies ermöglicht eine Übersicht über den gesamten Jurapark und dazu, welche Wegsegmente wie weit von Interessenpunkten entfernt sind. Im Fall der Anreise lässt sich umgekehrt sagen, wie weit beispielsweise Bushaltestellen von Wegpunkten entfernt sind und somit wie gut der Weg erschlossen ist.

4.1.3.1 Vorgehensweise

Die Netzwerkanalyse wurde hier auf Wegnetzebene, also auf die Grundmenge von Kantons- und Themenwegen, angewendet. Wichtig ist vorerst, dass hier eine angepasste Version des Wegnetzes verwendet wurde. Darin wurden die Kantonswege auf einen 500m Puffer um den Park zugeschnitten. Diese wurden dann mit den Themenwegen zusammengeführt und bereinigt, um identische Strecken zu entfernen. Durch den Puffer wird die Vernetzung zur unmittelbaren Umgebung um den Park ersichtlich. Die Wegstrecken ausserhalb des Parks sollten bei der Betrachtung allerdings weniger gewichtet werden, da hier nur unvollständige Daten zu den vorhandenen Einrichtungen gegeben waren.

Für die Berechnung von Distanzen vom Wegnetz aus zu verschiedenen Einrichtungen wurden die in Tabelle 12 aufgelisteten Interessenpunkte verwendet.

Tabelle 12: Einrichtungskategorien mit entsprechenden Interessenpunkten.

Einrichtungskategorie	Einrichtung
Unterhaltung und Erholung	Aussichtspunkte
	Sehenswürdigkeiten
	Feuerstellen
	Wegweiser
Anreise	Bushaltestellen
	Parkplätze

In einem ersten Schritt wurden über das gesamte Wegnetz des Juraparks Punkte im Abstand von 300m gelegt. Für jede der insgesamt sechs Einrichtungskategorien für Anreise und Erholung wurden mit Hilfe des ‚Network Analyst‘ (Netzwerkanalyse) mit ‚Closest facility‘ (nächste Einrichtung) eine Analyse erstellt. Das Punktesystem galt dabei als ‚Incidents‘ (Ereignisse), von denen aus die Distanz berechnet wird. Weiter wurden für jede Analyse eine ‚Facility‘ (Einrichtung, z.B. Bushaltestellen) definiert. Von hier aus wurden die ‚Routes‘ (Distanzen) berechnet mit ‚Solve‘. Daraus entstand pro Einrichtung ein Punktenetz mit den jeweiligen Distanzen zur nächsten Einrichtung. Zur Erzeugung der entsprechenden Übersichtskarten wurden die Punkte entsprechend der Distanz kategorisiert und eingefärbt.

Für die Einrichtungen der Kategorie Unterhaltungs- und Erholungswert wurde pro Karte exemplarisch jeweils eine auffallend gut erschlossene (grün) und eine schlecht erschlossene (rot) Region eingezeichnet. Für die Anreise wurde der Gesamteindruck der Karte beschrieben, da dort die regionalen Unterschiede weniger klar ersichtlich sind.

Weiter wurden mithilfe eines Modells (Modell VI S.75 im Anhang), alle 'Closest Facility' Analysen, bzw. das Punktenetz mit den jeweiligen Distanzen pro Einrichtung, weiterverwendet um eine Durchschnittsdistanz von Wegen innerhalb einer definierten Fläche zu berechnen. Dabei wurde das Modell für eine Einrichtung aufgebaut und durch einen Iterator für alle Punktdistanzen der verschiedenen Einrichtungen durchgeführt. Im Modell wird zu Beginn die Schnittmenge des Punktdatensatzes mit der jeweiligen Fläche, hier Jurapark und Gemeinden, sowie Schwerpunktgebiete ermittelt. Pro Gebiet wird dann eine durchschnittliche Distanz zur gewählten Einheit, z.B. Feuerstellen, berechnet.

4.1.3.2 Resultate

Um die Distanzen zu verschiedenen Einrichtungen ausgehend vom Wegnetz zu visualisieren dienen zunächst die folgenden Übersichtskarten.

Sehenswürdigkeiten

Innerhalb der Parkfläche zeigt sich, dass nur wenige Wegabschnitte weiter als 5km von der nächsten Sehenswürdigkeit entfernt liegen (Abbildung 15). Dabei ist das grün eingezeichnete Gebiet der Gemeinden 'Schupfart', 'Wegenstetten' und 'Wittnau' besonders geeignet, da viele Interessenpunkte in kurzer Distanz erreichbar sind. Dementgegen verfügt die Region im Zentrum des Juraparks nur über wenig Sehenswürdigkeiten und man muss entsprechend weit gehen.

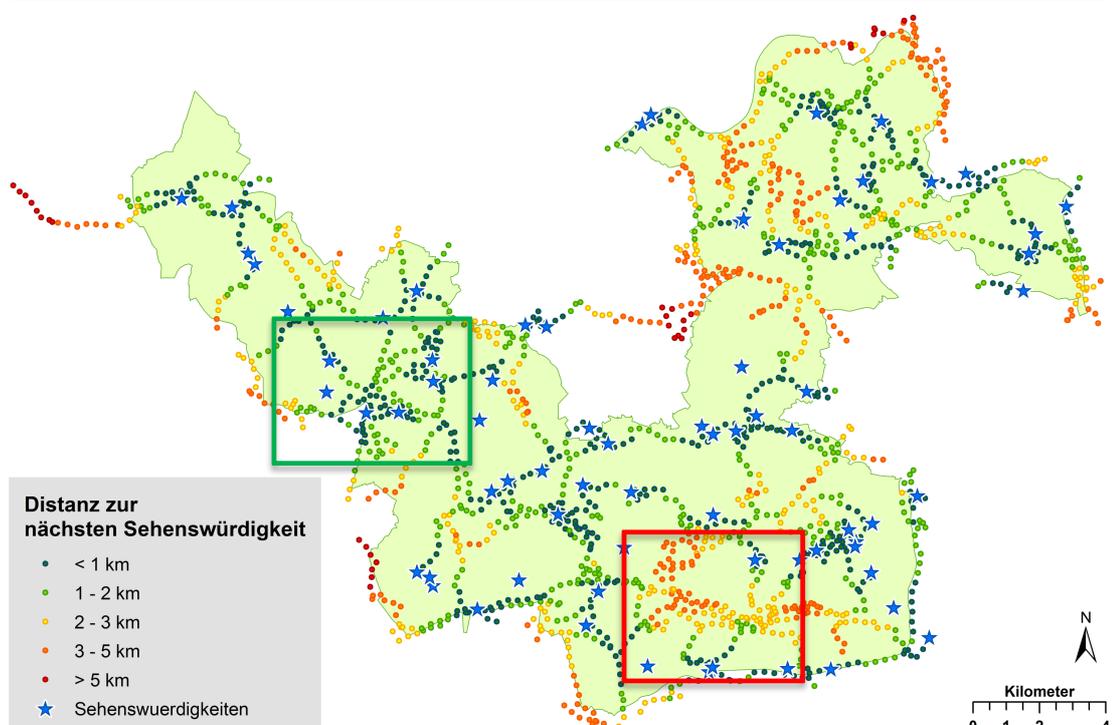


Abbildung 15: Netzwerkanalyse über die Distanz zur nächsten Sehenswürdigkeit.

Aussichtspunkte

Abbildung 16 illustriert, wie weit ein Wanderer gehen muss, bis er den nächsten Aussichtspunkt erreicht. So ist die zu gehende Strecke, insbesondere in der Mitte des Juraparks, oft länger als 3 km, zum Teil sogar grösser als 5km. Hier zeigt sich, dass in 'Laufenburg' die Distanz zum nächsten Aussichtspunkt sehr gross ist. Im Westen des Parks sind die Entfernungen hingegen unter 1 km gross.

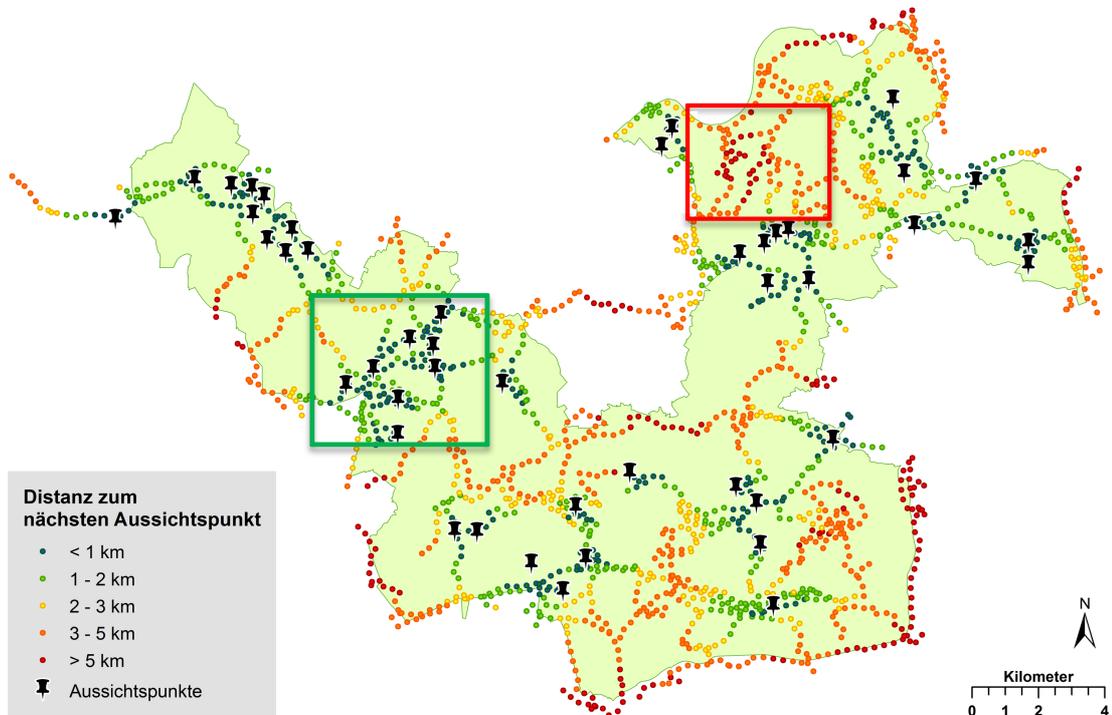


Abbildung 16: Netzwerkanalyse über die Distanz zum nächsten Aussichtspunkt.

Feuerstellen

Die Feuerstellen im Jurapark (Abbildung 17) konzentrieren sich im östlichen Teil des Parks in den Gemeinden ‚Gansingen‘ und ‚Laufenburg‘. Die Karte zeigt zudem, dass im südlichen Teil des Regionalparks nur sehr wenige Einrichtungen liegen und die Entfernung zu jeweils nächsten von vielen Wegpunkten aus mehr als 5km misst.

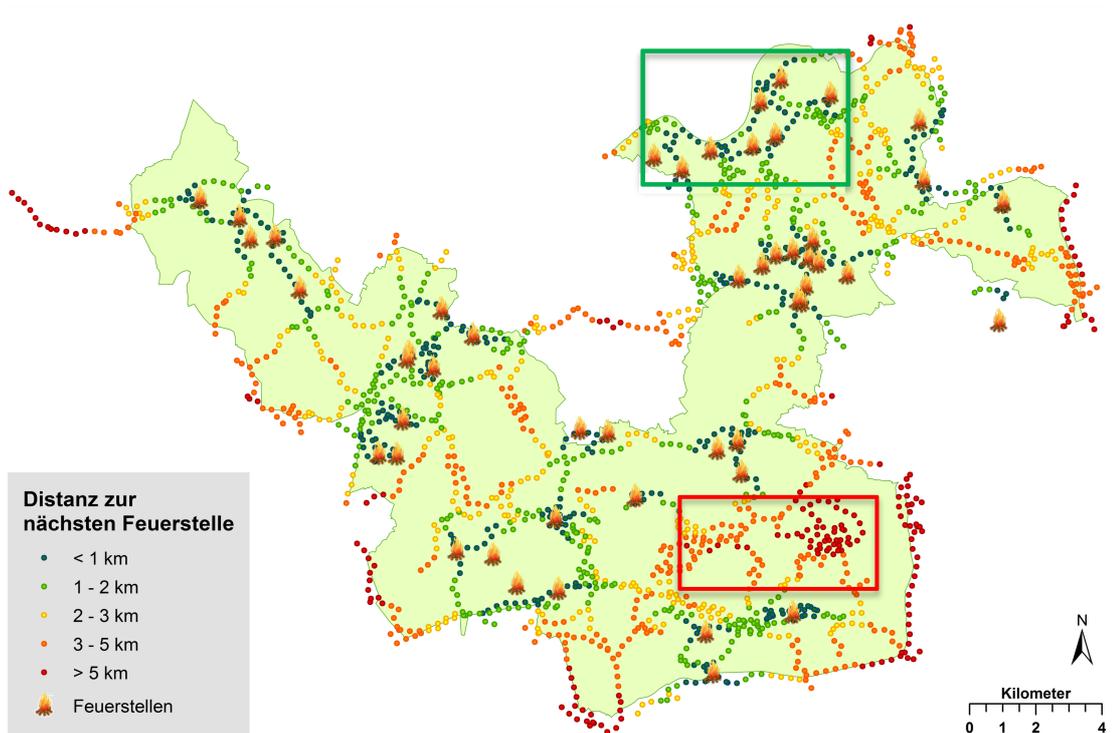


Abbildung 17: Netzwerkanalyse über die Distanz zur nächsten Feuerstelle.

Wegweiser

Die Wege der Gemeinden ‚Schupfart‘ und ‚Wegenstetten‘ im Westen des Parks weisen eine sehr dichte Beschilderung auf (Abbildung 18). Hier geht der Wanderer zwischen 500 und 1000 m bis ein neuer Wegweiser in die Richtung angibt. Dem entgegen weisen die Strecken der östlichen Region um ‚Laufenburg‘ weit weniger Wegweiser auf und der Wanderer läuft zum Teil mehr als 3 km, bis er ein nächstes Schild antrifft.

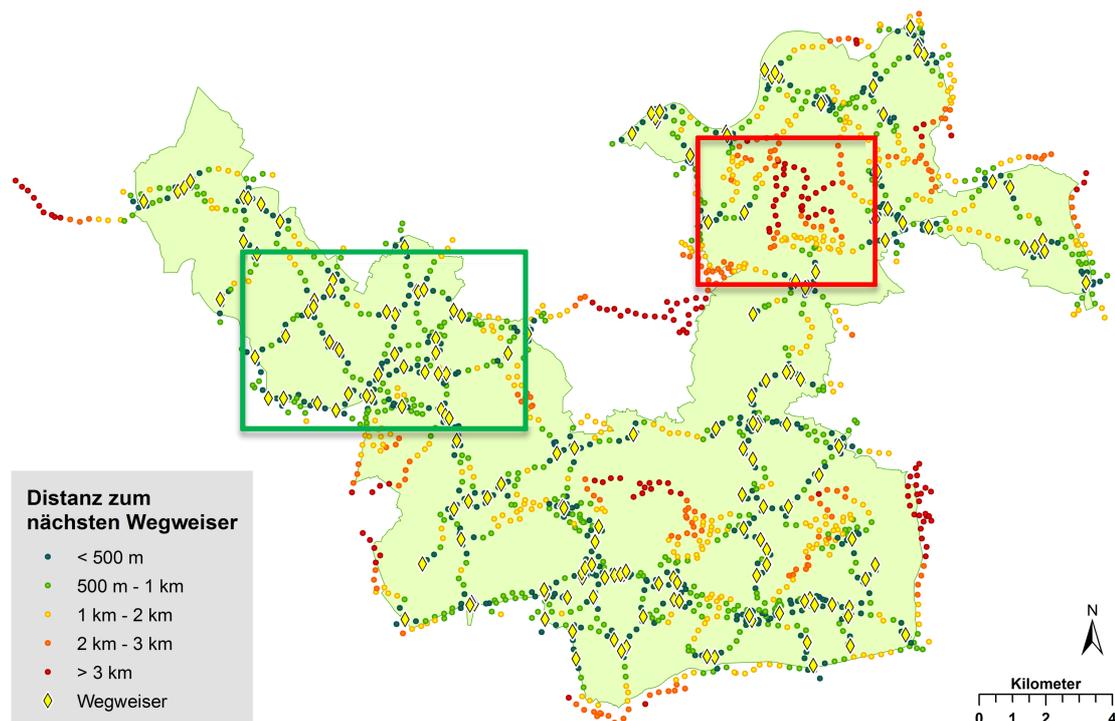


Abbildung 18: Netzwerkanalyse über die Distanz zum nächsten Wegweiser.

Bushaltestellen

Die letzten beiden Einrichtungskategorien betreffen die Anreise. So lässt sich über die Netzwerkanalyse eine Aussage dazu machen, wie gut jeder Punkt des Wegnetzes mit den öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar ist. Ein erster Blick auf die Karte (Abbildung 19) verdeutlicht, dass das Wegnetz allgemein gut mit dem Bus zu erreichen ist. Es gibt keine Punkte innerhalb des Juraparks, die weiter als 5 km entfernt von einer Haltestelle sind. Mehrheitlich sind es sogar unter 3 km.

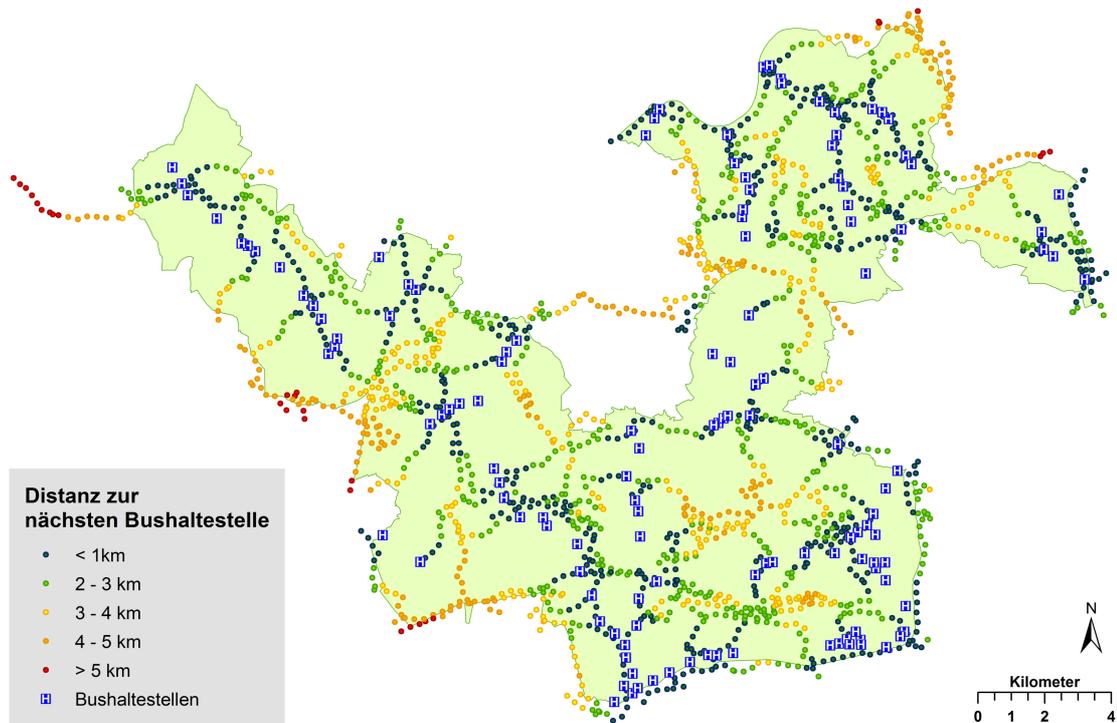


Abbildung 19: Netzwerkanalyse über die Distanz zur nächsten Bushaltestelle.

Parkplätze

Der der Park, bzw. seine Wege, sind schlechter für das Privatauto erschlossen sind. Grosse Teile des Wegnetzes sind somit mehr als 3 km vom nächsten Parkplatz entfernt und nur vereinzelt sind zwei bis drei Standorte von Parkplätzen gut an das Wegnetz angebunden wie zum Beispiel in an der Grenze der Gemeinden ‚Küttigen‘ und ‚Densbüren‘ im Süden des Regionalparks (Abbildung 20).

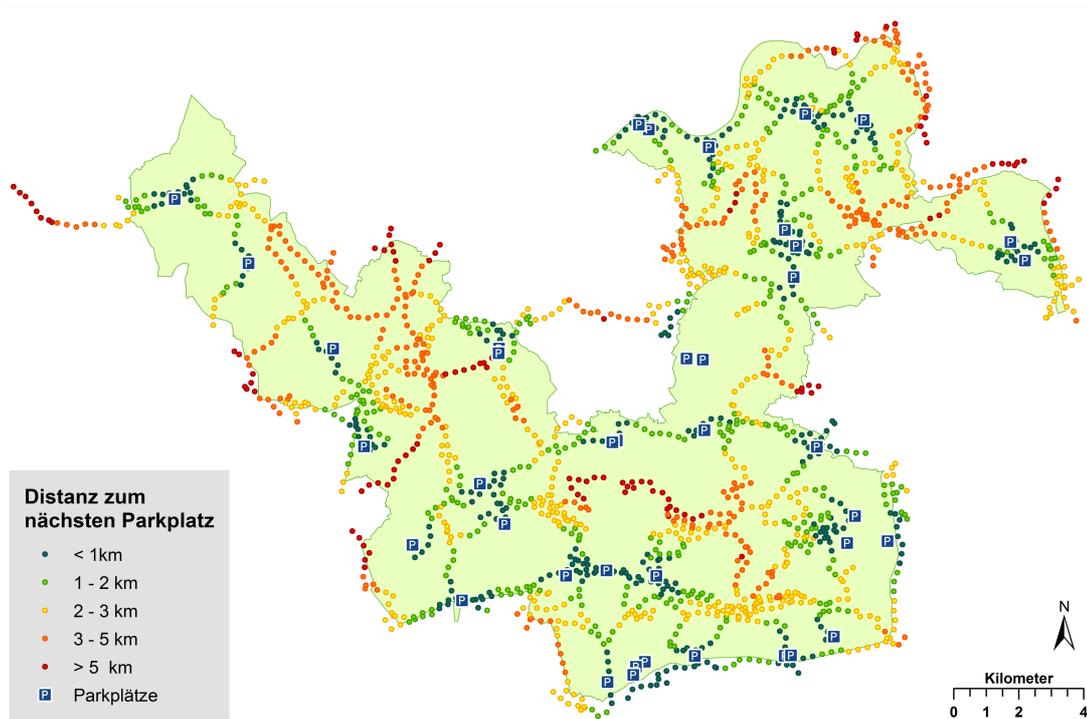


Abbildung 20: Netzwerkanalyse über die Distanz zum nächsten Parkplatz.

Durchschnittsdistanz pro Schwerpunktgebiet

Die vom Jurapark ausgewiesenen Schwerpunktgebiete für Erholung sind in Abbildung 21 eingezeichnet zusammen mit dem bestehenden Wegnetz des Regionalparks. Die entsprechenden Resultate pro Gebiet sind in Tabelle 13 aufgeführt.

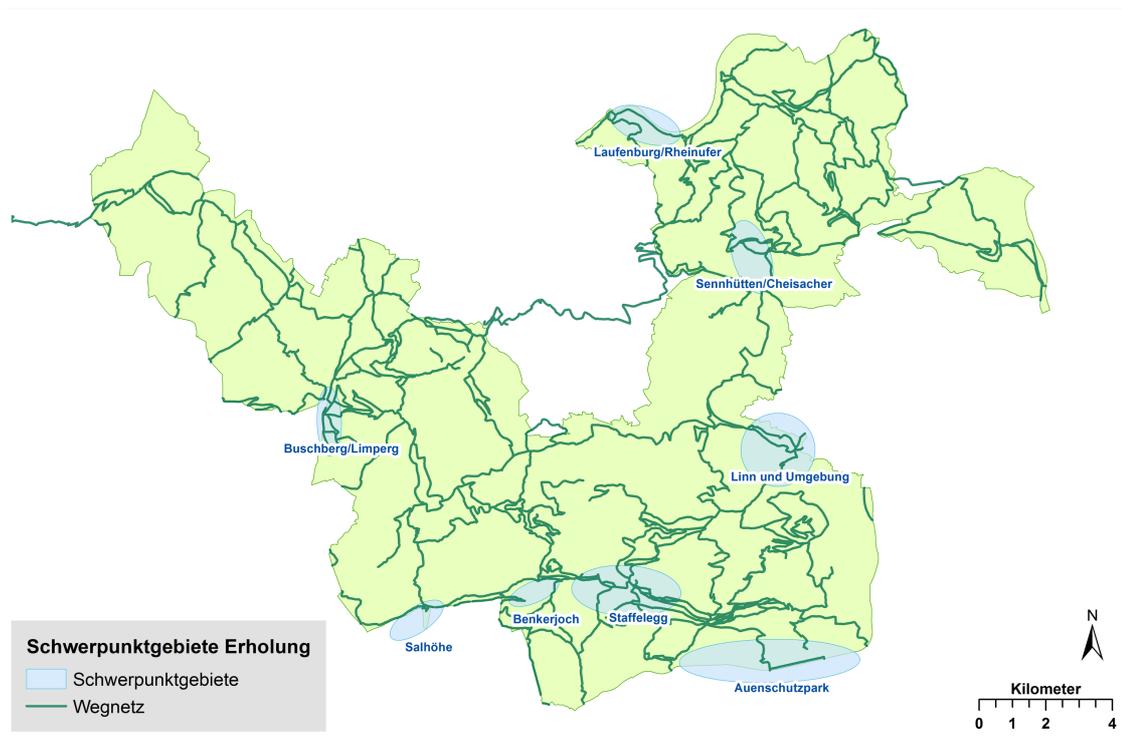


Abbildung 21: Übersichtskarte zu den acht Schwerpunktgebieten im Jurapark.

