



# Die Zersiedelung Kreuzlingens

Marcel Keller  
Pädagogische Hochschule Thurgau  
Juni 2015



Masterarbeit  
Im Fachbereich Geografie

# Die Zersiedelung Kreuzlingens

Marcel Keller  
mrckeller90@gmail.com

Referent: Prof. Dr. Rolf Bürki  
Korreferent: Donald Kaden

Kreuzlingen, Juni 2015

Pädagogische Hochschule Thurgau  
Regelstudiengang Sek 1, 2010/11  
Frühlingssemester 2015

Abbildungen Titelblatt

1. Luftaufnahme Kreuzlingen 1935.

2. Orthofoto Kreuzlingen 2014.

3. Gebäudeflächenentwicklung 1936 bis 2014.

Quelle (Swisstopo, 2014b)

Quelle (Stadtplanung)

Eigene Abbildung

## Vorwort

Der Mensch veränderte die Schweizer Landschaft in den Jahrzehnten sehr stark. In jeder Ortschaft fallen Baukräne auf, welche die Bautätigkeit verdeutlichen. Durch die anhaltende Besiedelung der Landschaft sprach man in letzter Zeit immer mehr vom negativ konnotierten Begriff der "Zersiedelung". Durch die Besiedelung geht immer mehr Agrarland dauerhaft verloren, was verschiedene Folgen mit sich bringt. Mich interessiert, inwiefern sich die Erkenntnisse aus dem Landschaftswandel der gesamten Schweiz in Kreuzlingen, meiner Heimat, wiederfinden lassen und wie ein nachhaltiger Umgang mit der Landschaft / Natur aussehen könnte.

Zudem fasziniert mich die Arbeit mit Karten. Mein Interesse für Karten stammt wahrscheinlich aus meiner Vergangenheit als Orientierungsläufer. Das Modul *Fernerkundung und GIS* an der Pädagogischen Hochschule Thurgau (PHTG) weckte mein Interesse zu einer fachwissenschaftlichen Arbeit mit einem Geoinformationssystem (GIS). Mit dieser Arbeit konnte ich mein grundsätzliches Interesse am Fach Geografie mit der Faszination für Karten vereinen.

Auf dem teils steinigen Weg begleiteten mich verschiedene Personen, ohne deren Hilfe diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre. Ich möchte mich ganz herzlich bei meinem Referenten Rolf Bürki für die vielen intensiven Besprechungen, fachlichen Hinweise, Denkanstöße und die kritische Begleitung bedanken. Weiter bedanke ich mich bei der Stadtplanung Kreuzlingen, insbesondere dem Leiter Antonio Sarno, für die Bereitstellung verschiedener Quellen.

Ebenfalls danken möchte ich meinem Korreferenten Donald Kaden für die fachlichen Hinweise bezüglich der Arbeit mit Qgis und Andreas Graf für die Bereitstellung verschiedener Fotografien der Stadt.

Besonderer Dank gebührt auch meiner Familie und meinen Freunden, insbesondere meinem Vater und meiner Freundin, welche mich stets motiviert und unterstützt haben.

## Zusammenfassung

Der Mensch besiedelt immer grössere Teile der Landschaft. Die heutigen Entwicklungstrends der Siedlungen stehen im Gegensatz zum Ziel der Nachhaltigkeit unserer Landschaft. Die vorliegende Masterarbeit beschäftigt sich mit dem schwer fassbaren Begriff der **Zersiedelung**.

Es wurde eine Methodik erarbeitet, mit welcher man mittels topografischen Karten und Luftaufnahmen die Zersiedelung analysieren und anhand verschiedener Zersiedelungsindikatoren messen und aufzeigen kann. Die Methodik wurde auf das Untersuchungsgebiet der Gemeindefläche Kreuzlingen angewendet. Es wurden mit *Qgis* verschiedene Flächennutzungen für sechs Untersuchungsjahre zwischen 1885 und 2014 erfasst und auf Grundlage dieser Daten verschiedene Indikatoren berechnet. Die Methode eignet sich, um verschiedene Teilaspekte der Zersiedelung als einen Prozess der Veränderung und als Zustand abzubilden, nicht aber, um das Gesamtphänomen als einen Wert anzugeben. Die Arbeit orientiert sich an einer Zersiedelungsdefinition, die auf dem Ausmass der Bebauung der Landschaft, der Streuung der Gebäude und der Ausnützung der Siedlungsfläche basiert.

In Bezug auf den Aspekt **Ausmass der Bebauung der Landschaft** lassen die Ergebnisse darauf schliessen, dass sich Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 stark zersiedelte. Neben der Siedlungsfläche wuchs aber auch die Einwohnerzahl stark an. Kreuzlingen erfuhr nach dem Aspekt der **Siedlungsflächenausnützung** über den gesamten Untersuchungszeitraum eine Verringerung der Zersiedelung. In Bezug auf die **Streuungsmasse** hat sich die Zersiedelung Kreuzlingens insgesamt erhöht, obwohl verschiedene Trends festgestellt werden konnten. Trotz der höheren Streuung der Gebäude zeigte der Indikator *nächster Nachbar*, dass die Gebäude insgesamt näher aneinandergerückt sind.

Die Untersuchungen zeigen klar, dass sich Kreuzlingen im Zeitraum zwischen 1885 und 2014 sowohl zersiedelt als auch innerlich verdichtet hat. Trotz der teils unterschiedlichen Resultate der verschiedenen Indikatoren erkennt man verschiedene Übereinstimmungen. Im Zeitraum zwischen 1958 und 2002 hat sich Kreuzlingen am stärksten zersiedelt, was auf den Bauboom ab ca. 1950 und auf die schwache Einwohnerentwicklung nach 1984 zurückzuführen ist. Für den Zeitraum zwischen 1885 und 1912 weisen die Resultate auf eine innere Verdichtung hin. Im jüngsten Zeitabschnitt (2002-2014) konnte ein Zuwachs der Siedlungsflächenausnützung, aber auch der Streuung festgestellt werden, was einerseits auf eine innere Verdichtung, andererseits auf eine Zersiedelung hinweist.

Das Problem der Abbildung der Zersiedelung als Wert ist, dass je nach Wahl und Gewichtung der verschiedenen Indikatoren ein völlig unterschiedliches Bild der Zersiedelung entstehen kann. Es stellte sich heraus, dass Schwick, Jaeger, Bertiller und Kienast (2010) aufgrund ihrer Methodik zu anderen Ergebnissen für die Zersiedelung der Region Kreuzlingen kommen. Auch ihre Methodik vermag das Gesamtphänomen Zersiedelung nicht als einen Wert abzubilden, der allen Zersiedelungsattributen gerecht wird.

Wenn das Siedlungsflächenwachstum weiterhin in diesem Ausmass anhält, wäre in rund 70 Jahren die gesamte noch vorhandene Landwirtschaftsfläche Kreuzlingens überbaut. Daher ist eine Siedlungsentwicklung nach innen für die Zukunft von zentraler Bedeutung.



# Inhaltsverzeichnis

VORWORT.....	3
ZUSAMMENFASSUNG.....	4
INHALTSVERZEICHNIS .....	5
1 EINLEITUNG .....	7
2 THEORETISCHE GRUNDLAGEN .....	9
2.1 STÄDTEPORTRAIT KREUZLINGEN .....	9
2.2 SIEDLUNGSFLÄCHE .....	11
2.3 ZERSIEDELUNG .....	13
2.4 URSACHEN UND FOLGEN VON ZERSIEDELUNG .....	16
2.5 RAUMPLANUNG IN DER SCHWEIZ.....	17
3 FORSCHUNGSSTAND .....	20
3.1 RÄUMLICHE ENTWICKLUNGSPHASEN .....	20
3.2 SIEDLUNGSFLÄCHE DER SCHWEIZ .....	21
3.3 ZERSIEDELUNG DER SCHWEIZ .....	22
4 METHODIK .....	25
4.1 ANALYSE UNTERSCHIEDLICHER METHODEN.....	25
4.1.1 Landschaftswandel erfassen.....	25
4.1.2 Messkonzepte und Messgrössen für Zersiedelung .....	27
4.2 METHODIK DER VORLIEGENDEN ARBEIT.....	32
4.2.1 Gebietsabgrenzung der Untersuchung .....	32
4.2.2 Zeitliche Abgrenzung der Untersuchung .....	32
4.2.3 Erfassungsmethodik .....	33
4.2.4 Berechnungsmethodik .....	37
5 ZERSIEDELUNG DER GEMEINDE KREUZLINGEN.....	39
5.1 EINWOHNERENTWICKLUNG .....	39
5.2 NUTZUNGSFLÄCHENENTWICKLUNG .....	41
5.2.1 Siedlungsfläche.....	41
5.2.1.1 Überblick .....	42
5.2.1.2 Entwicklung 1885-1912 .....	45
5.2.1.3 Entwicklung 1912-1936 .....	46
5.2.1.4 Entwicklung 1936-1958 .....	48
5.2.1.5 Entwicklung 1958-1984 .....	49

5.2.1.6	Entwicklung 1984-2014 .....	52
5.2.1.7	Gebäudeflächengrößen.....	54
5.2.2	Landwirtschaftsflächenentwicklung .....	55
5.2.3	Gewässer- und Waldflächenentwicklung .....	56
5.2.4	Diskussion und Fazit der Einwohner- und Nutzungsflächenentwicklung...	59
5.2.4.1	Flächenausbreitung .....	59
5.2.4.2	Flächenausbreitung verglichen mit der Einwohnerentwicklung.....	59
5.3	NUTZUNGSINTENSITÄT .....	64
5.3.1	Gebäudeflächendichte .....	64
5.3.2	Siedlungsflächendichte .....	65
5.3.3	Bauliche Dichte .....	67
5.3.4	Diskussion und Fazit der Nutzungsintensität .....	71
5.4	FORM- UND STRUKTURINDIKATOREN.....	75
5.4.1	Kontinuität .....	75
5.4.2	Konzentration .....	77
5.4.2.1	Distanzmatrix.....	77
5.4.2.2	Nächster Nachbar-Index .....	79
5.4.3	Diskussion und Fazit der Form- und Strukturindikatoren .....	81
5.5	SYNTHESE DER ZERSIEDELUNG DER GEMEINDE KREUZLINGEN .....	83
6	DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN .....	85
7	LITERATUR- UND QUELLENVERZEICHNIS .....	90
	ANHANG.....	95
	SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG ZUR MASTERARBEIT .....	106

# 1 Einleitung

Die Landschaft wird von der Natur und vom Menschen geformt. Vor wenigen Jahrzehnten waren weite Teile der Schweiz nach Ewald und Klaus (2010, S. 15) kleinräumig und wenig vernetzt. Durch die technischen Möglichkeiten, den steigenden Wohlstand, das Bevölkerungswachstum und die Migration veränderte sich das Landschaftsbild in einem nie dagewesenen Tempo. Das Resultat ist eine schleichende, erst über grössere Zeiträume hinweg erkennbare Veränderung der Landschaft, welche sich vor allem in der Ausbreitung der Agglomeration und den Meliorationen in der Landwirtschaft bemerkbar machte. In der Schweiz wird jede Sekunde ein Quadratmeter Boden verbaut, welcher irreversibel unter dem Häusermeer, den Strassen, Parkplätzen, Bahnhöfen etc. verschwindet. Mit dem Flächenverbrauch gehen in der Regel auch Lebensräume für Tiere und Pflanzen, siedlungsnaher Erholungsflächen und landwirtschaftliche Nutzflächen verloren.

Die heutigen Entwicklungstrends der Siedlungen sind nicht mehr lange fortsetzbar und stehen in offenkundigem Gegensatz zum Ziel der Nachhaltigkeit unserer Landschaft. Um dieses Problem zu lösen, erarbeitete das nationale Forschungsprogramm (NFP 54, 2011) zum Thema „*Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung*“ wissenschaftliche Grundlagen, die zu einer nachhaltigen Siedlungsentwicklung der Schweiz beitragen.

Nach Schwick et al. (2010, S. 11) ist heute die ganze Schweiz alarmierend stark von Zersiedelung betroffen. Zersiedelung ist ein schwer fassbarer Begriff, unter welchem man vereinfacht das unstrukturierte und ungeregelte Wachstum von Ortschaften in den unbebauten Raum hinein versteht. Um das Gesamtphänomen Zersiedelung besser zu verstehen und zu dokumentieren, braucht es nach Schwick et al. (2010, S. 11) Zahlen, welche die Entwicklungstrends und den Zustand einer Siedlung abbilden. Nach ihrer Studie hat sich die Zersiedelung in der gesamten Schweiz alleine zwischen 1951 und 2002 verdoppelt. Insbesondere die Agglomeration Kreuzlingen weist sehr hohe Zersiedelungswerte aus.

Die Stadt Kreuzlingen kann auf eine spannende Siedlungsentwicklung zurückblicken, da sie anders als „normale“ Städte nicht aus einem Stadtkern heraus entstand. Kreuzlingen bildete sich aus einem Zusammenschluss von drei eigenständigen Dörfern, welche langsam aufeinander zuwuchsen und sich am Stadtrand der deutschen Stadt Konstanz vereinten. Die Doppelstadt Kreuzlingen-Konstanz bildet heute die grösste Agglomeration des Bodenseeraums. Kreuzlingen ist aus verschiedenen Gründen in den letzten Jahrzehnten stark gewachsen, was mit Problemen des Bodenverbrauchs, der Infrastrukturerschliessung und dem Erscheinungsbild der Landschaft einhergeht.

Als zukünftiger Geografielehrer der Sekundarstufe 1 kann ich das mir erarbeitete Fachwissen zu Landschaftszersiedelung und Siedlungsentwicklung gut gebrauchen. Unter der Kompetenz „*Die Schülerinnen und Schüler können die unterschiedliche Nutzung von Räumen durch Menschen erschliessen, vergleichen und einschätzen und über Beziehungen von Menschen zu Räumen nachdenken.*“ (D-EDK, 2015, NMG.8.2) müssen sich die Schülerinnen und Schüler zum Beispiel mit Hilfe von Bildern und Karten über Unterschiede und die Vielfalt von Nutzungsformen der Menschen in verschiedenen Landschaften auseinandersetzen, diese vergleichen und einordnen. Weiter müssen sie die Dynamik in städtischen und ländlichen Räumen analysieren können (D-EDK, 2015, RZG.2.3).

Mit Hilfe von topografischen Karten und Luftaufnahmen erfasste ich verschiedene Flächennutzungen mit einem Geoinformationssystem (GIS), untersuchte die Siedlungsentwicklung Kreuzlingens zwischen 1885 und 2014 und zeigte das Ausmass der Zersiedelung der Gemeinde Kreuzlingen auf. Um Zersiedelung quantitativ zu beschreiben, werden Messmethoden benötigt, welche die Entwicklung und das Ausmass aufzeigen können. Meine erste Fragestellung lautete:

- ***Wie kann Zersiedelung aus topografischen Karten und Luftbildern analysiert und gemessen werden?***

Auf der Basis dieser Ergebnisse erarbeitete ich eine umfangreiche Methode, mit welcher die Siedlungsentwicklung Kreuzlingens zu erfassen ist und man die Zersiedelung anhand verschiedener Indikatoren aufzeigen kann. Die zentrale Fragestellung dieser Arbeit lautete:

- ***In welchem Ausmass hat sich die Stadt Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 räumlich zersiedelt?***

Die Entwicklungstrends der Stadt werden diskutiert, mit dem aktuellen Forschungsstand verglichen und in einen geschichtlichen Hintergrund gebettet.

Weitere Ziele dieser Arbeit waren die Erstellung von Karten, welche die Siedlungsentwicklung der Stadtgemeinde Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 detailliert aufzeigen und die Prüfung der Berechnungsmethodik der Zersiedelung von Schwick et al. (2010, S. 11).

Diese quantitativen Resultate sind für die Stadtplanung relevant, um die Entwicklungstrends zu identifizieren. Ebenfalls dienen solche Zersiedelungswerte der Überprüfung vergangener Versuche, die Zersiedelung einzudämmen. Diese Arbeit hilft auch, die extrem hohen Zersiedelungswerte der Studie von Schwick et al. (2010) besser einzuschätzen.

Das Projekt „Zersiedelung der Schweiz - unaufhaltsam? Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung“ von Schwick et al. (2010) wurde vom nationalen Forschungsprogramm 54 des Schweizer Nationalfonds finanziert und bildet das Standardwerk zum Thema Landschaftszersiedelung in der Schweiz. Dieses Projekt untersuchte unter anderem die Zersiedelung für alle Kantone, viele Bezirke und Agglomerationen der Schweiz. Als weiteres Grundlagenwerk gilt das Buch „Die ausgewechselte Landschaft“ von Ewald und Klaus (2010). Weitere zentrale Literatur zum Thema der Zersiedelung und deren räumlicher Indikatoren stammt von Siedentop (2005) und Spitzer (2007).



## 2 Theoretische Grundlagen

### 2.1 Städteportrait Kreuzlingen

Die Stadt Kreuzlingen liegt im Norden des Kantons Thurgau am Ufer des Bodensees, unmittelbar vor den Toren der deutschen Stadt Konstanz (Abb 1). Nach der Kantonshauptstadt Frauenfeld ist Kreuzlingen die zweitgrösste Stadt im Kanton Thurgau. Heute bildet Kreuzlingen eine Kleinstadt, wobei das polyzentrische dörfliche Grundmuster immer noch erkennbar ist (Halser, Bellwald & Eggenberger, 2014, S. 6).

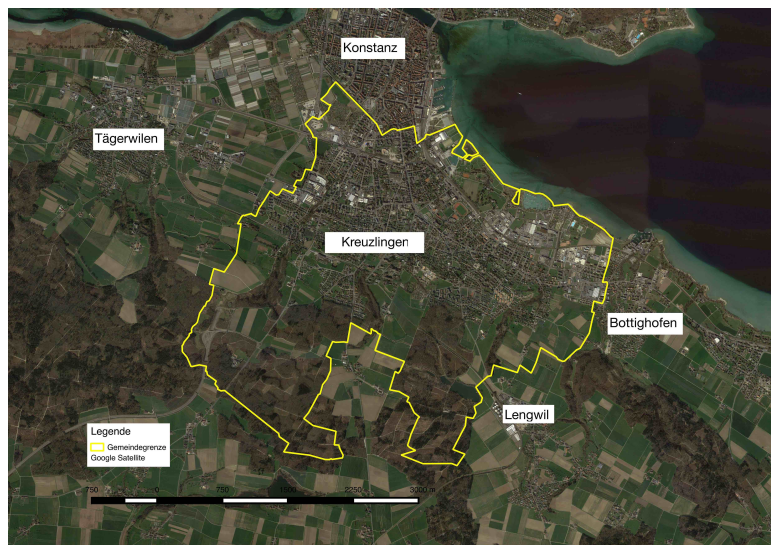


Abb 1. Gemeindefläche Kreuzlingen. Eigene Abbildung. Daten: Google Earth

Nach Erni und Raimann (2009, S. 23) ist Kreuzlingen mit der nördlich gelegenen Stadt Konstanz zu einer Agglomeration verwachsen, welche zusammen über 100'000 Einwohner zählt. Die nördliche Stadtgrenze von Kreuzlingen bildet zudem auch die Landesgrenze. Vom Seeufer (397 m.ü.M.) erstreckt sich das Gemeindegebiet etwa 3.5 km südwestwärts hinauf auf den Seerücken (541 m.ü.M.). Das Stadtgebiet im Norden und im Süden ist meistens flach, steigt dazwischen aber über mehrere

Terrassen und Stufen sanft an. Auf dem Seerücken befinden sich grosse Flächen von Mischwald. Die alten Dorfkerne von Kurzrickenbach, Emmishofen und Egelshofen liegen allesamt an Bachläufen im unteren Bereich des Seerückens. Die Terrassen und Hangstufen, die weder besiedelt noch bewaldet sind, werden intensiv landwirtschaftlich genutzt.

Der Ortskern von Kreuzlingen liegt nach Halser, Bellwald und Eggenberger (2014, S. 8ff) an einem Strassendreieck, dessen nördliche Ecke in Konstanz liegt (Abb 2). Das Dreieck wird durch die historischen Landstrassen nach Konstanz (Hauptstrasse und Konstanzerstrasse) und der Löwen- / Unterseeestrasse gebildet. Die Bahnhofsstrasse bildet eine Verbindung zwischen der Konstanzerstrasse und der Hauptstrasse und erlangte immer grössere Bedeutung. Sie macht aus dem Zentrumsdreieck ein Zentrumsviereck. Auch Erni und Raimann (2009, S.22) sehen den heutigen Stadtkern an der Haupt- und Löwenstrasse.

Das Verkehrsnetz in Kreuzlingen ist aussergewöhnlich gut ausgebaut. Neben den beiden Häfen hat die

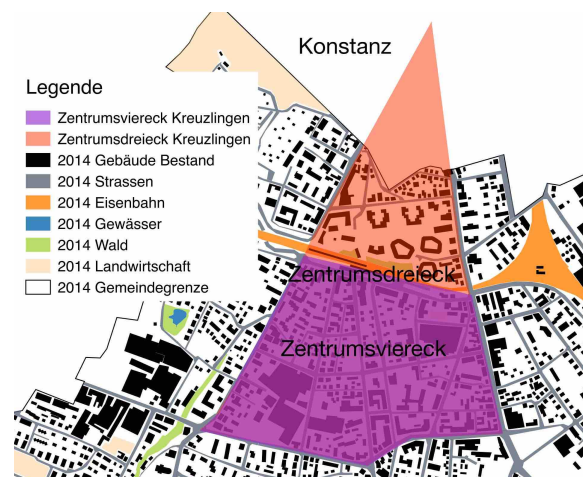


Abb 2. Zentrum von Kreuzlingen. Eigene Abbildung

Stadt vier Bahnhöfe. In Kreuzlingen laufen die Hauptstrassen von Schaffhausen, Frauenfeld, Weinfelden und Romanshorn sternförmig zusammen, welche danach auch über die Grenze führen. Ganz im Westen der Stadt, teilweise auf dem Boden der Gemeinde Tägerwilen, befindet sich eine Gemeinschaftszollanlage mit Autobahnanschluss nach Zürich (Erni & Raimann, 2009, S. 23).

### **Geschichtlicher Überblick**

Im Gegensatz zu den meisten anderen Städten wuchs Kreuzlingen nicht aus einem alten, klar definierten Kern heraus, sondern entwickelte sich erst im 19. und 20. Jh. aus drei kleinen Dörfern im Vorland der deutschen Stadt Konstanz. Die Stadtgemeinde Kreuzlingen entstand im Jahre 1927/28 durch den Zusammenschluss der bis dahin selbständigen Gemeinden Kurzrickenbach, Emmishofen und Kreuzlingen – Egelshofen (Erni & Raimann, 2009, S. 19-23). Konstanz war über Jahrhunderte das Zentrum der Region und bestimmte auch auf Schweizer Seite das Leben vieler Bürger. Dies zeigt sich auch im Strassennetz von Kreuzlingen, da sich die beiden Hauptachsen (Hauptstrasse, Konstanzerstrasse) erst auf deutschem Boden treffen (Halser et al., 2014, S. 6f).