Dort fallen bereits die grossen Flächenunterschiede der Gebiete auf, die von 800 m² zu über fünf Quadratkilometern variieren. So sind z.B. die Wege des Gebietes 'Buschberg/Limberg' mit dem Privatauto in knapp einem Kilometer Laufdistanz erreichbar. Dagegen ist die Anreise mit dem Bus beschwerlicher, da man im Schnitt 3 km zur nächsten Haltestelle läuft.

Tabelle 13: Durchschnittsdistanz pro Einrichtung und Schwerpunktgebiet.

Name	Fläche [km ²]	SW [km]	AP [km]	FS [km]	WW [km]	BH [km]	PP [km]	Durchschnitt [km]
Benkerjoch	0.81	1.08	0.80	0.68	0.20	1.14	1.09	0.83
Auenschutzpark	5.61	0.95	4.87	3.41	0.81	0.90	1.04	2.00
Laufenburg/Rheinufer	1.81	0.97	1.70	0.95	0.53	0.63	0.60	0.90
Buschberg/Limberg	1.21	0.76	1.09	0.82	0.81	3.01	1.10	1.26
Linn und Umgebung	3.88	1.62	0.80	0.80	0.45	0.80	0.79	0.88
Sennhütten/Cheisacher	2.04	1.07	0.46	0.31	1.33	1.88	0.96	1.00
Salhöhe	1.13	0.68	2.54	1.87	0.32	4.09	0.53	1.67
Staffelegg	3.95	2.76	2.93	2.40	0.49	1.26	0.94	1.80
Jurapark	241	1.59	2.32	1.65	0.89	1.44	2.29	1.70

Gleichermassen zeigen sich gewisse Vorteile pro Gebiet: 'Sennhütten/Cheisacher', welches schon im vorderen Kapitel als Fokusgebiet von Aussichtspunkten aufgefallen ist, weist hier eine Distanz von durchschnittlich unter 500 m auf. Das Gebiet 'Laufenburg/Rheinufer' zeigt eine mittlere Entfernung von 700 m zur jeweils nächsten Feuerstelle. Dementgegen sind die Wege im 'Staffelegg' von Feuerstellen, Aussichtspunkten und Sehenswürdigkeiten verhältnismässig weit entfernt. Von allen Gebieten schneidet das 'Benkerjoch' im Mittel aller Kriterien am besten ab.

Durchschnittsdistanz pro Gemeindefläche

In Tabelle 14 sind wiederum die vier Gemeinden aufgeführt, die bereits in den vorderen Kapiteln vertieft behandelt wurden. Die ausführliche Tabelle mit allen 28 Gemeinden ist im Anhang in Tab. III S.56 zu finden. Die Auflistung ermöglicht so eine Grundaussage darüber, wie gut die Wege einer Gemeinde erschlossen sind. Je grösser die Durchschnittsdistanz, umso weiter muss der Wanderer gehen, um sein Ziel zu erreichen.

Tabelle 14: Durchschnittsdistanzen von Gemeinden bzw. dem Jurapark.

Name	Wege [km]	SW [km]	AP [km]	FS [km]	WW [km]	BH [km]	PP [km]
Bözen	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Herznach	12	0.98	4.68	1.49	0.75	1.37	1.34
Schupfart	12	0.85	2.41	1.53	0.43	0.60	4.40
Gansingen	44	1.65	2.49	1.65	1.72	1.34	2.14
Jurapark	577	1.59	2.32	1.65	0.89	1.44	2.29

In 'Schupfart' beispielsweise, liegt die nächste Sehenswürdigkeit im Schnitt 800m entfernt. Dem entgegen muss der Spaziergänger in Thalheim 2.35 km zurücklegen, bis er an einen Interessenpunkt ankommt.

Eine ähnliche Aussage lässt sich so zur Beschilderung der Wege machen. Die Annahme ist dabei, je kleiner die Distanz zwischen den Wegweisern, umso besser ist der Weg ausgewiesen. So sind die Wege im Schnitt in 'Gansingen' mit 1.72 km bis zum nächsten Wegweiser schlechter ausgeschildert als jene in 'Herznach', wo alle 750 m ein Schild dem Wanderer die Richtung angibt.

Auch für die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln und dem Privatauto lässt sich anhand der Tabelle eine Aussage machen. So liegen alle Gemeinden bei der Distanz zur nächsten Bushaltestelle unter dem Durchschnittswert des Juraparks. Die Gemeinden 'Kienberg' und 'Wegenstetten', die hier nicht aufgeführt sind (Anhang Tab. III S.56), gleichen diesen mit mehr als 2.5 km Distanz jedoch aus. Der Vergleich mit den Parkplätzen zeigt, dass es in den meisten Fällen bequemer ist mit dem Bus anzureisen, da entsprechende Haltestellen auf kürzerer Strecke zu erreichen sind.

4.1.3.1 Diskussion

Die Netzwerkanalyse ist ein geeignetes Werkzeug, um von Punkten eines gegebenen Wegesystems die Distanz zur nächsten Einrichtung zu berechnen. Dies ermöglicht einen guten Überblick über die einzelnen Regionen des Parks und deren Erschliessung, z.B. mit Hilfe von öffentlichen Verkehrsmitteln. So lassen sich die jeweiligen Unterschiede klar aufzeigen und auf der Karte wird ersichtlich, wo sich bestimmte Einrichtungen konzentrieren, bzw. besser an das Wegnetz angebunden sind. So können die Übersichtskarten als Orientierungshilfe dazu dienen, wo man mit verhältnismässig wenig Aufwand das Wegnetz erweitern kann, um beispielweise eine neue Sehenswürdigkeit oder Feuerstelle zu erschliessen und bequem erreichbar zu machen.

Ein Nachteil der der Netzwerkanalyse ist, dass nur vom bestehenden Wegnetz aus berechnet werden kann. Da in der Gemeinde ‚Bözen‘ keine Wege vorhanden sind, werden von hier aus keine Distanzen berechnet, bzw. ist der Wert für alle Kategorien gleich Null. Das Werkzeug ist daher nur dafür geeignet, den potenziellen Ausbau ausgehend von einem bestehenden Wegnetz zu beurteilen. Wie am Beispiel der Sehenswürdigkeiten ersichtlich ist, könnten gerade Gemeinden wie ‚Schupfart‘ (Abbildung 15) die aktuell über eine tiefe Themenwegdichte verfügen, ihr Angebot unter dem Leitthema der vorhandenen Sehenswürdigkeiten in unter 1km Distanz erweitern.

Zudem gibt die Netzwerkanalyse der Wegweiser eine Auskunft darüber, welche Teile des Wegnetzes, wie dicht beschildert sind. Wegweiser zeigen dem Wanderer die Richtung und sind so insbesondere an Wegen, die häufige Richtungswechsel vornehmen, wichtig, um eine gute Orientierung zu garantieren. So könnte eine entsprechende Übersichtskarte als Hinweis dazu dienen, dass in der Gemeinde ‚Laufenburg‘ sehr weite Strecken zwischen den Wegweisern liegen und ein Ausbau möglich wäre. Dafür wäre es jedoch wichtig, in einem ersten Schritt zu ermitteln, wie viele Wegweiser effektiv sinnvoll sind, um den Wanderer zu leiten. Sind diese nur an Kreuzungen wichtig, oder tragen sie allgemein zum Sicherheitsgefühl des Wanderers bei, wenn sie in regelmässigen Abständen die Richtung weisen? Dies könnte man zum Beispiel in Form einer Befragung in dieser Region ausfindig machen.

Ein weiterer Kritikpunkt ist, dass in der Berechnung der Distanzen pro Einrichtung nicht innerhalb einer Kategorie unterschieden wird, was möglicherweise nicht ganz der Realität entspricht. So werden beispielsweise alle Sehenswürdigkeiten gleich gewichtet, egal, ob es sich um eine Ruine, eine Fledermauskolonie oder einen Arzneipflanzengarten handelt. Der Besucher wählt jedoch je nach seinen persönlichen Präferenzen aus, wo und zu welchen Sehenswürdigkeiten er wandern will. Zudem enthalten nicht alle Kategorien gleich viele Datenpunkte. Die Kategorie 'Sehenswürdigkeiten' fasst dabei verschiedene Typen derselben zusammen, während 'Aussichtspunkte' oder 'Feuerstellen' nur diesen spezifischen Typ enthalten. Hier ging es jedoch nur darum, allgemein das Potenzial der Wege durch kurze Entfernung zu Einrichtungen abzuschätzen.

Die Netzwerkanalyse der Anreisemöglichkeiten 'Öffentliche Verkehrsmittel' und 'Privatauto' hat gezeigt, dass das Wegnetz des Juraparks grundsätzlich besser erschliessbar ist mit dem Bus. Hier gilt jedoch zu ergänzen, dass die Parkplätze keine Flächen-, sondern Punktdaten sind und somit keine Aussage darüber machen, wie viele Autos pro Standort abgestellt werden können.

Die durchschnittliche Distanz der Gemeinden macht vor allem für den direkten Vergleich dieser Sinn. So lassen sich gut die Unterschiede, beispielsweise bezüglich Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln, damit aufzeigen. Durch das Zusammenfassen der Punktdistanzen entsteht jedoch das Risiko, dass grosse Distanzen von vielen kleinen ausgeglichen werden. Beim Wandern spielt es jedoch sehr wohl eine Rolle, ob während 5 km keine Feuerstelle und dann im 100 m Abstand fünf derselben liegen. Dennoch ergibt diese Durchschnittsdistanz in Zusammenhang mit der Wegdichte aus Kapitel 4.1.2 neue Zusammenhänge (Handlungsempfehlungen Kapitel 7).

Da die Schwerpunktgebiete als solche definiert sind, wäre anzunehmen, dass diese entsprechend besser erschlossen sind. Tatsächlich sind die Wegpunktdistanzen im Schnitt kleiner als im Jurapark und als bei einem Grossteil der Gemeinden. Dies zeigt sich vor allem in den Anreisemöglichkeiten 'Bushaltestellen' und 'Parkplatz', wo die Werte deutlich unter dem Mittel des Regionalparks liegen. Hierbei fällt auf, dass die Gebiete, anders als bei den Gemeinden, besser für das Privatauto erschlossen sind und dass die Parkplätze dementsprechend näher am Wegnetz liegen. Bushaltestellen sind zum Teil, wie zum Beispiel im Fall der 'Saalhöhe' und 'Buschberg/Limperg' im Schnitt drei bis vier Kilometer entfernt, was die Anreise erschwert.

Aus dem Mittel aller Durchschnittswerte pro Kategorie lässt sich herauslesen, wie gut das Wegnetz eines Gebiets für alle Einrichtungen erschlossen ist. Dabei stellt sich die Frage, ob 'Schwerpunkt', bedeutet, dass Sehenswürdigkeiten, Feuerstellen und Aussichtspunkte in unmittelbarer Reichweite liegen müssen, oder ob es vielmehr darum geht, einen Fokus pro Gebiet zu definieren. So könnte ein Fokus der Gebiete 'Sennhütten Cheisacher' und 'Laufenburg/Rheinufer' die vielen Aussichtspunkte, bzw. Feuerstellen sein, die dort in direkter Wegnähe liegen. Die Netzwerkanalyse erklärt also möglicherweise, warum diese Gebiete ursprünglich als Schwerpunkt ausgewählt wurden. Zudem gibt sie Hinweise auf mögliche Schwachstellen der Fokusregionen. Wie schon erwähnt, wäre vor allem ein Ausbau an Bushaltestellen und -linien in bestimmten Regionen sinnvoll um die Anreise zu erleichtern.

Abschliessend muss hier hinzugefügt werden, dass die Durchschnittsdistanz sicher von der Flächengrösse des Schwerpunktregionen beeinflusst wird. Je grösser ein Gebiet ist, umso mehr Ressourcen müssen investiert werden, um die ganze Fläche genügend zu erschliessen. Dem entsprechend hat beispielsweise das 'Benkerjoch' mit einer Fläche von nur 800 m² einen Vorteil.

4.2 Themenwege

Im folgenden Kapitel wird die zweite Ebene der Analyse behandelt: Die Themenwege. Diese werden wiederum in drei Unterkapiteln betrachtet:

- Bodenbedeckungsdiversität
- Absolute Anzahl Einrichtungen und relative Einrichtungsdichte
- Durchschnittsdistanz zu Einrichtungen

Das erste Kapitel beschreibt aufbauend auf einem Index für Diversität, wie abwechslungsreich die natürliche Umwelt der Themenwege ist. Weiter werden, wie schon in der Netzwerkanalyse, die sechs Einrichtungskategorien betrachtet. Diesmal wird jedoch gemessen, wie viele davon sich in unmittelbarer Umgebung eines Weges befinden und wie sich Dichte pro Wegstrecke verhält. Abschliessend wird analysiert, wie weit man gehen müsste um trotzdem eine Einrichtung zu erreichen. Es wird also, ähnlich wie für die Gemeinden im Jurapark in Kapitel 4.1.3, für jeden Themenweg eine durchschnittliche Entfernung berechnet und so ermittelt, welche Wege am besten erschlossen sind.

Die insgesamt 40 Themenwege des Juraparks sind zur Orientierung in Abbildung 22 dargestellt. Tabelle 15 zeigt die entsprechend nummerierte Liste.

Tabelle 15: Themenwege mit alphabetischer Nummerierung.

Nummer	Name	Nummer	Name
1	Adventuretrail	21	Perimukweg
2	Cheisacherturm	22	Perimukweg Biberstein
3	Chriesiwäg 1	23	Perimukweg Cheisacher
4	Chriesiwäg 2	24	Perimukweg Wölflinswil
5	Dinosaurierlehrpfad	25	Reblehrpfad
6	Eisenweg	26	Rebsortenpfad 1
7	Evolutionspfad	27	Rebsortenpfad 2
8	Familientour	28	Rund um Sulz
9	Flösserweg	29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick
10	Fricktaler Höhenweg	30	Skulpturenweg Schenkenbergertal
11	Langlaufloipe Gisliflue	31	Waldlehrpfad
12	Limpergweg blau	32	Walkingtrail 1
13	Limpergweg braun	33	Walkingtrail 2
14	Limpergweg gelb	34	Walkingtrail 3
15	Limpergweg olive	35	Walkingtrail 4
16	Limpergweg pink	36	Walkingtrail 5
17	Martinsweg Findling	37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1
18	Martinsweg Wittnau	38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2
19	Natur und Kulturweg Linn	39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3
20	Naturlehrpfad	40	Zwei Dörfer Rundweg

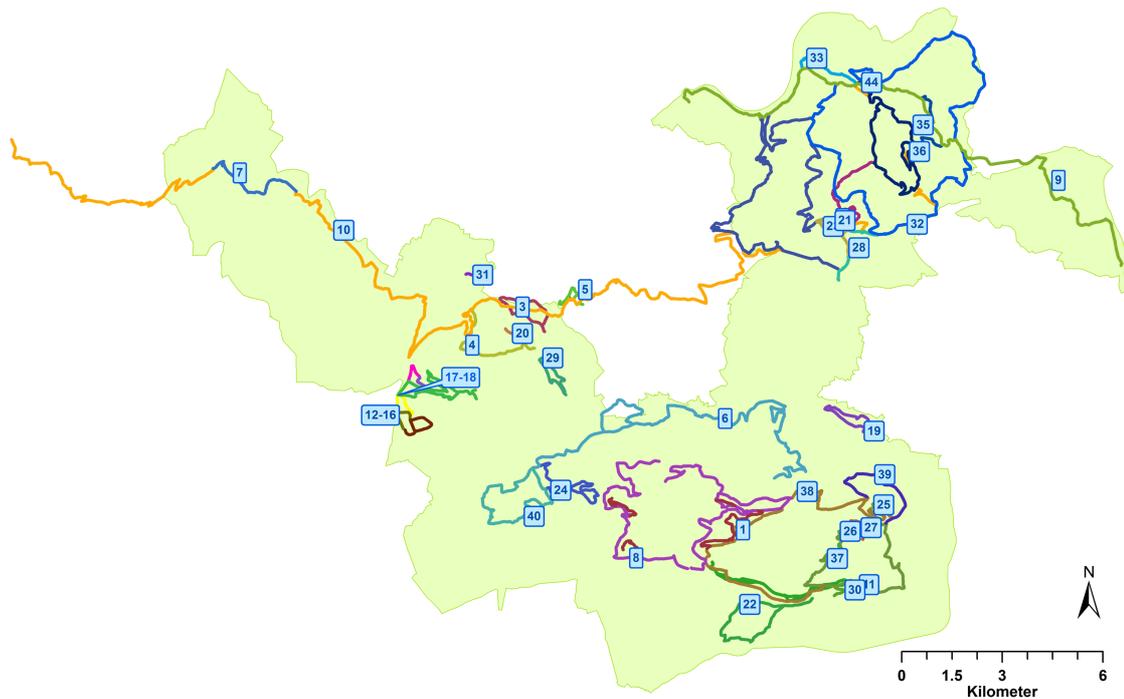


Abbildung 22: Jurapark mit Themenwegen.

4.2.1 Natürliche Abwechslung: Bodenbedeckungsdiversität pro Themenweg

Zu Beginn des Kapitels 4.1.1 wurde die Verteilung der Wegtypen auf verschiedene Bodenbedeckungen, also beispielsweise Wald und offenes Gelände berechnet. In diesem Abschnitt wird ergänzend betrachtet, wie sich die Bodenbedeckung der einzelnen Themenwege zusammensetzt.

4.2.1.1 Vorgehensweise

Hier wurden die Themenwege mit dem Datensatz 'Bodenbedeckung' im Jurapark verschnitten, woraus die entsprechende Wegstrecke pro Bedeckungstyp aufsummiert wird. Jeder Themenweg setzt sich so aus verschiedenen Teilstrecken zusammen.

Aus dieser Verteilung wird im Anschluss der Shannon-Index berechnet (Formel 1, bzw. Code II S.79). Dieser Index erlaubt als mathematische Grösse eine Aussage zu Diversität in einem System. Er beschreibt die Verteilung von einer Grundmenge N auf i Typen. Je grösser der Wert, umso gleichmässiger ist die Grundmenge auf alle Typen in diesem Fall die Vielfalt der Bodenbedeckungstypen pro Weg, verteilt.

Formel 1: Shannon-Index.

$$H' = - \sum_i p_i \times \ln p_i \quad \text{mit } p_i = \frac{n}{N} \quad H_{max} = \ln S$$

Der Shannon-Index H' setzt sich aus der relativen Häufigkeit p_i , Anzahl Meter pro Bodenbedeckung geteilt durch Gesamtanzahlmeter pro Themenweg, mal dem Logarithmus des Faktors zusammen. Die maximale Diversität entspricht dem Logarithmus der Anzahl Bodenbedeckungstypen.

4.2.1.2 Resultate

In Tabelle 16 sind jeweils zwei Wege mit sehr hohen, bzw. sehr tiefen Diversitätswerten aufgeführt. H_{\max} aus dem Logarithmus von fünf Bodenbedeckungskategorien entspräche einem Shannon-Index von 1.6. Den höchsten Wert erhält der 'Flösserweg' mit einem Index von 0.56. Wie man in Abbildung 23 sieht, verläuft der Weg gleichmässig in Fluss-, Siedlungs- und Waldnähe und erhält so einen entsprechend grossen Index.

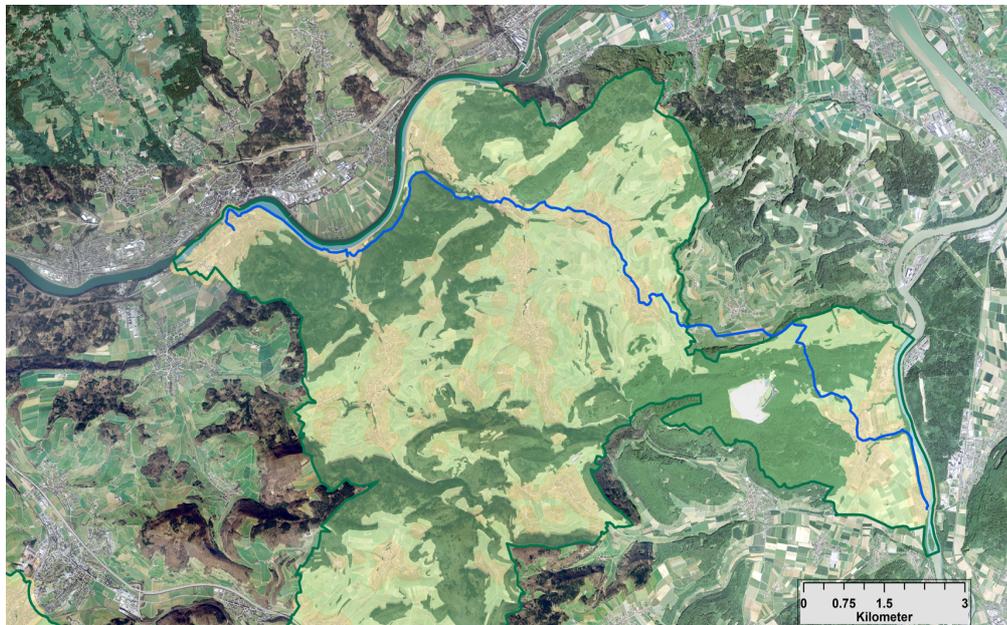


Abbildung 23: Maximale Diversität der Bodenbedeckung auf dem Flösserweg.

Der 'Fricktaler Höhenweg' ist abwechslungsreich, da er drei der vier Bodenbedeckungen enthält. Dementgegen verlaufen der 'Skulpturenweg' und der 'Adventuretrail' nur durch Wald, bzw. offenes Gelände.

Tabelle 16: Ausgewählte Themenwege mit Anteilen verschiedener Bodenbedeckungen und Werten für Shannon-Index.

Nr.	Name	Länge [km]	Offen [km]	Wald [km]	Gewässer [km]	Siedlung [km]	Shannon
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	0.00	0.97	0.00	0.00	0.03
1	Adventuretrail	6.70	0.33	6.34	0.00	0.00	0.09
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	15.88	16.75	0.56	5.04	0.42
9	Flösserweg	20.10	4.56	2.81	3.87	8.77	0.56

Bei den Werten in obiger Tabelle fällt jedoch auf, dass der 'Flösserweg' und der 'Fricktaler Höhenweg' mit 20 km, respektive 56 km sehr lang sind im Vergleich zu den restlichen Wegen. Diese Beziehung wird in Abbildung 24 für die Gesamtheit der 40 Themenwege untersucht.

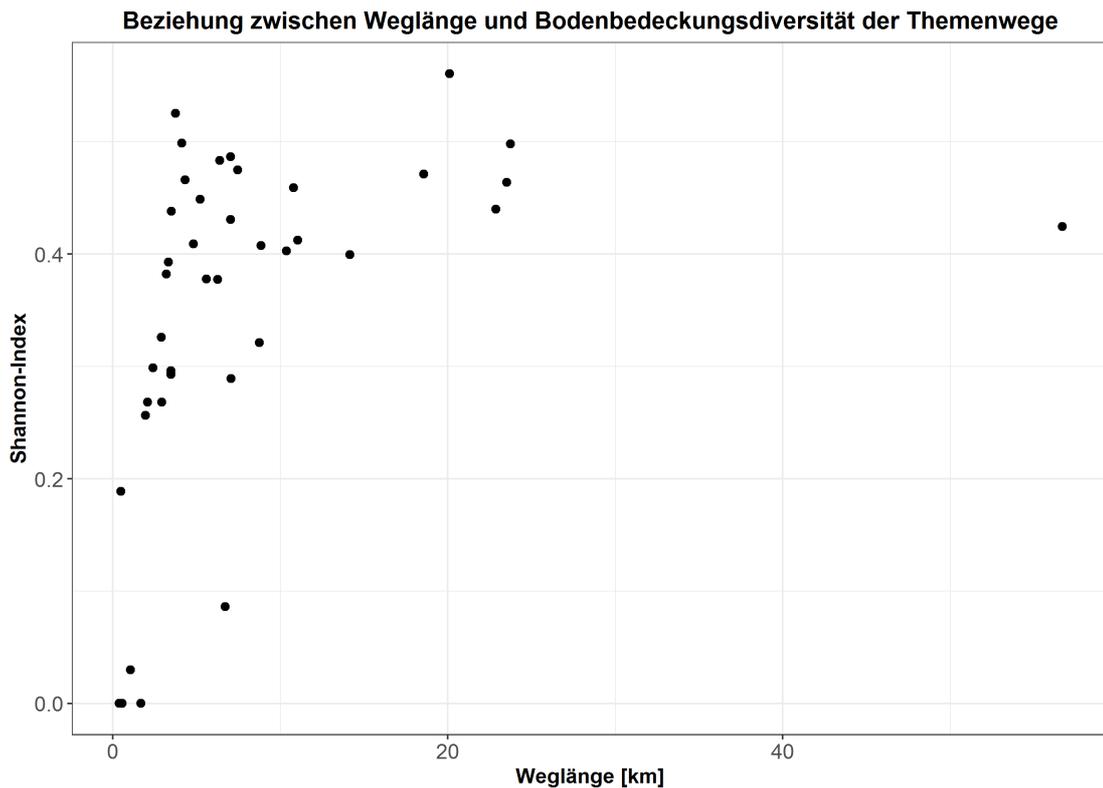


Abbildung 24: Beziehung zwischen Weglänge und Bodenbedeckungsdiversität pro Themenweg.

Wie bereits Tabelle 16 erkennen lässt, nimmt die Diversität mit wachsender Weglänge zu. Obige Grafik zeigt jedoch, dass gerade bei kurzen Wegen der Shannon-Index sehr stark variiert. So weist beispielsweise der 'Natur und Kulturweg Linn' (Anhang Tab. V S.58) mit knapp 3 km Länge einen Index von 0.53 auf im Vergleich zu einer Limpergwegvariante, deren Index trotz gleicher Länge nur halb so gross ist. Trotzdem lässt sich der Trend bestätigen, dass mit zunehmender Wegstrecke die Bodenbedeckungsdiversität zunimmt (Abbildung 24).