Das der Stadt später namensgebende Kloster „Kreuzlingen“ lag ursprünglich unmittelbar vor den Toren der Stadt Konstanz, wurde aber nach der Zerstörung 1633 rund 1 km weiter südöstlich neu errichtet, wo es auch heute noch steht. Kreuzlingen war früher ein kleiner Teil von Egelshofen und bestand bis gegen 1840 nur aus wenigen Häusern und ebendiesem Kloster. Neben den Dörfern Kurzrickenbach, Emmishofen und Egelshofen befanden sich damals auch noch die Konstanzer Wallfahrtskapelle Bernrain sowie etliche Schlösser und Landsitze, die häufig Konstanzer Stadtbürgern gehörten, auf dem heutigen Stadtgebiet von Kreuzlingen. Mitte des 19. Jh. begann die Entwicklung, welche Kreuzlingen zu einer Stadt werden liess. Das Verkehrsnetz verbesserte sich und die Landesgrenze war praktisch uneingeschränkt offen. Das heutige Stadtgebiet hatte dadurch teil am Aufschwung von Konstanz und es wurde attraktiv für deutsche Privatpersonen sowie Unternehmer, die sich in Kreuzlingen niederliessen und mit ihren Ideen und ihrem Kapital wichtige Impulse zur Stadtentwicklung lieferten (Erni & Raimann, 2009, S. 19)

Eine weitere entscheidende Bedeutung in der Entwicklung der Stadt war der Anschluss an das Schweizerische Eisenbahnnetz im Jahre 1871 (heutiger Hafenbahnhof). Das benachbarte Konstanz besass seit 1863 einen Bahnhof und der Anschluss der Schweizer Bahnen an das badische Eisenbahnnetz war für die Schweiz sehr attraktiv. Nur wenige Jahre später erhielt auch Emmishofen seinen Bahnhof (heutiger Hauptbahnhof) (Leschhorn & Strebel, 2001, S.12).

Der wohl wichtigste Faktor für die Stadtentwicklung war die Ansiedlung von Industrie. Die Arbeitskräfte waren zum grössten Teil von der Weinbaukrise betroffene Einheimische und Grenzgänger aus Konstanz. Kreuzlingen wäre heute wohl ein ausländischer, aber vollständig auf das benachbarte Zentrum ausgerichteter Stadtteil von Konstanz, wenn diese Entwicklung ungestört so weitergegangen wäre. Mit dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs im Jahre 1914 schloss sich die Grenze praktisch über Nacht. Mit dieser Grenzschiessung verlor Kreuzlingen den Anschluss an sein kulturelles und wirtschaftliches Zentrum. Die Grenze erlangte bis gegen Ende des 20. Jh. nie wieder diese Durchlässigkeit und somit musste sich Kreuzlingen von Konstanz lösen und selbst zum Zentrum werden. Dies gelang grundsätzlich, da Kreuzlingen für die umliegenden Gemeinden schon längst

Bezirkshauptort und administrative Zentralörtlichkeit erlangt hatte. Es entwickelte sich zu einem eigenständigen Geschäfts- und Einkaufszentrum. Kreuzlingen musste innerhalb seiner Siedlungsstruktur einen neuen baulichen Mittelpunkt finden, was aber nicht so einfach war und bis heute immer noch nicht wirklich gelungen ist (Erni & Raimann, 2009, S. 19). Hierfür zählt Erni und Raimann (2009, S. 19ff) mehrere Gründe auf: Einerseits kam es nie zu einer einheitlichen Planung, da die drei Ortsgemeinden auf dem heutigen Siedlungsgebiet ihre eigenen Interessen verfolgten. Andererseits bestand während der Grundstrukturfestlegung der Siedlung Kreuzlingen zwischen 1840 und 1914 kein Bedarf nach einem eigenen städtebaulichen Zentrum, da sich alles nach Konstanz ausrichtete. Weil innert kürzester Zeit gleich zwei Bahnhöfe auf dem späteren Stadtgebiet errichtet wurde, entwickelten sich neben dem drei alten Dorfkernen, der Klosteranlage und der Hauptstrasse zwei weitere Zentren, die die Bildung eines einzigen Zentrums von Kreuzlingen erschwerten. Auch das Kloster vermochte es nicht, ein Zentrum zu bilden, da es zunächst unmittelbar an der Konstanzer Stadtmauer stand, danach aber in einem bestehenden Geflecht von Dörfern wieder aufgebaut und 1848 aufgehoben wurde. Die Grundzüge der späteren Stadt Kreuzlingen waren zu Beginn des Ersten Weltkriegs im Wesentlichen schon gebaut. Es gelangt nicht, eines der Subzentren zum Hauptzentrum zu machen, da unter anderem auch der Gemeindegemeinschaft und damit eine vereinheitlichte Planung erst 1927/28 erfolgte. Die Schaffung eines städtebaulichen eindrucksvollen Ortszentrums wurde schon 1931 als dringlich erachtet, aber umgesetzt werden konnte dieses Vorhaben bis heute nicht wirklich.

Gegen Ende des 20. Jh. wurden die Grenzhemmnisse wieder abgebaut und Konstanz hat mit seiner attraktiven Altstadt und seinem breiten Angebot an Unterhaltungs- und Einkaufsmöglichkeiten wieder die Zentrumsfunktion zurückgewonnen, welche sie vor dem Ersten Weltkrieg gehabt hatte (Erni & Raimann, 2009, S. 23).

## 2.2 Siedlungsfläche

Der Siedlungsraum verändert sich laufend und ist ein lebendiges Gebilde. Bis zum Beginn der Industrialisierung vollzog sich diese Siedlungsausdehnung gemächlich, dann beschleunigte sie sich zunehmend und erreichte nach dem 2. Weltkrieg ein fast zerstörerisches Ausmass. Optisch äussert sich dieser Wandel in einem unkontrollierten Wachstum der überbauten Fläche. Zudem wurden die Bauten zu wenig in die Landschaft eingepasst (Ewald & Klaus, 2010, S. 330). Der Begriff *Siedlungsfläche* hat für meine Arbeit eine wichtige Bedeutung und muss daher zuerst definiert werden. Die Siedlungsfläche ist nach Apel und Henckel (1995, S. 29) die für die Siedlungs- und Verkehrsfläche insgesamt in Anspruch genommene Bodenfläche. Neben den bebauten Grundstücken und den Verkehrsflächen enthält sie auch Betriebsflächen, Sport- und Spielflächen, Friedhöfe und Stadtparkanlagen.

Die Arealstatistik (BFS, 2005, S. 7) interpretiert die Bodenbedeckung und Bodennutzung anhand von Luftbildern seit dem Jahr 1979. Es wird ein Stichprobennetz mit einer Maschenweite von einer Hektare über diese Luftbilder gelegt. Anschliessend wird für jeden der so definierten Stichprobenpunkte die Bodennutzung bestimmt. Das Bundesamt für Statistik ordnet der Siedlungsfläche alle

Flächen zu, „die vorwiegend durch Arbeiten, Wohnen, Erholung und Verkehr geprägt sind. Die Siedlungsflächen decken sich nicht mit den Bauzonen und können sowohl innerhalb als auch ausserhalb dieser Zonen liegen“ (BFS, 2007, S. 25). Weiter schreibt das BFS (2007, S. 25), dass die Siedlungsfläche nicht dem Begriff des „überbauten Gebietes“ entspricht, da dieser auch landwirtschaftlich genutzte Flächen enthält. Die Zuordnung zu den Siedlungsflächen muss in erster Linie nach der Funktion und nicht nach der Bodenbedeckung erfolgen.

Nach Müller-Jentsch und Rühli (2010, S. 146) ist eine Abgrenzung der Siedlungsfläche technisch schwierig und liefert je nach Methode unterschiedliche Resultate. Das digitale Landschaftsmodell VECTOR25 von Swisstopo erfasst seit 2002 die Siedlungsfläche für die gesamte Schweiz. Ortschaften werden als Ganzes als Siedlungsfläche definiert. Somit zählen auch Gärten, Parkplätze und innerörtliche Strassen, Pärke und Friedhöfe usw. zur Siedlungsfläche. Ausserorts freistehende Einzelgebäude, Verkehrsinfrastruktur, spezielle Anlagen wie Fernsehtürme, Hochspannungsleitungen usw. gehören hingegen nicht zu der Siedlungsfläche.

Schwick et al. (2010) berechneten die Siedlungsfläche für ihre quantitative Analyse der Zersiedelung der Schweiz mit Hilfe von VECTOR25. Die Siedlungsflächen erfassten sie manuell entlang der Siedlungsgrenzen, wobei grössere Freiräume (ca. 2 bis 4 ha) innerhalb der Siedlungen ausgespart wurden, was nach ihren Angaben manchmal etwas ungenau war. Sie schreiben, dass der Datensatz von VECTOR25 für die Abgrenzung der Siedlungen für die gesamte Schweiz trotz dieser methodischen Schwäche der beste sei.

Es gibt nach Müller-Jentsch und Rühli (2010, S. 146) diverse Gründe, weshalb die einheitliche Abgrenzung der Siedlungsfläche schwierig ist. So existiert zum Beispiel keine exakte Methode, die den Übergang von einer geschlossenen Siedlungsfläche zu einer Streusiedlung mit Einzelgebäuden definiert. Es ist auch nicht klar, ab welcher Grösse eine Baulücke innerhalb des Siedlungsgebiets als Nichtsiedlungsgebiet erfasst wird.

### **Definition von *Siedlungsfläche* für die vorliegende Arbeit**

Die Siedlungsfläche beinhaltet in der vorliegenden Arbeit die Fläche, die für die Siedlungs- und Verkehrsfläche insgesamt in Anspruch genommene Bodenfläche. Diese Fläche enthält:

- inner- und ausserörtliche Gebäude, sowie deren umgebende Gärten und Betriebsflächen
- inner- und ausserörtliche Strassenflächen, inklusive deren Umschwung (wenn vorhanden: Gehsteige, Mittelstreifen und Bankette)
- Friedhöfe
- versiegelte Böden, wie zum Beispiel öffentliche Parkplätze und sportlich genutzte Hartplätze

Innerörtliche nicht versiegelte Sport- und Spielflächen, Stadtparkanlagen, nicht baulich genutzte Flächen (ab ca. 0.04 ha), sowie landwirtschaftlich genutzte Flächen definierte ich **nicht** als Siedlungsfläche, da sie nicht der visuell wahrnehmbare Zersiedelung dienen und in Zukunft bebaut werden könnten.



## 2.3 Zersiedelung

Unter „Zersiedelung“ (auch „Siedlungsdispersion“) oder englisch „Urban Sprawl“ versteht man im Volksmund das unstrukturierte und unregelmäßige Wachstum von einer Siedlung in den unbebauten Raum. Das Phänomen der Zersiedelung ist aber nicht ganz einfach zu erklären, da es viele verschiedene wissenschaftliche Definitionen gibt. Einige davon werden hier kurz vorgestellt. Da sich die Amerikaner vor den Europäern mit dem Thema Zersiedelung beschäftigten, begann auch dessen Forschung in Amerika. Die Geburtsstunde des Begriffs „Urban Sprawl“ vermutet Siedentop (2005, S. 23f) im Jahr 1937, als der Amerikaner *Earl Draper* in einem Konferenzbeitrag auf die unästhetischen und unökologischen Siedlungsgestalt amerikanischer Städte hinwies und diese Entwicklung mit dem Adjektiv „sprawling“ (Deutsch: ausbreiten, ausufernd) beschrieb. Cervero hat den schwierigen analytischen und konzeptionellen Umgang mit den Eigenschaften stadtreionaler Flächennutzungs- und Siedlungsentwicklung so beschrieben: „Urban sprawl is like pornography. It is hard to define, but you know it when you see it“ (Cervero, 2000, S. 5).

Etwas konkreter beschreibt Spitzer die Zersiedelung als „Antityp der angestrebten nachhaltigen und ressourcenschonenden Siedlungsentwicklung“ (Spitzer, 2007, S. 752). Urbanisierung, Suburbanisierung und Zersiedelung sind globale Phänomene, die weit über unsere Landesgrenze hinausgehen. Der Anteil der in Städten lebenden Menschen wächst und wächst. Seit einigen Jahren lebt die Hälfte der Erdbevölkerung in Städten oder Agglomerationen (Schwick et al., 2010, S. 13). Solche Zahlen sind, auf einem weltweiten Massstab betrachtet, schwierig zu erfassen, woran unter anderem auch die Zersiedelung Schuld trägt. Die Siedlungsfläche wächst oft konturlos und die Grenze zwischen Stadt und freier Landschaft verwischt allmählich (Schwick et al., 2010, S. 13).

In der Literatur findet man viele Definitionen, die das eigentliche Phänomen der Zersiedelung mit den Ursachen und Folgen vermischen. Zum Beispiel:

*Zersiedelung ist ein ungeplantes, konzeptloses, flächenintensives Hinauswachsen vor allem von städtischen Siedlungen in den ländlichen Raum und ist eine Folge der fortschreitenden Verstädterung und Urbanisierung. Das Bedürfnis nach Wohnen im Grünen, nach Wochenendhäuschen, schnell erreichbaren Einkaufszentren, billigen Industriegebieten und Verkehrsbauten benötigt viel Platz, und ohne Auflagen der Raumplanung und des Umweltschutzes wird dort gebaut, wo es am billigsten ist. Freiflächen, Erholungsgebiete und ökologische Ausgleichsflächen gehen dadurch verloren, werden zerschnitten oder verkleinert und verlieren ihre ökologische wie auch sozioökonomische Funktionalität* (Landscape Gesellschaft für Geo-Kommunikation, 2000, S. 469).

Siedentop (2005, S. 24) untersuchte verschiedene Definitionen aus US-amerikanischer und europäischer Literatur und stellte fest, dass sich die Definitionen in fünf unterschiedliche Gruppen unterteilen lassen. Die knüpfen sich an:

- **Dichteigenschaften des Siedlungssystems.** Zersiedelung bezeichnet somit gering verdichtete Siedlungsformen.
- **das räumliche Konzentrationsniveau des Siedlungssystems.** Zersiedelung ist somit Ausdruck von Dekonzentrationsprozessen städtischer Funktionen.

- **Form- und Struktureigenschaften des Siedlungsraumes.** Zersiedelung wird somit als spezifischer Formbildungsprozess verstanden.
- **gesellschaftlich relevante Wirkungen der Flächennutzung** bzw. des Flächennutzungsmusters. Zersiedelung wird somit durch seine spezifischen Wirkungen bzw. Wirkungsintensitäten charakterisiert (z.B. Verlust ertragreicher Böden)
- **planungsrechtlich-normative Ordnungsvorstellungen.** Zersiedelung bezeichnet somit eine Form planloser, den Zielen der räumlichen Planung zuwiderlaufender Entwicklung.

Die Bedeutsamkeit von Zersiedelung lässt sich nach Spitzer (2007, S. 753) am treffendsten anhand der Wirkung und Folgen belegen. Diese reichen von der ökologischen (z.B. Flächenverbrauch, Verkehr, Versiegelung) über die ökonomische (Erschliessungsaufwendungen, individuelle Wohnbaukosten, wenig rentabler ÖV) bis hin zur soziokulturellen Tragweite (Verlust an Lebensqualität, soziale Segregation).

Spitzer (2007, S. 754) hat mit Hilfe von zahlreichen Definitionen zum Begriff „Zersiedelung“ die Überschneidungsbereiche kategorisiert und bietet dadurch einen vielschichtigen Einblick in das Verständnis von Zersiedelung (siehe Tabelle 1), woraus sich die Mehrdimensionalität des Betrachtungsgegenstandes folgern lässt.

Tabelle 1. Merkmale und Attribute von Zersiedelung. Nach (Spitzer, 2007, S. 754)

Zersiedelung / Urban Sprawl	Merkmale und Attribute
	Unverhältnismässige Zunahme des Landverbrauchs gegenüber dem Bevölkerungswachstum
	Geringe Dichte (Gebäudedichte: Einfamilienhäuser, Bevölkerungsdichte etc.)
	Separation / Segregation von Lebensfunktionen (Wohnen/Arbeiten/Versorgen/Erholen) bzw. Landnutzungen / Nutzungsmischung
	Gering konnektives / ausgedehntes Strassennetz
	Verkehrsinduktion / Auto-Abhängigkeit / unrentabler öffentlicher Verkehr
	Hoher Flächenverbrauch / sensible Flächen / geringer Anteil öffentlicher, freier Flächen
	Fehlende Abstimmung von Siedlung und Infrastruktur / Infrastrukturkosten
	Gestreute, wenige kompakte Strukturen
	Ästhetische Gesichtspunkte
	Chaotische Urbanisierung
	Planlose Entwicklung / Planungsinkonsistenz
	Räumliche Diskontinuität (Unterbrechung) der Verbauung
	Bandartige Entwicklung v.a. kommerzieller Nutzung entlang Verbindungsstrassen
	Dekonzentration der Siedlung über weite Flächen, Declustering der Siedlungsstruktur
	Geringe Zentralität / Nähe der Siedlungstätigkeiten zu Zentrum (Dichtepeak, Nukleus, CBD)
	Geringe Nuklearität, wenige Aktivitätskerne, -zentren (Siedlungen, Beschäftigung)
Geringe Nähe /Erreichbarkeit spezifischer Destinationen	

Eine fehlende allgemeingültige alltagssprachliche als auch einheitliche wissenschaftliche Definition von Zersiedelung erschwert nach Siedentop (2005, S. 23) die Erstellung einheitlicher und akzeptierter quantitativer Messverfahren zur Zersiedelungsproblematik.

Dieses Problem haben Schwick et al. (2010) erkannt und eine möglichst genaue Definition entwickelt, die das eigentliche Phänomen der Zersiedelung von seinen Ursachen und Auswirkungen

unterscheidet. Sie entwickelten diese Definition als Grundlage für ihre quantitativen Messungen von Zersiedelung. Sie lautet folgendermassen:

*Zersiedelung ist ein Phänomen, das in der Landschaft optisch wahrnehmbar ist. Eine Landschaft ist umso stärker zersiedelt, je stärker sie von Gebäuden durchsetzt ist. Der Grad der Zersiedelung ist das Ausmass der Bebauung der Landschaft mit Gebäuden und ihrer Streuung, im Verhältnis zur Ausnützung der überbauten Flächen für Wohn- und Arbeitsfläche. Je mehr Flächen bebaut sind, je weiter gestreut die Gebäude sind und je geringer die Ausnützung ist, desto höher ist daher die Zersiedelung* (Schwick et al., 2010, S. 21).

Mit dieser Definition beschreiben Schwick et al. sowohl einen Prozess (die fortschreitende Zersiedelung der Landschaft) als auch einen Zustand (den Grad der Zersiedelung einer Landschaft). Die qualitative Komponente der Siedlungsfläche wird bewusst nicht berücksichtigt und eine Siedlung bzw. ein Einzelgebäude wird einfach immer als überbautes Gebiet betrachtet. Es spielt also keine

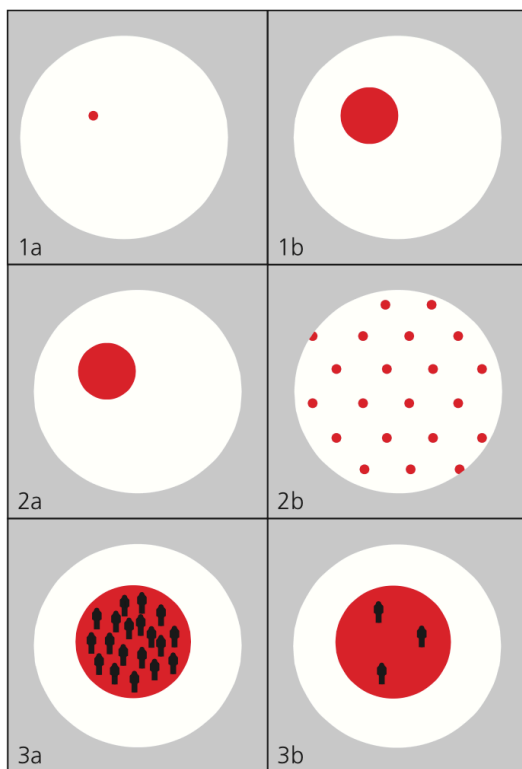


Abb 3. Schema Zersiedelung. Quelle: (Schwick et al., 2010, S. 23)

Rolle, ob ein Gebäude eine landwirtschaftliche Scheune, eine Kirche, ein Hochhaus oder ein Einfamilienhaus ist. Es wird nur die vom Gebäude in Anspruch genommene Fläche berücksichtigt (Jaeger & Bertiller, 2006, S. 168).

Abb 3 hilft die Zersiedelung nach diesem Verständnis zu verstehen. In einer Landschaft (weisse Fläche) nimmt die Zersiedelung zu, wenn 1. die Siedlungsfläche zunimmt (obere Reihe), 2. die Streuung der Siedlungsfläche zunimmt (mittlere Reihe), oder 3. die Ausnützungsdichte abnimmt (untere Reihe).

Schwick et al. (2010, S. 22) entwickelten ausgehend von der neu aufgestellten Definition von Zersiedelung ein Gedankenmodell, welches sich mathematisch umsetzen lässt: Der Grundgedanke ist, dass nicht nur das Ausmass der Siedlungsfläche, sondern auch die Streuung im Raum in die Messgrösse einfließen soll. Dazu hilft folgende Vorstellung: Ein Verteilzentrum, das zufällig in einem Siedlungsgebiet positioniert ist, muss an jedes andere Gebäude innerhalb des Siedlungsgebiets eine Lieferung

bringen. Die einzelnen Wege, die jeweils vom Verteilzentrum zu den einzelnen Gebäuden führen, werden addiert und gemittelt. Dieser Weg ist ein Mass der Zersiedelung. Der Weg nimmt zu, je mehr Bauten in diesem Gebiet sind (entspricht zunehmender Siedlungsfläche) und je grösser die Distanz zu den einzelnen Gebäuden ist (Mass für die Streuung). Weil die gemessenen Weglängen vom Standpunkt des Verteilzentrums abhängt, werden in einem weiteren Schritt alle Orte innerhalb der Siedlungsfläche als mögliche Standorte des Verteilzentrums gemittelt. Dieses Modell diente Schwick et al. (2010) als Basis, um eine mathematische Formel zu entwickeln, mit welcher man für beliebige Siedlungsmuster den Wert ihres Zersiedelungsgrades berechnen kann.

### **Definition von Zersiedelung für diese Arbeit**

Die vorliegende Arbeit orientiert sich an der quantitativen Definition von Zersiedelung von Schwick et al. (2010, S. 21), welche für das im Jahr 2011 abgeschlossene nationale Forschungsprogramm „Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung“ (NFP 54) entwickelt wurde (s.O.). Der Vorteil dieser Definition ist, dass man sowohl den Zustand, als auch den Prozess der Zersiedelung für eine definierte Fläche beschreiben kann und der qualitative Einfluss der Zersiedelung nicht in der Definition eingeschlossen ist. In meiner Arbeit werden aber die Begriffe *Siedlungsfläche* und *Gebäudefläche* klar getrennt und detaillierter betrachtet, als dies für die gesamtschweizerische Untersuchung für das NFP 54 möglich war.

## **2.4 Ursachen und Folgen von Zersiedelung**

Zu den Ursachen für die Zersiedelung zählen Schwick et al. (2010, S. 14) hauptsächlich die Bevölkerungszunahme und den veränderten Lebensstil mit höheren Ansprüchen an Wohnraum und Mobilität. Durch den steigenden Wohlstand konnten sich viele Menschen den Traum vom Wohnen im Grünen oder einer Zweitwohnung verwirklichen. Mit den flächenintensiven Verkehrserschliessungen und dem technischen Fortschritt stieg auch die Mobilität. Die Menschen sind bereit, längere Wege in Kauf zu nehmen. Nicht nur das Wohnen im Grünen ist ausschlaggebend, denn die Ansprüche an die Wohnsituation sind grundsätzlich gestiegen. Nach der Arealstatistik (BFS, 2015a) wird die Wohnnutzfläche pro Einwohner grundsätzlich grösser.

Die Zersiedelung bringt gemäss Schwick et al. (2010, S. 14) zahlreiche negative Folgen in den Bereichen Ökologie, Ästhetik und Wirtschaft mit sich. Durch die Versiegelung der Böden verlieren diese ihre natürlichen Bodenfunktionen irreversibel. Dies hat Folgen für die Landwirtschaft. Es steht weniger fruchtbare Landwirtschaftsfläche zur Verfügung, sodass weniger Lebensmittel produziert werden können. Durch die fortschreitende Zersiedelung werden auch einheimische Tier- und Pflanzenarten verdrängt. Typische Folgen der Zersiedelung sind auch der Verlust, die Zerschneidung oder Verkleinerung von Naherholungsgebieten und Freiflächen. Es sind oft überproportionale Erschliessungskosten für Verkehr, aber auch Energie notwendig. Durch die Zersiedelung entsteht auch eine starke räumliche Trennung von Arbeit und Wohnen, was wiederum eine sehr hohe Pendlerzahl zur Folge hat. Frey (2011, S. 4) erwähnt als ästhetische Folge noch, dass weite Gebiete ihren ländlichen Charme verlieren, ohne aber städtische Qualitäten zu gewinnen.

Gemäss Schwick et al. (2010, S. 14) stehen die steigenden Bedürfnisse nach Fläche, Nahrungsmitteln und erneuerbarer Energie miteinander in Konkurrenz um Land und Boden. Durch keine Form der Anpassung können sie künftig umgangen werden. Es ist eine Tatsache, dass der fruchtbare Boden in der Schweiz knapper wird und die Bedürfnisse der Schweizer steigen. Dadurch wird die Schweiz immer stärker von der Versorgung mit Nahrungsmitteln und Gütern aus dem Ausland abhängig. Wenn die Transport- oder die Produktionskosten im Ausland stark ansteigen, kann die Schweiz schnell ein ernsthaftes Problem kriegen.



## 2.5 Raumplanung in der Schweiz

Um die rasante Siedlungsentwicklung der letzten Jahrzehnte zu bremsen, formulierte der Bundesrat im Jahr 2002 das Ziel, die bebaute Fläche auf 400 m<sup>2</sup> pro Einwohner zu begrenzen (Nebel, 2014, S. 24) und hält an diesem Ziel auch noch mit der Strategie für eine nachhaltige Entwicklung 2012 – 2015 fest: „Im Sinne einer Referenzgrösse soll die Siedlungsfläche bei 400 m<sup>2</sup> pro Kopf der Bevölkerung stabilisiert werden“ (Schweizerischer Bundesrat, 2015, S. 30). Mittlerweile haben wir diesen Wert aber bereits überschritten (vgl. Kapitel Siedlungsfläche der Schweiz). Neben der absoluten Siedlungsfläche nimmt auch deren Streuung in der Landschaft immer mehr zu, was dem Verfassungsprinzip des „haushälterischen Umgangs des Bodens“ (BV, 2014, S. 21) widerspricht. Sie verstossen auch gegen die Ziele des Raumplanungsgesetzes, die das Siedlungswachstum begrenzen und die Landschaft schonen wollen (RPG, 2014, S. 1f).

Die Raumplanung plant nach Müller-Jentsch und Rühli (2010, S. 14f) letztlich die Bodennutzung unseres Landes. Sie koordiniert unterschiedliche Ansprüche an die knappe Ressource Boden, welche sich nicht vermehren lässt. Durch eine vorausschauende Planung versucht sie allfällige Nutzungskonflikte zu lösen. Funktionale Räume überschreiten oft Gemeinde- und Kantons Grenzen, was in der Raumplanung eine komplexe und spannungsreiche Aufgabenteilung innerhalb des föderalen Systems darstellt. Die planerischen Aktivitäten der drei Staatsebenen sind in einem Wechselspiel miteinander verflochten, welches sich als Gegenstromprinzip erklären lässt (Abb 4). Die Kantone nehmen eine Scharnierfunktion zwischen Bund und Gemeinde ein. Der Kanton ist gegenüber dem Bund zur Einhaltung planerischer Prinzipien und Vorgaben verpflichtet. Die Kantone stellen für die Gemeinde die planerischen Rahmenbedingungen und kontrollieren auch deren Umsetzung.

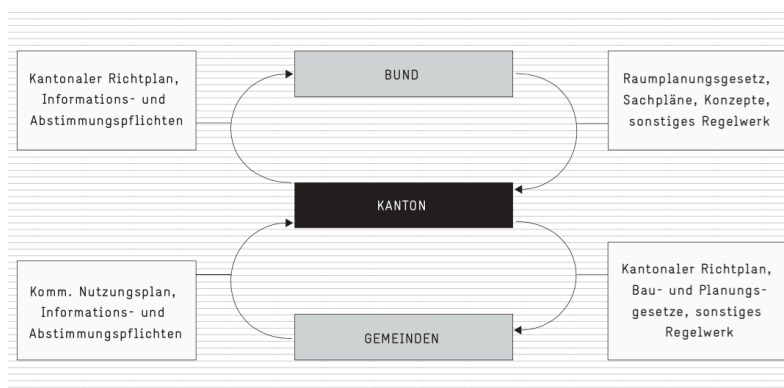


Abb 4. Gegenstromprinzip der Raumplanung. Quelle: (Müller-Jentsch & Rühli, 2010, S. 14f)

### Die Kompetenzverteilung der drei Staatsebenen in der Raumplanung

**Bund:** Vor 1969 waren allein die Kantone für die Raumplanung verantwortlich, aber nachdem der Raumplanungsartikel in die Verfassung aufgenommen wurde, erhielt der Bund Kompetenzen bezüglich der Koordination der räumlichen Tätigkeiten der Kantone und der Grundsatzgesetzgebung. Der Bund verfasst allgemeinverbindliche Ziele und Planungsgrundsätze, wie zum Beispiel die Trennung von Baugebiet und Nichtbaugebiet. Der Bund schreibt auch die Mindestanforderungen vor und legt die wesentlichen Instrumente fest. Daneben hat er auch seine eigenen Kompetenzbereiche wie Militäranlagen oder Verkehrsinfrastruktur. Durch die Genehmigung der kantonalen Richtpläne stellt der Bund sicher, dass die Bundesvorgaben berücksichtigt werden (Müller-Jentsch & Rühli, 2010, S. 14).

**Kantone:** Die Kantone sind für die Erstellung der kantonalen Richtpläne und für die Ausführungsgesetzgebung (Planungs- und Baugesetz) zuständig. Die aus einem Textteil und einer Karte bestehenden Richtpläne sind die zentralen Planungsinstrumente und stimmen die raumwirksamen Aufgaben von Bund, Kantonen und Gemeinden behördenverbindlich aufeinander ab. Die Richtpläne werden regelmässig angepasst und fortgeschrieben. Eine Anpassung ist eine Art Weichenstellung, die vom Bund genehmigt werden muss. Eine grundlegende Überarbeitung sollte mindestens alle zehn Jahre geschehen (Müller-Jentsch & Rühli, 2010, S. 14f).

**Gemeinden:** Die jeweiligen Kantone legen den Autonomiegrad der Gemeinden fest, welcher bezüglich der Raumplanung jedoch meist stark ausgeprägt ist. Die kommunalen Nutzungspläne (auch Orts- oder Zonenpläne genannt) sind die Hauptplanungsinstrumente der Gemeinden. Während die kantonalen Richtpläne für die Behörden verbindlich sind, sind die kommunalen Nutzungspläne für die Eigentümer verbindlich und zudem parzellenscharf. Neben einem Zonenplan (Karte) besteht ein kommunaler Nutzungsplan auch noch aus einem Baureglement (Regeln bezüglich Nutzungsrecht und Verfahren). Die Gemeinde hat auch noch zusätzliche Planungsinstrumente, wie die Sondernutzungspläne (z.B. Quartierpläne, Überbauungsordnungen und Gestaltungspläne) oder kommunale Richtpläne, die nur behördenverbindlich sind. Die kommunalen Nutzungspläne werden von den jeweiligen Kantonen auf Regelkonformität mit den kantonalen Bestimmungen geprüft. Obwohl die Gemeinden in der Schweiz eine hohe Autonomie geniessen, sind es letztlich die Kantone, die ihre Freiheitsgrade bestimmen (Müller-Jentsch & Rühli, 2010, S. 15).

Nach Müller-Jentsch und Rühli (2010, S. 14) ist es eine Tatsache und zugleich eine Herausforderung für die kantonale Raumplanung, dass die Gemeinden häufig ihre eigenen Ziele in der Siedlungsentwicklung verfolgen und auch nicht wirklich interessiert sind, sich übergeordneten Interessen unterzuordnen, wie zum Beispiel einer nachhaltigen Steuerung der Siedlungsentwicklung oder einer Planung funktionaler Räume. Dies wird insbesondere bei den vielen Neueinzonungen sichtbar.

Ewald und Klaus (2010, S. 334) sehen das zentrale Problem der Zersiedelung nicht zuletzt darin, dass die Gemeinden der Schweiz Bauland ohne Korrektiv neu einzonen können. Die Kontrollinstrumente des Kantons funktionieren ihren Ansichten nach nicht.

Artikel 15 des Raumplanungsgesetzes besagt, dass Land neu einer Bauzone zugewiesen werden kann, das sich für eine Überbauung eignet und weitgehend überbaut ist oder voraussichtlich innert 15 Jahren benötigt und erschlossen wird (RPG, 2014, S. 8).

Ab dem Jahr 2007 beschäftigte sich das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) mit den Fragen, ob die Schweiz zu viel Bauland hat und ob sich die Baulandreserven dort befinden, wo eine Zunahme der Überbauung als zweckmässig erachtet werden kann. Die Bauzonenstatistik Schweiz 2012 zeigt die brisanten Resultate (ARE, 2012):

- Die Schweiz verfügt über knapp 228'500 Hektaren (2'285 km<sup>2</sup>) Bauland, wovon je nach Berechnung zwischen 12% und 18% noch nicht überbaut sind. Diese noch nicht überbaute Fläche befindet sich zu ca. 40% in Gewerbebezonen, zu ca. 15% in Wohn- und Mischzonen und zu ca. 10% in Zentrumszonen.

- In den bereits überbauten Gebieten existiert zusätzlich noch eine innere Reserve. Das bedeutet, dass viele Parzellenflächen nicht voll ausgenützt sind und ein grosses Nutzungspotential aufweisen.
- Es leben gut 0.5 Millionen der gut 8 Millionen Einwohner der Schweiz ausserhalb der Bauzonen.
- In den Grosszentren und Agglomerationen ist die Nachfrage nach Land am grössten, aber die Baulandreserven sind relativ gering. Es wurde dagegen viel Bauland in Nebenzentren, in den touristischen Regionen und im ländlichen Raum ausgeschrieben.
- Etwa zwei Drittel der Baulandreserven liegen am Siedlungsrand, ein Drittel sind Baulücken.
- Etwa die Hälfte des Baulands ist schlecht mit dem öffentlichen Verkehr zugänglich.

Diese Punkte zeigen, dass die Zersiedelung in Zukunft wahrscheinlich weiter steigen wird. Zwei Drittel der Baulandreserven liegen am Siedlungsrand. Dies bedeutet, dass sich die Siedlungsflächen weiter ausdehnen werden und sich auch die Streuung der Gebäude erhöht. Nur gerade ein Drittel der Baulandreserven liegen innerhalb der bestehenden Siedlungsgrenzen und können für eine Siedlungsentwicklung nach innen genutzt werden. Dass jeder 16. Einwohner der Schweiz ausserhalb der Bauzonen lebt, deutet ebenfalls auf eine hohe Zersiedelung hin. Da die Parzellenflächen innerhalb der Siedlungen noch nicht vollständig ausgenutzt sind, sollte in Zukunft für die Verringerung der Zersiedelung diese innere Reserve besser ausgenutzt werden.

Die Baulandreserven sind nach Ewald und Klaus (2010, S. 335) viel zu gross und am falschen Ort. Der Trend geht zu einer Vergrösserung der Bauzonen und deren unkoordinierte Nutzung. Das Amt für Raumentwicklung geht davon aus, dass ohne Korrekturen bis 2030 etwa 13'000 Hektaren (130 km<sup>2</sup>) neu eingezont würden (ARE, 2012).

## 3 Forschungsstand

### 3.1 Räumliche Entwicklungsphasen

Seit dem vorindustriellen Zeitalter prägen vier sich zeitlich überlappende räumliche Entwicklungsphasen die Schweiz: Die Urbanisierung, die Suburbanisierung, die Periurbanisierung und die Reurbanisierung (Frey, 2011, S. 3).

#### **Urbanisierung (Verstädterung):**

Vor der industriellen Revolution war die Produktivität der Bauern und des sie unterstützenden lokalen Gewerbes bescheiden. Aber die Landwirtschaft war der dominante Wirtschaftssektor und sie setzte der Entwicklung der übrigen Teile des Landes enge Schranken. Zu den wichtigsten Verkehrsmitteln zählten Pferdefuhrwerke, die den Handel für die interregionale Arbeitsteilung nicht weit zuließen. Der Bau der Eisenbahn im 19. und zu Beginn des 20. Jh. und die Industrie überlagerten die zuvor stark disperse agrarisch-kleingewerbliche Wirtschaftsstruktur durch eine räumlich stärker konzentrierte Schicht. Wo die Wasserkraft genutzt, Arbeitskräfte aus der Landwirtschaft abgezogen und die Erreichbarkeit gut war, entstanden immer mehr Fabriken. Das rasche Wachstum der Städte fällt in den Übergang von der Agrar- zur Industriegesellschaft. Die Urbanisierung ging mit einer Landflucht einher, denn die guten Lohn- und Beschäftigungsaussichten machten die Städte attraktiv.

Diese Abwanderung aus den ländlichen Gebieten nahm erst ab, als in der zweiten Hälfte des 20. Jh. die Wirtschaft sich in der ganzen Schweiz gut entwickelte.

#### **Suburbanisierung:**

Das Wachstum der Städte führte im 19. Jh. zu problematischen Wohnbedingungen und die Kernstadt litt gegenüber dem Umland an einem Imageproblem. Durch die gestiegene Mobilität ab ca. 1950 war man nicht mehr an die unmittelbare Nähe zum Arbeitsplatz gebunden und es war möglich, im Umland zu wohnen und in der Kernstadt zu arbeiten. Dank den neuen Verkehrsmitteln und dem gesteigerten Wohlstand wuchsen die Städte in die Breite. Die Landflucht wurde durch die Stadtfucht abgelöst und es entstanden immer mehr Agglomerationen. An dieser Flucht aus der Stadt in die Vororte waren vor allem Familien mit Kindern aus dem Mittelstand beteiligt. In den Kerngemeinden blieb die sogenannte A-Bevölkerung zurück: Alte, Arme, Ausländer, Arbeitslose, Alleinstehende usw.

#### **Periurbanisierung:**

Die Suburbanisierung ging mit der Zeit immer mehr in ein Siedlungswachstum in die Fläche über. Viele Menschen zogen aus der Stadt auf das Land und einige Agglomerationen wuchsen zu Metropolregionen zusammen. Das Ausufern des städtischen Raums führte zu dem, was wir als Zersiedelung beschreiben. Überall ist etwas Land, überall ist etwas Stadt, aber nichts so richtig. Die Grenzen zwischen Stadt und Land verwischen immer mehr.

#### **Reurbanisierung:**

Ausgelöst von der Einsicht, dass die Agglomerationen und Metropolregionen international nur dann wettbewerbsfähig sind, wenn ihre Zentrumsgemeinden wirtschaftlich, politisch und gesellschaftlich funktionsfähig sind, begann seit der Jahrtausenderwende eine Gegenbewegung: Die Menschen zieht es wieder in die Kernstadt. Die Kernstadt wird als Wohnort wieder attraktiver. Einige Elemente



der neuen urbanen Lebensqualität sind zum Beispiel Theater, Galerien, Konzerte und verschiedene Einkaufsmöglichkeiten.

Für die Zersiedelung spielen vor allem die Entwicklungsphasen Suburbanisierung und Periurbanisierung ab ca. 1950 eine wichtige Rolle, da die Siedlungsfläche auf Kosten der Natur ausgedehnt wird und die Einwohnerdichte abnimmt. Jede Person beansprucht im Durchschnitt mehr Siedlungsfläche für sich selbst.

### 3.2 Siedlungsfläche der Schweiz

Die Landschaft Schweiz ist mit einer Fläche von 41'285 km<sup>2</sup> Ausdruck natürlicher Prozesse und menschlicher Aktivitäten, welche vor allem durch Bauten und Meliorationen in der Landwirtschaft sichtbar werden. Gemäss dem BFS (2015a) sind im Jahr 2009 3'096 km<sup>2</sup> überbaut.

Wenn man den gesamten Baubestand der Schweiz betrachtet, so zeigt sich, dass 75% aller Bauten erst nach dem Zweiten Weltkrieg entstanden sind. 56% aller Bauten wurden sogar erst nach 1961 erstellt (Ewald & Klaus, 2010, S. 330). Anders betrachtet, standen kurz nach dem Zweiten Weltkrieg 25% der heutigen (im Jahr 2010) Gebäude und im Jahr 1961 44% der heutigen (im Jahr 2010) Gebäuden. Diese erhöhte Bautätigkeit ist zu einem wesentlichen Teil auf das Einwohnerwachstum zurückzuführen. Nach dem Bundesamt für Statistik (2015b) lebten im Jahr 1950 bereits 60% und im Jahr 1960 68% der heutigen (im Jahr 2010) Einwohner der Schweiz. Nur mit dem Bevölkerungswachstum ist diese bauliche Tätigkeit aber nicht zu erklären, da diese seit den beschriebenen Zeitpunkten prozentual viel stärker zunahm als die Bevölkerungsentwicklung.

Das Bundesamt für Statistik (2015a, S. 6) hat mit der Arealstatistik die gesamte Bodennutzung der Schweiz mit einem Stichprobenverfahren bestimmt. Die unterschiedlichen Erscheinungsformen wurden in drei Hauptbereiche zusammengefasst: Siedlungsflächen, Landwirtschaftsflächen und übrige Naturräume. Im Jahr 2009 machten Landwirtschaftsflächen 35.9% und die übrigen Naturräume 56.6 % der gesamten Landesfläche aus. Der Siedlungsfläche fällt mit einem Anteil von 7.5% demgegenüber relativ gering aus. Im Kanton Thurgau nehmen die Landwirtschaftsfläche ca. 51% und die Siedlungsfläche ca. 12% der Gesamtfläche ein (vgl. Abb 5).

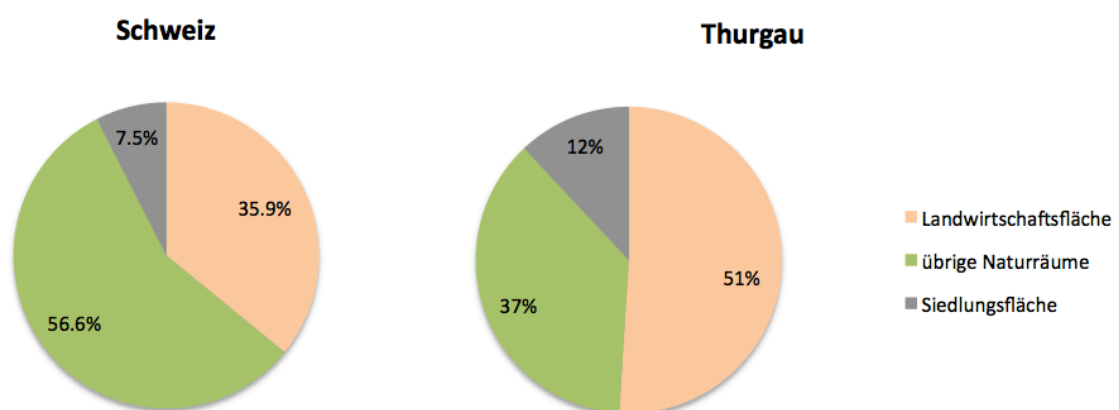


Abb 5. Prozentualer Anteil des Siedlungsraums CH und TG des Jahres 2009. Eigene Darstellung. Daten: (BFS, 2015a, S. 6)

Die Arealstatistik (BFS, 2015a) zählt neben den durch Hoch- und Tiefbauten versiegelten Böden auch alle umgebenen Areale, die Siedlungszwecken dienen (vgl. Kapitel Siedlungsfläche). Siedlungsreiche Gebiete befinden sich hauptsächlich im Mittelland, vom Genfersee bis zum Bodensee, im Südtessin und dem Grossraum Basel.

Die Arealstatistik erschien im Jahr 2015 zum dritten Mal (Zyklus: 12 Jahre) und zeigte die Veränderungen der Bodennutzung von 1985 bis 2009 für die gesamte Schweiz. In diesen 24 Jahren wuchs die Siedlungsfläche um 23.4%, was ein durchschnittlicher Jahreszuwachs von 0.9% bedeutet. Es ist aber zu erwähnen, dass die Zunahme in allen Kantonen in der ersten Periode (1985-1997) ausgeprägter war als in der zweiten (1997-2009) (BFS, 2015a, S. 12). Das neue Siedlungsgebiet ist zu 89.3% auf ehemaligen Landwirtschaftsflächen, vor allem Naturwiesen und Ackerland, entstanden. Bei den neuen Siedlungsflächen handelt es sich zu 63.4% um Gebäude- und zu 21.9% um Verkehrsflächen. Die Gebäudeflächen beinhalten auch Industrie- und Gewerbeareale (BFS, 2015a, S. 11-14).