4.2.1.3 Diskussion

Die Resultate für vier ausgewählte Themenwege aus Tabelle 16 zeigen, dass der die maximale Diversität aus dem Logarithmus von insgesamt fünf Bodenbedeckungstypen auf keinem der Themenwege erreicht ist. H_{max} würde bedeuten, dass die gesamte Strecke perfekt auf die fünf Kategorien aufgeteilt wäre, was in der Realität nie der Fall ist. Dass der maximale Wert des Shannon-Index mit 1.6 mehr als das Dreifache des aktuell höchsten Wertes misst, wirft die Frage auf, ob es sich dabei um das geeignete Werkzeug handelt um die Diversität eines Weges zu messen. Hier war die Annahme, dass eine gleichmässige Verteilung auf alle Bodenbedeckungstypen grosser Abwechslung für den Wanderer entspricht. Dennoch lässt sich durch die Werte, wie gleichmässig verteilt sich die Bodenbedeckungstypen sich auf den Themenwegen finden lassen. Der 'Flösserweg' dient dabei als Orientierung dazu, wie vielfältig ein Weg im Jurapark und somit in Realität sein kann. Lange Wege werden tendenziell bevorteilt, da sie über die grössere Strecke eine höhere Chance haben, alle Bodenbedeckungstypen zu enthalten. Dennoch liess sich mit einem Satellitenbild von Swisstopo verifizieren, dass die erhaltenen Werte Sinn machen. Nun fragt sich, wie die neuen Informationen für den Jurapark von Nutzen sein können. Hier wäre es beispielsweise interessant mittels Besucherbefragungen zu untersuchen, ob und wie eine hohe Diversität wahrgenommen wird. Dies könnte als Orientierung dazu dienen, dass Wege mit tiefer Diversität erweitert werden sollten, oder das jene mit hohen Werten aktiv als solche ausgewiesen werden könnten.

4.2.2 Anzahl Einrichtungen innerhalb definierter Puffer um die Themenwege

Im zweiten Teil dieses Kapitels wird ein Puffer, dessen Grösse je nach Sichtbarkeit definiert wurde, um die Themenwege gelegt und analysiert, was sich darin befindet. Die Annahme ist hier, dass nur, was sich in unmittelbarer Wegnähe befindet, vom Wanderer wahrgenommen wird. So ist beispielsweise ein Wegweiser in 100 m Distanz vom Pfad von wenig Nutzen, währenddessen ein gut sichtbarer Aussichtspunkt auf dieselbe Entfernung als Mehrwert eingeschätzt wird. Die Ergebnisse wurden jeweils absolut (pro Themenweg) und relativ (pro Kilometer Wegstrecke) berechnet. Zusammenfassend wurden die Wege für die Kriterien Anreise- und Erholungseinrichtungen getrennt bewertet.

4.2.2.1 Vorgehensweise

Für alle Wege und Einrichtungen wurde dasselbe Grundmodell verwendet (Modell VII S.76), welches in Abbildung 25 vereinfacht dargestellt ist. Um jeden Weg wurde ein Puffer gelegt, innerhalb dessen die verschiedenen Einrichtungen gezählt wurden. Je nach geschätzter Sichtbarkeit der Einrichtung galt ein anderer Puffer (Tabelle 17). Für die Anreise



Abbildung 25: Vereinfachtes Grundmodell zur Analyse von Themenwegen.

wurden grössere Puffer gewählt, da das letzte Stück zu Fuss bis zum Wegbeginn als Teil der Wanderung interpretiert wird und die Toleranz des Wanderers hier dementsprechend höher ist. Die Einrichtungen werden, wie schon zuvor in der Analyse, in Unterhaltung und Erholung (UE) und Anreise (A) eingeteilt. Die grosse Variabilität der absoluten Anzahl von Einrichtungen wird am Beispiel von fünf Themenwegen in einer Grafik aufgezeigt, die das ganze Spektrum aufzeigen sollen und aus diesem Grund ausgewählt wurden.

Tabelle 17: Verwendete Puffer.

Einrichtung	Grösse [m]	Abkürzung
Sehenswürdigkeiten	100	UE
Feuerstellen	100	UE
Aussichtspunkte	100	UE
Wegweiser	50	UE
Bushaltestellen	500	A
Parkplätze	500	A

Um die Themenwege vergleichbar zu machen wird hier der Faktor der 'Einrichtungsdichte' mit dem Indikator 'Anzahl Einrichtungen pro Kilometer' eingeführt. So wird beispielsweise die Summe von Feuerstellen eines Themenweges durch dessen Länge geteilt. Der erhaltene Wert lässt sich so direkt mit jenem der anderen Wege vergleichen. Die 'Einrichtungsdichte' soll den Längenvorteil von beispielsweise dem 'Fricktaler Höhenweg' mit 56 km ausgleichen. Zur Illustration des Unterschieds zwischen absoluter Anzahl Einrichtungen und relativer Dichte pro Themenweg wurde ein Graph erstellt, der diese beiden Komponenten für zehn Themenwege gegenüberstellt. Diese wurden wiederum ausgewählt um die Streuung der Werte aufzuzeigen.

Die so berechnete absolute Anzahl ist exemplarisch für Feuer- und Bushaltestellen in einer Übersichtskarte dargestellt. Die Karten der restlichen Einrichtungen sind im Anhang ab S.66 zu finden.

Die relative Dichte der beiden Kategorien wurde mit Hilfe eines Balkendiagrammes als Ranking dargestellt. Wege, die über keine solche Einrichtung verfügen wurden in dieser Darstellung weggelassen.

Mit Hilfe der gewichteten Summe (Formel 2) wurde die Einrichtungsichte pro Kategorie (Abkürzungen in Tabelle 17) mit einem Faktor multipliziert, der beide Kategorien gleich gewichtet, und aufsummiert. Diese Summe ermöglicht einen Kategorienübergreifenden Vergleich der Einzelwege. Die resultierende Rangordnung der Wege ist in einer Grafik zusammengefasst.

Formel 2: Gewichtete Summe zur kategorienübergreifenden Bewertung von Themenwegen.

$$T_{ot} = \frac{(UE_1 \times 0.25 + UE_2 \times 0.25 + UE_3 \times 0.25 + UE_4 \times 0.25) + (A1 \times 0.5 + A2 \times 0.5)}{2}$$

4.2.2.2 Resultate

Ein erstes Ergebnis ist, dass die Puffergrösse die Anzahl Einrichtungen in Wegnähe sehr stark beeinflussen. So ist am Beispiel des 'Zwei Dörfer Weges' (Abbildung 26) ersichtlich, wie die Wegweiser innerhalb des ersten Puffers von 50m liegen, jedoch eine der Feuerstellen im Blickfeld nicht zum zweiten Puffer von 100 m dazugezählt wird. Gleichermassen sind zwei Bushaltestellen, die etwas 50 m ausserhalb der Reichweite des grössten Puffers für die Anreise von 500 m liegen, nicht enthalten.



Abbildung 26: Beispielweg mit drei verschiedenen Puffern.

Im Folgenden sind pro Einrichtungskategorie jeweils zwei Karten aufgeführt, die jeweils die absolute Anzahl und die relative Dichte aufzeigen. Die Nummern in Klammern beziehen sich auf die Übersichtskarte anfangs Kapitel 4.2 (Abbildung 22).

Feuerstellen

Zählt man die Anzahl Feuerstellen innerhalb eines Puffers von 100 m erhält man pro Weg eine absolute Anzahl, wie in der unten aufgeführten Übersichtskarte dargestellt (Abbildung 27) dargestellt. So gehört der ‚Fricktaler Höhenweg‘ (10) (siehe Übersichtskarte Abbildung 22) mit insgesamt 12 Feuerstellen zur Kategorie mit den höchsten Werten, gefolgt vom ‚Flösserweg‘ (9) und einigen Wegen in der Region ‚Laufenburg‘.

Weiter fällt auf, dass man auf dem ‚Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick‘ (29), dem ‚Natur und Kulturweg Linn‘ (19), sowie einigen Walkingtrails keine Feuerstelle antrifft (grau markiert).

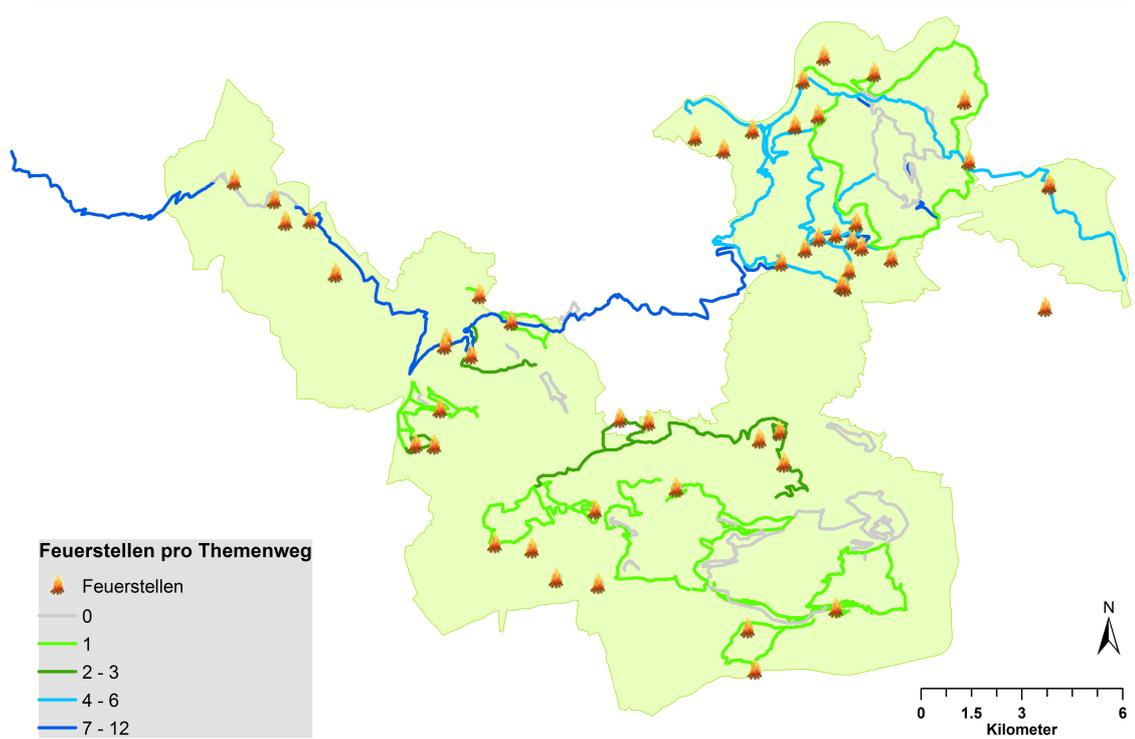


Abbildung 27: Absolute Anzahl Feuerstellen pro Themenweg.

Werden diese Werte wiederum über die Wegstrecke relativiert durch die Einrichtungsdichte, also Anzahl Feuerstellen pro Kilometer Wegstrecke, entsteht das in Abbildung 28 aufgeführte Ranking für die Themenwege. Der 'Waldlehrpfad' (31) erreicht so den höchsten Wert von 2.6, gefolgt vom Perimuk 'Cheisacher' mit knapp 1.2 Feuerstellen pro Kilometer. Neben den Wegen, die hier nicht aufgeführt sind, da sie keine Feuerstelle haben, erreicht die 'Familientour' und einer der Walkingtrails die tiefste relative Einrichtungsdichte.

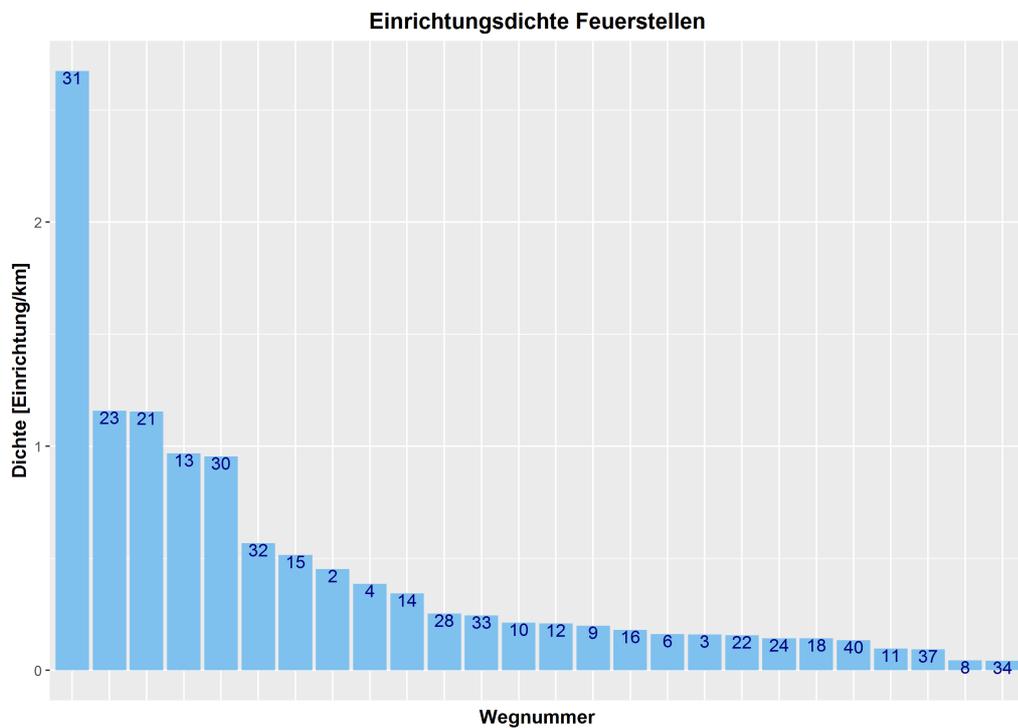


Abbildung 28: Relative Anzahl Feuerstellen pro Themenweg.

Bushaltestellen

Für die Anreise per Bus fällt direkt auf, dass, obwohl über den Park gesehen eine grosse Anzahl Haltestellen gegeben ist, vor allem kürzere Themenwege nicht direkt zugänglich sind auf diesem Anreiseweg (Abbildung 29). Das bedeutet, dass in einem 500 m Puffer des Weges kein Haltepunkt vorhanden ist (grau markiert). Dies trifft auf den ‚Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick‘ (29), einige der ‚Limpergwege‘ (12-16), sowie auf den ‚Waldlehrpfad‘ (31) und ‚Naturlehrpfad‘ (20) zu. Hier schneidet der ‚Flösserweg‘ (9) mit insgesamt 12 Haltestellen in 500 m Distanz am besten ab. Der ‚Eisenweg‘ (6) und ‚Fricktaler Höhenweg‘ (10) sind mit sechs, bzw. fünf Punkten ebenfalls gut gestellt.

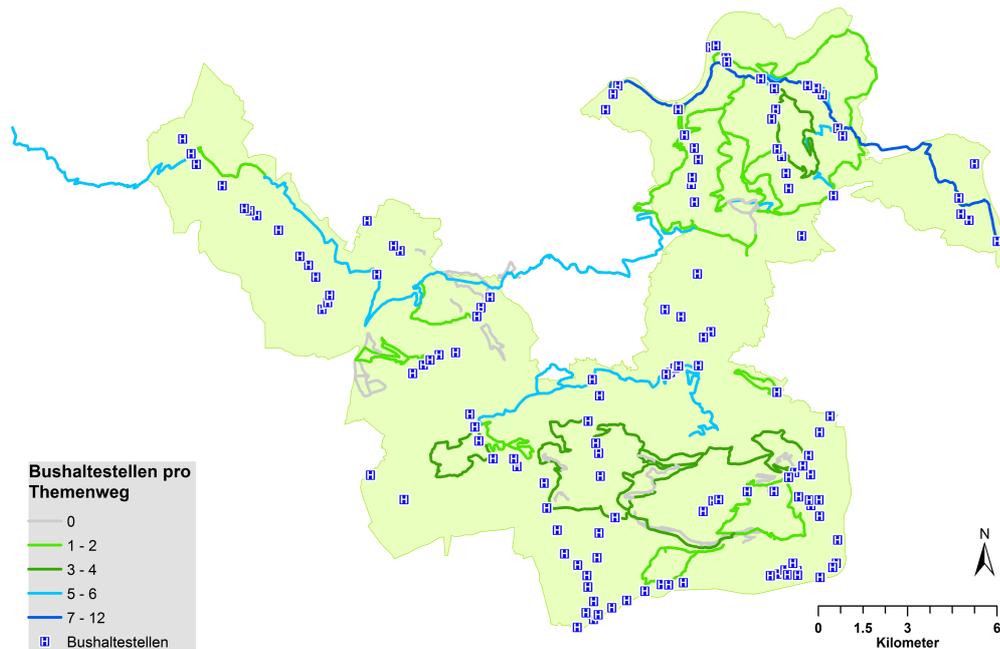


Abbildung 29: Absolute Anzahl Bushaltestellen pro Themenweg.

Demgegenüber zeigt die Rangordnung auf der folgenden Seite (Abbildung 30), dass im Fall der Bushaltestellen die beiden ‚Rebsortenpfade‘ (26 & 27) die höchste Dichte aufweisen von 1.3 Einrichtungen pro Kilometer. Dementgegen hat der ‚Fricktaler Höhenweg‘ (10) und der ‚Adventuretrail‘ (1) mit unter 0.2 Haltestellen pro Kilometer den tiefsten Wert. Auch hier sind Wege, die keine Bushaltestelle haben, nicht aufgeführt.

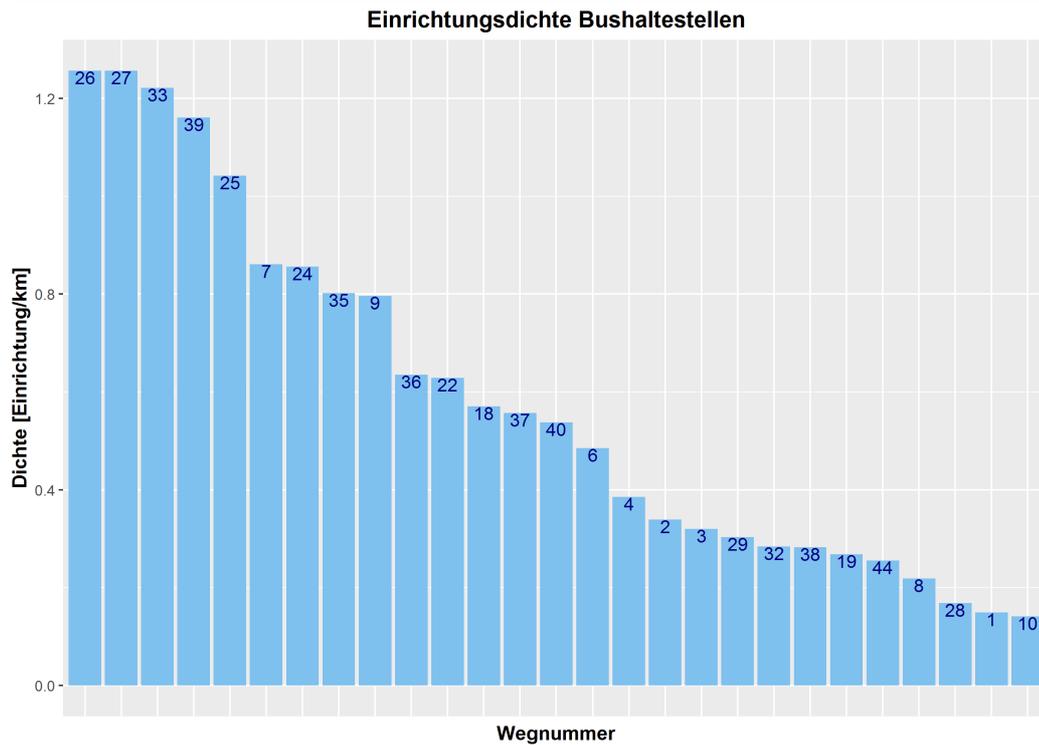


Abbildung 30: Relative Anzahl Bushaltestellen pro Themenweg.

Die Anzahl Einrichtungen in unmittelbarer Umgebung der Themenwege ist dementsprechend sehr unterschiedlich. Der Haupteinflussfaktor neben der Puffergrösse ist dabei die Länge der Wegstrecke. So schneidet der 'Fricktaler Höhenweg' mit insgesamt 56 km bei der absoluten Bewertung, d.h. Anzahl pro Themenweg, in allen Kategorien überdurchschnittlich gut ab. Kürzere Wege wie die 'Familientour' sind hier benachteiligt und verfügen über weniger Einrichtungen. Abbildung 31 zeigt die Spannweite der Einrichtungssummen, vor allem aber die sehr unterschiedlichen Zusammensetzungen von Einrichtungen, die auf verschiedenen Wegen möglich sind.

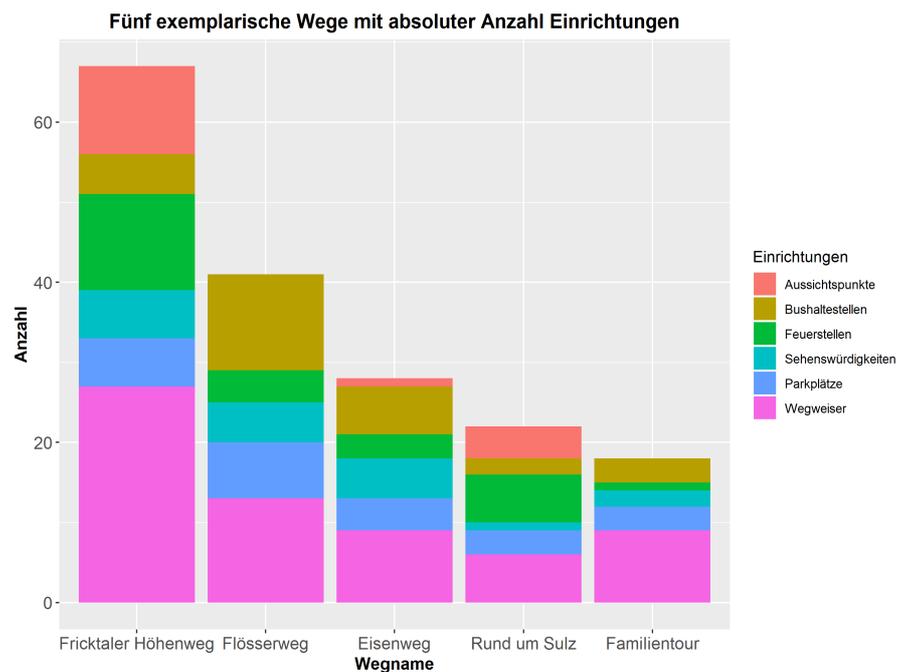


Abbildung 31: Fünf Themenwege mit Summe aller Einrichtungen.

In Abbildung 32 ist der Zusammenhang zwischen der absoluten Anzahl Einrichtungen pro Weg und der relativen Dichte am Beispiel der Feuerstellen verbildlicht. Durch diese Darstellung wird die hohe Summe von Einrichtungen des 'Fricktaler Höhenweges' (Nummer 10 in Abbildung 32) relativiert. Er verfügt zwar insgesamt über zwölf Feuerstellen, wenn man diese jedoch über die gesamte Weglänge von 56 km aufrechnet, liegt er nur bei einer Dichte von 0.2 pro km. Das bedeutet, dass ein Wanderer im Schnitt fünf Kilometer weit laufen muss, bis er die nächste Feuerstelle erreicht. Dementgegen verfügt der Weg 'Perimuk Cheisacher' (23) mit 3.4 km Länge über insgesamt vier Feuerstellen und somit eine Dichte von mehr als einer Einrichtung pro Kilometer. Natürlich gibt es auch Wege, die in beiden Kategorien sehr tiefe Werte erhalten. So zum Beispiel die 'Familientour' (8) mit nur einer Feuerstelle auf 22 km.

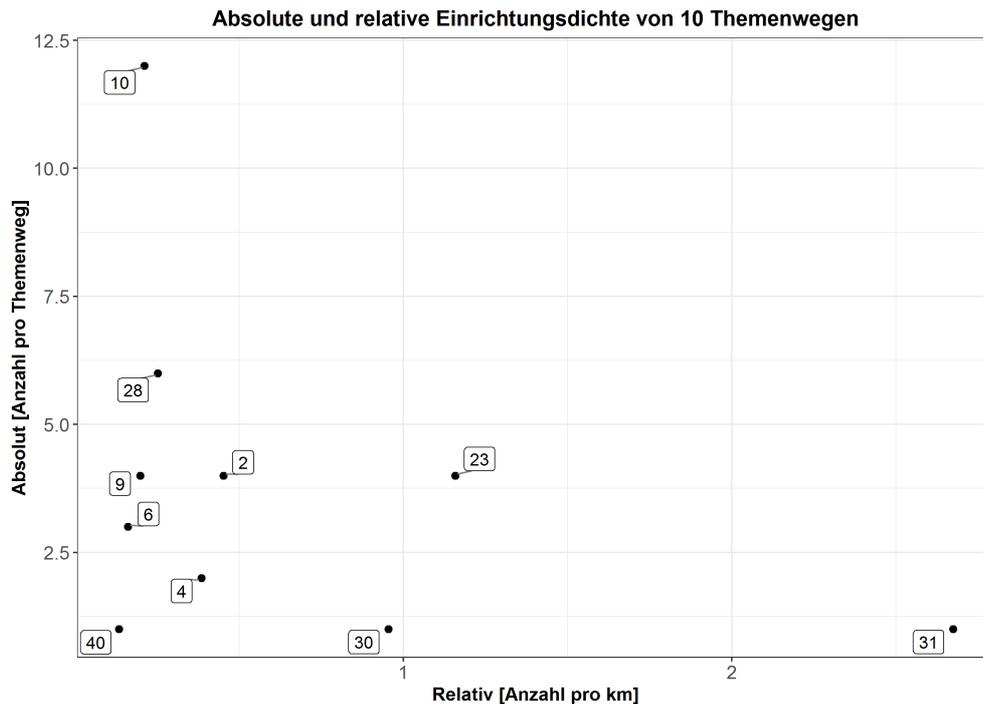


Abbildung 32: Zusammenhang zwischen absoluter Anzahl und relativer Dichte pro Themenweg am Beispiel von Feuerstellen und 10 ausgewählten Wegen.