Die Wohnbevölkerung hat zwischen 1985 und 2009 um 17.5% auf 7.4 Millionen Einwohner zugenommen. Das Wohnareal (Wohngebäude und deren Umschwung, exklusive landwirtschaftlicher Gebäude) hat sich im selben Zeitraum hingegen um 44.1% ausgedehnt, dies ist in etwa der Faktor 2.5. Das Wohnareal pro Einwohner hat sich in diesem Zeitraum um 22.9% von 109.8m<sup>2</sup> auf 134.9m<sup>2</sup> vergrössert. Diese Entwicklung geht mit dem Bedürfnis zu immer grösseren Wohnungen und dem Trend zu kleineren Haushalten einher. Laut dem BFS (2015a, S. 15) ist die durchschnittliche Wohnfläche pro Person zwischen 1980 und 2012 von 34m<sup>2</sup> auf 45m<sup>2</sup> gestiegen. Das Verhältnis von Gebäudeumschwung zu Gebäude betrug im Jahr 2009 bei den Einfamilienhäusern 4.2:1, bei Mehrfamilien-, Reihen- und Terrassenhäusern 2.6:1, wobei bei den Einfamilienhäusern ein leicht sinkender Trend zu beobachten ist. Wenn man nicht nur das Wohnareal, sondern die ganze Siedlungsfläche betrachtet, benötigt jeder Einwohner der Schweiz 407m<sup>2</sup> Siedlungsfläche. Dieser Wert ist seit 1985 um 5.25% gestiegen (BFS, 2015a, S. 18).

Das Verkehrsareal bestand 2009 zu 74,3% aus Strassen und Wegen (inklusive dazugehörigem Strassengrün). Während die Bahn im Zeitraum von 1985-2009 nur gerade 3% mehr Fläche benötigte, wuchs das Parkplatzareal um 55.4% und das Autobahnareal um 48.8% (BFS, 2015a, S. 22).

Die Analyse der Arealstatistik zeigt, dass jede Sekunde ein Quadratmeter Boden verbaut wird (BFS, 2015a, S. 25). Laut Hochrechnungen von Ewald und Klaus wäre so in ca. 380 Jahren die gesamte Kulturlandfläche der Schweiz überbaut, sofern diese Bauwut weiter so anhält (Ewald & Klaus, 2010, S. 333).

### 3.3 Zersiedelung der Schweiz

Schwick et al. (2010) analysierten die Zersiedelung der Schweiz im Rahmen des NFP 54 quantitativ. Sie entwickelten eine neue Methode mit dazu passenden Messgrössen (vgl. Kapitel Messkonzepte und Messgrössen für Zersiedelung). Sie wandten diese auf die gesamte Schweiz, alle Kantone, Bezirke und Agglomerationen an.

Die Schweiz ist heutzutage alarmierend stark von Zersiedelung betroffen (Schwick et al., 2010). Sie hat zwischen 1935 und 2002 um 155% zugenommen und sich zwischen 1951 und 2002 verdoppelt. Das Phänomen Zersiedelung kann man nicht mehr nur im Mittelland beobachten, denn es greift zunehmend in die Alpentäler hinein. Bisher sind nur der westliche Jura und manche Gebiete der Alpen wenig bis gar nicht von Zersiedelung betroffen. Die Schweiz zählt zu den am stärksten urbanisierten Ländern der Welt. In den urbanisierten Gebieten zeigt sich die Zersiedelung der Landschaft am stärksten. Die Zunahmeraten der Zersiedelung war im Zeitraum 1960-1980 zwar höher als im Zeitraum 1980-2002, aber es gibt keinen Anlass zur Entwarnung. Die heutigen Trends der Flächeninanspruchnahme unserer Gesellschaft verstossen gegen das Gebot der Nachhaltigkeit (Schwick et al., 2010, S. 14).

Das Mittelland ist mit Abstand am stärksten zersiedelt und auf Grund seiner Topografie bevorzugter Siedlungsstandort. Dort befindet sich der grösste Teil der Bevölkerung und der Arbeitsplätze. Der Zersiedelungswert wird durch eine hohe Einwohnerzahl gemindert. Aber im Mittelland ist trotz der höheren Einwohner- und Arbeitsplatzzahl die Zersiedelung weitaus höher als in den übrigen vier Grossregionen der Schweiz (Jura, Alpennordflanke, Zentralalpen und Alpensüdflanke) (Schwick et al., 2010, S. 35ff).

Das Ausmass der Zersiedelung in den Kantonen weist grosse Unterschiede auf. Den höchsten Wert der Landschaftszersiedelung weist der Kanton Basel Landschaft auf, gefolgt von Aargau, Zürich, Solothurn und Thurgau. Alle diese Kantone liegen im Mittelland und ein grosser Teil ihrer Fläche ist überbaut. Im Kanton Thurgau nahm die Zersiedelung zwischen 1935 und 2002 um 74% zu. Der Kanton Uri weist den niedrigsten Wert der Zersiedelung auf. Die Grossstädte Zürich, Basel, Bern, Lausanne und Genf weisen ebenfalls eine geringe Zersiedelung auf, da die innerstädtischen Flächen eine sehr hohe Ausnützung der Siedlungsflächen durch Einwohner und Arbeitsplätze aufweisen. Der Boden ist zwar zu einem sehr grossen Teil überbaut und somit stark besiedelt, was nach der Definition auf einen hohen Zersiedelungswert schliessen lässt, aber durch die hohe Ausnützung gelten sie als nicht zersiedelt (Schwick et al., 2010, S. 35ff).

Im Anhang dieser Arbeit von Schwick et al. (2010, S. 108-113) befindet sich eine Resultattabelle für die Berechnungen der verschiedenen Messgrössen für die Zersiedelung. Aus diesen ist die Zersiedelung für den Kanton Thurgau, den Bezirk und die Agglomeration Kreuzlingen (bestehend aus den

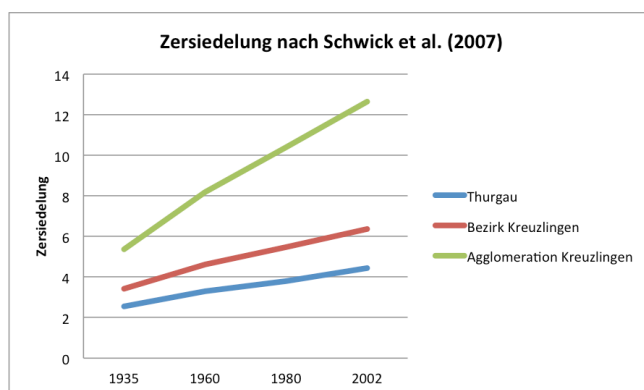


Abb 6. Zersiedelung des Kantons Thurgau, des Bezirks und der Agglomeration Kreuzlingen. Eigene Abbildung. Daten: Schwick et al. (2007, S.108-113)

Gemeinden: Tägerwilen, Kreuzlingen, Bottighofen und Münsterlingen) ersichtlich. Abb 6 zeigt diese Entwicklung der Zersiedelung. Auf den hier abgebildeten Wert der Zersiedelung wird im Kapitel „Messkonzepte und Messgrössen für Zersiedelung“ genauer eingegangen. Zentral für das Verständnis ist, dass die Zersiedelung zunimmt, wenn mehr Flächen bebaut sind, die Gebäude weiter gestreut sind und die Ausnützung geringer ist (Schwick et al., 2010, S. 21). Die Zersiedelung wuchs über den Untersu-

chungszeitraum im Kanton Thurgau um 76%, im Bezirk Kreuzlingen um 87% und in der Agglomeration Kreuzlingen sogar um 137%. Die Agglomeration Kreuzlingen ist auch verglichen mit anderen Agglomerationen der Schweiz sehr stark zersiedelt. Einzig die Agglomeration Lenzburg weist für das Jahr 2002 eine höhere Zersiedelung auf (Schwick et al., 2010, S. 55).

Es erstaunt, dass die Zersiedelung für die Agglomeration Kreuzlingen, aber auch für den Bezirk Kreuzlingen und den Kanton Thurgau so hoch ausfällt.

Nach der Definition von Zersiedelung ist neben der bebauten Fläche und der Streuung der Gebäude auch die Ausnützung der Siedlungsfläche von Bedeutung. Je höher diese Ausnützung ausfällt, desto geringer ist die Zersiedelung. Abb 7 zeigt die Siedlungsflächenausnützung für den Kanton Thurgau, den Bezirk und die Agglomeration Kreuzlingen. Die Ausnützung ist in Einwohner (EW) und Arbeitsplätze (AP) pro ha angegeben. Es zeigt sich, dass die Ausnützung über den Untersuchungszeitraum sowohl vom Kanton als auch vom Bezirk und der Agglomeration Kreuzlingen grösser wurde. Dies bedeutet, dass jeder Einwohner und Arbeitsplatz über den Untersuchungszeitraum weniger Siedlungsfläche für sich beansprucht, aber die Zersiedelung trotzdem extrem steigt.

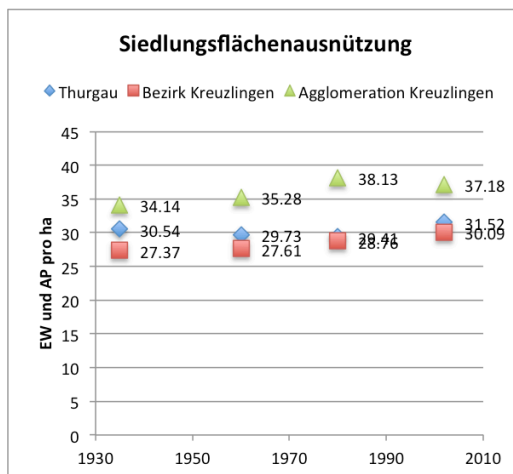


Abb 7. Siedlungsflächenausnützung des Kantons Thurgau, des Bezirks und der Agglomeration Kreuzlingen. Eigene Abbildung. Daten: Schwick et al. (2007, S. 108-113)

Daraus ist zu schliessen, dass der Zuwachs der neuen Siedlungsfläche oder deren Streuung massgeblich für den Anstieg der Zersiedelung verantwortlich ist. Nach den Resultaten von Schwick et al. (2010, S. 108-113) zur Streuungsberechnung ist festzustellen, dass die Entwicklung der Streuung der Gebäude über den Untersuchungszeitraum nicht massgeblich für diese hohen Zersiedelungswerte verantwortlich sind. Die hohen Zersiedelungswerte gehen vielmehr mit der urbanen Durchdringung, also mit dem Zuwachs neuer Siedlungsfläche, einher. Zusätzlich kommt hinzu dass, die Ausnützungswerte aus Abb 7 verglichen mit Ausnützungswerten anderer Städten gering ausfallen und somit den Zersiedelungswert nicht wirklich schmälern. Schwick et al. (2010, S. 38) schreiben, dass Kantone mit einer urbanen Siedlungsstruktur wie z.B. Zürich oder Basel-Stadt Werte deutlich über 50 EW und AP pro ha (oder 200m<sup>2</sup> pro EW und AP) aufweisen. Der Kanton Thurgau mit den ca. 30 EW und AP pro ha ist also deutlich von einer urbanen Siedlungsstruktur entfernt.

## 4 Methodik

In diesem Kapitel wird folgende Frage untersucht: „**Wie kann Zersiedelung aus topografischen Karten und Luftbildern analysiert und gemessen werden?**“ Um etwas über die Siedlungsentwicklung oder die Zersiedelung aussagen zu können, müssen dessen Bestandteile erstmals erfasst werden. Es werden Verfahren aufgezeigt, wie man die Veränderung in der Landschaft feststellen und aufzeigen kann. In einem weiteren Schritt werden bekannte Verfahren und Möglichkeiten thematisiert, welche die Zersiedelung eines Gebiets quantitativ beschreiben. Hierfür werden unterschiedliche Messkonzepte und Messgrößen vorgestellt. In einem letzten Schritt wird die Methodik für die quantitative Untersuchung der Zersiedelung von Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 vorgestellt.

### 4.1 Analyse unterschiedlicher Methoden

#### 4.1.1 Landschaftswandel erfassen

Die Siedlungsentwicklung und die damit verbundene Landschaftsveränderung verlaufen schleichend. Der von Ewald und Klaus so oft genannte Begriff der „ausgewechselten Landschaft“ (Ewald & Klaus, 2010) wird einem meistens erst bewusst, wenn man alte und neue Bilder desselben Ortes vergleicht. Es gibt nach Meinel und Hennersdorf (2002, S. 275) prinzipiell vier Möglichkeiten, um Flächenbedeckungs- und Nutzungsinformationen zu erheben: Befragungen, Feldbegehung einschliesslich Bewertung, Informationssysteme zur Flurstücknutzung (Kataster, Register) oder Auswertungen fernerkundlicher Aufnahmen (Satellitenbilder, Luftbilder).

Ewald und Klaus (2010, S 48-55) nennen auch verschiedene Möglichkeiten, den Wandel der Landschaft sichtbar zu machen und nachzuweisen:

**Terrestrische Fotografie:** Es werden alte und neue Fotos desselben Standorts miteinander verglichen. Man erkennt zum Beispiel schnell ausgeweitete Siedlungen, neue Strassen und Veränderungen in der landwirtschaftlichen Nutzung. Diese Methode eignet sich gut, um Menschen für den Landschaftswandel zu sensibilisieren. Es gibt bei dieser Methode aber viele Nachteile, welche wissenschaftliches Arbeiten erschweren. Diese terrestrischen Bilder wurden nämlich aus der Froschperspektive aufgenommen. Den Vordergrund sieht man mit optischen Verkürzungen und im Mittelgrund sind Landschaftselemente räumlich und metrisch kaum mehr einzuordnen. Vom Hintergrund ist meistens nicht mehr als eine Interpretation möglich. Um wissenschaftlich zu arbeiten und gesicherte Aussagen zu machen, sind Vergleichbarkeit, Objektivität und Genauigkeit jedoch eine Voraussetzung.

**Karten:** Karten liefern auswertbare Daten. Um den Landschaftswandel zu dokumentieren, greift man häufig zur topografischen Karte, zum Beispiel zur Landeskarte. Je nach Fragestellung vergleicht man ältere mit neueren Ausgaben. Nach Ewald und Klaus (2010, S.49) eignet sich der Vergleich der Karteninhalte verschiedener Ausgaben, um die Landschaftsveränderung zu erfassen. Damit hält man sich an die einfachen Fragen: „Was ist neu, was fehlt?“ (Ewald & Klaus, 2010, S.49). Diese Methode enthält auch Schwierigkeiten, denn Karten können auf dem Papier zum Beispiel nur zwei Dimensio-

nen darstellen. Gute topografische Karten der Schweiz gibt es seit Ende des 19. Jh. Insbesondere die Karten mit dem Massstab 1:25'000 geben ein recht genaues Bild der Landschaft wieder. Es muss einem aber immer bewusst sein, dass alle Karten Vereinfachungen, Generalisierungen, Auslassungen und Schematisierungen beinhalten.

Die erste 1:25'000 Karte von Kreuzlingen stammt aus dem Jahre 1884/85 und ist eine Siegfriedkarte, benannt nach Hermann Siegfried (1819-1879), dem Leiter des Schweizerischen Kartenwerks. Die Siegfriedkarte ist eine dreifarbige Höhenkurvenkarte mit einer Äquidistanz von zehn Metern. Ewald und Klaus (2010, S. 50) kritisieren, dass die Siegfriedkarte etwas uneinheitlich in der Detailfüllung und der Genauigkeit sei. Zudem werden Geländeformen nur in groben Zügen wiedergegeben und Obstbäume fehlen, welche insbesondere im Thurgau für das Landschaftsbild von besonderer Bedeutung waren.

**Landeskarte der Schweiz:** Die moderne Kartografie in der Schweiz begann mit dem Bundesgesetz vom 30. Juni 1935 über die Erstellung der Landeskarte der Schweiz. Wegen des Zweiten Weltkriegs erschienen die ersten neuen Kartenblätter erst im Jahre 1952 und für Kreuzlingen im Jahre 1956/57. Für die Landeskarten wird die Landschaft senkrecht von oben fotografiert. Damit man die Senkrechtluftbilder metrisch auswerten kann, müssen diese entzerrt werden. Die Kartenblätter werden etwa alle sechs Jahre revidiert. Die von Menschenhand erbauten Anlagen wie zum Beispiel Häuser, Strassen und Starkstromleitungen stellen den Hauptteil der Kartenelemente dar. Die Natur und ihre Bestandteile sind mit wenigen Farben und Signaturen vertreten.

Ein Vergleich von Karten zeigt, welche Landschaftselemente neu hinzugekommen sind und welche Objekte sich verändert haben. Nachweisbar ist zum Beispiel die Ausdehnung der Wald- oder Siedlungsfläche. Diese Veränderungen sind aber bei weitem nicht die Summe der Landschaftsveränderungen, denn es fehlen qualitative Daten. Die Landeskarte liefert sowohl zur Natur als auch zum Kulturland nur quantitative Angaben (Ewald & Klaus, 2010, S.51f).

**Katasterpläne:** Diese Pläne geben die massstäblich genaue Darstellung der Grundstücke und der darauf liegenden Gebäuden wieder. Zuständig für die Erstellung ist die amtliche Vermessung. Katasterpläne stellen Gebäude- und Strassenflächen genauer dar als die Landeskarte der Schweiz und eignen sich deshalb für Analysen von Nutzungsflächen und für die Arbeit mit Geoinformationssystemen (Amtliche Vermessung Schweiz, o. J.).

**Luftbilder:** Die für die Landeskarten erstellten und entzerrten Senkrechtluftbilder nennt man Orthofotos oder Ortholuftbilder. Im Gegensatz zu den Karten sind Senkrechtluftbilder eine Abbildung der realen Landschaft und zeigen daher Dinge, die auf der Karte keinen Platz haben. Deutlich erkennbar sind beispielsweise Grösse und Form von Gärten und landwirtschaftlichen Parzellen, welche für das Landschaftsbild wesentlich sind. Luftbilder können quantitative und qualitative Verhältnisse der Landschaft zeigen.

Für die Erhebung von Flächenbedeckung und -nutzung in der Praxis werden nach Meinel und Hennersdorf (2002, S. 275) häufig Mischvarianten gewählt. Von zentraler Bedeutung sind die Fernerkundungsdaten, denn sie erlauben „in vielen Fällen eine Bestimmung der Flächenbedeckung und die Einschätzung der Lage, Verteilung und räumlichen Beziehungen von Objekten auf der Erdoberfläche“ (Meinel & Hennersdorf, 2002, S. 274).

## 4.1.2 Messkonzepte und Messgrößen für Zersiedelung

Um Zersiedelung abzubilden und zu messen, benötigt man ein Messkonzept, welches verschiedene Messgrößen der Zersiedelung beinhaltet. Das Gesamtphänomen Zersiedelung ist nur sehr schwer verständlich. Dieses Kapitel hilft einzelne Aspekte der Zersiedelung leichter zu verstehen. Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, ein in seiner Gesamtheit schwierig zu fassendes Betrachtungsobjekt mit verhältnismässig einfachen Methoden quantifizierbar zu machen (Spitzer, 2007, S. 760).

Wie auch bei den Definitionen zur Zersiedelung gibt es verschiedene Messkonzepte. Nach Siedentop (2005, S. 24) reicht die Spannweite der Ansätze von einfachen bis hoch komplexen Konzepten, welche die Anwendung von GIS-basierten Flächennutzungsdaten erfordern. Siedentop (2005, S. 24-27) beschreibt vier Grundtypen von empirischen Messansätzen:

1. Eine erste Gruppe operationalisiert die Zersiedelung mit dem **Zuwachs besiedelter Fläche**. Eine Intensität des Flächenwachstums ist nach diesem Verständnis mit der Intensität der Zersiedelung gleichzusetzen. Es kommen Daten aus Landnutzungsstatistiken zum Einsatz.
2. Eine zweite Gruppe bezieht sich auf den Prozess der **Verringerung der Dichte des Siedlungssystems**. Zersiedelung ist in diesem Verständnis, wenn sich der Siedlungsraum dynamischer ausdehnt als die Bevölkerung zunimmt. Eine an der Siedlungsentwicklung gemessene überproportionale Bevölkerungsentwicklung ist eine Verdichtung und zeigt sich als Gegenbild der Zersiedelung. Auch hier stammen die Basisdaten meist aus aggregierten Landnutzungs- und Bevölkerungsstatistiken.
3. Eine dritte Gruppe versteht Zersiedelung als **räumlichen Expansionsprozess urbaner Siedlungsformen in ländlich geprägte Gebiete**. Die Messverfahren sind hierbei sehr verschieden. Oft werden Dichtegradien eingesetzt. Als typische Eigenschaft der Zersiedelung wird ein sich im Zeitverlauf abflachender Gradient der Siedlungs- oder Bevölkerungsdichte angesehen. Ebenfalls verbreitet sind statistische Verfahren, welche die Intensität und das Ausmass der Dekonzentrationsprozesse wiedergeben. So kann Zersiedelung an dem Anteilsverlust der Siedlungskerne an der Siedlungsfläche oder an der Gesamtbevölkerung dargestellt werden. Der urbane Expansionsprozess wird auch oft mit Verdichtungs- und Verflechtungsindikatoren abgebildet. Zersiedelung kennzeichnet sich somit als räumliche Ausbreitung verdichteter Räume mit hoher Binnenverflechtung (Pendelrelationen). Andere Forschungsarbeiten arbeiten mit Messverfahren, welche die Lageeigenschaften von neuen Siedlungsflächen erfassen. Lavallo et al. (2002, S. 369) verwendeten in ihrer Studie den „Sprawl Index“, welchen die Distanzen neuer Siedlungsflächen zu einem Regionszentrum abbilden. Dazu wird zu einem bestimmten Zeitpunkt die durchschnittliche Entfernung aller existierenden Siedlungsflächen zum Zentrum gemessen und daraufhin der durchschnittliche Entfernungswert aller Siedlungsflächen berechnet.
4. Eine vierte Gruppe zielt auf die Abbildung **struktureller Eigenschaften des Flächennutzungsmusters**. Im Mittelpunkt steht hier die räumliche Anordnung verschiedener Flächennutzungsarten. Dabei ist der Einsatz von einem GIS meist unumgänglich, da topologische Eigenschaften der Flächennutzung erfasst und analysiert werden. Galster et al. (2001, S. 687–698) entwickelten ein sehr differenziertes Konzept für die Messung von Zersiedelung anhand von mehreren Strukturindikatoren: Der baulichen Dichte (*density*), der räumlichen Kontinuität bebauter Flächen (*continuity*),



der Konzentration der Siedlungsflächen auf einen Siedlungskern (*concentration*), der Häufung (*clustering*), der Kompaktheit der Siedlungskörper (*compactness*), der Zentralität (*centrality*) und der Nutzungsmischung (*mixed uses*). Ein Flächennutzungsmuster zeigt danach Eigenschaften der Zersiedelung, wenn für einzelne Indikatoren oder deren Kombinationen geringe Werte erzielt werden.

Nach Siedentop (2005, S. 26) ist eine Synthese dieser vier verschiedenartigen Ansätze schwierig. Aber es lässt sich festhalten, dass Zersiedelung nicht mit dem Wachstum urbaner Flächennutzungen an sich gleichzusetzen ist. Typische Eigenschaften der Zersiedelung sind die räumliche Ausbreitung gering verdichteter Siedlungsflächen, verbunden mit einem Dekonzentrations-, Entmischungs- und Entdichtungsprozess des regionalen Siedlungssystems insgesamt. Neben dem inhaltlichen Grundverständnis von Zersiedelung unterscheiden sich nach Siedentop (2005, S. 26) die Messkonzepte in zwei wesentlichen Punkten:

- **dem Raumbezug und Dateneinsatz.** Die meisten Ansätze verwenden zusammengefasste Daten auf Ebene von Städten oder Metropolregionen, was die Abbildungsleistung der Heterogenität städtischer Nutzungsmuster beeinflusst. Nur wenige Studien arbeiten mit Daten auf Ebene von Baublöcken oder standortscharf erfassten Nutzungsänderung.
- **der zeitlichen Perspektive.** Die meisten empirischer Messverfahren können Zersiedelung nur als einen Prozess der Veränderung von Strukturen in der Flächennutzung beschreiben. Zersiedelung als Zustand der Flächennutzung zu einem Zeitpunkt darzustellen ist den wenigsten Analysen bisher gelungen.