Gewichtete Summe

Das Resultat der gewichteten Summe der relativen Anzahl (Einrichtung pro Kilometer Themenwegstrecke) aller Einrichtungen und Einzelwege ist in Abbildung 33 aufgeführt. Dort führen die braune Variante der ‚Limpergwege‘ (13) und der ‚Perimuk Wölflinswil‘ (24), direkt gefolgt vom ‚Eisenweg‘ (6). Wenig zu bieten haben in unmittelbarer Wegnähe die ‚Langlaufloipe Gisliflue‘(11) und der ‚Naturlehrpfad‘ (20).

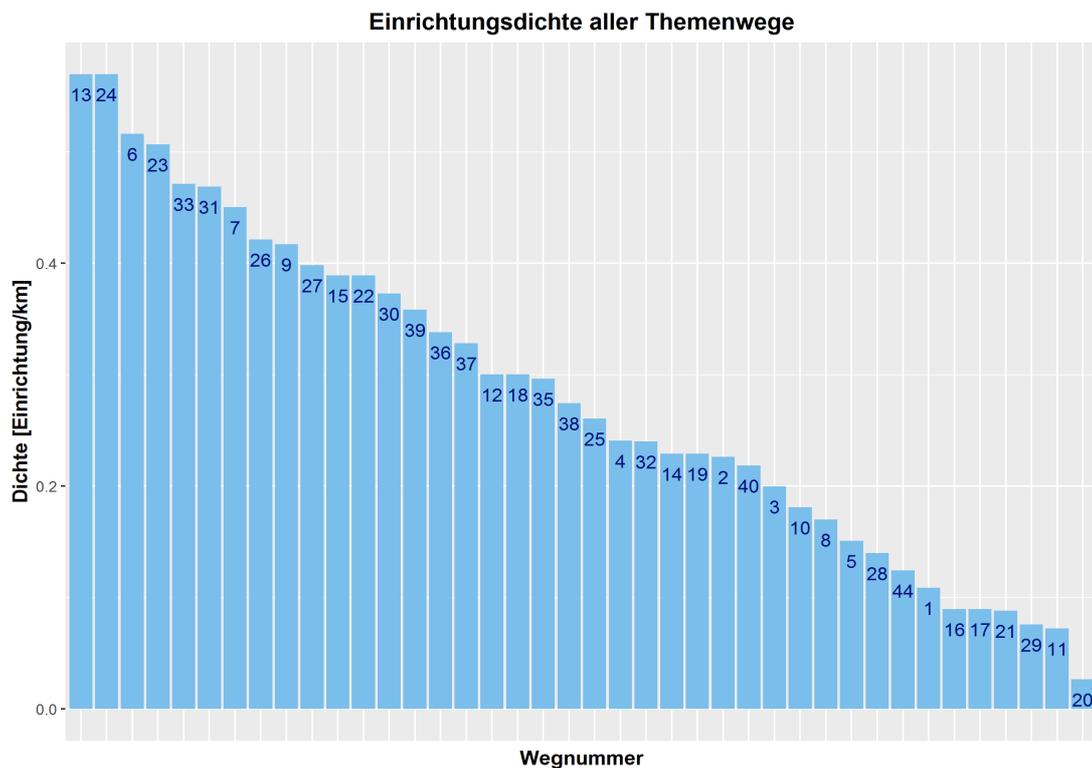


Abbildung 33: Rangordnung durch Einrichtungsdichte aller Themenwege.

4.2.2.3 Diskussion

In diesem Unterkapitel wird die genaue Position der Einrichtungen vernachlässigt, es werden lediglich alle Punkte innerhalb der Puffer gezählt und verrechnet. Da der Wanderer in den meisten Fällen jedoch den ganzen Weg abläuft, wird er die Mehrheit der Infrastruktur passieren, auch wenn diese ungleich verteilt ist.

Der Perspektivenwechsel zum Ausgangspunkt 'Themenweg' ermöglicht eine Einschätzung aus Sicht des Wanderers. Dieser nimmt nur wahr, was in unmittelbarer Wegnähe zu finden ist, sofern das Objekt nicht speziell ausgeschildert ist. Verschiedene Einrichtungen werden dementsprechend abhängig von ihrer Grösse und Sichtbarkeit als Mehrwert eines Weges eingeschätzt. Die verschiedenen Puffer, die hier gewählt wurden, sollen diesen Aspekt verkörpern. Dabei kann die exakte Distanz, ab der ein Objekt noch wahrgenommen wird, sicher diskutiert werden. Die hier gewählten Distanzen könnten, wo nötig, daher für zukünftige Analysen angepasst werden. Um die Pufferwahl zu begründen, wäre es sicher sinnvoll eine Aufnahme im Park selbst zu machen, beispielsweise mit Hilfe einer Besucherbefragung oder einer Datenaufnahme mit ArcGIS Online. Letztere war ursprünglich als abrundender Teil dieser Analyse geplant, musste aus Zeitgründen jedoch weggelassen werden.

Wichtig ist für die absolute, bzw. relative Dichtebewertung der Einrichtungen pro Themenweg, dass auch hier die einzelnen Objekte alle gleich gewichtet wurden. Dementsprechend wurde nicht zwischen Museum und Naturobjekt unterschieden, genauso wenig wie der Zustand der Einrichtungen miteinbezogen wurde. Auch ist nicht bestätigt, ob die aktuelle Position der Einzelobjekte und deren Vorhandensein der Realität entspricht. Auch diese beiden Punkte wären in der Datenaufnahme untersucht worden und stehen daher noch offen für eine zukünftige Untersuchung.

Vergleicht man die Anzahl Parkplätze und Dichte (Abb. I S. 66) pro Themenweg, fällt auf, dass die Anreise mit dem Bus allgemein besser erschlossen ist. Dies kann sicher als Anreiz dafür interpretiert werden, dass Besucher mit den öffentlichen Verkehrsmitteln anreisen.

Allgemein stellt sich die Frage, ob die absolute Betrachtung der Anzahl von beispielsweise Feuerstellen entlang eines Themenweges Sinn macht. Man könnte argumentieren, dass nicht die Anzahl, sondern vielmehr die Verteilung von den Einrichtungen auf die gesamte Wegstrecke wichtig ist. Diese wird jedoch ergänzt durch den dritten Teil dieses Kapitels: Die Netzwerkanalyse der einzelnen Kriterien pro Themenweg.

4.2.3 Netzwerkanalyse pro Themenweg

Die Leitfrage der absoluten und relativen Dichte von Einrichtungen im vorderen Kapitel war, was grundsätzlich in einer gewissen Distanz zum Wegnetz vorhanden ist. In diesem Kapitel wird die Frage «Wie lange muss ich effektiv von jedem Punkt des Themenweges aus gehen, bis ich eine Einrichtung erreiche?» behandelt.

4.2.3.1 Vorgehensweise

Die Netzwerkanalyse verwendet, ähnlich wie in Kapitel 4.1.1.1, dasselbe Netzwerk von Wegpunkten im Abstand von 300 m. Von jedem Punkt aus wird die Distanz zur jeweils nächsten Einrichtung, beispielsweise einer Feuerstelle, berechnet. Das Modell wählt im Folgenden jedoch nur jene Punkte aus, die auf den Themenwegen liegen und berechnet so eine Durchschnittsdistanz pro Einrichtung und Themenweg (Modell VIII S.77).

Daraufhin wurde aus den Ergebnissen eine Gegenüberstellung der beiden Einrichtungskategorien 'Anreise' und 'Unterhaltung, bzw. Erholung' erstellt.

Um wiederum eine Rangordnung innerhalb der Wege zu erhalten wurden die einzelnen Durchschnittsdistanzen pro Einrichtungen mit Formel 2 (gewichtete Summe) aufgerechnet und in einer Grafik dargestellt.

In der letzten Abbildung wird schlussendlich die Einrichtungsdichte aus dem vorderen Kapitel und die hier berechnete Durchschnittsdistanz gegenübergestellt. Hierzu war die Hypothese die folgende: «Je kürzer die Durchschnittsdistanz zur nächsten Einrichtung, umso grösser ist die Einrichtungsdichte pro Themenweg». Das bedeutet soviel wie, wenn man durchschnittlich alle 500 m eine Feuerstelle oder Bushaltestelle oder einen Wegweiser (etc.) antrifft, dann sollten an diesem Weg entsprechend viele Feuerstellen (etc.) pro km an diesem Weg liegen.

4.2.3.2 Resultate

Die Distanz von jedem Wegpunkt zu den sechs Einrichtungskategorien wurde berechnet und ist in einer vollständigen Tabelle im Anhang ab S. 59 aufgeführt.

Zusammenfassend wurden hier die jeweiligen Durchschnittsdistanzen pro Kriterium, also Anreise und Unterhaltung, bzw. Erholung, und Themenweg gegenübergestellt (Abbildung 34). Diese zeigt, dass ein Grossteil der Wege Einrichtungen für Unterhaltung und Erholung in unter 2 km Distanz haben. Viele Wege sind dementsgegen auf über 2km Distanz von nächsten Anreisepunkt zu erreichen. Einige Wege haben in einer der Kategorien kleinere Werte: So zum Beispiel der 'Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick' (29), der zwar über 3km bis zum nächsten Anreisepunkt misst, dafür aber im Durchschnitt 1 km von der nächsten Unterhaltungs-, bzw. Erholungsstätte entfernt.

Werden die verschiedenen Distanzen mit Hilfe einer gewichteten Summe zusammengefasst

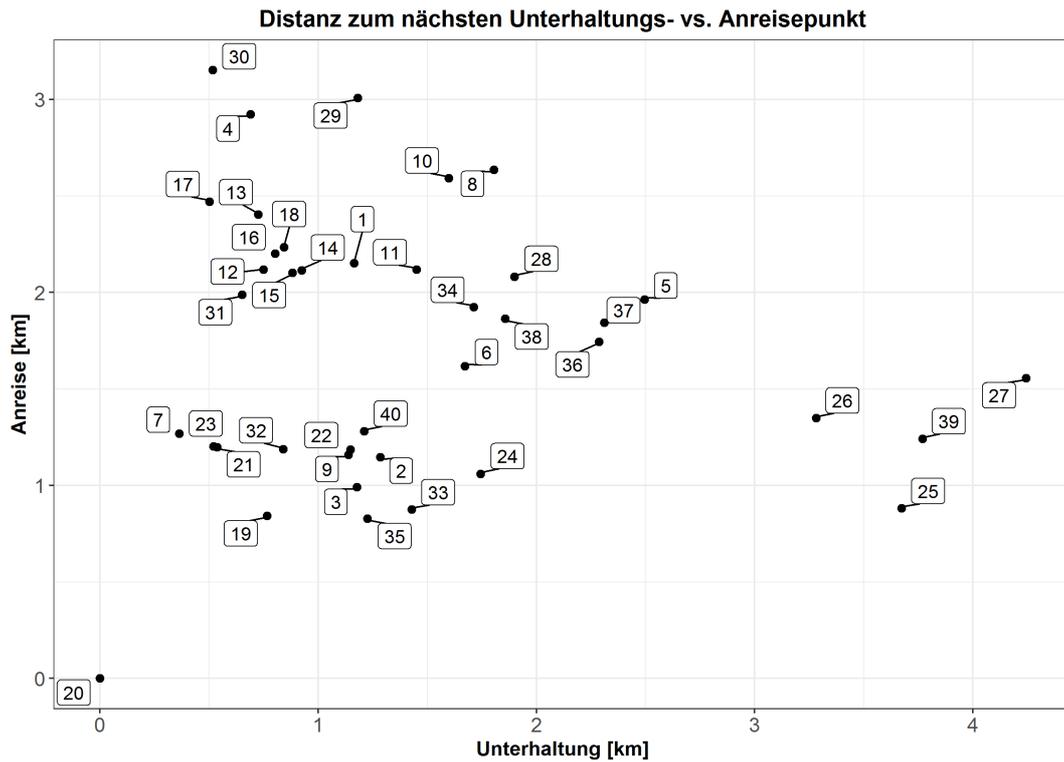


Abbildung 34: Gegenüberstellung der Distanz zum nächsten Anreisepunkt und der nächsten Unterhaltungs-, bzw. Erholungsstätte.

Wendet man die gewichtete Summe auf alle Durchschnittsdistanzen der verschiedenen Einrichtungen an, erhält man eine klare Rangordnung innerhalb der Themenwege (Abbildung 35). Dabei der 'Natur und Kulturweg Linn' (19) am besten ab mit einer Entfernung von 800 m zu allen Einrichtungen, gefolgt vom 'Evolutionspfad' (7) und dem 'Perimuk Cheisacher' (23). Der 'Fricktaler Höhenweg' (10) liegt mit einer Durchschnittsentfernung von 2.1 km weit hinten, die höchsten Werte erreicht der 'Rebsortenpfad 2' (27).

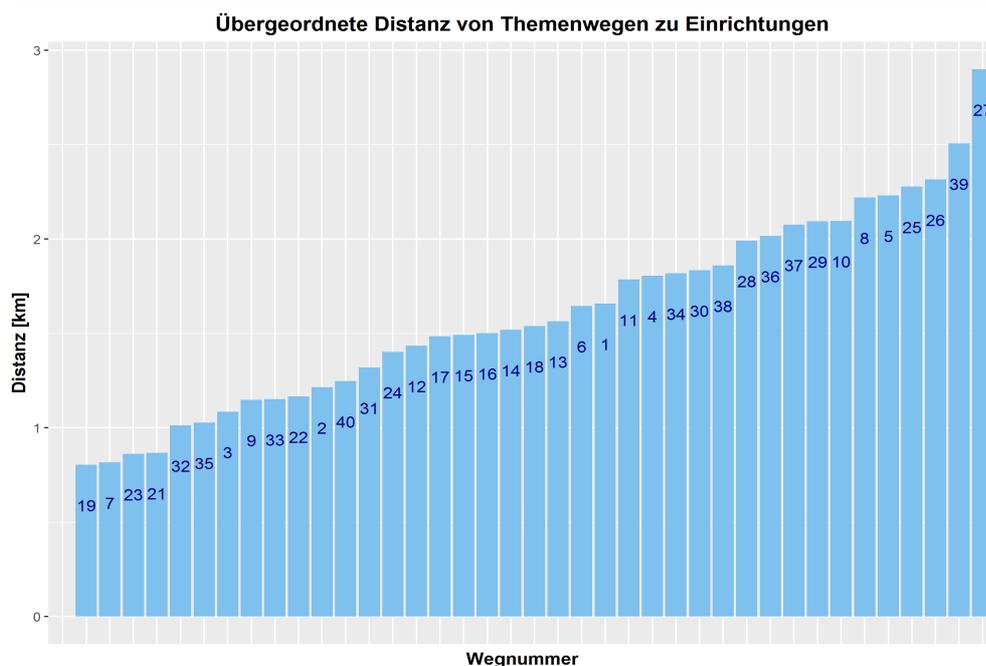


Abbildung 35: Rangordnung von Themenwegen im Jurapark bezüglich Durchschnittsdistanz zu Einrichtungen.

Abbildung 36 stellt die Einrichtungsdichte aus Kapitel 4.2.2 und die Durchschnittsdistanz zu Einrichtungen aus diesem Kapitel gegenüber. In der Punkteverteilung ist kein eindeutiger Zusammenhang ersichtlich.

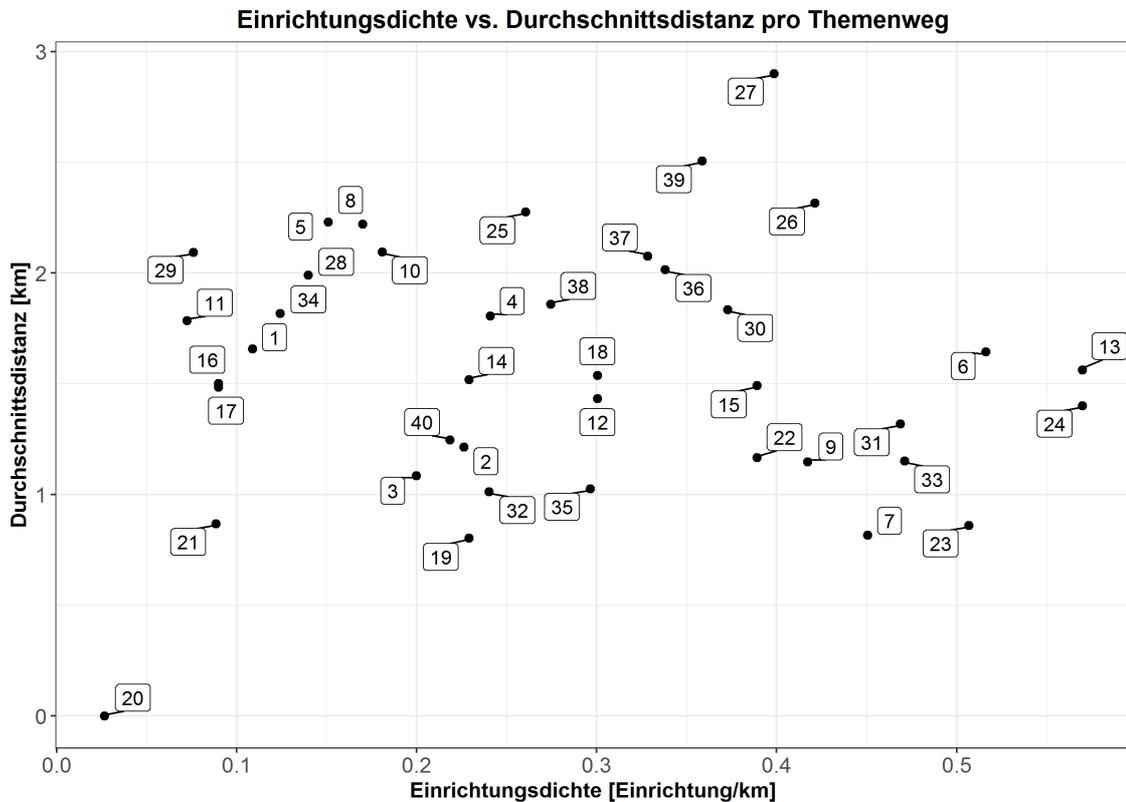


Abbildung 36: Zusammenhang von Einrichtungsdichte und Durchschnittsdistanz bezüglich aller Einrichtungen pro Themenweg.

4.2.3.3 Diskussion

Allgemein entsteht durch die Trennung von Anreise- und Unterhaltungs-, bzw. Erholungspunkten die Frage, ob die Kategorien gleichwertig sind. Die Netzwerkanalyse hat gezeigt, dass es Wege gibt, welche in beiden Kriterien gleich stark sind. Andere hingegen sind für die Anreise besser erschlossen, da die Wege von nahe liegenden Parkplätzen und Bushaltestellen in kürzerer Distanz zu erreichen sind. Jeder Weg hat so seine Stärken. Dennoch ist die Anreise ein zentraler Punkt für jedes Wandererlebnis und deswegen scheint ein Ausbau, gerade bei denen Wegen, wo wenig Parkplätze oder Bushaltestellen in Wegnähe liegen, sinnvoll. Dies gilt insbesondere wenn mögliche Unterhaltungs-, bzw. Erholungspunkte in unter 2 km Distanz liegen und die Attraktivität des Themenweges dadurch erhöht ist.

Abbildung 36 widerlegt die Hypothese, dass ein direkter Zusammenhang zwischen der Einrichtungsdichte aus Kapitel 4.2.2 und der Durchschnittsdistanz zur nächsten Einrichtung pro Themenweg besteht. So müsste eine tiefe Durchschnittsdistanz mit einer hohen Einrichtungsdichte korrelieren. Dies zeigt sich aber höchstens bei Werten Dichtewerten über 0.4 pro km, wo die Distanz entsprechend kleiner ist. Auch unterscheiden sich die Rangordnung aus dem vorderen Kapitel deutlich von jener in Abbildung 35 Dies könnte dadurch begründet sein, dass sich die Einrichtungen bei einem Weg mit kurzer Distanz knapp ausserhalb des definierten Puffers für die Dichte befinden und somit dort nicht mit eingerechnet werden. Die beiden Indikatoren sind also nicht direkt miteinander vergleichbar.

Die klar unterschiedlichen Gewinner durch den Indikator 'Einrichtungsdichte' Abbildung 33 zu 'Durchschnittsdistanz' Abbildung 35 werfen die Frage auf, was vom Wanderer als wichtiger erachtet wird. Wird nur Infrastruktur in Wegnähe wahrgenommen, sodass der Wanderer automatisch geleitet wird, sobald er diese sieht, oder geht es mehr darum, dass in machbarer Distanz eine Einrichtung, wie beispielsweise eine Bushaltestelle, weiterhilft? Diese Frage kann nur mit einer Befragung der Parkbesucher beantwortet werden und wäre daher spannend in einer Folgeanalyse zu untersuchen. Je nachdem passt einer der Indikatoren besser, um die Qualität der einzelnen Themenwege zu beschreiben.

5 Fazit und Ausblick

Als Fazit der vorliegenden Arbeit werden hier die in der Einleitung beschriebenen Fragestellungen mit den Ergebnissen der Analyse gegenübergestellt.

➤ **Welche quantitativen und qualitativen Kenngrössen ermöglichen eine Beurteilung des gegebenen Wegnetzes?**

Als quantitative und qualitative Kenngrössen für das Wegnetz wurden die 'Weglängensumme', die 'Wegdichte', 'die Anzahl Einrichtungen sowie deren durchschnittliche Distanz pro Fläche zum Weg', die 'Bodenbedeckungsdiversität', 'die Einrichtungsdichte' und 'durchschnittliche Distanz pro Themenweg zu Einrichtungen' definiert. Diese Kenngrössen erlauben auf den zwei Ebenen Jurapark und Themenwege eine fundierte Beurteilung des vorhandenen Angebots.

➤ **Welche Stärken und Schwächen weist das aktuelle Wanderwegnetz im Jurapark auf?**

Zu den Stärken des Juraparks gehört sicher das bereits vorhandene, im Vergleich zum Kanton doppelt so dichte, Wegnetz, bestehend aus Kantons- und Themenwegen. Hier zeigten sich jedoch grosse regionale Unterschiede innerhalb des Parks. So verfügt beispielsweise die Gemeinde 'Bözen' über keine Wegstrecke, gegenüber 'Gansingen', das eine überdurchschnittlich hohe Wegdichte für beide Kategorien aufweist. Mithilfe der Netzwerkanalyse auf Juraparkebene wurde zudem ersichtlich, dass das Wegnetz in Bezug zu den Einrichtungen für Anreise und Unterhaltung, bzw. Erholung, sehr unterschiedlich gut erschlossen ist. Dabei gibt es Regionen, wie beispielsweise das Rheinufer in 'Laufenburg' oder die Gemeinden 'Schupfnach' und 'Mettauen', wo sich bestimmte Einrichtungen konzentrieren und somit von den umliegenden Wegen in sehr kurzer Distanz zu erreichen sind. In 'Laufenburg' hingegen läuft man hingegen überdurchschnittlich weit, bis man den nächsten Wegweiser antrifft. Auch die Schwerpunktgebiete des Regionalparks sind unterschiedlich gut erschlossen. Vor allem für die Anreise mit öffentlichen Verkehrsmitteln besteht hier noch Handlungsbedarf, da die Gebiete mehrheitlich nur in kurzer Distanz mit dem Auto zu erreichen sind. Die Übersichtskarten je Einrichtung geben so verschiedene Hinweise auf die Stärken und Schwächen des bestehenden Wegnetzes.

Für die Themenwege wurden zwei mögliche Indikatoren für die Erschliessung erprobt: Die 'Einrichtungsdichte' und die 'Durchschnittsdistanz zu Einrichtungen', die sehr unterschiedliche Rankings für die Themenwege ergeben haben. Hier stellt sich grundsätzlich die Frage, wie der Wanderer seinen Ausflug plant. Sofern nur bewertet wird, was sich in unmittelbarer Wegnähe findet, so ist die 'Einrichtungsdichte' das geeignete Werkzeug. Für die Anreise ist es jedoch wahrscheinlicher, dass sich der Wanderer im Vorherein informiert, wie gut ein Weg beispielsweise mit dem Bus zu erreichen ist. So macht die Netzwerkanalyse mit der entsprechenden 'Durchschnittsdistanz pro Themenweg' mehr Sinn. Eine Besucherbefragung wäre zur Beantwortung dieser Frage sinnvoll.

- **Welche Möglichkeiten hat der Jurapark, um das bestehende Wegnetz zu erweitern oder aufzuwerten?**

Aufbauend auf den verschiedenen Kenngrößen und Übersichtskarten werden einige mögliche Ansatzpunkte auf den verschiedenen Ebenen beschrieben. Zur Beantwortung dieser Frage dient das letzte Kapitel 'Empfehlungen an den Jurapark'.

6 Empfehlungen an den Jurapark

Der Einstieg in die Analyse mit verschiedenen Kennzahlen zum Wegnetz wie 'Weglängensummen' und 'Wegdichte' hat gezeigt, dass das Wanderangebot im Jurapark sehr vielfältig ist. Er weist so beispielsweise eine doppelt so grosse Dichte von Wegen pro Quadratkilometer auf wie der Kanton Aargau, wovon allein die Themenwege mehr als die Hälfte ausmachen. Die Wegdichte pro Gemeinde hat jedoch gezeigt, dass die Verteilung innerhalb des Parks sehr unterschiedlich ist. 'Gansingen' beispielsweise verfügt über sehr viel Wegkilometer, während in 'Bözen' keine ausgewiesene Wanderstrecke zu finden ist. Hier stellt sich die Frage, ob dies von der Natur vorgegeben ist und somit die Einrichtung von Wegen in 'Bözen' nicht machbar oder attraktiv war, oder bislang nicht bekannt war, sodass dieses Ungleichgewicht existiert. Gerade in Kombination mit der Netzwerkanalyse lässt sich erkennen, dass bestimmte Regionen in dieser Hinsicht ein grosses Potenzial haben. So könnten einerseits Gemeinden und deren Einrichtungen neu erschlossen werden durch eine Erweiterung des Wegnetzes oder auf den bestehenden neue Fokusgebiete unter spezifischen Themen geschaffen werden. Für die Einrichtungen des Kriteriums Unterhaltung-, bzw. Erholung ist so beispielsweise in der Gemeinde 'Zuzgen' noch viel Potenzial, da sie über sehr viele Aussichtspunkte auf kleiner Fläche verfügt, hier gegenwärtig aber - ausser dem 'Fricktaler Höhenweg' - keine Themenwege verlaufen. Gleichermassen könnte man in der Region 'Laufenburg' in Rheinnähe, wo sehr viele Feuerstellen sind, einen entsprechenden Themenweg lancieren. Hier wäre aber eine vorgängige Abklärung nötig, da das Rheinufer als Dekretsgebiet geschützt wird. 'Zuzgen' und 'Laufenburg' sind nur zwei Beispiele dafür, wie man das Wanderwegnetz in den Regionen aufwerten, bzw. erweitern könnte. Durch die Netzwerkanalyse ist zudem aufgefallen, dass in 'Laufenburg' die Distanz zum nächsten Wegweiser jeweils überproportional gross ist. Hier wäre es sicherlich sinnvoll, die Situation vor Ort zu betrachten und die vorliegenden Wege entweder besser zu beschildern, oder, sofern die Datengrundlage nicht mehr aktuell ist, die vorhandenen Wegweiser neu aufzunehmen.

Die Netzwerkanalyse der Schwerpunktgebiete hat zudem gezeigt, dass auch die Fokusgebiete des Juraparks Stärken und Schwächen aufweisen. So ist beispielsweise 'Sennhütten/Cheisacher' aufgrund der vielen Aussichtspunkte besonders attraktiv, genauso wie die 'Salhöhe' wegen ihrer Sehenswürdigkeiten, die man im Durchschnitt alle 700 m auffindet. Dementgegen ist Letztere sehr schlecht mit öffentlichen Verkehrsmitteln erschlossen, denn die nächste Bushaltestelle liegt im Mittel 4 km entfernt. Hier stellt sich natürlich die Frage, wie auch auf Ebene der Themenwege, ob es wichtig ist, dass alle Gebiete gleich gut erschliessbar bezüglich aller Einrichtungen, oder ob man auch hier einen Fokus setzen möchte. Sicherlich macht es jedoch Sinn, dass alle Gebiete nicht nur mit dem Privatauto, sondern auch mit dem Bus in kurzer Laufdistanz zu erreichen sind.

Die Bodenbedeckung des 'Flösserwegs' hat sich als am abwechslungsreichsten gezeigt. Andererseits verlaufen einige Wege nur auf einem Typ von Bodenbedeckung und erhalten daher einen entsprechend tiefen Diversitätswert. Eine Möglichkeit wäre, dass man versucht, diese Wege umzuleiten bzw. neu zu vernetzen um die Abwechslung zu erhöhen. Ob dies für die Realität aussagekräftig ist, sodass ein Weg mit mehr Abwechslung zwingend besser bewertet wird, bleibt hier unbeantwortet. Eine Befragung von Parkbesuchern in diesem Kontext würde sicher weiterhelfen als Orientierung für einen möglichen Ausbau.

Auf Ebene der Themenwege stellt sich grundsätzlich die Frage der Priorisierung: Der Erholungs- und Unterhaltungswert, der sich in direkter Nähe des Weges befindet und Anreisepunkte mit geringer Distanz, oder ob in erreichbarer Entfernung überhaupt eine entsprechende Einrichtung vorhanden ist. Diese Frage bedeutet so viel wie, informieren sich die Wanderer vorher über die Infrastruktur der Wege oder wird allgemein nur wahrgenommen, was ohnehin vom Weg aus sichtbar ist? Möglicherweise hat dabei sogar die Information zur Anreise Priorität und ein Picknickplatz wird vor Ort gesucht. Je nachdem wäre der Indikator 'Einrichtungsdichte' oder 'Durchschnittliche Distanz zu den nächsten Einrichtungen' sinnvoller. Dementsprechend würden die Wege anders bewertet und ein nötiger Ausbau bestimmter Wege würde ersichtlich.

Allgemein lässt sich jedoch sagen, dass jeder Weg innerhalb möglichst kurzer Distanz von einer Bushaltestelle oder einem Parkplatz aus erreichbar sein sollte und dementsprechend Wege, die aktuell über keine oder wenige Anlaufpunkte verfügen, ausgebaut werden sollten.

Somit bildet vorliegende Bachelorarbeit eine erste Grundlage dafür, wie das Wegnetz im Jurapark analysiert und bewertet werden kann. Sie soll somit als Orientierung für mögliche Ansatzpunkte für einen Ausbau oder eine Aufwertung dienen, genauso aber als Grundlage für weiterführende Studien und Analysen.

7 Literaturverzeichnis

- Beeco, J. A., Hallo, J. C., English, W. R., & Giumetti, G. W. (2013). The importance of spatial nested data in understanding the relationship between visitor use and landscape impacts. *Applied Geography*. doi:10.1016/j.apgeog.2013.09.001
- Jurapark Aargau. (2015). Übersichtskarte Jurapark in der Schweiz. URL: www.jurapark-aargau.ch Zuletzt zugegriffen am 05.07.2018.
- Lockwood, M., Worboys, G., & Kothari, A. . (2012). *Managing protected areas: A global guide*. . London: Routledge.
- Manning, R. E., & Lime, D. (1996). Crowding and carrying capacity in the National Park System: Toward a social science research agenda. *Crowding and congestion in the National Park System; Guidelines for Management and Research*. (86).
- Martínez, J. V., & Ocaña, C. O. (2014). MULTICRITERIA EVALUATION BY GIS TO DETERMINE TRAIL HIKING SUITABILITY IN A NATURAL PARK. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Espanoles*(66), 323-339.
- Mitchell, A. (2005). The ESRI Guide to GIS analysis. *Spatial measurements & statistics*, 2.
- Netzwerk Schweizer Pärke. (2018). Die Schweizer Pärke. Zuletzt zugegriffen am 09.07.2018.
- Pickering, C., Rossi, S. D., Hernando, A., & Barros, A. (2018). Current knowledge and future research directions for the monitoring and management of visitors in recreational and protected areas. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism-Research Planning and Management*, 21, 10-18. doi:10.1016/j.jort.2017.11.002
- Reusser, L. (2018, 26.04.2018) [Email]. Jurapark. *Eingrenzung der Qualitäts- und Netzwerkanalyse der Wanderwege im Jurapark*.
- Rossi, S. D., Byrne, J. A., & Pickering, C. M. (2015). The role of distance in peri-urban national park use: Who visits them and how far do they travel? *Applied Geography*, 63, 77-88.
- Rossi, S. D., Pickering, C. M., & Byrne, J. A. (2016). Not in our park! local community perceptions of recreational activities in peri-urban national parks. *Australasian Journal of Environmental Management*, 23, 245-264.
- Schirpke, U., Timmermann, F., Tappeiner, U., & Tasser, E. (2016). Cultural ecosystem services of mountain regions: Modelling the aesthetic value. *Ecol Indic*, 69, 78-90. doi:10.1016/j.ecolind.2016.04.001

8 Anhang

9.1 Vollständige Tabellen

Tab. I: 28 Gemeinden des Juraparks mit Fläche [km ²] und absoluter Anzahl Einrichtungen pro Gemeindeperimeter.....	54
Tab. II: Gemeinden mit Kantonszugehörigkeit, Fläche [km ²], Wegnetzlängensumme (WN [km]), Wegnetzlängensumme pro Fläche (WN [km/km ²]), Relative Wegdichte in Bezug zum Jurapark-Durchschnitt (R JPA), Themenweglängensumme (TW [km]), Themenweglängensumme pro Fläche (TW [km/km ²] und relativer Themenwegdichte in Bezug zum Jurapark-Themenweg-Durchschnitt (R TW).....	55
Tab. III: Gemeinden mit durchschnittlicher Distanz [km] zu Einrichtungen: Wegnetz [km], Sehenswürdigkeiten (SW), Aussichtspunkte (AP), Feuerstellen (FS), Wegweiser (WW), Bushaltestellen (BH) und Parkplätze (PP).....	56
Tab. IV: Themenwege mit entsprechender Länge [km] und Bodendiversitäts-Index (Shannon). Die relativen Werte entsprechen den Shannon Werten in Relation zum Maximum von 0.56, welches im Jurapark durch den Flösserweg erreicht wird. Alle Shannon-Werte wurden auf diesen Wert normiert.	57
Tab. V: Themenwege mit entsprechenden Anteilen von Bodenbedeckungstypen und Shannon-Index als Mass für Diversität.....	58
Tab. VI: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Sehenswürdigkeiten (SW) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.	59
Tab. VII: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Aussichtspunkte (AP) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.	60
Tab. VIII: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Feuerstellen (FS) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.	61
Tab. IX: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Wegweiser (WW) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.	62
Tab. X: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Bushaltestellen (BH) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.	63
Tab. XI: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Parkplätze (PP) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.	64
Tab. XII: Netzwerkanalyse von Themenwegen mit durchschnittlicher Distanz zur nächsten Einrichtung und gewichteter Summe (Tot): Weglänge (L), Unterhaltungs- und Erholungseinrichtungen wie Sehenswürdigkeiten (SW), Aussichtspunkte (AP), Feuerstellen (FS), Wegweiser (WW) und Anreisepunkte wie Bushaltestellen (BH) und Parkplätze (PP). Die Einzeldurchschnittsdistanzen werden für Unterhaltung- und Erholung (UE) und Anreise (A), sowie für alle Kategorien (Tot) durch einen neuen Durchschnitt zusammengefasst.....	65

9.2 Ergänzende Karten

Abb. I: Absolute Anzahl Parkplätze im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.	66
Abb. II: Relative Anzahl Parkplätze im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.	66
Abb. III: Absolute Anzahl Sehenswürdigkeiten im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.....	67
Abb. IV: Relative Anzahl Sehenswürdigkeiten im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.....	67
Abb. V: Absolute Anzahl Wegweiser im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.	68
Abb. VI: Relative Anzahl Sehenswürdigkeiten im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.....	68
Abb. VII: Absolute Anzahl Aussichtspunkte im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.....	69
Abb. VIII: Relative Anzahl Sehenswürdigkeiten im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.....	69

9.3 Modelle in ArcGIS

Modell I: Wegstreckensummen verschiedener Wegtypen im Jurapark, zusammengeführt in einer Tabelle.	70
Modell II: Grundmodell für die Summe von Anreisemöglichkeiten im Jurapark.	71
Modell III: Anzahl Einrichtungen (z.B. Feuerstellen) pro Gemeindefläche.....	72
Modell IV: Berechnung von Weglängensumme pro Bodenbedeckungstyp.....	73
Modell V: Wegdichte pro Gemeinde, angewendet für Themenwege und Wegnetz.....	74
Modell VI: Durchschnittsdistanz aus Netzwerkanalyse pro verschiedene Flächen, z.B. Jurapark oder Gemeinden.	75
Modell VII: Grundmodell für Berechnung der Einrichtungsdichte, indem Anzahl Einrichtungen pro Puffer gezählt und durch Strecke geteilt wird.	76
Modell VIII: Durchschnittsdistanz zu Einrichtungen pro Themenweg, basierend auf der Netzwerkanalyse.	77

9.4 Skripte aus R Studio

Code I: Wanderwegdichte für Themenwege und Wegnetz durch die Gegenüberstellung von Gemeindefläche und Wegstrecke [km] im Gemeindeperimeter.....	78
Code II: Berechnung des Shannon-Index für alle Kriterien und Themenwege, wobei n der Anzahl verschiedener Bodentypen und der Faktor n/L dem Anteil Wegmeter pro Bodentyp entspricht.	79
Code III: Scatterplot, der Weglänge mit dem der Bodenbedeckungsdiversität (Shannon-Index) gegenüberstellt.	79
Code IV: Die absolute Anzahl von Einrichtungen wird der relativen Einrichtungsdichte [km/km ²] gegenübergestellt.	80
Code V: Vorlage-Code, der für exemplarisch für die relativen Einrichtungsdichten von Feuerstellen und Bushaltestellen angewendet wurde, um ein Ranking zu erstellen. Derselbe Code wurde für die gewichtete Summe aller Einrichtungsdichten verwendet. .	80
Code VI: Einrichtungsdichten der Kategorien Erholung, bzw. Unterhaltung werden der Anreise gegenübergestellt.....	81
Code VII: Einrichtungsdichte wird der durchschnittlichen Distanz zu allen Einrichtungen ausgehend von den Themenwegen gegenübergestellt.	81

9.1 Vollständige Tabellen

Tab. 1: 28 Gemeinden des Juraparks mit Fläche [km²] und absoluter Anzahl Einrichtungen pro Gemeindeperimeter.

Gemeinde	Kanton	Fläche [km ²]	Aussichtspunkte	Wegweiser	Sehenswürdigkeiten	Feuerstellen	Parkplätze	Bushaltestellen
Auenstein	Aargau	5.68	0	3	2	0	3	9
Biberstein	Aargau	4.10	0	3	2	2	1	4
Bözen	Aargau	3.96	0	0	1	0	2	2
Densbüren	Aargau	12.52	2	9	3	1	1	5
Effingen	Aargau	6.85	0	8	2	1	0	3
Elfingen	Aargau	4.22	1	2	0	0	0	1
Gansingen	Aargau	8.77	2	4	3	3	2	5
Gipf-Oberfrick	Aargau	10.17	3	9	2	2	2	3
Hellikon	Aargau	7.04	0	7	1	0	0	3
Herznach	Aargau	6.27	0	2	2	1	2	2
Kienberg	Solothurn	8.53	1	6	3	0	1	2
Küttigen	Aargau	11.90	2	13	3	0	5	14
Laufenburg	Aargau	14.49	6	10	6	7	3	10
Linn	Aargau	2.54	1	2	1	0	1	1
Mettauertal	Aargau	21.60	2	13	3	6	2	13
Mönthal	Aargau	3.94	1	2	0	4	1	1
Oberhof	Aargau	8.20	2	2	2	3	1	5
Schinznach	Aargau	12.24	0	7	6	1	3	9
Schupfart	Aargau	7.05	1	6	2	3	0	4
Thalheim	Aargau	9.92	4	12	1	0	1	3
Veltheim (AG)	Aargau	5.24	0	6	2	0	0	7
Villigen	Aargau	11.22	3	9	2	2	2	5
Wegenstetten	Aargau	7.12	2	11	2	0	1	3
Wittnau	Aargau	11.25	3	7	4	3	1	5
Wölflinswil	Aargau	9.51	1	7	4	2	1	3
Zeihen	Aargau	6.88	0	4	3	3	1	4
Zeiningen	Aargau	11.37	2	5	2	1	1	4
Zuzgen	Aargau	8.40	7	6	2	4	1	4

Tab. II: Gemeinden mit Kantonszugehörigkeit, Fläche [km²], Wegnetzlängensumme (WN [km]), Wegnetzlängensumme pro Fläche (WN [km/km²]), Relative Wegdichte in Bezug zum Jurapark-Durchschnitt (R JPA), Themenweglängensumme (TW [km]), Themenweglängensumme pro Fläche (TW [km/km²]) und relativer Themenwegdichte in Bezug zum Jurapark-Themenweg-Durchschnitt (R TW).

Name	Kanton	Fläche [km ²]	WN [km]	WN [km/km ²]	R JPA	TW [km]	TW [km/km ²]	R TW
Auenstein	Aargau	5.68	8.04	1.41	0.59	0.68	0.12	0.09
Biberstein	Aargau	4.10	11.19	2.73	1.14	5.46	1.33	1.04
Bözen	Aargau	3.96	0	0	0.00	0	0	0
Densbüren	Aargau	12.52	29.41	2.35	0.98	21.65	1.73	1.35
Effingen	Aargau	6.85	11.43	1.67	0.70	0.48	0.07	0.05
Elfingen	Aargau	4.22	8.02	1.90	0.79	3.67	0.87	0.68
Gansingen	Aargau	8.77	43.82	4.99	2.09	36.74	4.19	3.28
Gipf-Oberfrick	Aargau	10.17	34.64	3.41	1.42	19.06	1.87	1.47
Hellikon	Aargau	7.04	9.66	1.37	0.57	2.09	0.30	0.23
Herznach	Aargau	6.27	12.19	1.95	0.81	6.47	1.03	0.81
Kienberg	Solothurn	8.53	9.52	1.12	0.47	0.25	0.03	0.02
Küttigen	Aargau	11.90	21.55	1.81	0.76	0.82	0.07	0.05
Laufenburg	Aargau	14.49	44.59	3.08	1.29	24.81	1.71	1.34
Linn	Aargau	2.54	8.18	3.23	1.35	3.73	1.47	1.15
Mettauertal	Aargau	21.60	74.29	3.44	1.44	44.45	2.06	1.61
Mönthal	Aargau	3.94	7.65	1.94	0.81	5.96	1.51	1.18
Oberhof	Aargau	8.20	10.46	1.27	0.53	3.82	0.47	0.36
Schinznach	Aargau	12.24	34.82	2.84	1.19	25.68	2.10	1.64
Schupfart	Aargau	7.05	11.90	1.69	0.71	2.49	0.35	0.28
Thalheim (AG)	Aargau	9.92	43.71	4.41	1.84	24.15	2.44	1.91
Veltheim (AG)	Aargau	5.24	11.51	2.20	0.92	3.66	0.70	0.55
Villigen	Aargau	11.22	25.84	2.30	0.96	5.48	0.49	0.38
Wegenstetten	Aargau	7.12	11.44	1.61	0.67	1.45	0.20	0.16
Wittnau	Aargau	11.25	38.11	3.39	1.42	24.84	2.21	1.73
Wölflinswil	Aargau	9.51	28.39	2.99	1.25	14.30	1.50	1.18
Zeihen	Aargau	6.88	13.95	2.03	0.85	7.57	1.10	0.86
Zeiningen	Aargau	11.37	17.90	1.57	0.66	8.09	0.71	0.56
Zuzgen	Aargau	8.40	13.15	1.57	0.65	4.43	0.53	0.41

Tab. III: Gemeinden mit durchschnittlicher Distanz [km] zu Einrichtungen: Wegnetz [km], Sehenswürdigkeiten (SW), Aussichtspunkte (AP), Feuerstellen (FS), Wegweiser (WW), Bushaltestellen (BH) und Parkplätze (PP).

Fläche, bzw. Gemeinde	Wegnetz [km]	SW [km]	AP [km]	FS [km]	WW [km]	BH [km]	PP [km]
Auenstein	8	1.64	1.51	1.03	0.55	1.34	2.67
Biberstein	11	1.47	1.29	1.17	0.64	1.28	2.08
Bözen	0	0.95	1.02	1.01	0.58	0.80	1.28
Densbüren	29	1.25	2.92	2.04	0.55	1.54	2.64
Effingen	11	0.98	4.68	1.49	0.75	1.37	1.34
Elfingen	8	1.27	1.06	0.69	0.73	1.63	1.34
Gansingen	44	3.63	0.61	0.50	0.63	1.81	1.92
Gipf-Oberfrick	35	1.07	2.47	1.74	0.59	1.24	1.94
Hellikon	10	1.46	2.11	1.67	0.35	1.15	3.34
Herznach	12	0.85	2.41	1.53	0.43	0.60	4.40
Kienberg	10	1.61	3.02	2.74	0.44	1.05	1.94
Küttigen	22	1.29	1.85	1.80	0.38	2.59	2.47
Laufenburg	45	1.96	3.10	2.68	0.51	1.15	1.24
Linn	8	1.67	2.48	1.29	0.99	1.18	2.05
Mettauertal	74	2.35	1.89	1.58	0.73	1.97	2.62
Mönthal	8	1.53	2.46	1.05	0.61	0.94	1.41
Oberhof	10	1.49	1.02	0.79	0.79	1.89	3.11
Schinznach	35	1.42	0.71	0.20	0.52	1.78	0.33
Schupfart	12	2.12	3.16	1.51	1.48	1.25	2.29
Thalheim (AG)	44	1.12	3.16	0.54	0.48	1.48	1.87
Veltheim (AG)	12	1.78	3.66	3.02	0.39	1.00	2.22
Villigen	26	1.56	3.63	3.31	1.25	1.42	1.89
Wegenstetten	11	1.09	1.43	1.34	0.82	1.88	3.01
Wittnau	38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Wölflinswil	28	1.56	2.00	1.81	1.68	1.37	3.29
Zeihen	14	1.92	3.41	3.02	0.77	2.95	1.74
Zeiningen	18	1.65	2.49	1.65	1.72	1.34	2.14
Zuzgen	13	1.38	0.90	0.86	0.43	0.83	0.89
Jurapark	577	1.59	2.32	1.65	0.89	1.44	2.29

Tab. IV: Themenwege mit entsprechender Länge [km] und Bodendiversitäts-Index (Shannon). Die relativen Werte entsprechen den Shannon Werten in Relation zum Maximum von 0.56, welches im Jurapark durch den Flösserweg erreicht wird. Alle Shannon-Werte wurden auf diesen Wert normiert.

Nummer	Name	Länge [km]	Shannon	Relativ
1	Adventuretrail	6.70	0.09	0.15
2	Cheisacherturm	8.84	0.41	0.73
3	Chriesiwäg 1	6.25	0.38	0.67
4	Chriesiwäg 2	5.19	0.45	0.80
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	0.00	0.00
6	Eisenweg	18.56	0.47	0.84
7	Evolutionspfad	3.48	0.44	0.78
8	Familientour	22.85	0.44	0.79
9	Flösserweg	20.10	0.56	1.00
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	0.42	0.76
11	Langlaufloipe Gisliflue	10.35	0.40	0.72
12	Limpergweg blau	4.79	0.41	0.73
13	Limpergweg braun	2.07	0.27	0.48
14	Limpergweg gelb	2.92	0.27	0.48
15	Limpergweg olive	1.95	0.26	0.46
16	Limpergweg pink	5.57	0.38	0.67
17	Martinsweg Findling	0.47	0.19	0.34
18	Martinsweg Wittnau	7.01	0.43	0.77
19	Natur und Kulturweg Linn	3.73	0.53	0.94
20	Naturlehrpfad	0.55	0.00	0.00
21	Perimukweg	3.47	0.29	0.52
22	Perimukweg Biberstein	6.36	0.48	0.86
23	Perimukweg Cheisacher	3.45	0.30	0.53
24	Perimukweg Woelflinswil	7.01	0.49	0.87
25	Reblehrpfad	2.88	0.33	0.58
26	Rebsortenpfad 1	3.18	0.38	0.68
27	Rebsortenpfad 2	2.39	0.30	0.53
28	Rund um Sulz	23.74	0.50	0.89
29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick	3.30	0.39	0.70
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	0.03	0.05
31	Waldlehrpfad	0.37	0.00	0.00
32	Walkingtrail 1	7.05	0.29	0.52
33	Walkingtrail 2	4.09	0.50	0.89
34	Walkingtrail 3	23.52	0.46	0.83
35	Walkingtrail 4	8.73	0.32	0.57
36	Walkingtrail 5	11.02	0.41	0.74
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	10.77	0.46	0.82
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	14.14	0.40	0.71
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	4.31	0.47	0.83
40	Zwei Dörfer Rundweg	7.44	0.48	0.85
	Hmax		1.60	0.56

Tab. V: Themenwege mit entsprechenden Anteilen von Bodenbedeckungstypen und Shannon-Index als Mass für Diversität.

Nr.	Name	Länge [km]	Siedlung [km]	Gewässer [km]	Wald [km]	Offen [km]	Shannon
1	Adventuretrail	6.70	0.33	6.34	0.00	0.00	0.09
2	Cheisacherturm	8.84	1.85	4.74	0.00	1.26	0.41
3	Chriesiwäg 1	6.25	1.14	0.00	0.46	2.21	0.38
4	Chriesiwäg 2	5.19	2.57	1.06	0.00	1.57	0.45
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Eisenweg	18.56	6.07	5.33	0.00	5.61	0.47
7	Evolutionspfad	3.48	1.55	1.42	0.00	0.52	0.44
8	Familientour	22.85	9.12	10.21	0.00	3.49	0.44
9	Floesserweg	20.10	4.56	2.81	3.87	8.77	0.56
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	15.88	16.75	0.56	5.04	0.42
11	Langlaufloipe Gisliflue	10.35	5.24	2.57	0.00	1.09	0.40
12	Limpergweg blau	4.79	2.43	1.87	0.00	0.48	0.41
13	Limpergweg braun	2.07	0.64	1.43	0.00	0.00	0.27
14	Limpergweg gelb	2.92	2.02	0.90	0.00	0.00	0.27
15	Limpergweg olive	1.95	1.41	0.54	0.00	0.00	0.26
16	Limpergweg pink	5.57	2.68	2.58	0.00	0.31	0.38
17	Martinsweg Findling	0.47	0.07	0.40	0.00	0.00	0.19
18	Martinsweg Wittnau	7.01	1.24	3.83	0.00	1.94	0.43
19	Natur und Kulturweg Linn	3.73	1.84	0.38	0.53	0.97	0.53
20	Naturlehrpfad	0.55	0.55	0.00	0.00	0.00	0.00
21	Perimukweg	3.47	1.40	2.07	0.00	0.00	0.29
22	Perimukweg Biberstein	6.36	1.22	3.30	0.17	1.81	0.48
23	Perimukweg Cheisacher	3.45	1.38	2.00	0.00	0.00	0.30
24	Perimukweg Woelflinswil	7.01	3.39	2.05	0.21	1.23	0.49
25	Reblehrpfad	2.88	1.79	0.07	0.00	0.97	0.33
26	Rebsortenpfad 1	3.18	1.22	0.22	0.00	1.74	0.38
27	Rebsortenpfad 2	2.39	1.31	0.00	0.00	1.08	0.30
28	Rund um Sulz	23.74	7.92	7.37	0.62	4.80	0.50
29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick	3.30	1.53	1.51	0.21	0.01	0.39
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	0.00	0.97	0.00	0.00	0.03
31	Waldlehrpfad	0.37	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00
32	Walkingtrail 1	7.05	0.82	4.63	0.00	0.32	0.29
33	Walkingtrail 2	4.09	1.10	0.74	0.21	2.19	0.50
34	Walkingtrail 3	23.52	9.54	7.23	0.00	5.50	0.46
35	Walkingtrail 4	8.73	4.31	0.08	0.00	4.34	0.32
36	Walkingtrail 5	11.02	6.36	0.88	0.18	3.57	0.41
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	10.77	4.83	3.54	0.00	2.34	0.46
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	14.14	6.25	6.72	0.00	1.17	0.40
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	4.31	1.17	1.90	0.00	1.23	0.47
40	Zwei Doerfer Rundweg	7.44	2.16	2.67	0.00	2.57	0.48

Tab. VI: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Sehenswürdigkeiten (SW) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.