Zersiedelung ist offensichtlich gegenüber alternativen Siedlungsformen (die kompakte Stadt) kaum klar abzutrennen. Nach Siedentop (2005, S. 26f) ist die Dichteschwelle, ab welchem Dispersionsgrad das Siedlungsmuster als zersiedelt gilt, noch vollständig ungeklärt. Zersiedelung wird als kontinuierlicher Veränderungsprozess einer ehemals kompakten, verdichteten Siedlungsstruktur in eine disperse, gering verdichtete Struktur verstanden. Aber auch der umgekehrte Weg ist denkbar, demnach ist Zersiedelung nur eine zeitlich limitierte Phase auf dem Weg zu einer kompakten Siedlungsstruktur auf höherem Niveau. Zersiedelte Landschaften können sich durch Auffüllen und Verdichten nach und nach zu einem zusammenhängend überbauten Siedlungsgebilde umwandeln.

Auch Spitzer (2007, S. 755f) beschäftigte sich mit der Vielseitigkeit des Begriffsverständnis (vgl. Kapitel Zersiedelung) und der daraus abgeleiteten Messverfahren von Zersiedelung. Er versucht, die Zersiedelung in einer dimensional Analyse ausgehend vom facettenreichen Begriffsverständnis mittels räumlicher Indikatoren quantitativ beschreibbar zu machen. Die Beschreibung und die indikatorenbasierte Analyse stützen sich traditionell auf zwei Datengrundlagen: auf die Zensusdaten amtlicher Statistiken sowie die Fernerkundungsinformationen. Ausgehend von den sich teilweise deckenden und somit kategorisierbaren Auffassungen von Zersiedelung leitet Spitzer (2007, S. 755-759) einzelne mehr oder weniger konkrete Objektbetrachtungsperspektiven als Messdimensionen ab. Diese prototypischen Zersiedelungs-Messdimensionen werden in vier Kategorien unterteilt: 1. Effizienzkriterien, 2. Form- und Strukturkriterien, 3. qualitative Kriterien und 4. Mengeneigenschaften

## 1. Effizienzkriterien

Unter der **Nutzungsintensität** versteht man den Grad der Effizienz der Nutzung verfügbarer Grundlagen für siedlungsrelevante Aktivitäten. Dies ist ein sehr wichtiger Aspekt, welcher in den meisten Definitionen von Zersiedelung vorkommt. Die Nutzungsintensität bildet man über Dichtebe-rechnungen wie Einwohner je Fläche (administrative Fläche, Verbreitungsraum, Dauersiedlungsraum etc.). Die Umkehrung davon, also der Flächenverbrauch pro Kopf, liefert ähnlichen Informationsgehalt. Daneben kann die Struktur der Bebauung hinzugezogen werden (Singlewohnungs-, Einfamilienhausanteil, mittlere Haushaltsgrossen etc.)

**Konnektivität** bezeichnet die innere Verbundenheit und funktionale Effizienz. Gemessen wird sie anhand der Anlage der Verkehrsinfrastrukturen der Siedlung. Unter dem Einfluss der Konnektivität stehen neben den Kosten die Möglichkeiten der Mobilität und der daraus resultierende Verkehr. Gemessen werden kann hier zum Beispiel die Gemeindestrassenlänge in Relation zur verbauten Fläche bzw. zur Einwohner- und Beschäftigtenzahl. Ebenso kann die absolute Anzahl der Kreuzungen oder die nach ihrer Verbindungsqualität (Anzahl der Wege, die sie verbindet) gewichteten Kreuzungen mit der Gesamtstrassenlänge oder der Einwohner- und Beschäftigtenzahl gegenübergestellt werden.

Oft wird eine Abstimmung von Siedlungsentwicklung und Infrastruktur gefordert und man fokussiert neben technischer (Strassen, Stromleitungen, ÖV etc.) auch andere Infrastruktur (kulturell, sozial, medizinisch, Bildung etc.). Für die methodische Analyse sind Indikatoren zur Erreichbarkeit oder Versorgungsqualität verbreitet, wie der Anteil der Einwohner innerhalb einer zu Fuss erreichbaren Distanz zu Haltestellen des öffentlichen Verkehrs.

## 2. Form- und Strukturkriterien

**Konzentration:** Eine räumlich gestreute Verteilung von Nutzungen (Gebäude, Einwohner) gleichmässig auf Teilräume einer Siedlung ist ein Charakteristikum von Zersiedelung und steht einer Konzentration dieser auf kleinem Raum gegenüber. Die Ausprägung dieser Konzentration bestimmt die Zersiedelungsdimension, oft wird diese als Streuungsmass bezeichnet. Das Konzept der Lorenzkurve vs. Gleichverteilungsgerade und der daraus ermittelten Masszahl (Gini-Koeffizient), sowie der „Dissimilarity Index“ einer statistischen Fallzahl vs. der zur Verfügung stehenden Fläche eignen sich zur Abbildung der Streuung. Spitzer (2007, S. 757) beschreibt weiter, dass der Variationskoeffizient der Dichte oder einfach der Anteil der Einwohner mit einer hohen Dichte weitere zu berechnende Indikatoren sind.

Der „nächste Nachbar-Index“ ist eine räumliche Statistik, welche ebenfalls die Streuung von Punkten in einem Untersuchungsgebiet wiedergibt (ArcGIS Resource Center, 2012).

**Kontinuität:** Unter Zersiedelung versteht Spitzer (2007, S. 757) unter anderem eine räumlich diskontinuierliche Verbauung. Kontinuität würde einen baulückenlosen räumlichen Zusammenhang der einzelnen Verbauungen bedeuten. Es können Messverfahren über die mittlere Distanz jeder Verbauung zur nächsten erfolgen, was aber eine Verbauungskartierung mittels GIS voraussetzt. Zudem können Flächenanteilsabfragen neuer Verbauungsentwicklungen nach topologischen Kriterien erfolgen. Diese Kriterien ergeben eine Quantifizierung und könnten zum Beispiel *innerhalb, randlich oder isoliert ausserhalb bestehender Siedlungen* sein.

Mit der **Kompaktheit** werden die Formeigenschaften einer Siedlung thematisiert. Flächenverbrauch, Landschaftszerschneidung und Verkehrsinduktion sind denkbare negative Folgen einer wenig kompakten Siedlung. Umfang-Flächenverhältnis-Mittelwerte für Flächen (z.B. „mean shape index“) können die Kompaktheit in Zahlen fassbar machen.

### 3. Qualitative Kriterien

**Nutzungsmischung:** Hier werden verkehrsinduzierte und Segregationsprozesse fördernde fehlende räumliche Nähe und Durchmischung unterschiedlicher Nutzungen (Wohnen, Arbeiten, Versorgen etc.) thematisiert. Diese Dimension kann man messen, wenn man die Verbauungsfläche der Gewerbe-, Industrie- und öffentlichen Plätzen je Wohnung oder das Verhältnis der Arbeitsplätze zu den Erwerbstätigen bestimmt. Ebenso ist ein Ungleichverteilungsmass von Verbauungsflächen (Wohngebiet vs. Betriebsgebiet) oder statistischer Fallzahlen (Arbeitsplatzzahl vs. erwerbsfähige Bevölkerung) denkbar.

Die **Planungsinkonsistenz** beschreibt das Fehlen bzw. den Grad an Übereinstimmung der Siedlungsentwicklung bzw. Siedlungssituation mit Normen der Raumplanung und Raumordnung.

**Ästhetik:** Das Erscheinungsbild einer Siedlungsstruktur wird oft in den Definitionen von Zersiedelung wiedergegeben. Ästhetik als qualitative Eigenschaft ist sehr subjektiv und stellt deshalb grosse Herausforderungen an ein nicht mit Befragungen unterstütztes Messkonzept.

### 4. Mengeneigenschaften

**Flächenverbrauch:** Damit ist das Ausmass der für Siedlungszwecke in Anspruch genommenen Fläche (Zustand oder Entwicklung) gemeint. Messverfahren zeigen den Anteil verbauter Fläche an der Gesamtfläche, am gewidmeten Bauland oder am Dauersiedlungsraum. Eine Voraussetzung hierfür ist die Erfassung der Flächennutzungen mittels GIS.

**Dynamik:** Raumplanerische Reaktions- und Steuerungsmöglichkeiten (z.B. Infrastrukturanpassung) können nur begrenzt wahrgenommen werden, wenn die Siedlung zu schnell wächst. Sämtliche räumliche Indikatoren können in ihrer zeitlichen Entwicklung betrachtet werden, vorausgesetzt, dass die Daten zugänglich sind.

Diese erwähnten Möglichkeiten der Messung von verschiedenen Zersiedelungsindikatoren liefern eine mögliche Arbeitsbasis für eine empirische, mehrdimensionale Mess- und Bewertungskonzeption (Spitzer, 2007, S. 760).

### Methodik von Schwick et al. (2010)

Schwick et al. (2010, S. 24ff) erarbeiteten eine sehr differenzierte Methode zur Messung von Zersiedelung, welche hier genauer erläutert wird.

Die Messgrösse für die Zersiedelung aus der Studie „Quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung“ von Schwick et al. (2010, S. 24) besteht aus drei Teilen: **Urbane Durchdringung \* Gewichtung<sub>1</sub> (Dispersion) \* Gewichtung<sub>2</sub> (Ausnutzungsdichte)**

Oder in Symbolschreibweise: **Zersiedelung = UP \* g<sub>1</sub>(DIS) \* g<sub>2</sub>(AD)**

Da die Dispersion (Streuung) und die Ausnutzungsdichte mit einer Gewichtungsfunktion gewichtet werden, wird die Zersiedelung genauer als „AD-gewichtete Zersiedelung“ (Schwick et al., 2010, S.

25) bezeichnet. Die Berechnungen werden mit Hilfe des URSMEC-Tools (Urban Sprawl MEtrics Calculation) durchgeführt.

Diese drei Messgrössen sind folgendermassen definiert (Schwick et al., 2010, S. 24f)

1. Die **urbane Durchdringung** (UP = urban permeation) misst sowohl Siedlungsfläche als auch ihre Streuung. Sie wird in Durchsiedlungseinheiten pro  $\text{km}^2$  Landschaft angegeben ( $\text{DSE}/\text{km}^2$ ) und ihr Wert kann mit jenen anderer Landschaften unterschiedlicher Grösse direkt verglichen werden.

2. Die **Dispersion** (DIS) wird auch Streuung der Siedlungsflächen genannt. Die Einheit von DIS wird in „Durchsiedlungseinheiten pro  $\text{m}^2$  Siedlungsfläche“ angegeben. Dieses Mass charakterisiert das Muster der Siedlungsfläche aus einer geometrischen Perspektive. Der Kerngedanke ist wiederum, dass die Zersiedelung sowohl bei einer stärkeren Streuung von Siedlungsflächen als auch bei einer Zunahme der Siedlungsfläche grösser wird. Die Messgrösse mittelt alle möglichen Punktpaare innerhalb von Siedlungsflächen. Je weiter diese Punkte auseinander liegen, desto höher ist ihr Beitrag zur Dispersion. Die Dispersion wird mit der Funktion  $g_1(\text{DIS})$  gewichtet, was den Zweck hat, dass Gebiete, in denen die Siedlungsflächen stärker gestreut sind, durch höhere Zersiedelungswerte besser erkennbar werden. Umgekehrt werden kompakt angeordnete Siedlungsflächen in Gebieten (geringe Dispersion) mit einer kleineren Gewichtung multipliziert ( $g < 1$ ).

3. Mit der **Ausnützungsdichte (AD)** werden die Anzahl Einwohner und Arbeitsplätze beschrieben, die auf einer bestimmten überbauten Fläche vorhanden sind. Je mehr Einwohner und Arbeitsplätze auf einer überbauten Fläche sind, desto besser ist diese Ausnützung. Die Zersiedelung wird daher mit einem entsprechenden Faktor ( $g_2(\text{AD}) =$  zwischen 0 und 1) modifiziert. Der Gewichtungsfaktor liegt bei 1 oder sehr nahe bei 1, wenn die Ausnützungsdichte weniger als 40 Einwohner und Arbeitsplätze pro ha beträgt. Wenn die Ausnützungsdichte bei mehr als 100 Einwohnern und Arbeitsplätzen ist, dann beträgt der Gewichtungsfaktor beinahe 0. Dies bedeutet, dass zum Beispiel die Gebiete in der Innenstadt als nicht zersiedelt gelten.

Die hier aufgezeigten Messkonzepte machen das Gesamtphänomen *Zersiedelung* mit verhältnismässig einfachen Methoden quantifizierbar. Für meine Arbeit wurden diese Messkonzepte analysiert und eine Methodik erarbeitet, mit welcher sich die Zersiedelung mit den mir möglichen Quellen und Ressourcen erfassen, berechnen und abbilden liess. Das folgende Kapitel beantwortet die Frage, **wie Zersiedelung aus topografischen Karten und Luftbildern analysiert und gemessen werden kann.**

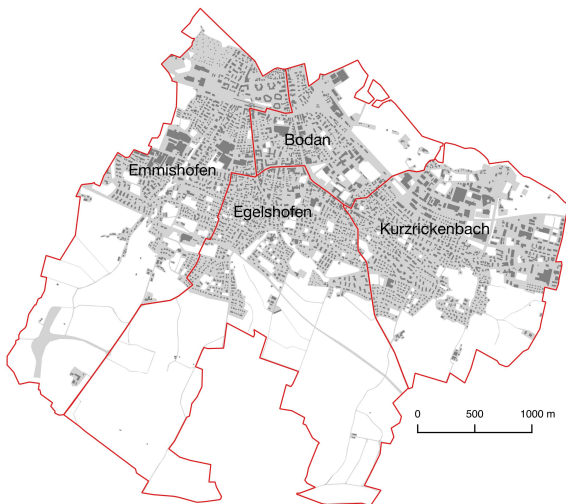
## 4.2 Methodik der vorliegenden Arbeit

Um die Zersiedelung zu untersuchen, musste vorgängig die Siedlungsentwicklung für das Untersuchungsgebiet mittels GIS erfasst werden. Innerhalb des Untersuchungszeitraumes wurden für verschiedene Jahre Momentaufnahmen verschiedener Flächennutzungen der Siedlung vorgenommen, welche als Basis für die Analyse der Zersiedelung dienten. In einem weiteren Schritt wurden die aufgezeigten Messkonzepte auf ihre Durchführbarkeit und Funktionalität geprüft und verschiedene Zersiedelungsindikatoren berechnet.

### 4.2.1 Gebietsabgrenzung der Untersuchung

Zersiedelung ist ein Phänomen, welches sich grundsätzlich auf eine Landschaft, also ein weitläufiges Untersuchungsgebiet, bezieht. Auf Grund der Quellen, Daten und zeitlichen Ressourcen, welche mir zu Verfügung standen, entschied ich mich, mein Untersuchungsgebiet auf die administrative Stadtgemeindefläche von Kreuzlingen aus dem Jahr 2014 zu begrenzen, welche auf der Abb 1 der Seite 9 ersichtlich ist.

Mir ist bewusst, dass sich die Gemeindegrenzen über den Untersuchungszeitraum von 129 Jahren verändert haben. Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Flächeninanspruchnahme der verschiedenen Flächennutzungen belies ich diese Abgrenzung. Die Änderungen der Gemeindegrenze über den Untersuchungszeitraum sind ausser der Seeaufschüttung im heutigen Gelände des Seeburgparks minimal. Des Weiteren wäre es nicht möglich, die früher eigenständigen Ortsgemeinden Emmishofen, Kreuzlingen/Egelshofen und Kurzrickenbach mit der heutigen Stadtgemeinde zu vergleichen. Diese drei Ortsgemeinden wurden für meine Arbeit für die früheren Untersuchungsjahre (1885 und 1912), als diese noch eigenständig waren, zusammengefasst.



Für eine detailliertere Analyse der Flächenausbreitung der Gebäude, insbesondere der Industriegebäude, wurde das Gebiet der Stadtgemeinde in die vier Stadtgebiete Emmishofen, Egelshofen, Bodan und Kurzrickenbach unterteilt und einzeln betrachtet. Die Abgrenzung dieser Stadtgebiete bezieht sich auf die vier Kreuzlinger Quartiervereine (Kreuzlinger Quartiervereine, o. J.) und ist auf der Abb 8 ersichtlich.

Abb 8. Stadtteile von Kreuzlingen. Eigene Abbildung.

### 4.2.2 Zeitliche Abgrenzung der Untersuchung

Diese Arbeit untersucht die Siedlungsentwicklung von Kreuzlingen von 1885 bis 2014 und umfasst somit 129 Jahre. Nach Ewald und Klaus (2010, S. 49) liefern Karten, insbesondere mit dem Massstab 1:25'000, auswertbare Daten, um den Landschaftswandel und somit auch die Siedlungsentwicklung einer Region zu dokumentieren. Die erste Karte mit dem Massstab 1:25'000, auf welcher

die Gemeinde Kreuzlingen dargestellt ist, stammt aus dem Jahre 1884/85. Der südliche Teil der Gemeindefläche befindet sich auf dem Kartenblatt Hugelshofen, welche 1884 erschien. Der nördliche Teil der Gemeindefläche wurde 1885 auf dem Kartenblatt Tägerwilen abgedruckt.

Um die Siedlungsentwicklung über den gesamten Zeitraum darstellen zu können, wurde die Flächennutzung Kreuzlingens für sechs Untersuchungsjahre aufgenommen. Auf Grund der Quellenlage habe ich die Untersuchungsjahre 1885, 1912, 1936, 1958, 1984 und 2014 ausgewählt. Die Intervalle zwischen den verschiedenen Untersuchungsjahren liegen zwischen 22 und 30 Jahren, wobei das 30-jährige Intervall (1984-2014) durch die zusätzliche Erfassung der Gebäudefläche im Jahr 2002 auf 18 und 12-jährige Intervalle verkürzt wurde, um diese jüngste Entwicklung differenzierter abzubilden. Mit Hilfe der verfügbaren Quellen konnte ein einigermaßen gleichmässiges Intervall von ca. 26 Jahren festgelegt werden.

### 4.2.3 Erfassungsmethodik

Die Flächennutzung der Stadtgemeinde Kreuzlingen wurde mit Hilfe verschiedener Quellen (vgl. Tabelle 2) für die Untersuchungsjahre mittels eines GIS aufgenommen. „Qgis“, ein Open-Source-GIS, hat sich als bestes Programm für meine Arbeit erwiesen. Mit Qgis ist das Betrachten, Bearbeiten und Erfassen von räumlichen Daten möglich. Mit den richtigen Applikationen ist das Programm auch in der Lage, verschiedene Berechnungen der vektorbasierten Daten vorzunehmen. Andere GIS, wie zum Beispiel ArcGIS, sind viel komplexer und sehr teuer in der Anschaffung. Die Handhabung von Qgis, welches kostenlos zu beziehen ist, kann man sich selbst beibringen. Das Programm bietet durch eine Druckzusammenstellung die Möglichkeit, Karten zusammenzustellen und diese zu exportieren.

Tabelle 2: verwendete Quellen für die Untersuchungsjahre.

Jahr	Quellen
<b>2014</b>	AV-Daten 2014 Orthofoto 2014 Landeskarte (LK25) Kreuzlingen 2012 (Blattnummer: 1034) Landeskarte (LK25) Weinfelden 2012 (Blattnummer: 1054) Zonenplan der Stadt Kreuzlingen aus dem Jahr 2014
<b>2002</b>	Landeskarte (LK25) Kreuzlingen 2002 (Blattnummer: 1034) Landeskarte (LK25) Weinfelden 2002 (Blattnummer: 1054) Orthofoto 2002 Zonenplan der Stadt Kreuzlingen aus dem Jahr 1999
<b>1984</b>	Landeskarte (LK25) Kreuzlingen 1984 (Blattnummer: 1034) Landeskarte (LK25) Weinfelden 1984 (Blattnummer: 1054) Luftaufnahmen aus dem Jahr 1984 Zonenplan der Stadt Kreuzlingen aus dem Jahr 1978
<b>1958</b>	Landeskarte (LK25) Kreuzlingen 1957 (Blattnummer: 1034) Landeskarte (LK25) Weinfelden 1956 (Blattnummer: 1054) Luftaufnahmen aus dem Jahr 1954 und 1966 Zonenplan der Stadt Kreuzlingen aus dem Jahr 1958

<b>1936</b>	Siegfriedkarte (TA25) Tägerwilen 1936 (Blattnummer 51) Siegfriedkarte (TA25) Hugelshofen 1936 (Blattnummer 60) Luftaufnahmen aus dem Jahr 1935
<b>1912</b>	Siegfriedkarte (TA25) Tägerwilen 1912 (Blattnummer 51) Siegfriedkarte (TA25) Hugelshofen 1912 (Blattnummer 60) Bebauungs- und Übersichtsplan der Gemeinde Kreuzlingen 1916 Übersichtsplan der Gemeinde Kurzrickenbach 1913
<b>1885</b>	Siegfriedkarte (TA25) Tägerwilen 1885 (Blattnummer 51) Siegfriedkarte (TA25) Hugelshofen 1884 (Blattnummer 60)

Die benötigten Quellen bezog ich einerseits vom Bundesamt für Landestopografie, andererseits von der Stadtplanung Kreuzlingen. Das Bundesamt für Landestopografie stellt einen grossen Teil ihrer Kartenwerke (Dufour-, Siegfried- und Landeskarten) online zur Verfügung, welche unter der „Zeitreise“ (Swisstopo, 2014a) abrufbar sind. Bis zu einer Grösse von A3 dürfen diese Karten ausgedruckt und weiterverwendet werden.

Ebenfalls publiziert das Bundesamt für Landestopografie Luftaufnahmen verschiedener Jahre (für Kreuzlingen aus dem Jahr 1935) im Internet. So können mit Hilfe des LUBIS Datenviewer (Luftbild-Informationssystem) die erwünschten Luftbilder und Luftbildstreifen gesucht und betrachtet werden (Swisstopo, 2014b).

Die amtlichen Vermessungsdaten (AV-Daten), die Orthofotos, Zonenpläne und verschiedene Bebauungs- und Übersichtspläne hat mir die Stadtplanung Kreuzlingen für diese Arbeit zur Verfügung gestellt.

Für die Untersuchungsjahre 1885, 1912, 1936, 1958, 1984 und 2014 habe ich mit Qgis manuell folgende Flächennutzungen erfasst:

- **Gebäudeflächen:** Grundfläche aller Gebäude.
- **Strassenflächen:** Strassenflächen, inklusive deren Umschwung (wenn vorhanden: Gehsteig, Mittelstreifen und Bankette). Reine Gehwege wurden nicht erfasst: Sie sind innerhalb der Siedlungsfläche aber im Gebäudeumschwung enthalten.
- **Eisenbahnflächen:** Die von der Bahn in Anspruch genommene Fläche, ohne Gebäudeflächen.
- **Siedlungsflächen:** Gemäss der Definition des Kapitels *Siedlungsfläche*.
- **Gewässerflächen**
- **Waldflächen**
- **Landwirtschaftsflächen:** landwirtschaftlich genutzte Bodenfläche.
- **Gemeindefläche:** Administrative Gemeindefläche von Kreuzlingen des Jahres 2014

Eine Flächennutzung, welche nicht manuell aufgenommen wurde, aber ausgerechnet werden konnte, ist der **Gebäudeumschwung**. Da der Gebäudeumschwung mit den Gebäude-, Eisenbahn- und Strassenflächen zur Siedlungsfläche zählt, konnten diese von der aufgenommenen Siedlungsfläche abgezogen werden (vgl. Abb 10). Zum Gebäudeumschwung zählen zum Beispiel private Gärten, Parkplätze, asphaltierte Plätze oder Friedhöfe.



Da sich im Laufe der Arbeit herausstellte, dass die Ansiedelung der Industrie einen wichtigen Einfluss auf das Stadtbild von Kreuzlingen und die geschichtliche Entwicklung hat, wurden die Gebäudeflächen anschliessend weiter bearbeitet. Um die Siedlungsentwicklung genauer zu analysieren, wurden die Gebäude, soweit dies möglich war, nach ihrer Nutzung kategorisiert. Reine Industriegebäude wurden von den übrigen Gebäuden separiert. Zu den übrigen Gebäuden werden Wohngebäude und öffentliche Gebäude, wie zum Beispiel Schulhäuser, Sporthallen und Supermärkte, gezählt.

Für das Jahr 2002 wurden nur die Gebäudeflächen erfasst, welche nach der Definition ausschlaggebend für die Zersiedelung sind.

Bei den Gebäuden konnte keine Stockwerkerfassung durchgeführt werden, da entsprechende Quellen fehlten. Mit Hilfe der Stockwerkangaben der verschiedenen Gebäude könnte die effektive Wohnfläche pro Kopf genauer ermittelt werden.

Damit die verwendeten Karten mit Qgis digital verortet und Längen bzw. Flächen gemessen werden konnten, mussten sie zuerst georeferenziert werden. Das heisst, dass sie einem räumlichen Datensatz zugewiesen werden. Die Karte wird in ein geodätisches Referenzsystem eingepasst, also mit Realweltkoordinaten versehen. In der Schweiz umfasst dieses Referenzsystem die Schweizer Landeskoordinaten, welche mit CH1903 oder LV03 (Landesvermessung 1903) abgekürzt werden. Gemäss Swisstopo wurde die LV03 ab ca. 1900 aufgebaut und ist noch heute die offizielle Grundlage



für die meisten Vermessungen in der Schweiz (Swisstopo, o. J.).

Zu Beginn erfasste ich für das Jahr 2014 alle Flächennutzungen als Polygone (Vielecke). In Abb 9 sind bereits erfasste orange Polygone für die Flächennutzung Gebäude und gelb-grüne Polygone für die Flächennutzung Strassen zu sehen. Im Hintergrund sind die amtlichen Vermessungsdaten erkennbar, welche für das Jahr 2014 als Quellengrundlage dienen.

Abb 9. Polygone erfassen. Eigene Abbildung

Für die erstellte Karte *Kreuzlingen 2014* (Anhang) wurden so manuell über 3600 vektorbasierte Polygone erfasst. Die Vorteile der vektorbasierten Erfassung der Polygone sind die geringeren Dateigrössen, die Qualitätserhaltung bei Vergrösserungen / Verkleinerungen und die Einfachheit von nachträglichen Änderungen der Polygone. Jede Flächennutzungsart wurde auf einem eigenen Layer, eine Art Ebene, erfasst. Durch diese verschiedenen Ebenen können die Karten anschliessend auf unterschiedliche Weise gestaltet und dargestellt werden. Zusätzlich erleichtern diese einzelnen Layer die Berechnungen und Analyse der Flächeninanspruchnahme verschiedener Flächennutzungsarten und der Streuung der Gebäude.

Die Quellengrundlage für das Jahr 2014 bildeten die amtlichen Vermessungsdaten der Stadt aus dem Jahr 2014 (Katasterplan), welche bereits georeferenziert sind. Die Orthofotos (entzerrte Luftaufnahmen) der Stadt Kreuzlingen aus dem Jahr 2014 halfen bei der Interpretation der Flächennutzung,

da auf dem Katasterplan sowohl Tief- als auch Hochbau kartiert sind. Der Vorteil des Katasterplans der Stadt ist die Genauigkeit, mit welcher die verschiedenen Objekte kartiert sind. Landeskarten sind stärker vereinfacht als Katasterpläne (vgl. Kapitel Landschaftswandel erfassen).

Für die weiteren Untersuchungsjahre wurden jeweils die ausgewählten Ausschnitte der georeferenzierten Landes- und Siegfriedkarten (jeweils im Massstab 1:25'000), welche die Gemeindefläche Kreuzlingens zeigen, als Quellengrundlage verwendet.



Abb 10. Siedlungsfläche. Eigene Abbildung

Die bereits erstellten Nutzungsflächenlayer wurden über diese Quellengrundlage gelegt und jedes bestehende Polygon überprüft, angepasst oder gelöscht. Wenn zum Beispiel das Kloster im Jahr 1958 noch dieselben Umrisse hatte wie im Jahr 1984, wurde an diesem Polygon nichts verändert. Wenn aber die Fläche der Fabrik *Mowag* im Jahr 1958 eine andere Grundfläche als im Jahr 1984 hatte, wurde dieses Polygon auf dem Layer des Jahres 1958 angepasst. Gebäude, die zwischen 1958 und 1984 neu errichtet wurden, wurden von dem bestehenden Layer gelöscht. Wenn ein Gebäude 1958 noch stand, aber vor 1984 abgerissen wurde, wurde dieses Polygon auf dem Layer von 1958 neu aufgenommen. Die Luftaufnahmen halfen jeweils bei der Interpretation der Bodennutzung.

Die Luftaufnahmen halfen jeweils bei der Interpretation der Bodennutzung.

Für die Interpretation und Kartierung der Gebäudeflächen, Strassenflächen, Eisenbahnflächen, Gewässerflächen und Waldflächen reichten meistens der Katasterplan, die Landeskarte oder die Siegfriedkarte aus. Für die Erfassung der landwirtschaftlich genutzten Fläche und der Siedlungsfläche waren wiederum die Luftaufnahmen von zentraler Bedeutung. Auf der Abb 10 ist der Gebäudeumschwung grau dargestellt. Zusammen mit den roten Strassenflächen und den schwarzen Gebäudeflächen bilden sie die Siedlungsfläche. Im Hintergrund ist die Luftaufnahme erkennbar, welche bei der Interpretation der Flächennutzungsart hilfreich war. Zusätzlich wurden für die Erfassung der Flächennutzungen Landwirtschaft und Siedlungsfläche noch die vorhandenen Zonen-, Bebauungs- und Übersichtspläne der Stadt verwendet. Die Erfassung der landwirtschaftlichen Nutzungsfläche war ohne die Luftaufnahmen nicht möglich. Da die ersten Luftbilder von Kreuzlingen im Jahr 1935 entstanden, habe ich die landwirtschaftliche Nutzungsfläche nur für die Untersuchungsjahre 1936, 1958, 1984 und 2014 erfasst.

Die Siedlungsfläche wurde für die Jahre 1912 und 1885 anhand der Siegfriedkarten und der rückläufigen Entwicklung von 2014 bis 1936 interpretiert. Auf der Siegfriedkarte sind neben den Gebäuden, Strassen, Eisenbahnflächen und Friedhöfen auch vereinzelt private Gärten kartiert, welche in der Siedlungsfläche enthalten ist. Auf Grund der fehlenden Luftaufnahmen dieser beiden Untersuchungsjahre erfolgte die Erfassung der Siedlungsfläche nicht gleich exakt wie für die Untersuchungsjahre 1936, 1958, 1984 und 2014.

Für die Kategorisierung der Gebäudeflächen in Industriegebäude und übrige Gebäude wurden die Zonen-, Bebauungs- und Übersichtspläne der Stadt, sowie die Luftaufnahmen verwendet.

Die verschiedenen Kartenbeispiele Kreuzlings, welche verschiedene Eigenschaften des Gesamtphänomens der Zersiedelung aufzeigen, generierte ich mit Hilfe der Druckzusammenstellung von Qgis.

#### **4.2.4 Berechnungsmethodik**

Da ich für diese Arbeit grundsätzlich die Zersiedelungsdefinition von Schwick et al. (2010, S. 24ff) gewählt hatte, interessierte mich auch ihre Berechnungsmethodik. Sie erarbeiteten eine sehr differenzierte und adäquate Methode zur Messung von Zersiedelung. Allerdings basiert die Berechnung der „gewichteten Zersiedelung“ auf dem URSMEC-Tool (Urban Sprawl METrics Calculation), welches im Jahr 2007 programmiert wurde. Dieses Programm ist nicht frei zugänglich. Mehrmalige Kontaktversuche blieben erfolglos. Deshalb entschied ich mich, die Zersiedelung von Kreuzlingen anhand von anderen, aus der Literatur bekannte Messgrößen zu untersuchen, welche mit Qgis und Excel berechnet werden können.

Aufgrund der Komplexität und Vielseitigkeit des Gesamtphänomens Zersiedelung wurden verschiedene Indikatoren, welche sich nach Siedentop (2005) und Spitzer (2007) eignen, um einzelne Aspekte der Zersiedelung aufzuzeigen, gemessen und analysiert. Abgebildet wurden sowohl Momentaufnahmen der Siedlungsstruktur der jeweiligen Untersuchungsjahre als auch die zeitlichen Veränderungen über den Untersuchungszeitraum. Folgende Indikatoren wurden in dieser Arbeit untersucht:

##### **1. Einwohnerentwicklung**

##### **2. Nutzungsflächenentwicklungen**

- Siedlungsfläche
- Landwirtschaftsfläche
- Gewässer- und Waldflächen

##### **3. Nutzungsintensität**

- Gebäudeflächendichte
- Siedlungsflächendichte
- bauliche Dichte

##### **4. Form- und Strukturindikatoren**

- Kontinuität
- Konzentration
  - Distanzmatrix
  - nächster Nachbar-Index

Für die Distanz- und Flächenberechnungen mit Qgis verwendete ich hauptsächlich das fTools-Plugin. Mit dieser Erweiterung ist es möglich, vektorbasierte GIS-Aufgaben zu erledigen, wie zum Beispiel eine Flächenberechnung eines Polygons oder die Abstandsberechnung zweier Punkte.

Diese Erweiterung bietet eine grosse Zahl effektiver Werkzeuge, um räumliche Daten zu verwalten und zu analysieren.

Für Dichteberechnungen wurden die Einwohnerzahlen der Gemeinde Kreuzlingen zu den verschiedenen Untersuchungsjahren benötigt. Die Daten entnahm ich aus der kantonalen Bevölkerungserhebung 1991-2014 (Dienststelle für Statistik Thurgau, 2014) und der Bevölkerungserhebung der Gemeinden im Kanton Thurgau 1850-2000 (BFS, 2000). Da die Untersuchungsjahre dieser Gemeindebevölkerung nicht immer mit den Untersuchungsjahren dieser Arbeit übereinstimmten, wurden die Zwischenjahre linear interpoliert.

## 5 Zersiedelung der Gemeinde Kreuzlingen

In diesem Kapitel werden die Resultate der quantitativen Untersuchung aufgezeigt, analysiert und gewisse Aspekte mit geschichtlichem Hintergrund beleuchtet. Die zentrale Fragestellung für dieses Kapitel lautet: **In welchem Ausmass hat sich die Gemeinde Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 räumlich zersiedelt?**

Das Kapitel ist in verschiedene, für die Zersiedelung relevante Unterkapitel gegliedert. Es beginnt mit der Entwicklung der Einwohner und der verschiedenen Flächennutzungen. Anschliessend wird die Nutzungsintensität und zum Schluss die Form- und Struktureigenschaften der Siedlung analysiert.

### 5.1 Einwohnerentwicklung

Über den Untersuchungszeitraum von 129 Jahren wuchs die Einwohnerzahl Kreuzlingens um 368%. Abb 11 zeigt die Einwohnerentwicklung Kreuzlingens seit 1885 bis 2014. Seit 1885 zeigt der Trend zum Wachstum der Einwohnerzahl. Die Bevölkerung nahm zwischen 1885 und 1912 um 81% zu und hat sich somit in den ersten 27 Jahren des Untersuchungszeitraums fast verdoppelt. Kreuzlingen (damals noch Emmishofen, Egelshofen und Kurzrickenbach)

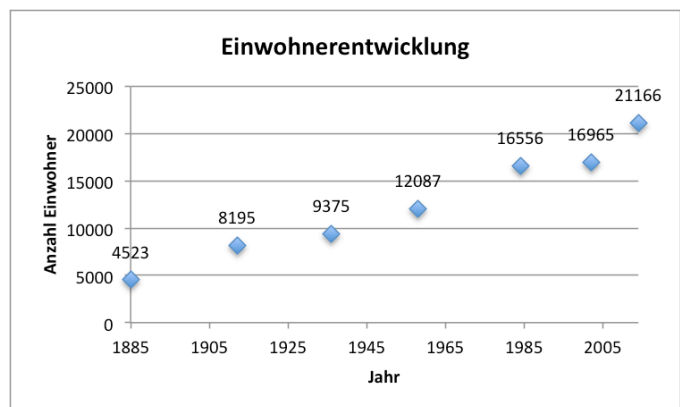


Abb 11. Einwohnerentwicklung. Daten: Eigene Berechnungen mit Qgis

wuchs in diesem Intervall pro Jahr um durchschnittlich 136 Personen (Abb 13). Diese rasante Bevölkerungsentwicklung stellten auch Erni und Raimann (2009, S. 44) fest und schreiben, dass zwischen 1870 und dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs im Jahre 1914 Egelshofen/Kreuzlingen und Emmishofen einen regelrechten Boom erlebten. Das etwas peripher gelegene Kurzrickenbach

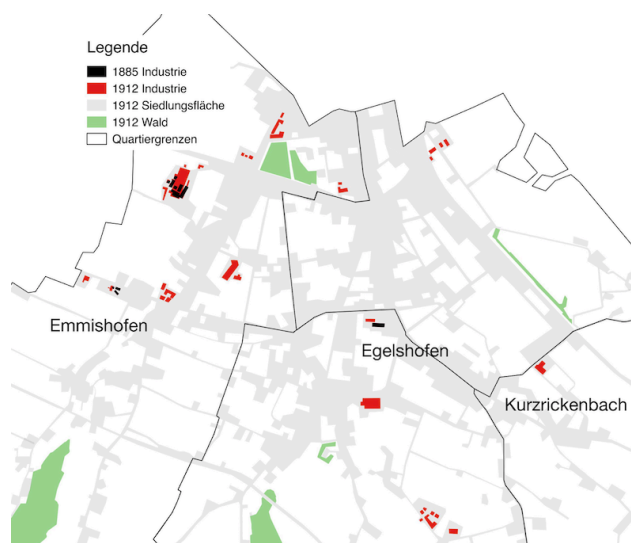


Abb 12. Industriegebäude 1885-1912. Eigene Darstellung

wurde erst später und in abgeschwächter Form von diesem Boom erfasst. Als Gründe für diesen Boom nennen Erni und Raimann (2009, S. 44f) den Anschluss an das Eisenbahnnetz und den wirtschaftlichen Aufschwung in Konstanz, von welchem auch Kreuzlingen profitierte. Diese Eisenbahnanbindung und Grenzlage zu Konstanz machten Egelshofen und Emmishofen für die Ansiedelung von Industrie sehr attraktiv. Ebenfalls von Bedeutung war, dass durch die Aufhebung des Klosters Kreuzlingen günstig Bauland zu erwerben war und die Dorfbäche Wasserkraft boten. Die Fabriken schossen zwischen 1885 und 1912 förmlich aus dem Boden. Weil diese

neu entstandenen Arbeitsplätze nicht nur mit Einheimischen und deutschen Grenzgängern zu besetzen waren, kam es ab etwa 1900 zur Einwanderung von zahlreichen Italienerfamilien. Der Ausländeranteil an der Wohnbevölkerung betrug daraufhin über 57% (Büchi et al., 2001, S. 277).

Auf der Abb 12 sind rot die neu errichteten Industriegebäude hauptsächlich in Emmishofen und Egelshofen zu sehen. Zum ehemaligen Egelshofen gehört hier auch der Stadtteil Bodan.

Für den nächsten Zeitabschnitt (1912-1936) zeigt das Diagramm ein sehr niedriges Einwohnerwachstum. In diesem 24 jährigen Zeitraum wuchs die Einwohnerzahl nur um 14 % oder durchschnittlich um 49 Personen pro Jahr. Das Bevölkerungswachstum hat sich somit gegenüber der Boomphase vor dem Ersten Weltkrieg deutlich verlangsamt. Im Jahr 1936 zählte Kreuzlingen gerade einmal 1200 Einwohner mehr als im Jahr 1912.



Abb 13. Mittlere jährliche Bevölkerungszunahme. Eigene Berechnungen mit Qgis

Nach Erni und Raimann (2009, S. 55) blieb in Kreuzlingen in der Zwischenkriegszeit trotz der hohen Arbeitslosigkeit und der zunehmend restriktiven Fremden- und Zuwanderungspolitik der Anteil an deutschen Grenzgängern gross. Rund 40% aller Beschäftigten pendelten so täglich über die Grenze, was vor allem mit dem Mangel an billigen, qualifizierten Arbeitsplätzen in der Schweiz zu tun hatte. Bis zum Kriegsausbruch 1939 sank die Zahl der Grenzgänger beträchtlich und auch der Ausländeranteil an der Wohnbevölkerung verringerte sich wegen des Kriegsausbruchs auf 20%.

Das Bevölkerungswachstum erlebte trotz des Zweiten Weltkrieges im nächsten Zeitabschnitt (1936-1958) wieder einen Aufschwung. Die absolute jährliche Zunahme der Bevölkerung war in diesem Zeitraum mit 123 Personen fast gleich hoch wie in der Boomphase vor dem Ersten Weltkrieg.

Die wichtigsten Industriebranchen Kreuzlingens, die Textil-, Metall- und Schuhindustrie, blieben nach Erni und Raimann (2009, S. 56) auch während des Zweiten Weltkriegs durch Armeeaufträge gut ausgelastet. Da die Landesgrenze mit dem Ausbruch des Zweiten Weltkriegs geschlossen wurde, entfielen die deutschen Grenzgänger und es mussten vermehrt schweizerische Arbeitskräfte eingestellt werden. Die damit verbundenen Zuzüge machten Kreuzlingen im Jahre 1947 mit 10'000 Einwohnern offiziell zur Stadt. Nach dem Zweiten Weltkrieg in der Phase der Hochkonjunktur ab 1950 erlebte Kreuzlingen erneut ein enormes Wachstum, welches vor allem von der prosperierenden Industrie ausging. Die boomende Industrie schuf immer mehr Arbeitsstellen, welche bis in die Mitte der 1950er-Jahre vor allem von deutschen Grenzgängern besetzt wurden (1956 über 1'200). Nachdem sich Deutschland nach dem Krieg wieder erholte und das Lohngefälle zur Schweiz verschwunden war, wurden die Arbeitsstellen hauptsächlich mit Gastarbeitern aus Italien besetzt. Somit stieg auch der Ausländeranteil der Bevölkerung wieder an. 1970 wohnten 34% Ausländer in Kreuzlingen. In den 26 Jahren von 1958 bis 1984 wuchs die Bevölkerung um 34%. Dies ergibt einen absoluten jährlichen Zuwachs von 172 Personen, den bis anhin grösste Jahreszuwachs.

Das Einwohnerwachstum ist zwischen 1984 und 2002 am geringsten. Die jährliche absolute Zunahme belief sich in diesem Intervall auf 23 Personen. Nach der Jahrtausendwende zogen nach Erni



und Raimann (2009, S. 62) sehr viele Deutsche neu nach Kreuzlingen. 2008 waren von allen Einwohnern 20% Deutsche.

Mit einem absoluten jährlichen Zuwachs von 350 Personen wuchs die Einwohnerzahl zwischen 2002 und 2014 mehr als doppelt so schnell wie während der Boomphase von 1958-1984.

## 5.2 Nutzungsflächenentwicklung

### 5.2.1 Siedlungsfläche

Eine Landschaft ist nach der Definition umso stärker zersiedelt, je stärker sie von Gebäuden durchsetzt ist. Weil die Siedlungsfläche mit ihren Gebäuden, deren Umschwung und den Verkehrswegen massgeblich zur Zersiedelung der Landschaft beiträgt, wird ihre flächenmässige Entwicklung über den Untersuchungszeitraum von 1885 bis 2014 genauer betrachtet und geschichtlich erläutert. Die Zersiedelung ist ebenfalls höher, je geringer die Ausnützung der Siedlungsfläche, insbesondere der Gebäudeflächen, ist.