Nummer	Name	Länge [km]	SW	Relativ [pro km]
1	Adventuretrail	6.70	0	0.00
2	Cheisacherturm	8.84	0	0.00
3	Chriesiwäg 1	6.25	0	0.00
4	Chriesiwäg 2	5.19	1	0.19
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	2	1.21
6	Eisenweg	18.56	5	0.27
7	Evolutionspfad	3.48	1	0.29
8	Familientour	22.85	2	0.09
9	Floesserweg	20.10	5	0.25
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	6	0.11
11	Langlaufloipe Gisliflue	10.35	0	0.00
12	Limpergweg blau	4.79	1	0.21
13	Limpergweg braun	2.07	0	0.00
14	Limpergweg gelb	2.92	0	0.00
15	Limpergweg olive	1.95	0	0.00
16	Limpergweg pink	5.57	1	0.18
17	Martinsweg Findling	0.47	0	0.00
18	Martinsweg Wittnau	7.01	2	0.29
19	Natur und Kulturweg Linn	3.73	1	0.27
20	Naturlehrpfad	0.55	0	0.00
21	Perimukweg	3.47	1	0.29
22	Perimukweg Biberstein	6.36	1	0.16
23	Perimukweg Cheisacher	3.45	1	0.29
24	Perimukweg Woelflinswil	7.01	1	0.14
25	Reblehrpfad	2.88	1	0.35
26	Rebsortenpfad 1	3.18	1	0.31
27	Rebsortenpfad 2	2.39	1	0.42
28	Rund um Sulz	23.74	1	0.04
29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick	3.30	0	0.00
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	0	0.00
31	Waldlehrpfad	0.37	0	0.00
32	Walkingtrail 1	7.05	0	0.00
33	Walkingtrail 2	4.09	0	0.00
34	Walkingtrail 3	23.52	0	0.00
35	Walkingtrail 4	8.73	1	0.11
36	Walkingtrail 5	11.02	1	0.09
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	10.77	1	0.09
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	14.14	1	0.07
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	4.31	1	0.23
40	Zwei Dörfer Rundweg	7.44	0	0.00

Tab. VII: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Aussichtspunkte (AP) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.

Nummer	Name	Länge [km]	AP	Relativ [pro km]
1	Adventuretrail	3.45	3	0.87
2	Cheisacherturm	8.84	2	0.23
3	Chriesiwäg 1	6.25	0	0.00
4	Chriesiwäg 2	5.19	2	0.39
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	0	0.00
6	Eisenweg	56.67	11	0.19
7	Evolutionspfad	10.35	0	0.00
8	Familientour	4.79	0	0.00
9	Floesserweg	5.57	0	0.00
10	Fricktaler Höhenweg	2.92	0	0.00
11	Langlaufloipe Gisliflue	1.95	0	0.00
12	Limpergweg blau	2.07	1	0.48
13	Limpergweg braun	7.01	1	0.14
14	Limpergweg gelb	0.47	0	0.00
15	Limpergweg olive	3.73	1	0.27
16	Limpergweg pink	6.36	1	0.16
17	Martinsweg Findling	7.01	0	0.00
18	Martinsweg Wittnau	23.74	4	0.17
19	Natur und Kulturweg Linn	3.30	0	0.00
20	Naturlehrpfad	1.05	0	0.00
21	Perimukweg	7.05	0	0.00
22	Perimukweg Biberstein	3.18	0	0.00
23	Perimukweg Cheisacher	2.39	0	0.00
24	Perimukweg Woelflinswil	2.88	0	0.00
25	Reblehrpfad	10.77	0	0.00
26	Rebsortenpfad 1	14.14	1	0.07
27	Rebsortenpfad 2	4.31	0	0.00
28	Rund um Sulz	3.47	3	0.87
29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick	4.09	0	0.00
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	23.52	0	0.00
31	Waldlehrpfad	8.73	0	0.00
32	Walkingtrail 1	11.02	0	0.00
33	Walkingtrail 2	0.37	0	0.00
34	Walkingtrail 3	3.48	1	0.29
35	Walkingtrail 4	0.55	0	0.00
36	Walkingtrail 5	22.85	0	0.00
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	6.70	2	0.30
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	18.56	1	0.05
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	20.10	0	0.00
40	Zwei Dörfer Rundweg	7.44	2	0.27

Tab. VIII: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Feuerstellen (FS) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.

Nummer	Name	Länge [km]	FS	Relativ [pro km]
1	Adventuretrail	6.70	0	0.00
2	Cheisacherturm	8.84	4	0.45
3	Chriesiwäg 1	6.25	1	0.16
4	Chriesiwäg 2	5.19	2	0.39
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	0	0.00
6	Eisenweg	18.56	3	0.16
7	Evolutionspfad	3.48	0	0.00
8	Familientour	22.85	1	0.04
9	Floesserweg	20.10	4	0.20
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	12	0.21
11	Langlaufloipe Gisliflue	10.35	1	0.10
12	Limpergweg blau	4.79	1	0.21
13	Limpergweg braun	2.07	2	0.97
14	Limpergweg gelb	2.92	1	0.34
15	Limpergweg olive	1.95	1	0.51
16	Limpergweg pink	5.57	1	0.18
17	Martinsweg Findling	0.47	0	0.00
18	Martinsweg Wittnau	7.01	1	0.14
19	Natur und Kulturweg Linn	3.73	0	0.00
20	Naturlehrpfad	0.55	0	0.00
21	Perimukweg	3.47	4	1.15
22	Perimukweg Biberstein	6.36	1	0.16
23	Perimukweg Cheisacher	3.45	4	1.16
24	Perimukweg Woelflinswil	7.01	1	0.14
25	Reblehrpfad	2.88	0	0.00
26	Rebsortenpfad 1	3.18	0	0.00
27	Rebsortenpfad 2	2.39	0	0.00
28	Rund um Sulz	23.74	6	0.25
29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick	3.30	0	0.00
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	1	0.95
31	Waldlehrpfad	0.37	1	2.67
32	Walkingtrail 1	7.05	4	0.57
33	Walkingtrail 2	4.09	1	0.24
34	Walkingtrail 3	23.52	1	0.04
35	Walkingtrail 4	8.73	0	0.00
36	Walkingtrail 5	11.02	0	0.00
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	10.77	1	0.09
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	14.14	0	0.00
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	4.31	0	0.00
40	Zwei Dörfer Rundweg	7.44	1	0.13

Tab. IX: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Wegweiser (WW) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.

Nummer	Name	Länge [km]	WW	Relativ [pro km]
1	Adventuretrail	6.70	2	0.30
2	Cheisacherturm	8.84	1	0.11
3	Chriesiwäg 1	6.25	1	0.16
4	Chriesiwäg 2	5.19	2	0.39
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	0	0.00
6	Eisenweg	18.56	9	0.48
7	Evolutionspfad	3.48	5	1.44
8	Familientour	22.85	9	0.39
9	Floesserweg	20.10	13	0.65
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	27	0.48
11	Langlaufloipe Gisliflue	10.35	3	0.29
12	Limpergweg blau	4.79	0	0.00
13	Limpergweg braun	2.07	0	0.00
14	Limpergweg gelb	2.92	0	0.00
15	Limpergweg olive	1.95	0	0.00
16	Limpergweg pink	5.57	0	0.00
17	Martinsweg Findling	0.47	0	0.00
18	Martinsweg Wittnau	7.01	3	0.43
19	Natur und Kulturweg Linn	3.73	1	0.27
20	Naturlehrpfad	0.55	0	0.00
21	Perimukweg	3.47	1	0.29
22	Perimukweg Biberstein	6.36	4	0.63
23	Perimukweg Cheisacher	3.45	1	0.29
24	Perimukweg Woelflinswil	7.01	3	0.43
25	Reblehrpfad	2.88	0	0.00
26	Rebsortenpfad 1	3.18	1	0.31
27	Rebsortenpfad 2	2.39	0	0.00
28	Rund um Sulz	23.74	6	0.25
29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick	3.30	0	0.00
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	3	2.86
31	Waldlehrpfad	0.37	0	0.00
32	Walkingtrail 1	7.05	4	0.57
33	Walkingtrail 2	4.09	5	1.22
34	Walkingtrail 3	23.52	7	0.30
35	Walkingtrail 4	8.73	3	0.34
36	Walkingtrail 5	11.02	3	0.27
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	10.77	6	0.56
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	14.14	7	0.50
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	4.31	1	0.23
40	Zwei Dörfer Rundweg	7.44	5	0.67

Tab. X: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Bushaltestellen (BH) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.

Nummer	Name	Länge [km]	BH	Relativ [pro km]
1	Adventuretrail	6.70	0	0.00
2	Cheisacherturm	8.84	2	0.23
3	Chriesiwäg 1	6.25	0	0.00
4	Chriesiwäg 2	5.19	1	0.19
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	0	0.00
6	Eisenweg	18.56	6	0.32
7	Evolutionspfad	3.48	1	0.29
8	Familientour	22.85	3	0.13
9	Floesserweg	20.10	12	0.60
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	5	0.09
11	Langlaufloipe Gisliflue	10.35	0	0.00
12	Limpergweg blau	4.79	0	0.00
13	Limpergweg braun	2.07	0	0.00
14	Limpergweg gelb	2.92	0	0.00
15	Limpergweg olive	1.95	0	0.00
16	Limpergweg pink	5.57	0	0.00
17	Martinsweg Findling	0.47	0	0.00
18	Martinsweg Wittnau	7.01	1	0.14
19	Natur und Kulturweg Linn	3.73	1	0.27
20	Naturlehrpfad	0.55	0	0.00
21	Perimukweg	3.47	0	0.00
22	Perimukweg Biberstein	6.36	2	0.31
23	Perimukweg Cheisacher	3.45	0	0.00
24	Perimukweg Woelflinswil	7.01	2	0.29
25	Reblehrpfad	2.88	0	0.00
26	Rebsortenpfad 1	3.18	2	0.63
27	Rebsortenpfad 2	2.39	0	0.00
28	Rund um Sulz	23.74	2	0.08
29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick	3.30	0	0.00
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	0	0.00
31	Waldlehrpfad	0.37	0	0.00
32	Walkingtrail 1	7.05	1	0.14
33	Walkingtrail 2	4.09	2	0.49
34	Walkingtrail 3	23.52	2	0.09
35	Walkingtrail 4	8.73	5	0.57
36	Walkingtrail 5	11.02	4	0.36
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	10.77	2	0.19
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	14.14	3	0.21
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	4.31	4	0.93
40	Zwei Dörfer Rundweg	7.44	3	0.40

Tab. XI: Themenwege mit Einrichtungsdichte: Absoluter Anzahl Parkplätze (PP) und relativer Dichte pro Wegstrecke in Kilometern.

Nummer	Name	Länge [km]	PP	Relativ [pro km]
1	Adventuretrail	6.70	1	0.15
2	Cheisacherturm	8.84	2	0.23
3	Chriesiwäg 1	6.25	2	0.32
4	Chriesiwäg 2	5.19	0	0.00
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	0	0.00
6	Eisenweg	18.56	4	0.22
7	Evolutionspfad	3.48	1	0.29
8	Familientour	22.85	3	0.13
9	Floesserweg	20.10	7	0.35
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	6	0.11
11	Langlaufloipe Gisliflue	10.35	1	0.10
12	Limpergweg blau	4.79	1	0.21
13	Limpergweg braun	2.07	1	0.48
14	Limpergweg gelb	2.92	1	0.34
15	Limpergweg olive	1.95	1	0.51
16	Limpergweg pink	5.57	1	0.18
17	Martinsweg Findling	0.47	0	0.00
18	Martinsweg Wittnau	7.01	0	0.00
19	Natur und Kulturweg Linn	3.73	1	0.27
20	Naturlehrpfad	0.55	0	0.00
21	Perimukweg	3.47	3	0.87
22	Perimukweg Biberstein	6.36	1	0.16
23	Perimukweg Cheisacher	3.45	3	0.87
24	Perimukweg Woelflinswil	7.01	2	0.29
25	Reblehrpfad	2.88	0	0.00
26	Rebsortenpfad 1	3.18	0	0.00
27	Rebsortenpfad 2	2.39	0	0.00
28	Rund um Sulz	23.74	3	0.13
29	Sinnespfad Naturena Gipf Oberfrick	3.30	0	0.00
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	0	0.00
31	Waldlehrpfad	0.37	0	0.00
32	Walkingtrail 1	7.05	2	0.28
33	Walkingtrail 2	4.09	1	0.24
34	Walkingtrail 3	23.52	2	0.09
35	Walkingtrail 4	8.73	2	0.23
36	Walkingtrail 5	11.02	1	0.09
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	10.77	0	0.00
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	14.14	2	0.14
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	4.31	2	0.46
40	Zwei Dörfer Rundweg	7.44	2	0.27

Tab. XII: Netzwerkanalyse von Themenwegen mit durchschnittlicher Distanz zur nächsten Einrichtung und gewichteter Summe (Tot): Weglänge (L), Unterhaltungs- und Erholungseinrichtungen wie Sehenswürdigkeiten (SW), Aussichtspunkte (AP), Feuerstellen (FS), Wegweiser (WW) und Anreisepunkte wie Bushaltestellen (BH) und Parkplätze (PP). Die Einzeldurchschnittsdistanzen werden für Unterhaltung- und Erholung (UE) und Anreise (A), sowie für alle Kategorien (Tot) durch einen neuen Durchschnitt zusammengefasst.

Nr.	Name	L [km]	SW [km]	AP [km]	FS [km]	WW [km]	BH [km]	PP [km]	A [km]	UE [km]	Tot [km]
1	Adventuretrail	6.70	0.22	1.79	0.22	1.15	1.83	0.58	1.20	1.69	1.03
2	Cheisacherturm	8.84	0.68	1.84	0.68	1.93	1.29	1.00	1.15	2.57	1.22
3	Chriesiwäg 1	6.25	0.99	1.97	0.99	0.76	0.92	1.06	0.99	2.36	1.09
4	Chriesiwäg 2	5.19	0.69	0.77	0.69	0.62	1.73	4.11	2.92	1.38	1.81
5	Dinosaurierlehrpfad	1.66	2.76	3.23	2.76	1.23	1.85	2.07	1.96	4.99	2.23
6	Eisenweg	18.56	1.57	3.81	1.57	1.48	2.30	2.88	2.59	4.21	2.35
7	Evolutionspfad	3.48	1.50	0.36	1.50	0.66	2.05	2.19	2.12	2.01	1.56
8	Familientour	22.85	0.65	1.97	0.65	0.87	2.99	1.25	2.12	2.06	1.58
9	Floesserweg	20.10	0.72	2.01	0.72	0.88	3.01	1.39	2.20	2.16	1.64
10	Fricktaler Höhenweg	56.67	0.64	1.77	0.64	1.36	3.56	0.67	2.12	2.21	1.61
11	Langlaufloipe Gisliflue	10.35	0.52	2.15	0.52	1.50	3.75	0.46	2.10	2.35	1.64
12	Limpergweg blau	4.79	0.22	0.84	0.22	1.98	4.09	0.71	2.40	1.63	1.61
13	Limpergweg braun	2.07	0.89	0.47	0.89	0.62	1.76	2.71	2.23	1.43	1.48
14	Limpergweg gelb	2.92	0.51	1.05	0.51	0.48	2.55	2.39	2.47	1.27	1.55
15	Limpergweg olive	1.95	0.84	0.99	0.84	0.54	0.84	0.84	0.84	1.61	0.82
16	Limpergweg pink	5.57	0.92	0.89	0.92	0.65	0.83	1.55	1.19	1.69	1.02
17	Martinsweg Findling	0.47	1.61	0.51	1.61	0.82	0.54	1.58	1.06	2.27	1.10
18	Martinsweg Wittnau	7.01	1.37	0.97	1.37	1.89	1.80	2.36	2.08	2.80	1.74
19	Natur und Kulturweg Linn	3.73	0.84	0.84	0.84	2.22	2.90	3.12	3.01	2.36	2.09
20	Naturlehrpfad	0.55	0.40	0.00	0.40	0.17	2.96	3.34	3.15	0.49	1.70
21	Perimukweg	3.47	0.50	0.51	0.50	0.78	1.04	1.33	1.19	1.15	0.88
22	Perimukweg Biberstein	6.36	3.49	2.10	3.49	1.73	0.50	2.20	1.35	5.41	2.03
23	Perimukweg Cheisacher	3.45	5.09	0.49	5.09	1.70	1.02	2.09	1.56	6.18	2.32
24	Perimukweg Woelflinswil	7.01	4.54	2.94	4.54	1.07	0.82	0.94	0.88	6.54	2.08
25	Reblehrpfad	2.88	2.47	4.54	2.47	0.93	1.26	2.42	1.84	5.20	2.22
26	Rebsortenpfad 1	3.18	2.17	4.41	2.17	0.76	1.83	1.89	1.86	4.76	2.12
27	Rebsortenpfad 2	2.39	4.39	5.09	4.39	1.91	1.21	1.28	1.24	7.89	2.59
28	Rund um Sulz	23.74	0.22	2.96	0.22	1.20	1.82	0.58	1.20	2.30	1.17
29	Sinnespfad N. Gipf O.	3.30	0.94	0.84	0.94	0.47	0.54	1.21	0.88	1.59	0.83
30	Skulpturenweg Schenkenbergertal	1.05	1.25	1.10	1.25	1.64	1.44	2.41	1.92	2.62	1.62
31	Waldlehrpfad	0.37	1.23	1.56	1.23	1.02	0.62	1.04	0.83	2.52	1.04
32	Walkingtrail 1	7.05	2.63	1.56	2.63	1.16	1.03	2.46	1.74	3.99	1.87
33	Walkingtrail 2	4.09	0.22	3.37	0.22	0.60	0.81	3.17	1.99	2.21	1.55
34	Walkingtrail 3	23.52	0.33	2.71	0.33	0.43	0.74	1.80	1.27	1.90	1.11
35	Walkingtrail 4	8.73	0.00	1.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.18
36	Walkingtrail 5	11.02	1.76	2.73	1.76	1.74	1.56	3.71	2.64	3.99	2.32
37	Walkingtrail Schenkenbergertal 1	10.77	1.77	3.37	1.77	1.11	2.05	2.25	2.15	4.01	2.08
38	Walkingtrail Schenkenbergertal 2	14.14	1.10	2.32	1.10	0.68	1.52	1.72	1.62	2.60	1.46
39	Walkingtrail Schenkenbergertal 3	4.31	0.92	4.39	0.92	0.71	0.90	1.42	1.16	3.47	1.45
40	Zwei Dörfer Rundweg	7.44	1.35	1.51	1.35	0.63	1.30	1.27	1.28	2.42	1.25

9.2 Weitere Karten

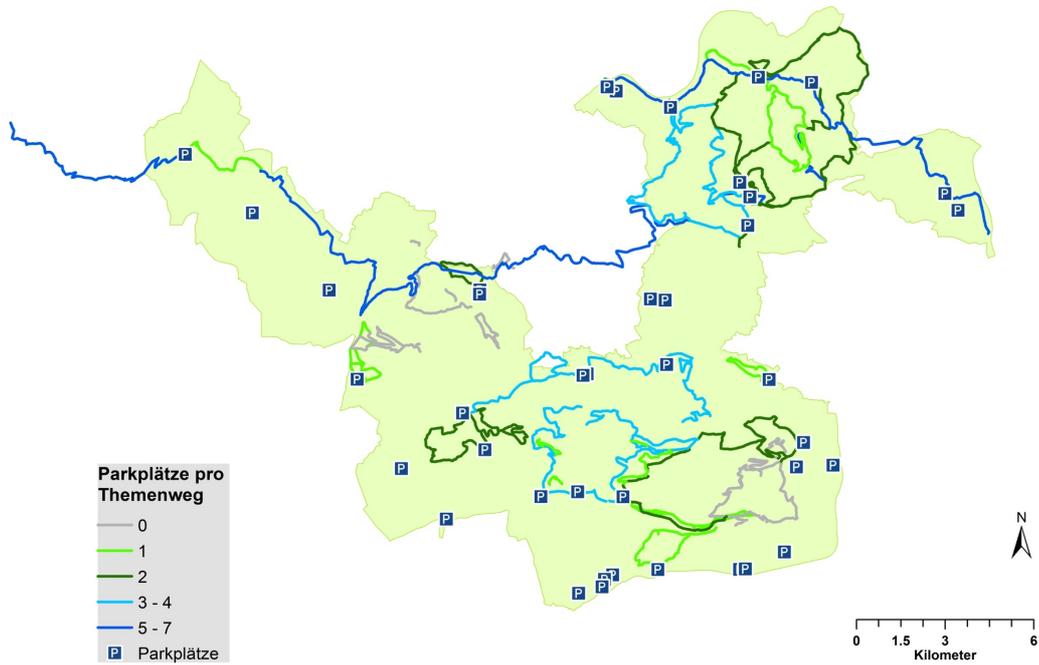


Abb. I: Absolute Anzahl Parkplätze im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.

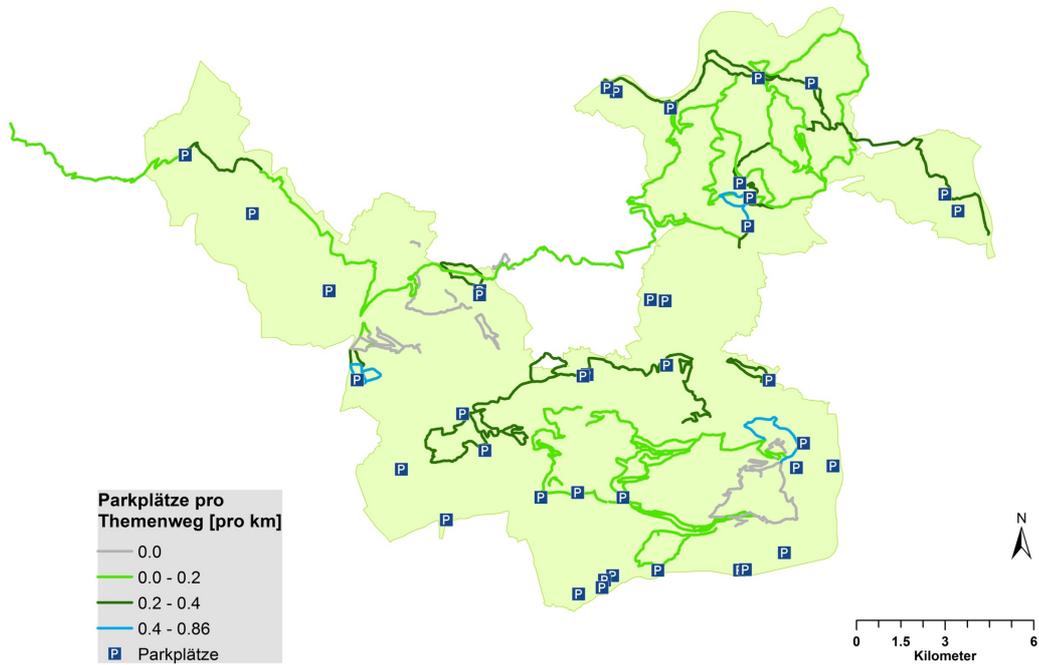


Abb. II: Relative Anzahl Parkplätze im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.

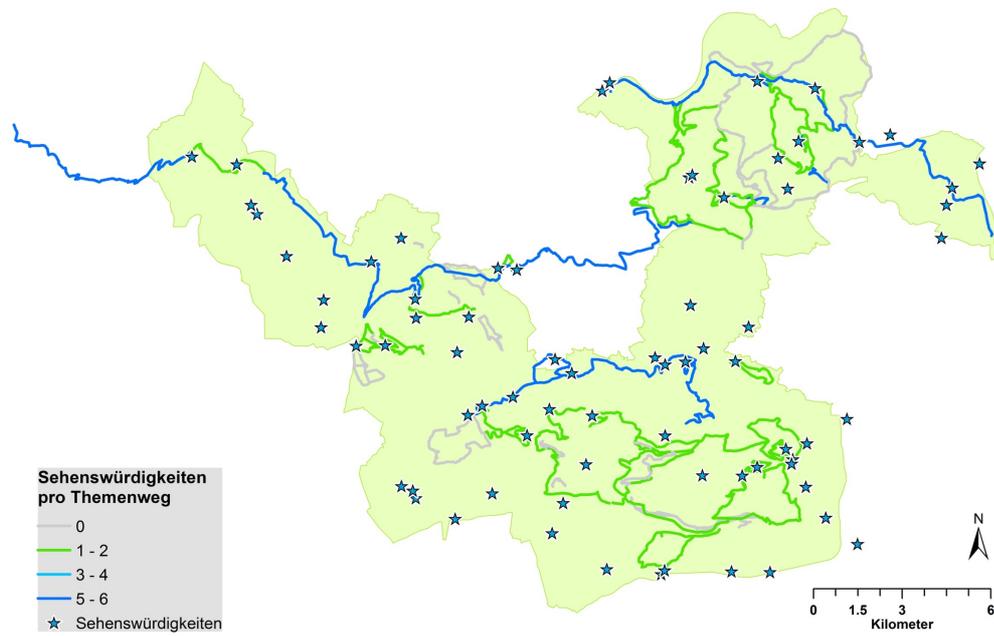


Abb. III: Absolute Anzahl Sehenswürdigkeiten im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.