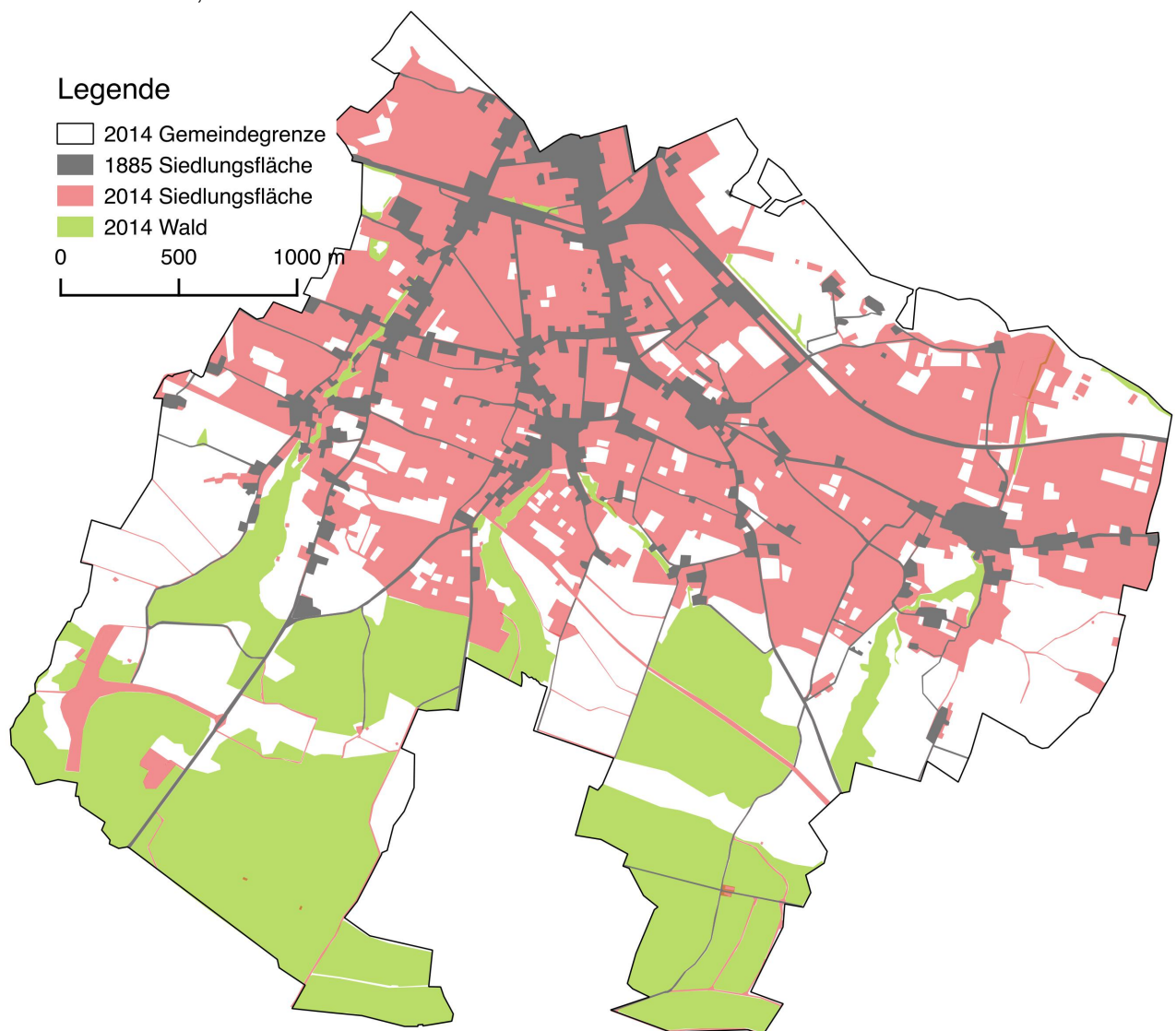


Abb 14. Siedlungsflächenentwicklung 1885-2014. Eigene Darstellung



### 5.2.1.1 Überblick

Die Gemeindefläche von Kreuzlingen umfasst ein Gebiet von 1157 ha (11.57 km<sup>2</sup>). Auf der Abb 15 erkennt man die Entwicklung der Zunahme der Siedlungs- und Gebäudeflächen während des Untersuchungszeitraumes. Es ist zu sehen, dass sich die Siedlungsfläche stetig vergrösserte. Im Jahr 1885 war 10% der Gemeindefläche besiedelt (vgl. Abb 16). Über den Untersuchungszeitraum von 129 Jahren wuchs die Siedlungsfläche um 343% an. Somit war im Jahr 2014 45% der gesamten Gemeindefläche besiedelt. Abb 14 zeigt die räumliche Ausdehnung der Siedlungsfläche Kreuzlingens über den Untersuchungszeitraum von 129 Jahren.

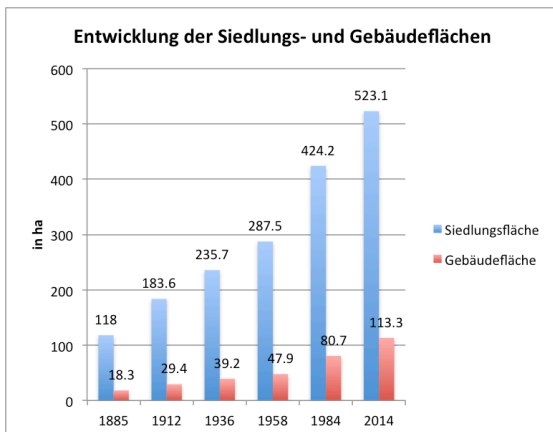


Abb 15. Entwicklung der Siedlungs- und Gebäudeflächen. Eigene Berechnungen mit Qgis

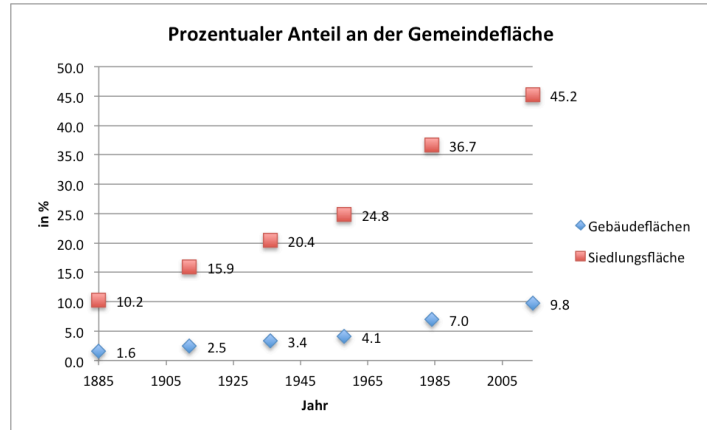


Abb 16. Prozentualer Anteil an der Gemeindefläche. Eigene Berechnungen mit Qgis

Im Jahr 1885 waren 1.6% der Gemeindefläche mit Gebäuden bedeckt. Über den Untersuchungszeitraum von 129 Jahren nahm die Gebäudefläche stetig zu. Die grösste Wachstumsphase sowohl für die Siedlungs- als auch für die Gebäudeflächen fand zwischen den Jahren 1958 und 1984 statt. Im Jahr 2014 erreichte die Gebäudefläche den absoluten Wert von 113.3 ha. Dies bedeutet, dass 2014 9.8% der Gemeindefläche von Gebäuden in Anspruch genommen wurde.

Innerhalb des Untersuchungszeitraumes nahmen diese Gebäudeflächen um 519% zu. Die Gebäudeflächen wuchsen nicht in allen Stadtteilen gleich intensiv. Während der Stadtteil Bodan (Abb 17) ein Wachstum der Gebäudeflächen von 359% aufzeigt, wuchs die Gebäudefläche des Stadtteils Kurzrickenbach um 1106%.

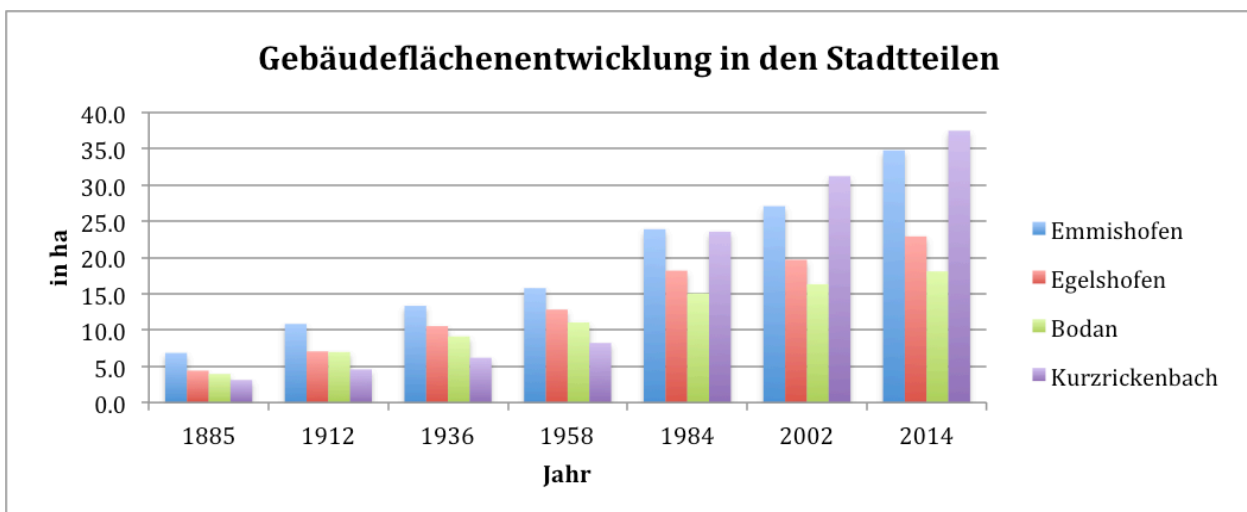


Abb 17. Gebäudeflächenentwicklung in den Stadtteilen. Eigene Berechnungen mit Qgis

Die Siedlungsentwicklung Kreuzlingens wurde sehr stark durch die Ansiedelung von Industriebetrieben geprägt. Die grossflächigen Industriebetriebe schossen zeitweise förmlich aus dem Boden und wie man in Abb 18 erkennen kann, haben die Industriegebäudeflächen einen grossen Einfluss auf die gesamte Gebäudefläche. Die Ansiedlung der Industrie trug aber noch anders zum Gebäudeflächenwachstum bei. Die Industriebetriebe generierten immer mehr Arbeitsplätze, welche nicht alle von Einheimischen oder deutschen Grenzgängern gedeckt werden konnten. Die damit verbundenen Zuzüge liessen

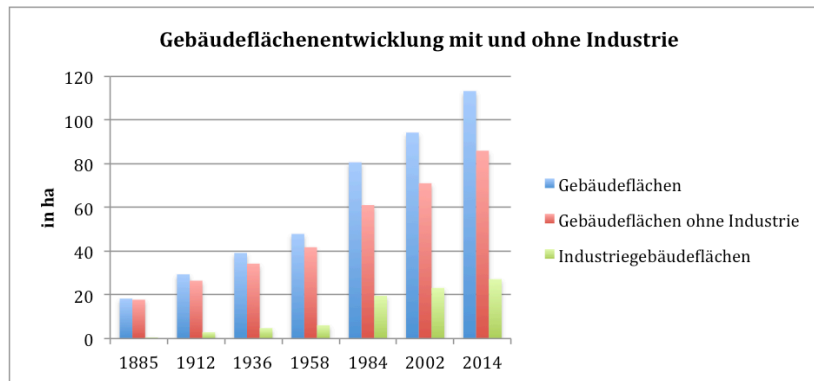


Abb 18. Gebäudeflächenentwicklung mit und ohne Industrie. Eigene Berechnungen mit Qgis

die gesamte Gebäudefläche. Die Ansiedlung der Industrie trug aber noch anders zum Gebäudeflächenwachstum bei. Die Industriebetriebe generierten immer mehr Arbeitsplätze, welche nicht alle von Einheimischen oder deutschen Grenzgängern gedeckt werden konnten. Die damit verbundenen Zuzüge liessen

Kreuzlingen enorm wachsen.

Auf der Abb 19 ist die Gebäudeflächenentwicklung über den Untersuchungszeitraum zu erkennen. Man erkennt die ehemaligen Siedlungskerne von Emmishofen, Egelshofen/Kreuzlingen (heutige Stadtteile Egelshofen und Bodan) und Kurzrickenbach. Über die Jahre wuchsen diese eigenständigen Siedlungen zusammen und sind heute nicht mehr als solche erkennbar.

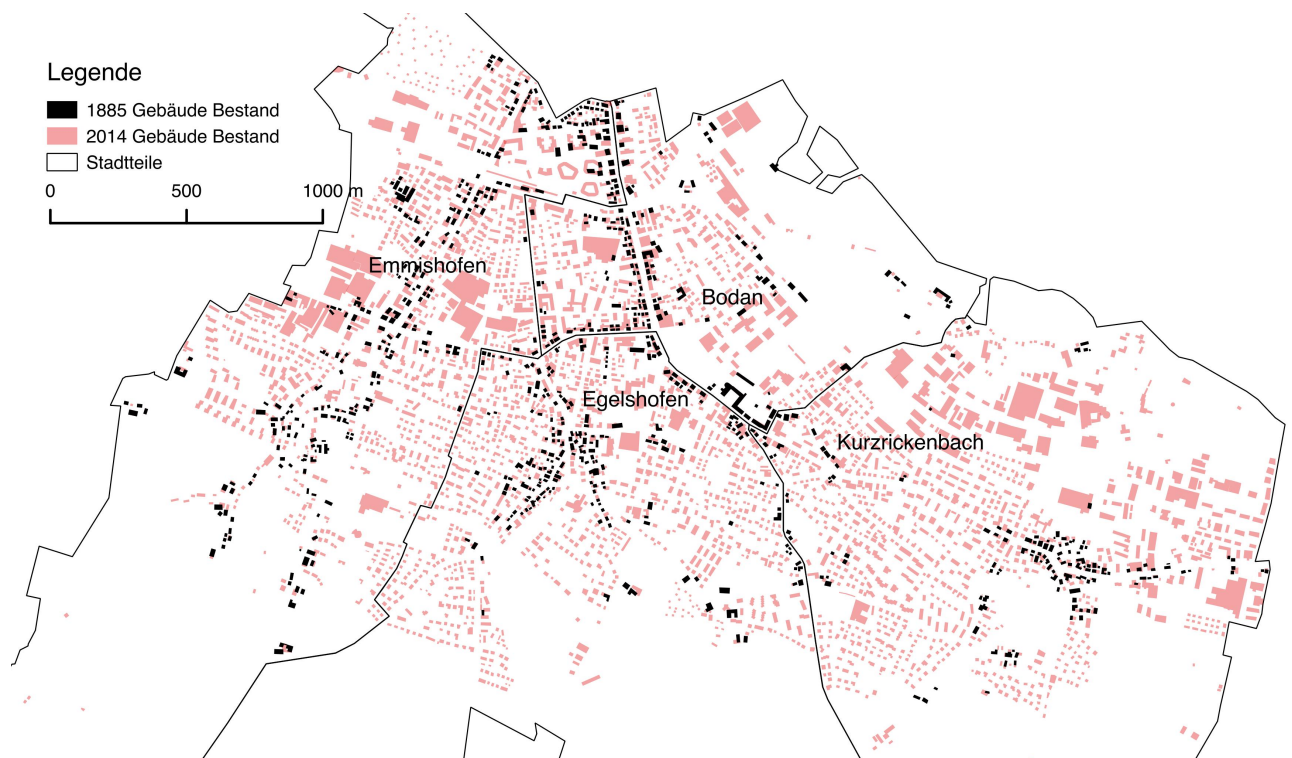


Abb 19. Gebäudeflächenentwicklung 1885-2014. Eigene Abbildung

Abb 20 zeigt die prozentualen Flächenverhältnisse der zu den Siedlungsflächen gehörenden Nutzungsarten im Jahr 1885. Es zeigt sich, dass der Gebäudeumschwung den grössten Anteil an der Siedlungsfläche aufzeigt. Die Flächen für den Verkehr (Strassen und Bahn) machen zusammen 43% der Siedlungsfläche aus. Bis ins Jahr 2014 (Abb 21) nahm der prozentuale Anteil der Fläche des

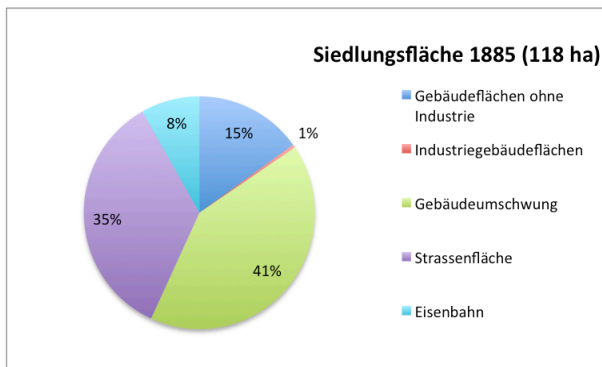


Abb 20. Prozentuale Anteile an der Siedlungsfläche 1885. Eigene Berechnungen mit Qgis

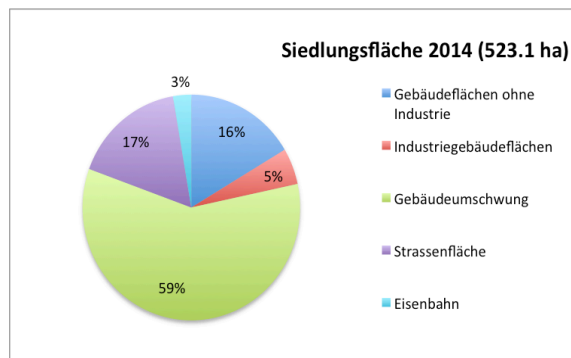


Abb 21. Prozentuale Anteile an der Siedlungsfläche 2014. Eigene Berechnungen mit Qgis

Gebäudeumschwungs an der Siedlungsfläche auf Kosten der Verkehrsflächen erheblich zu. Mehr als die Hälfte der Siedlungsfläche war im Jahr 2014 Gebäudeumschwung. Diese Zunahme von Fläche um die Gebäude ist einerseits auf die erhöhte Mobilität und die damit verbundenen Parkplätze und andererseits auf die grossen privaten Gärten um die Gebäude zurückzuführen. Ebenfalls von Bedeutung sind hier die zum Teils sehr grossflächigen Industriegebäudeumschwünge. Der prozentuale Anteil der Strassenfläche an der Siedlungsfläche hat sich über den Untersuchungszeitraum halbiert, obwohl sich die Strassenfläche während des Untersuchungszeitraums mehr als verdoppelte. Es ist aber zu bedenken, dass die Erfassung der Strassenflächen nicht auf derselben Quellengrundlage basiert. Die für das Jahr 1885 verwendete Siegfriedkarte ist im Gegensatz zu den amtlichen Vermessungsdaten des Jahres 2014 viel weniger exakt. Man muss sich bewusst sein, dass alle Karten, insbesondere ältere Ausgaben, Vereinfachungen und Generalisierungen sind.

Ebenfalls zu erkennen ist, dass der prozentuale Anteil der Industriegebäudeflächen an der Siedlungsfläche sehr stark gewachsen ist, während die übrigen Gebäudeflächen nur leicht gewachsen sind. Der prozentuale Anteil der Eisenbahn an der Siedlungsfläche nahm während des Untersuchungszeitraums um mehr als die Hälfte ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Siedlungsfläche viel stärker gewachsen ist als die Eisenbahnfläche. Die Eisenbahnfläche wuchs während des Untersuchungszeitraums nur einmal zwischen 1885 und 1912, als die Verbindung über den Seerücken gebaut wurde. Die restlichen Eisenbahnflächen bestanden schon vor 1885.

Die Entwicklung der Siedlungsfläche wird in den folgenden Unterkapiteln etwas differenzierter betrachtet, indem jeweils zwei aufeinanderfolgende Untersuchungsjahre miteinander verglichen werden. Um die Siedlungsentwicklung besser nachzuvollziehen, wird diese in einen kurzen geschichtlichen Hintergrund gebettet. Entsprechende Abbildungen veranschaulichen die räumliche Entwicklung im Untersuchungsgebiet. Die während des Untersuchungszeitraums neu dazugekommenen Flächen sind rot eingefärbt.

In der Analyse und dem geschichtlichen Hintergrund werden vermehrt Gebiete, Strassen, usw. von Kreuzlingen genannt. Auf dem *Überblicksplan Kreuzlingen* (Anhang) sind diese Ortsangaben aufgeführt und helfen, die Analyse sowie den geschichtlichen Hintergrund besser nachzuvollziehen.

### 5.2.1.2 Entwicklung 1885-1912

In den 27 Jahren zwischen 1885 und 1912 kamen 494 neue Gebäude dazu (Abb 22). Die Gebäudefläche wuchs jährlich durchschnittlich um 2.2% oder 0.41 ha. Wenn man die Industriegebäudeflächen abzieht, wuchsen die Gebäudeflächen jährlich um 1.8%

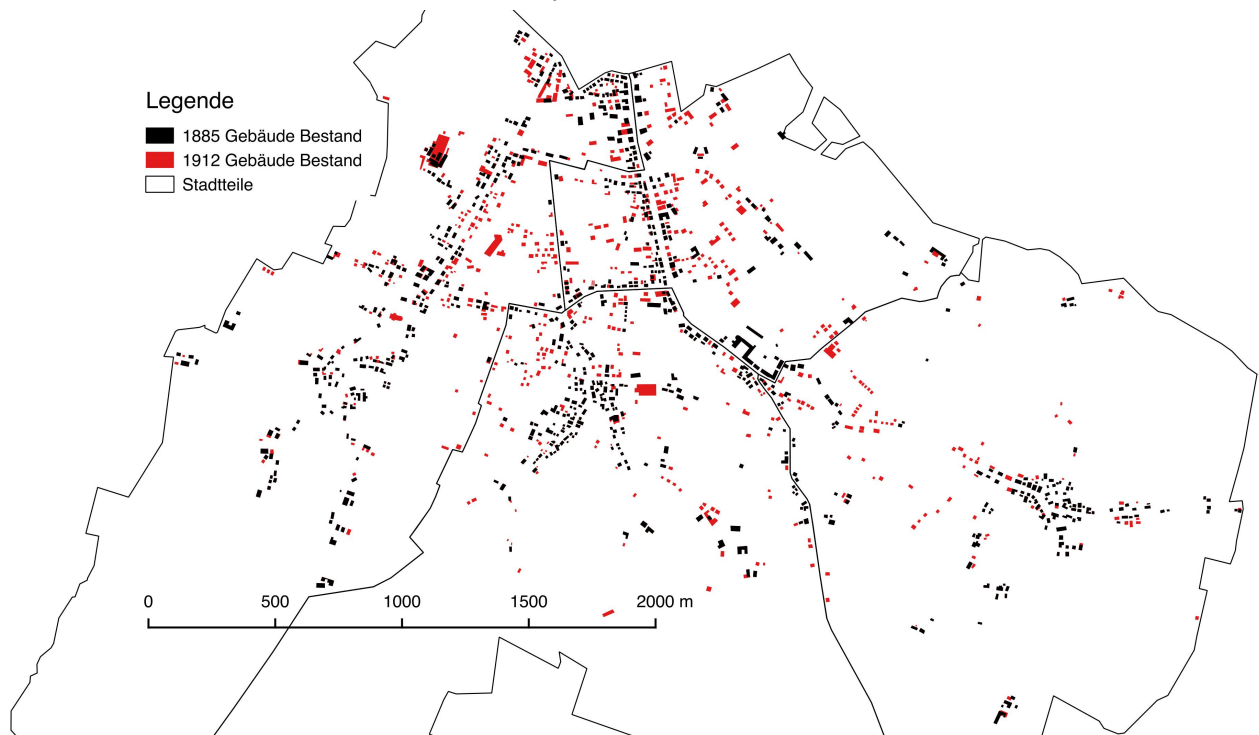


Abb 22. Gebäudeflächenentwicklung 1885-1912. Eigene Abbildung.

Das heutige Kreuzlingen erlebte nach Erni und Raimann (2009, S. 44) zwischen 1870 und dem Ersten Weltkrieg einen regelrechten Bevölkerungs- und Bauboom, welcher sich vor allem auf Emmishofen und Egelshofen beschränkte. Grund für diesen Aufschwung war der Durchbruch des Liberalismus in der Schweiz und im Grossherzogtum Baden. In Konstanz kam der wirtschaftliche Aufschwung dazu, welcher auch auf die drei Dörfer des heutigen Kreuzlingens überschwappte. Dies vor allem, weil die Landesgrenze praktisch uneingeschränkt offen war und sich Konstanz und dessen südliches Umland seit jeher als zusammengehörender Wirtschaftsraum verstanden.