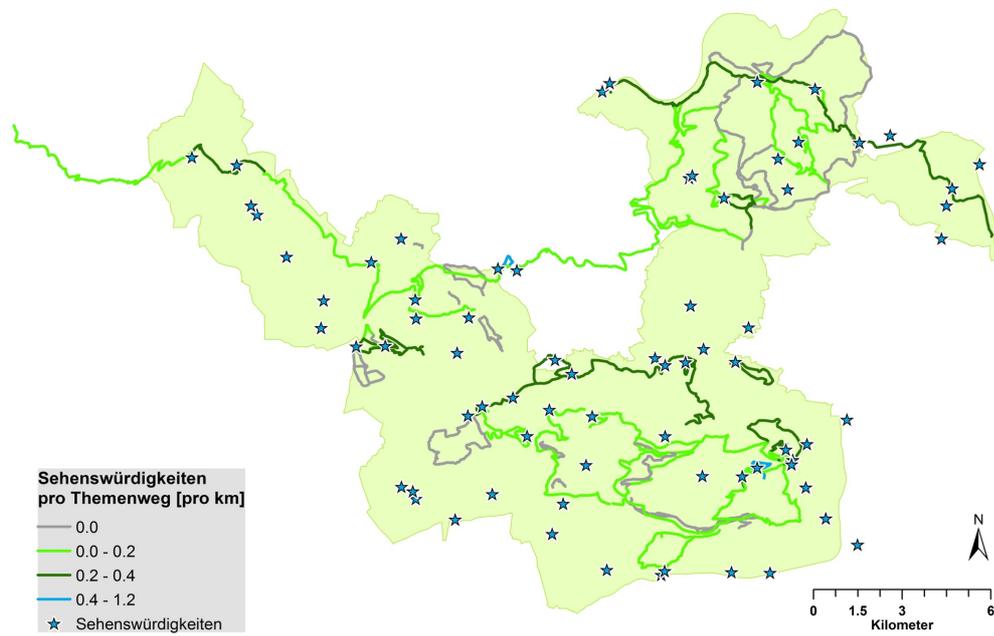


Abb. IV: Relative Anzahl Sehenswürdigkeiten im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.

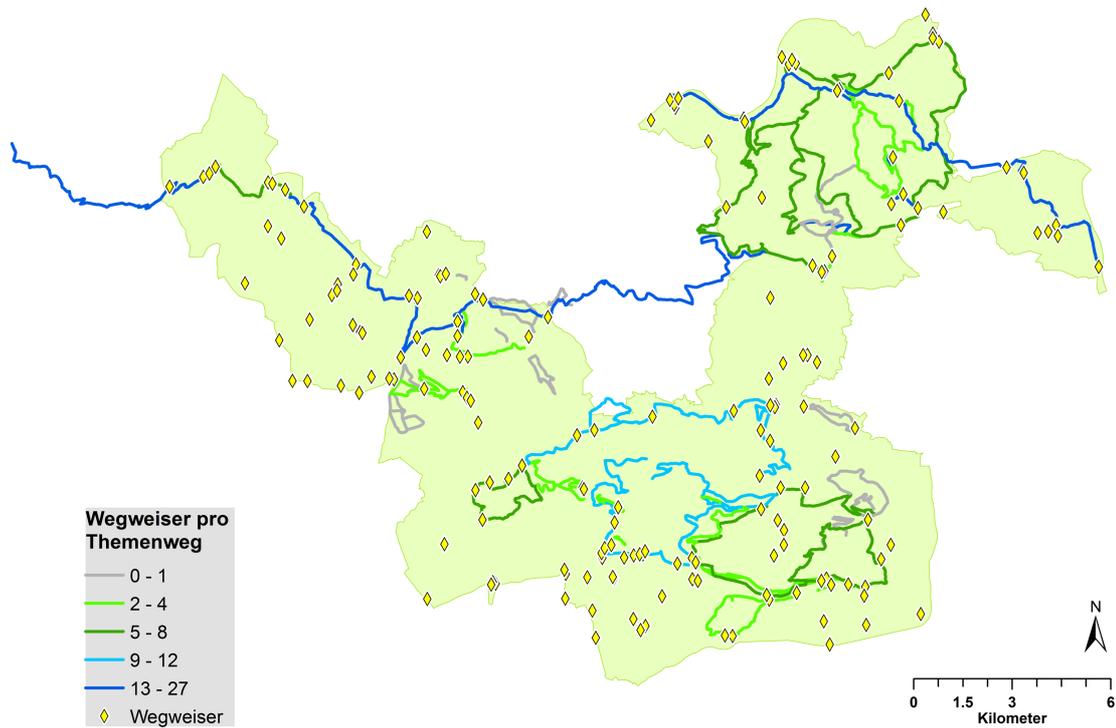


Abb. V: Absolute Anzahl Wegweiser im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.

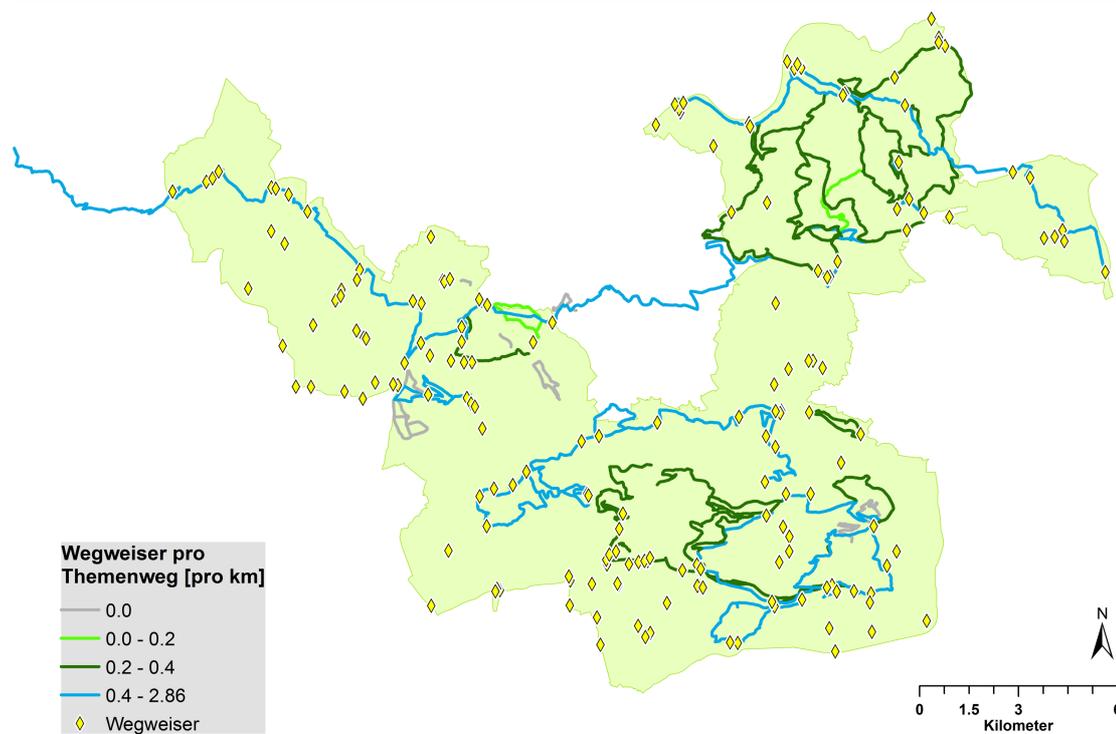


Abb. VI: Relative Anzahl Sehenswürdigkeiten im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.

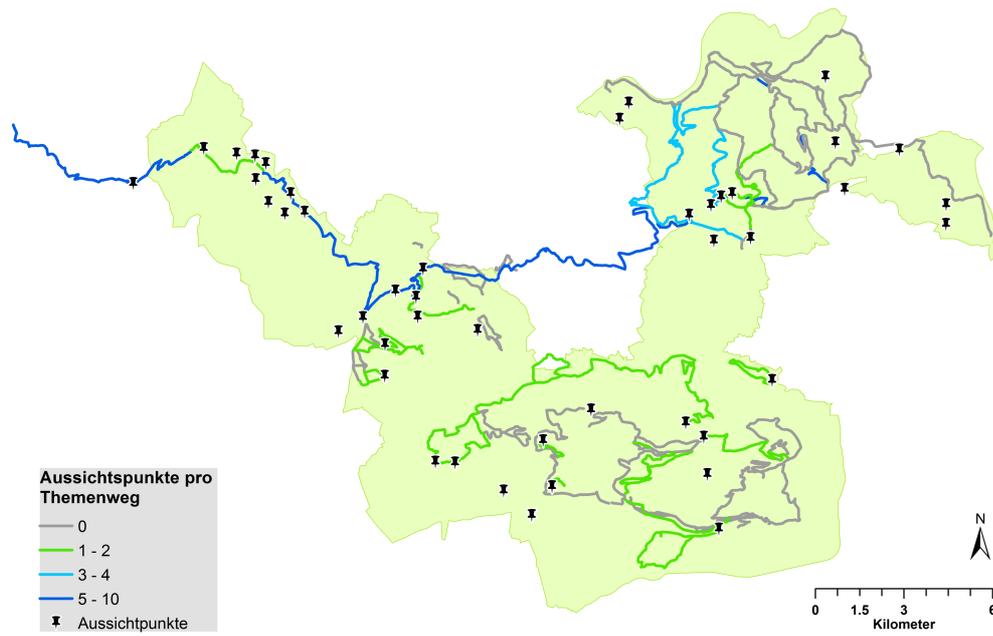


Abb. VII: Absolute Anzahl Aussichtspunkte im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.

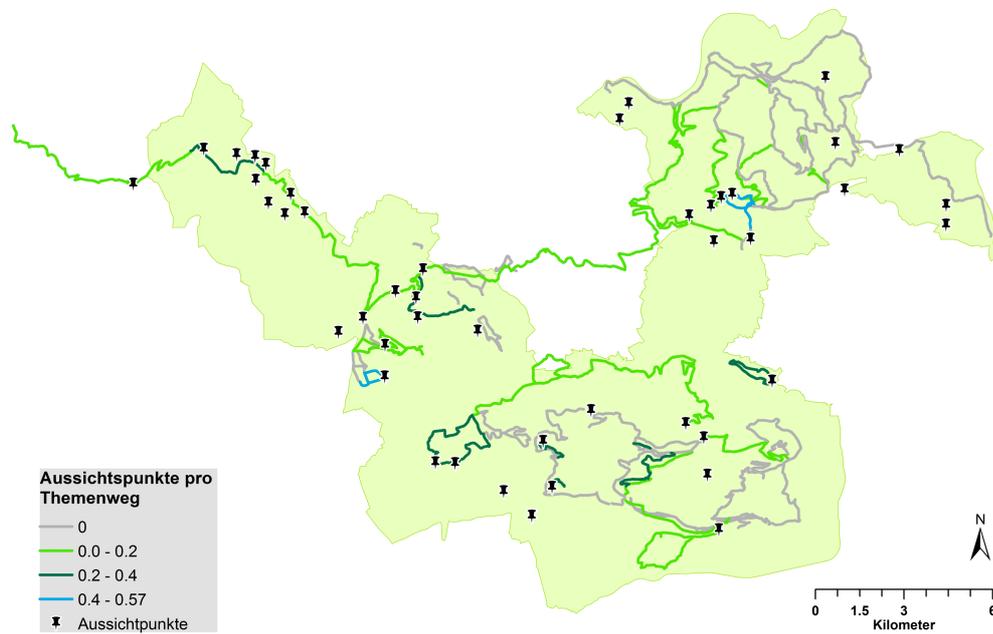
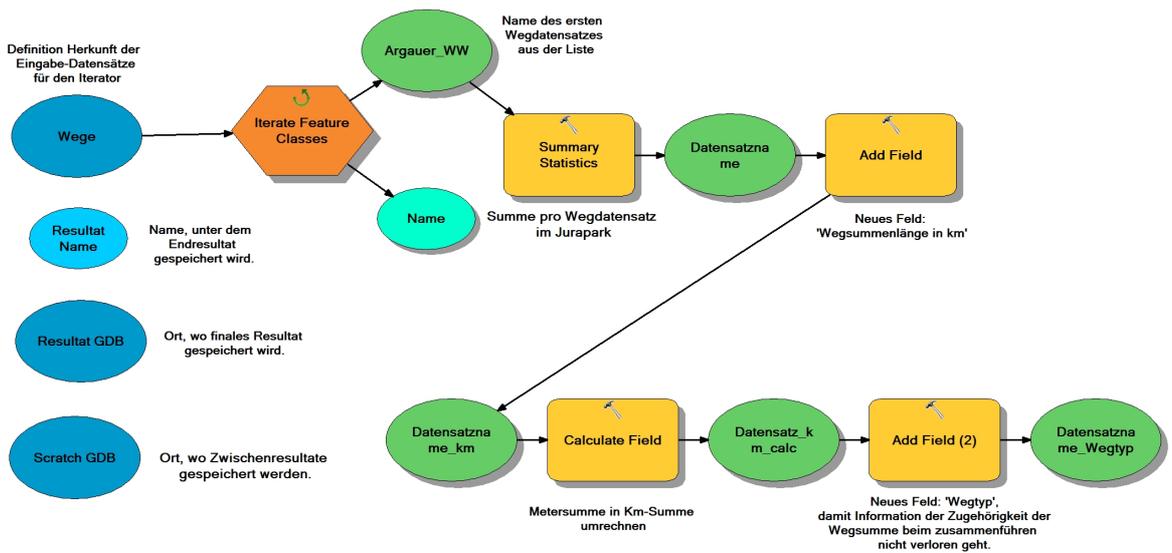
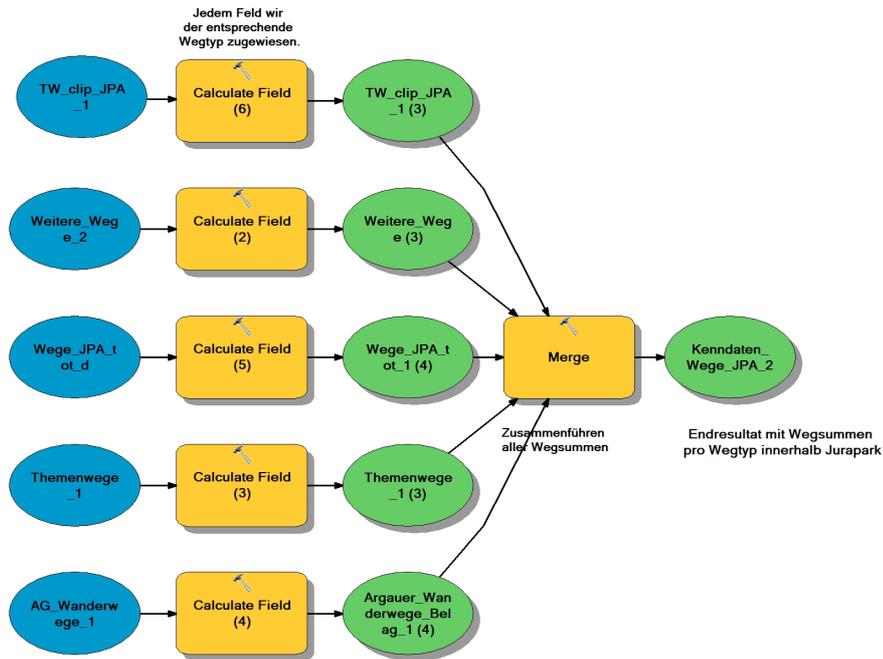
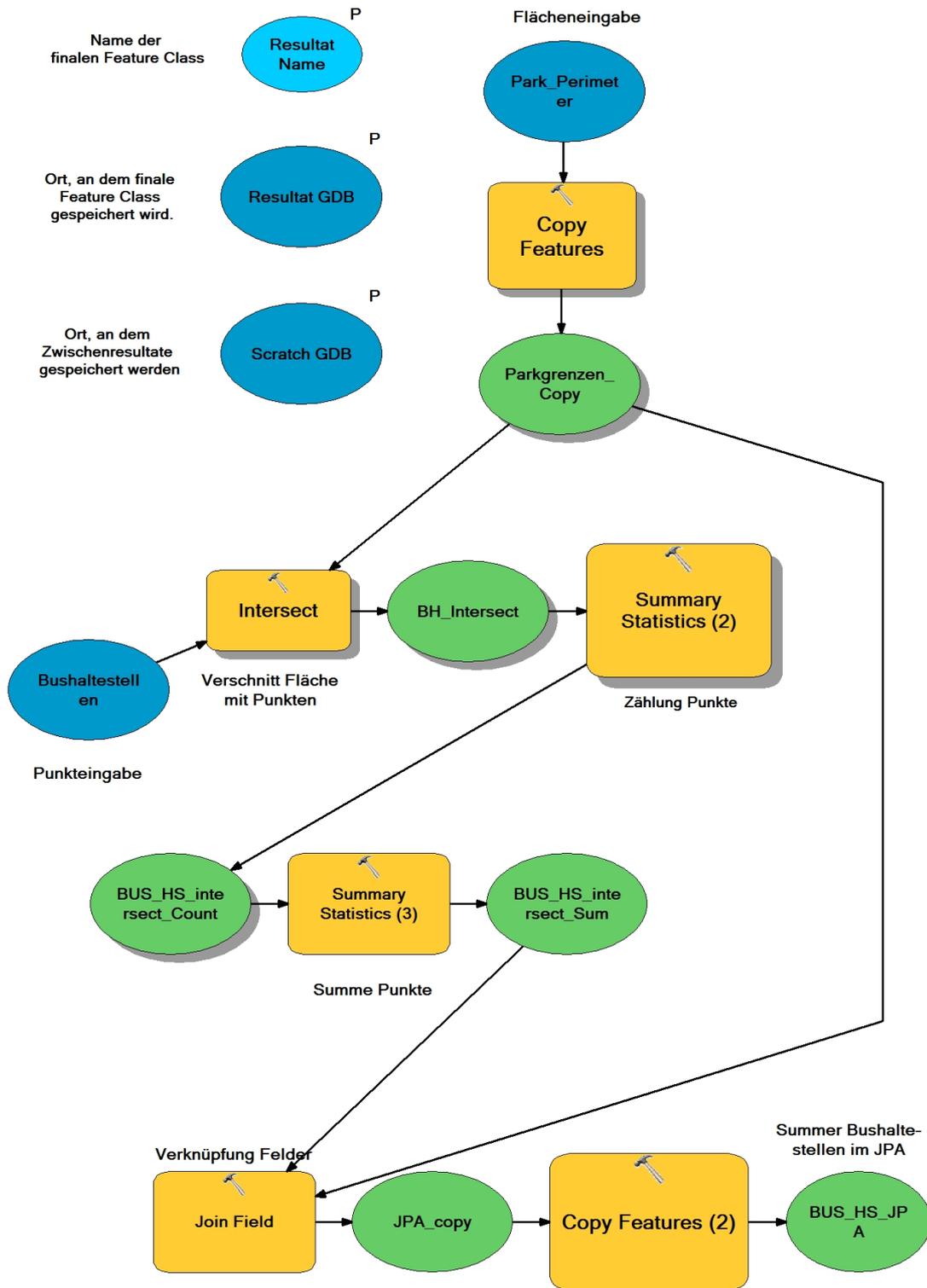


Abb. VIII: Relative Anzahl Sehenswürdigkeiten im Jurapark innerhalb definierter Puffer um Themenwege.

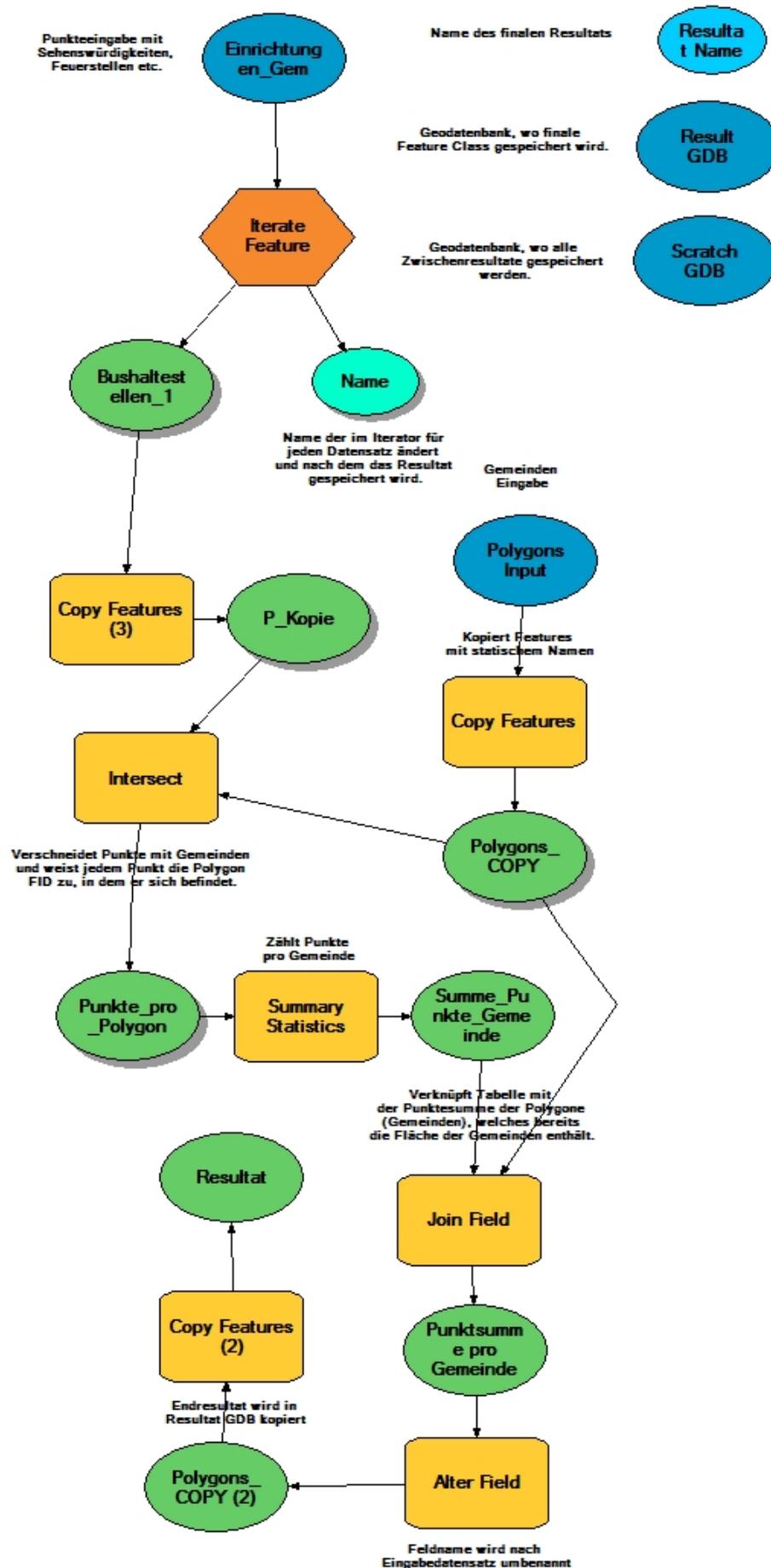
9.3 Modelle in ArcGIS for Desktop



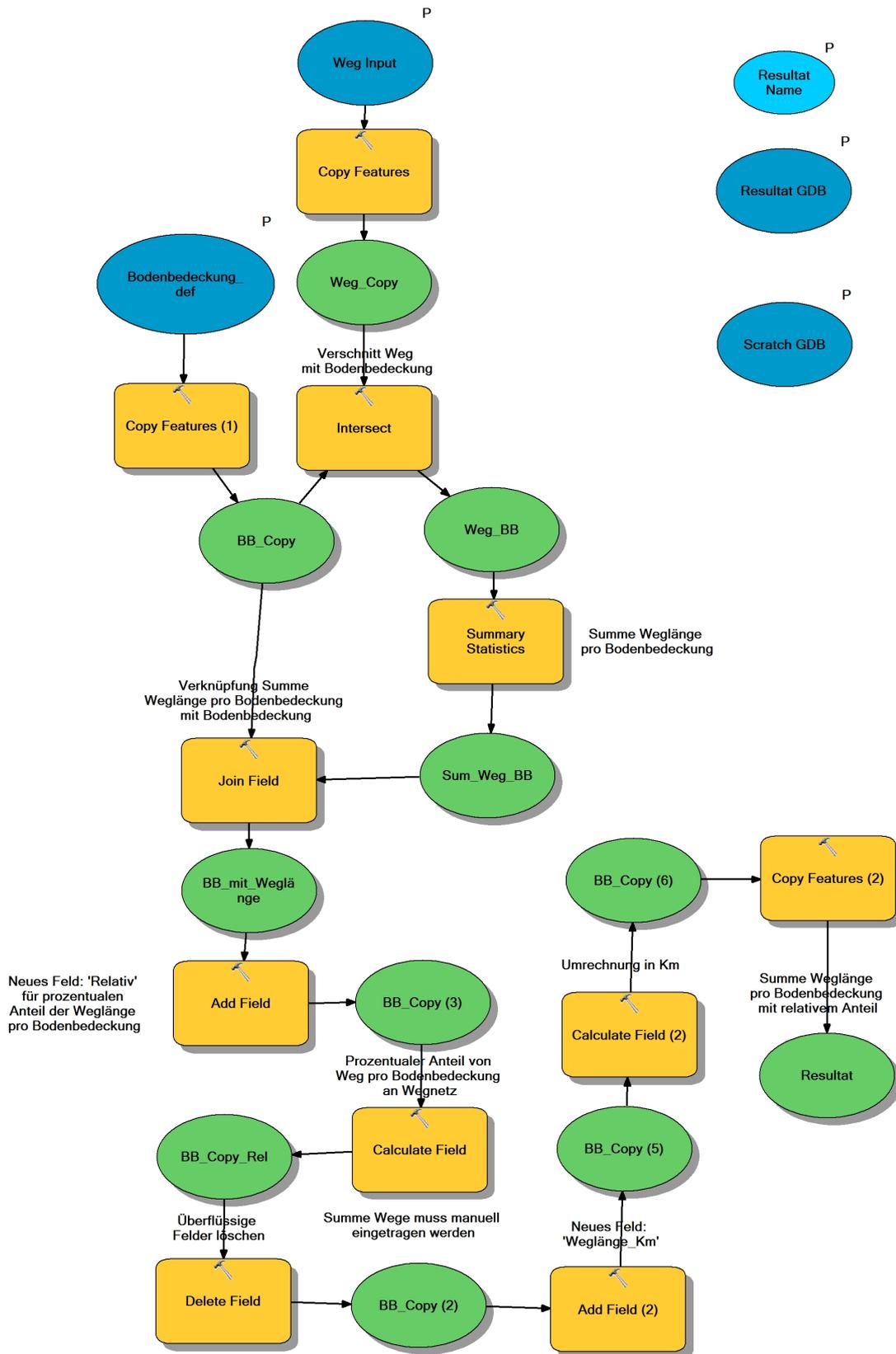
Modell I: Wegstreckensummen verschiedener Wegtypen im Jurapark, zusammengeführt in einer Tabelle.



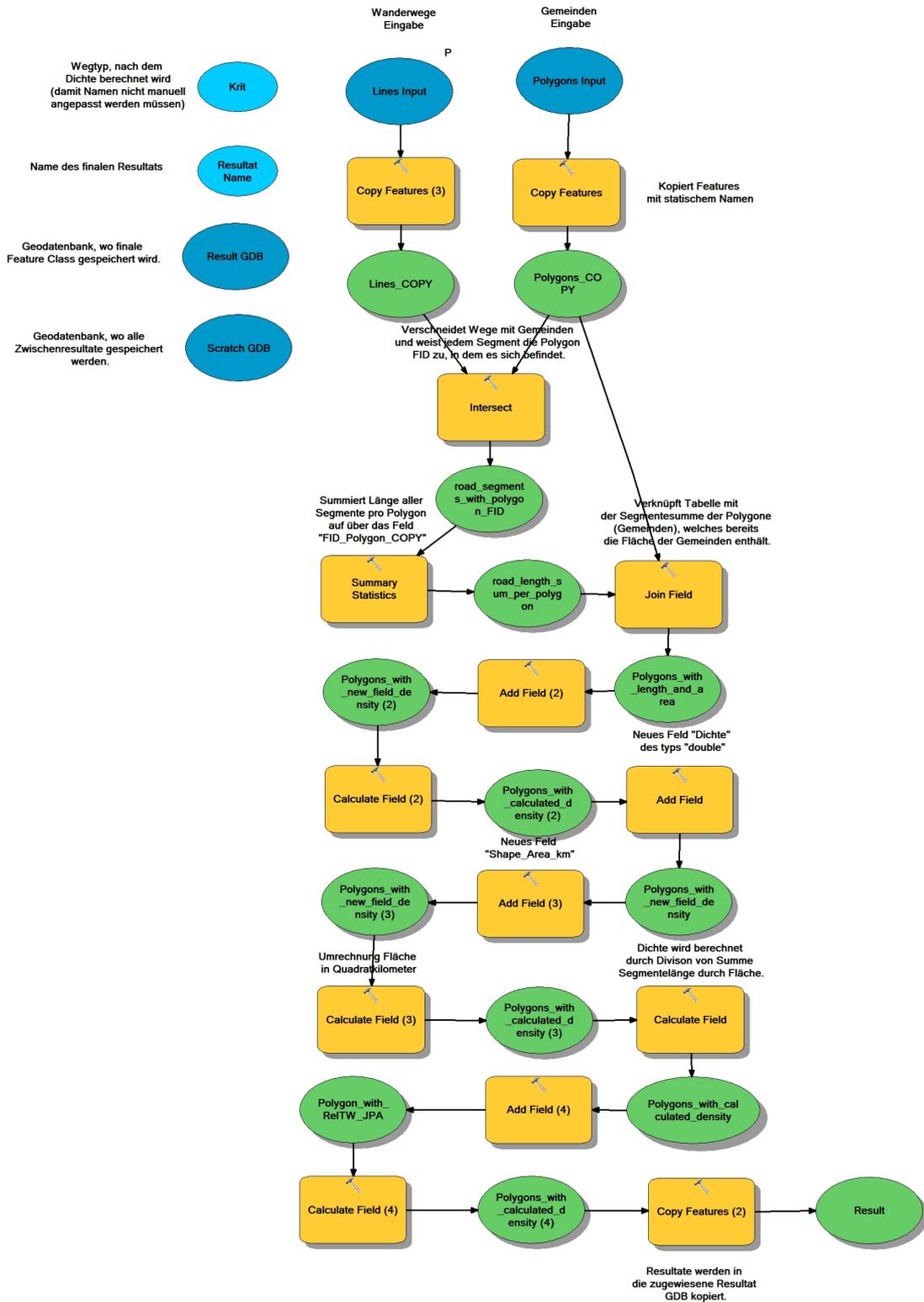
Modell II: Grundmodell für die Summe von Anreisemöglichkeiten im Jurapark.



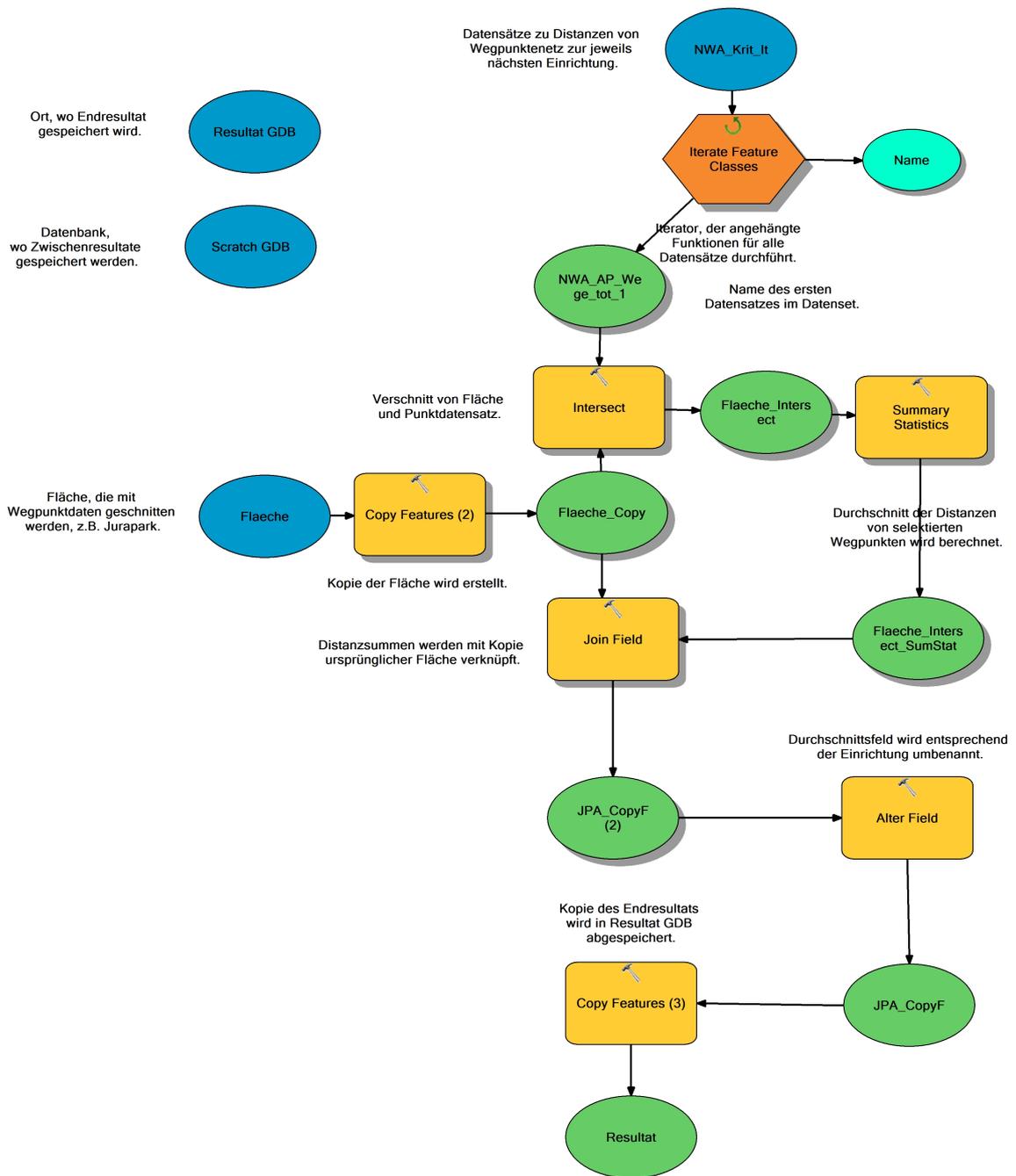
Modell III: Anzahl Einrichtungen (z.B. Feuerstellen) pro Gemeindefläche.



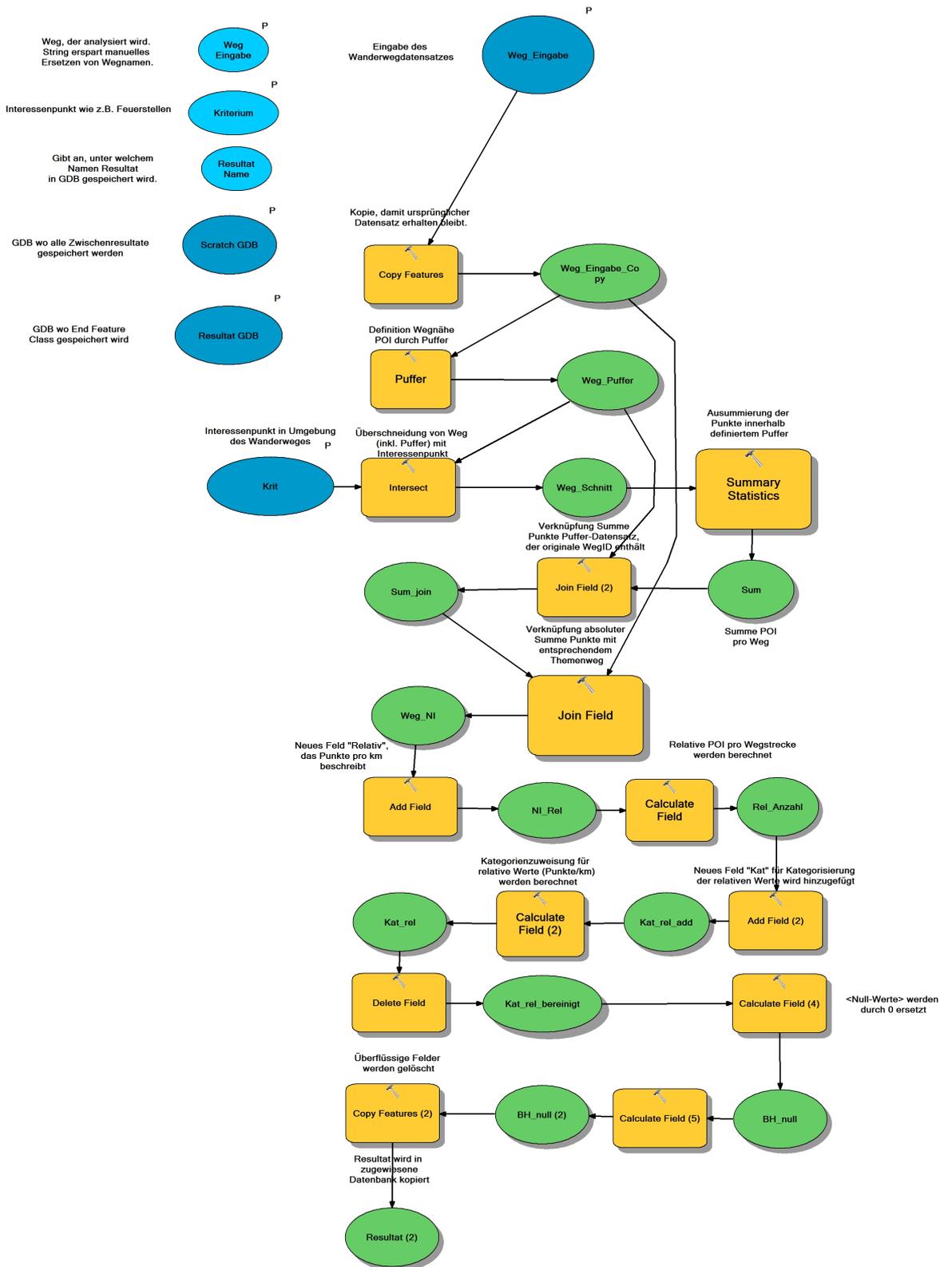
Modell IV: Berechnung von Weglängensumme pro Bodenbedeckungstyp.



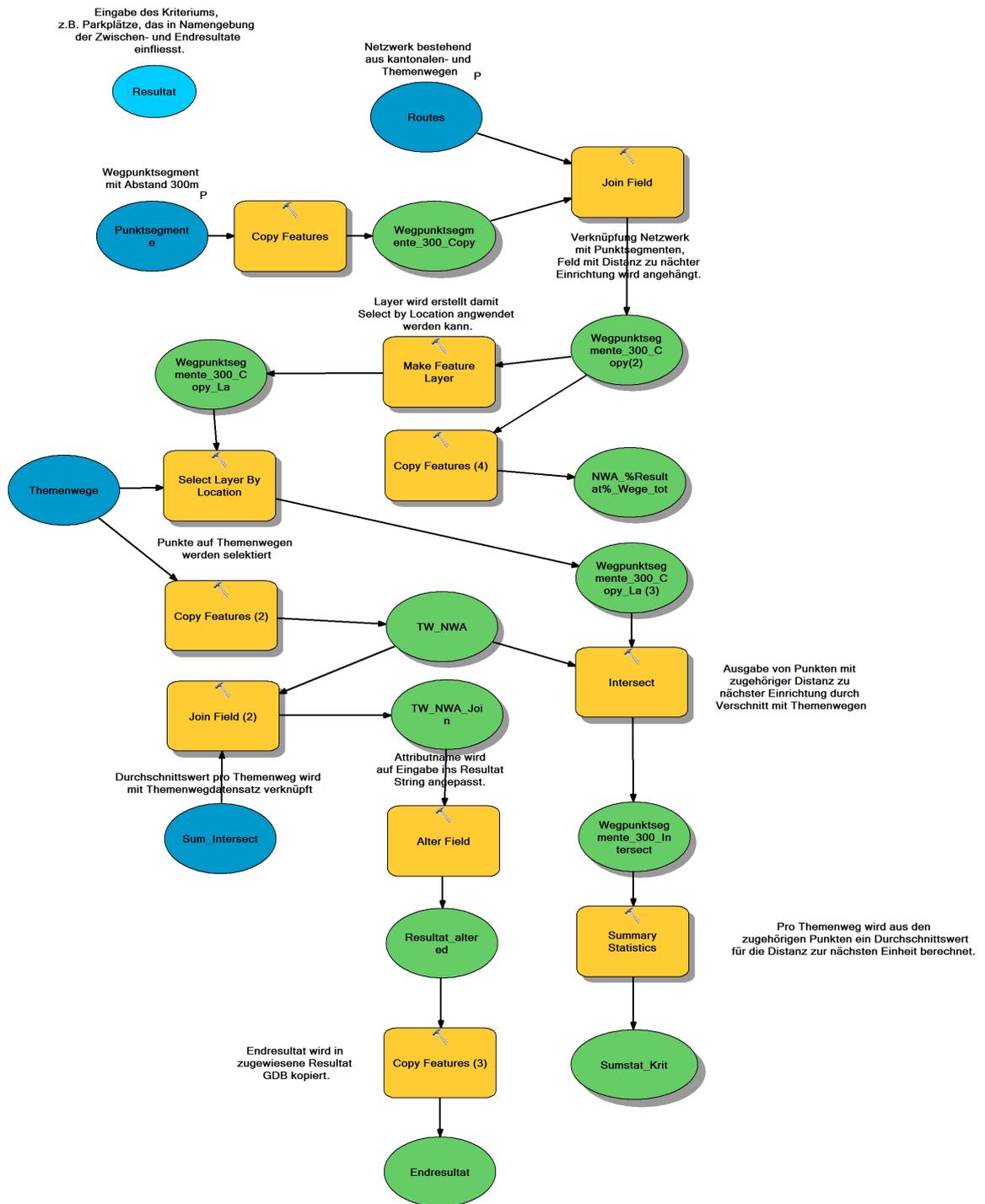
Modell V: Wegdichte pro Gemeinde, angewendet für Themenwege und Wegnetz.



Modell VI: Durchschnittsdistanz aus Netzwerkanalyse pro verschiedene Flächen, z.B. Jurapark oder Gemeinden.



Modell VII: Grundmodell für Berechnung der Einrichtungsdichte, indem Anzahl Einrichtungen pro Puffer gezählt und durch Strecke geteilt wird.



Modell VIII: Durchschnittsdistanz zu Einrichtungen pro Themenweg, basierend auf der Netzwerkanalyse.

9.4 R-Skripte

Code I: Wanderwegdichte für Themenwege und Wegnetz durch die Gegenüberstellung von Gemeindefläche und Wegstrecke [km] im Gemeindeperimeter.

Wanderwegdichte pro Gemeinde

```
#Set working directory
setwd("K:/Bachelorarbeit/BA_Burgdorf/R")

#install and activate necessary packages
install.packages('Rcpp', dependencies = TRUE)
install.packages('ggplot2', dependencies = TRUE)
library(ggplot2)
library(ggrepel)
library(readxl)

#Read excel files into R
dat_WNr <- read_excel("4_TOT_WD.xlsx")
dat_TWn <- read_excel("4_TW_WD.xlsx")

### Graph Wegnetzdicthe ###
#Scatterplot geom_point, geom_label_repel defines Labels
dat_WNrplot <- ggplot(dat_WNr, aes(y= GF, x= WN_Sum)) +
  geom_point( size = 2) +
  labs(y = "Gemeindefläche [km^2]", x="Wanderwegstrecke [km]", title = "Wegnetzdicthe")+
  geom_label_repel(aes(label = GemName),
    box.padding = 0.15,
    point.padding = 0.25,
    segment.color = 'grey50') +
  theme_bw() +
  theme(axis.title =element_text(size=12, face = "bold"), axis.text=element_text(size=12),plot.title =
    element_text(hjust=0.5,size= 14, face="bold"))

#Save final product
ggsave("Wegnetzdicthe pro Gemeinde.png")

### Graph Themenwegdicthe###
dat_TWnplot <- ggplot(dat_TWn, aes(y= GF, x= TW_sum)) +
  geom_point( size = 2) +
  labs(y = "Gemeindefläche [km^2]", x="Themenwegstrecke [km]", title = "Themenwegdicthe")+
  geom_label_repel(aes(label = GemName),
    box.padding = 0.15,
    point.padding = 0.25,
    segment.color = 'grey50') +
  theme_bw() +
  theme(axis.title =element_text(size=12, face = "bold"), axis.text=element_text(size=12),plot.title =
    element_text(hjust=0.5,size= 14, face="bold"))

#Save final product in wd
ggsave("Themenwegdicthe pro Gemeinde.png")
```

Code II: Berechnung des Shannon-Index für alle Kriterien und Themenwege, wobei n der Anzahl verschiedener Bodentypen und der Faktor n/L dem Anteil Wegmeter pro Bodentyp entspricht.

```

Shannon-Index

#Set Working directory
setwd("K:/Bachelorarbeit/BA_Burgdorf/R")

#Read Excel Tables into R
TW_B <- read_excel("TW_Shannon.xls")

#Only four criteria out of five criteria here, given that one type contains 0 meters of path. H_max is calculated
for 5 #criteria in the analysis.

n = c(C1, C3, C4, C5)
H = -sum(n/L * log(n/L))
H_max = log(5)
print(H)

print(H)

```

Code III: Scatterplot, der Weglänge mit dem der Bodenbedeckungsdiversität (Shannon-Index) gegenüberstellt.

```

Beziehung Weglänge zur Bodenbedeckungsdiversität

#Set Working directory
setwd("K:/Bachelorarbeit/BA_Burgdorf/R")

#Read Excel Tables into R
dat_TW <- read_excel("5_TW_Shannon.xls")

### Graph Laenge vs. Bodenbedeckungsdiversität (Shannon)###
#Scatterplot geom_point, geom_label_repel defines labeling
dat_TWplot <- ggplot(dat_TW, aes(y= Shannon, x = Km)) +
  geom_point( size = 2) +
  labs(y = "Shannon-Index", x="Weglänge [km]", title = "Beziehung zwischen Weglänge und
  Bodenbedeckungsdiversität der Themenwege")+
  theme_bw() +
  theme(axis.title =element_text(size=12, face = "bold"), axis.text=element_text(size=12),plot.title =
  element_text(hjust=0.5,size= 14, face="bold"))

#Save final product as png
ggsave("Beziehung zwischen Weglänge und Bodenbedeckungsdiversität der Themenwege.png")

```

Code IV: Die absolute Anzahl von Einrichtungen wird der relativen Einrichtungsdichte [km/km²] gegenübergestellt.

Absolute vs. Relative Einrichtungsdichte bei Themenwegen

```
#Set wd
setwd("K:/Bachelorarbeit/BA_Burgdorf/R")

#Read excel into R
dat_TWFS <- read_excel("5_TW_FS_R.xls")

###Graph absolute vs. relative Einrichtungsdichte###
dat_TWFSplot <- ggplot(dat_TWFS, aes(y= Absolut, x = Relativ)) +
  geom_point(size = 2) +
  labs(y = "Absolut [Anzahl pro Themenweg]", x="Relativ [Anzahl pro km]", title = "Absolute und relative
  Einrichtungsdichte von 10 Themenwegen")+
  geom_label_repel(aes(label = Nummer),
    box.padding = 0.15,
    point.padding = 0.25,
    segment.color = 'grey50') +
  theme_bw() +
  theme(axis.title =element_text(size=12, face = "bold"), axis.text=element_text(size=12),plot.title =
  element_text(hjust=0.5,size= 14, face="bold"))

#Save final product as png
ggsave("Absolute und relative Einrichtungsdichte von 10 Themenwegen.png")
```

Code V: Vorlage-Code, der für exemplarisch für die relativen Einrichtungsdichten von Feuerstellen und Bushaltestellen angewendet wurde, um ein Ranking zu erstellen. Derselbe Code wurde für die gewichtete Summe aller Einrichtungsdichten verwendet.

Ranking relativer Einrichtungsdichten bei Feuerstellen bzw. Bushaltestellen, sowie allen Einrichtungen kombiniert

```
#Set working directory
setwd("K:/Bachelorarbeit/BA_Burgdorf/R")

#Read excel into R
TW_D <- read_excel("5_TW_FS.xls")

TW_Dplot <-ggplot(TW_D, aes(x = reorder(Nummer, -Relativ), y = Relativ, fill=Name)) +
  geom_bar(position="dodge",stat = "identity", fill = "skyblue2")+
  theme(legend.position="none")+
  geom_text(aes(label=Nummer), vjust=1, color="navyblue")+
  labs(x = "Wegnummer", y="Dichte [Einrichtung/km]", size=12, title = "Einrichtungsdichte
  Feuerstellen")+
  theme(axis.title =element_text(size=12, face = "bold"), axis.ticks.x=element_blank(),
  axis.text.x=element_blank(),plot.title = element_text(hjust=0.5,size= 14, face="bold"))

#save final plot as png in wd
ggsave("Einrichtungsdichte Feuerstellen.png")
```

Code VI: Einrichtungsdichten der Kategorien Erholung, bzw. Unterhaltung werden der Anreise gegenübergestellt.

Themenwege Einrichtungsdichte der Anreise vs. Der Unterhaltung, bzw. Erholung

```
#Set Working directory
setwd("K:/Bachelorarbeit/BA_Burgdorf/R")

#Read Excel files into R
dat_TWE <- read_excel("TW_NWA_Einrichtungen.xlsx")

#Show table
dat_TWE

####Scatterplot Distanz Unterhaltung vs. Anreise####
dat_TWEplot <- ggplot(dat_TWE, aes(y= Anreise, x = Unterhaltung)) +
  geom_point(size = 2) +
  theme_bw() +
  theme(axis.title =element_text(size=12, face = "bold"), axis.text=element_text(size=12),plot.title =
  element_text(hjust=0.5,size= 14, face="bold"))+
  labs(y = "Anreise [km]", x="Unterhaltung [km]", title = "Distanz zum nächsten Unterhaltungs- vs.
  Anreisepunkt")+
  geom_label_repel(aes(label = Nummer),
  box.padding = 0.15,
  point.padding = 0.25,
  segment.color = 'black') +

#Save final product as png in Wd
ggsave("Distanz zum nächsten Unterhaltungs- vs. Anreisepunkt.png")
```

Code VII: Einrichtungsdichte wird der durchschnittlichen Distanz zu allen Einrichtungen ausgehend von den Themenwegen gegenübergestellt.

Einrichtungsdichte vs. Durchschnittsdistanz pro Themenweg

```
#Set working directory
setwd("K:/Bachelorarbeit/BA_Burgdorf/R")

#Read excel files into R
dat_TWD <- read_excel("TW_NWA_Einrichtungen.xlsx")
dat_TWR <- read_excel("TW_Relativ.xls")

####Graph Einrichtungsdichte vs. Durchschnittsdistanz pro Themenweg####
dat_TWEplot <- ggplot(dat_TWD, aes(y= Qall, x = QallR)) +
  geom_point(size = 2) +
  labs(y = "Durchschnittsdistanz [km]", x="Einrichtungsdichte [Einrichtung/km]", title =
  "Einrichtungsdichte vs. Durchschnittsdistanz pro Themenweg")+
  geom_label_repel(aes(label = Nummer),
  box.padding = 0.15,
  point.padding = 0.25,
  segment.color = 'grey50') +
  theme_bw() +
  theme(axis.title =element_text(size=12, face = "bold"), axis.text=element_text(size=12),plot.title =
  element_text(hjust=0.5,size= 14, face="bold"))+

#Save final plot in wd
ggsave("Einrichtungsdichte vs. Durchschnittsdistanz pro Themenweg.png")
```