Auf der Abb 22 ist die Bauentwicklung der Gebäude zu sehen. Man erkennt, dass während diesen 27 Jahren die meisten Gebäude zwischen der Konstanzerstrasse und dem Hafenbahnhof errichtet wurden. Ebenfalls wurden in dieser Zeitspanne viele Gebäude nahe der Grenze zu Konstanz und um das Dorfzentrum von Egelshofen gebaut. Die Bautätigkeit erfasste beinahe das gesamte in der Ebene gelegene Gelände der Gemeinden Emmishofen und Egelshofen. Auffallend ist, dass sich die Bautätigkeit nicht mehr primär auf die drei Hauptachsen (Hauptstrasse, Konstanzerstrasse, Löwen- / Unterseestrasse) beschränkte (schwarze Gebäude), sondern vielmehr auch auf die bisher wenig überbauten Areale zwischen den Achsen.

Es ist ebenfalls zu erkennen, dass Kurzrickenbach später vom Boom erfasst wurde, da die dortige Bautätigkeit in diesem Zeitabschnitt geringer ausfällt als in den anderen Stadtteilen. Die Bautätigkeit konzentrierte sich in Kurzrickenbach vor allem auf die Romanshorerstrasse.

Aufgrund der fehlenden Zonenordnung entstand in dieser Boomphase ein auffallend heterogenes Durcheinander unterschiedlichster Bautypen. Einfachste Wohn- und Gewerbebauten stehen direkt neben Prachtvillen und Fabrikanlagen (Erni & Raimann, 2009, S. 49).

1885 hatte Kreuzlingen nur sehr wenige Gebäude, welche ausschliesslich der Industrie dienten. Diese Gebäudeflächen verüfflichten sich bis ins Jahr 1912. Industriegebäude entstanden vor allem in Emmishofen und in Egelshofen (vgl. Abb 12 auf Seite 39). Ein wichtiger Grund für die Ansiedelung der Industrie war der Anschluss an das Eisenbahnnetz. Die drei Bahnhöfe im nördlichen Teil von

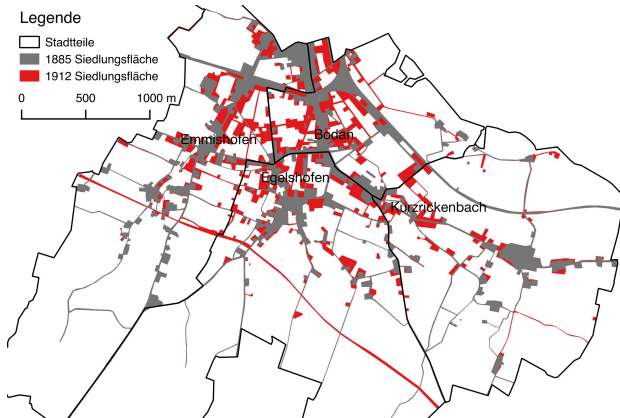


Abb 23. Siedlungsflächenentwicklung 1885-1912. Eigene Abbildung

Kreuzlingen (Hauptbahnhof, Hafenbahnhof, Kurzurickenbach/Seepark) waren 1885 schon vorhanden. Bis 1912 wurde mit der Bahnverbindung über den Seerücken der Bahnhof Bernrain erbaut. Da die Eisenbahn zur Siedlungsfläche gehört, sieht man auf der Abb 23 diese neue Bahnstrecke, als eine von West nach Ost verlaufende rote Linie. Die Siedlungsfläche wuchs jährlich durchschnittlich um 2.1% oder 2.4 ha. Wenn man die Industriearaele abzieht, wuchs die Siedlungsfläche jährlich um 1.8%. Auf der Abb 23

ist dieses Zusammenwachsen der drei Ortschaften sehr gut erkennbar. Wenn man diese drei Ortschaften als Siedlungsgebilde betrachtet, was in dieser Arbeit getan wird, so spricht man von einer inneren Verdichtung.

Erni und Raimann (2009, S. 49) beschreiben das Siedlungsbild um 1905 als lebhaften Handelsort, der hauptsächlich aus von schönen Bauten und schmucken Villen begleiteten Strassen besteht. Die Umgebung der Gebäude bildet einen einzigen Garten, der da und dort von einigen Weinbergen unterbrochen wird, welche aber vermehrt neuen Häusern weichen müssen.

### 5.2.1.3 Entwicklung 1912-1936

In den 24 Jahren zwischen 1912 und 1936 kamen 403 neue Gebäude dazu (Abb 24) durchschnittlich um 1.4% oder 0.41 ha. Wenn man die Industriegebäudeflächen abzieht, wuchsen die Gebäudeflächen jährlich um 1.2%

Die Zeit zwischen 1912 und 1936 lässt sich grob in zwei Phasen unterteilen: die Phase des Ersten Weltkriegs und die Zwischenkriegszeit. Mit dem Ausbruch des Ersten Weltkriegs fand nach Erni und Raimann (2009, S. 52f) die rasante Entwicklung Kreuzlingens ein abruptes Ende. Die Grenze, welche bis zu diesem Zeitpunkt nicht wirklich wahrgenommen wurde, wurde geschlossen und das bis anhin durch enge Verflechtungen geprägte Verhältnis zu Konstanz nachhaltig verändert. Viele Italiener und Deutsche, welche in Kreuzlingen wohnhaft waren, wurden entweder durch das Militär einberufen oder von der lahrenden Wirtschaft in Kreuzlingen nicht mehr benötigt. Da es zusätzlich an Material mangelte, kam die Bauwirtschaft praktisch vollständig zum Erliegen.



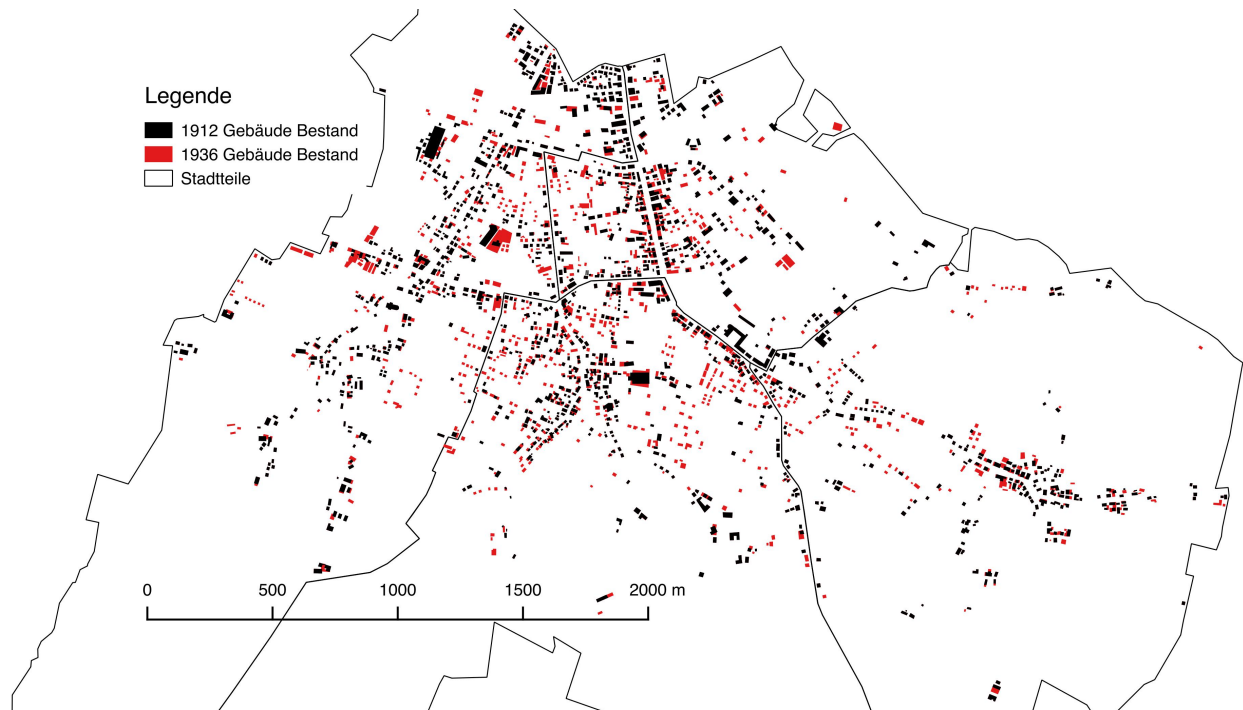


Abb 24. Gebäudeflächenentwicklung 1912-1936. Eigene Abbildung.

Kreuzlingen emanzipierte sich nach Erni und Raimann (2009, S. 53f) als Folge des Ersten Weltkriegs von Konstanz und es entwickelte sich zu einem eigenständigen Geschäfts- und Einkaufszentrum. Die neuen Lokale wurden vor allem entlang der Hauptstrasse erbaut oder in bereits bestehende Häuser eingerichtet. Somit gewann die Baukonjunktur nach dem Ersten Weltkrieg wieder an Fahrt. Die Grenzhemmnisse wurden um 1924 weitgehend abgebaut und Kreuzlingen entwickelte sich wieder rasant. Es siedelten sich zwar keine weiteren Industrien an, aber die bestehenden wurden zu einem grossen Teil erneuert oder erweitert. Die Weltwirtschaftskrise und die ab 1929 wieder zunehmenden Grenzbehinderungen führten zu erneuten Schwierigkeiten der Kreuzlinger Wirtschaft.

Auf der Abb 24 sind die vergrösserten Industriebauten, neue Einfamilienhäuser sowie Reihensiedlungen erkennbar. Egelshofen weist auch für diesen Zeitraum eine sehr hohe Bautätigkeit auf. Die Gebäudefläche wuchs in Egelshofen um 49%, während der Zuwachs für ganz Kreuzlingen nur 33% betrug. Gebaut wurde aber nicht mehr vorwiegend in der Ebene, sondern verstärkt auch an den Hanglagen. Während diese Gebäude zwischen Kurzrickenbach und Egelshofen weit gestreut erstellt wurden, sind die neu erstellten Gebäude zwischen Egelshofen und Emmishofen kompakter. Gut zu erkennen ist das dicht bebaute Geschäfts- und Einkaufszentrum an der Hauptstrasse im Bereich des heutigen Boulevards.

Auf der Abb 25 ist die Vergrösserung der Siedlungsfläche einerseits in der Ebene, andererseits an den Hanglagen zu erkennen. Die Siedlungsfläche wuchs jährlich durchschnittlich um 1.2% oder 2.2ha. Wenn man die Industrieareale abzieht, wuchs die Siedlungsfläche jährlich um 1.1%.

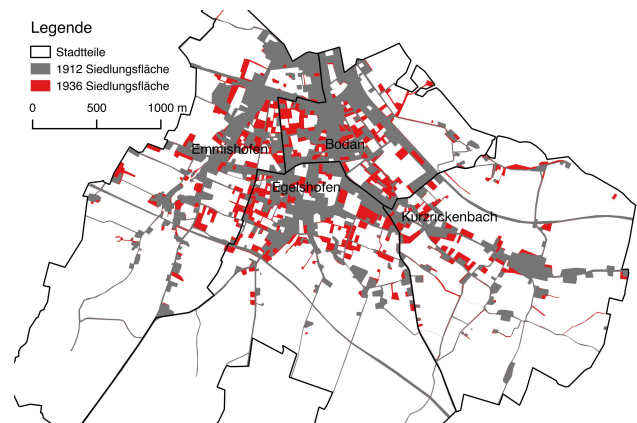


Abb 25. Siedlungsflächenentwicklung 1912-1936. Eigene Abbildung.



Erni und Raimann (2009, S. 55) beschreiben das Siedlungsbild um 1930 trotz der bestehenden Industrie als kleine Gartenstadt mit vollständig offener Bauweise. Die Freiflächen zwischen den Gebäuden bilden Parkanlagen, Hausgärten und Landwirtschaftsareale. Die Weingärten, welche das Landschaftsbild bis zum Ende des 19. Jh. massgeblich prägten, sind in der Zwischenkriegszeit komplett verschwunden.

#### 5.2.1.4 Entwicklung 1936-1958

In den 22 Jahren zwischen 1936 und 1958 kamen 267 neue Gebäude dazu (Abb 26). Die Gebäudefläche wuchs jährlich durchschnittlich um 1% oder 0.4 ha. Der Gebäudeflächenwachstum ohne die Berücksichtigung von Industriegebäuden betrug jährlich ebenfalls 1%.

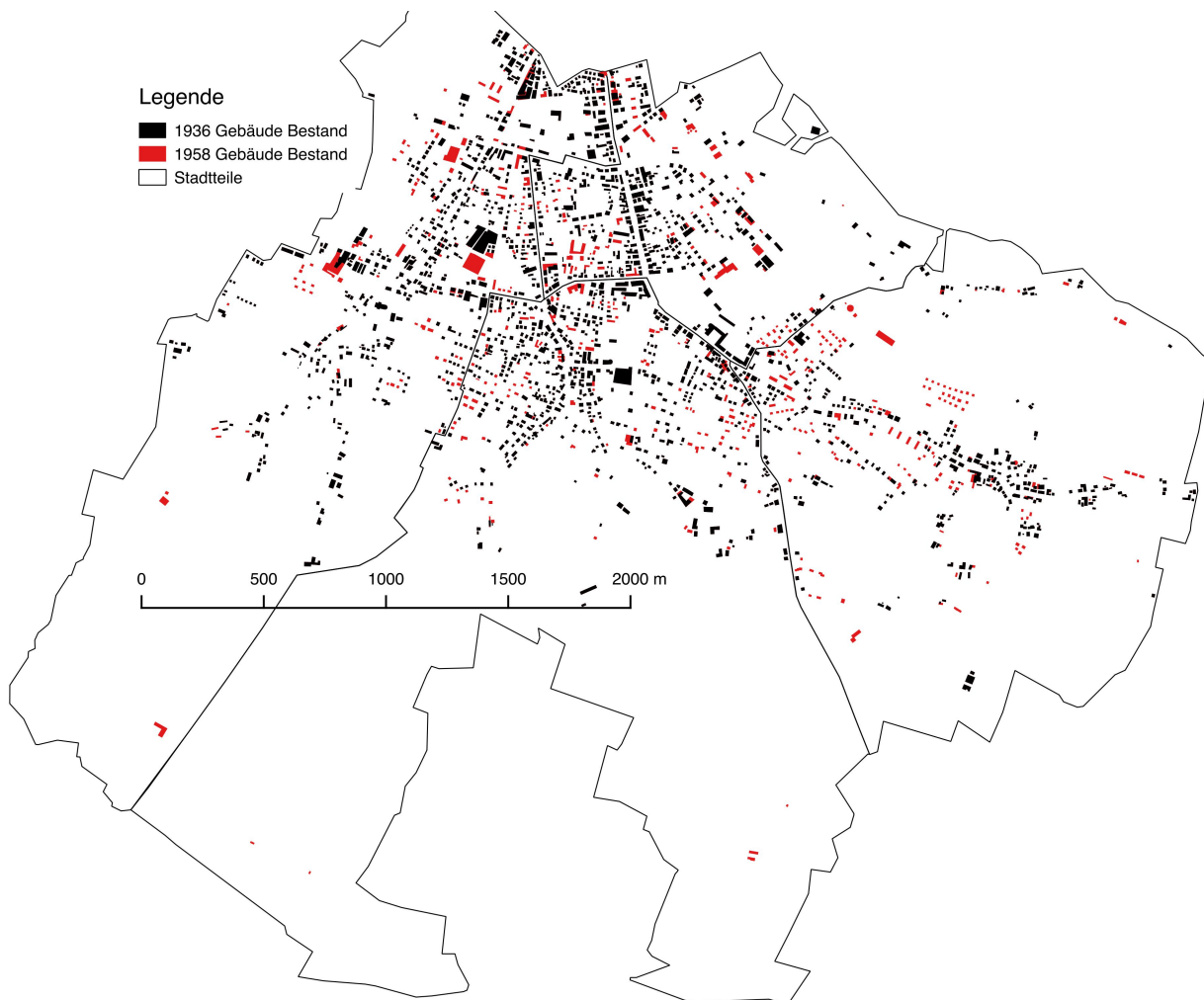


Abb 26. Gebäudeflächenentwicklung 1936-1958. Eigene Abbildung.

Mit Beginn des Zweiten Weltkriegs wurde die Landesgrenze wieder vollständig geschlossen und Konstanz wurde für die Kreuzlinger wieder unerreichbar. In dieser Zeit akzentuierte sich nach Erni und Raimann (2009, S. 56f) die Verselbstständigung Kreuzlingens zunehmend. Die Struktur der lokalen Wirtschaft änderte sich nicht gross. Verschiedene industrielle Branchen waren durch Armeeaufträge gut ausgelastet und auch das Baugewerbe erlebte dank Aufträgen des Bundes (Befestigungs- und Luftschutzanlagen) einen gewissen Aufschwung. Währenddessen kam die private

Bautätigkeit weitgehend zur Ruhe. Nach dem Zweiten Weltkrieg begann die Phase der Hochkonjunktur, welche etwa bis 1973 anhielt. Die wachsende Industrie bildete die Basis für diesen Aufschwung. Das Verhältnis zu Konstanz begann sich ab 1950 zu normalisieren und der Personen- sowie der Güterverkehr kamen allmählich wieder in Gang. Neben der Industrie war das Baugewerbe stärkster Wachstumsmotor. Die Bautätigkeit beschränkte sich nicht nur auf Gebäude, denn auch viele Strassen wurden im Stadtinnern ab 1950 erneuert und verbreitert. Ab 1950 kam es zu vielen Hausabbrüchen, da im Zuge des steigenden Wohlstands viele Altbauten durch grössere, komfortabler eingerichtete Neubauwohnungen ersetzt wurden.

Abb 26 zeigt die Bautätigkeit der Gebäude über den Zeitraum von 1936 bis 1958. Es fällt auf, dass erstmals einige Gebäude sehr weit südlich abgelegen von der bisherigen Siedlung errichtet wurden. Während die Gebäudeflächen Kreuzlingens insgesamt um 22% wuchsen, wies Kurzrickenbach ein Wachstum von 33% auf. Es entstanden mehrere grosse Mehrfamilienhäuser und ganze neue Wohnsiedlungen entlang der Romanshorerstrasse, welche weit gestreut sind. In den Stadtteilen Bodan, Egelshofen und Emmishofen wurden sehr viele Baulücken ausgefüllt und insgesamt verdichtet. Der Anstieg der Industriegebäude war in Kreuzlingen nicht markant, wobei in Egelshofen fast gar keine neuen Industriegebäude errichtet wurden. In Kurzrickenbach wurden einzelne Industriegebäude nördlich der Romanshorerstrasse erbaut.

Auf der Abb 27 ist die Ausweitung der Siedlungsfläche in Kurzrickenbach und die Schliessung vieler Baulücken innerhalb ganz Kreuzlingens zu erkennen. Zudem erkennt man die Inanspruchnahme der Siedlungsflächen im Süden der Gemeindefläche. Die grössere neu entstandene Siedlungsfläche im Südwesten ist die Kaserne, welche im Wald errichtet wurde. Die Siedlungsfläche wuchs jährlich durchschnittlich um 1% oder 2.4 ha. Wenn man die Industrieareale abzieht, wuchs die Siedlungsfläche jährlich ebenfalls um 1%.

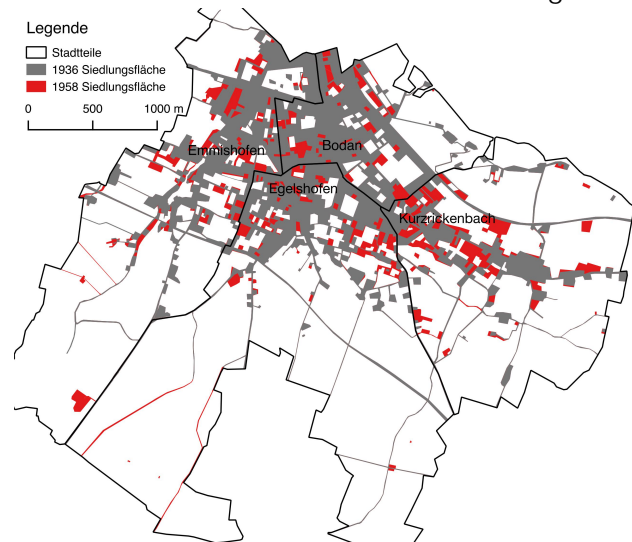


Abb 27. Siedlungsflächenentwicklung 1936-1958. Eigene Abbildung

### 5.2.1.5 Entwicklung 1958-1984

In den 26 Jahren zwischen 1958 und 1984 kamen 539 neue Gebäude dazu (Abb 28). Ihre Gebäudefläche Die Gebäudefläche wuchs jährlich durchschnittlich um 2.6% oder 1.3 ha. Somit hat sich der relativ konstante jährliche durchschnittliche Zuwachs der Gebäudefläche der letzten drei Zeitabschnitte von 0.4 ha/Jahr etwa verdreifacht. Das Gebäudeflächenwachstum ohne die Berücksichtigung von Industriegebäuden betrug jährlich 1.8%.

Da die Phase der Hochkonjunktur bereits im Jahr 1950 begann, lag der Start dieses Zeitabschnitts schon mitten in dieser Boomphase. Angesichts der regen Bautätigkeit verabschiedete die Stadt nach Erni und Raimann (2009, S. 56f) im Jahr 1958 ein neues Baureglement sowie ihren ersten

Zonenplan. Beides war von der Wachstumseuphorie der 50er-Jahre geprägt. Nach diesen Plänen sollte die Stadt beim Vollausbau von 30'000 Menschen bewohnt werden. Die Industrie- und Bauzonen wurden sehr grosszügig bemessen und den Bauherren grosse Freiheiten gewährt. Als Industriestandorte wurden die bereits genutzten Standorte im Westen der Stadt und neu das Töbeli, ein Teil von Klein-Venedig und ein riesiges Gelände nördlich der Romanshornerstrasse ausgewiesen. Als Kernzone der Stadt definierte der Plan die alten Dorfkerne von Kurzrickenbach und Egelshofen sowie das gesamte Areal zwischen der Haupt-, Konstanzer- und Untersee-/Löwenstrasse. Im Jahr 1973 kam Kreuzlingen vor dem Hintergrund der Kritik am blossen Wachstumsdenken und der aufkommenden Umweltbewegung zur Erkenntnis, dass viele Überbauungen der letzten Jahrzehnte zu massiv ausgefallen waren. Im selben Jahr nahm die Stadt eine Revision des Zonenplans und des Baureglements in Angriff, welche 1978 in Kraft trat. Die grossstädtischen Überbauungsideen wurden überarbeitet. Die Ausnutzungsziffern wurden herabgesetzt und die Zonen mit grosser Überbauungsdichte verkleinert. Die urbanen Überbauungen versuchte man entlang der Achsen Haupt-, Löwen- und Konstanzerstrasse zu konzentrieren. Im restlichen Gebiet strebte man eine weitgehende Trennung von Arbeits- und Wohnzone an. Die Zonenplanung rechnete nicht mehr mit 30'000 Ortseinwohnern. Diese Zahl wurde laufend heruntergesetzt. Im Jahr 2000 rechnete man noch mit 22'000 Einwohnern.

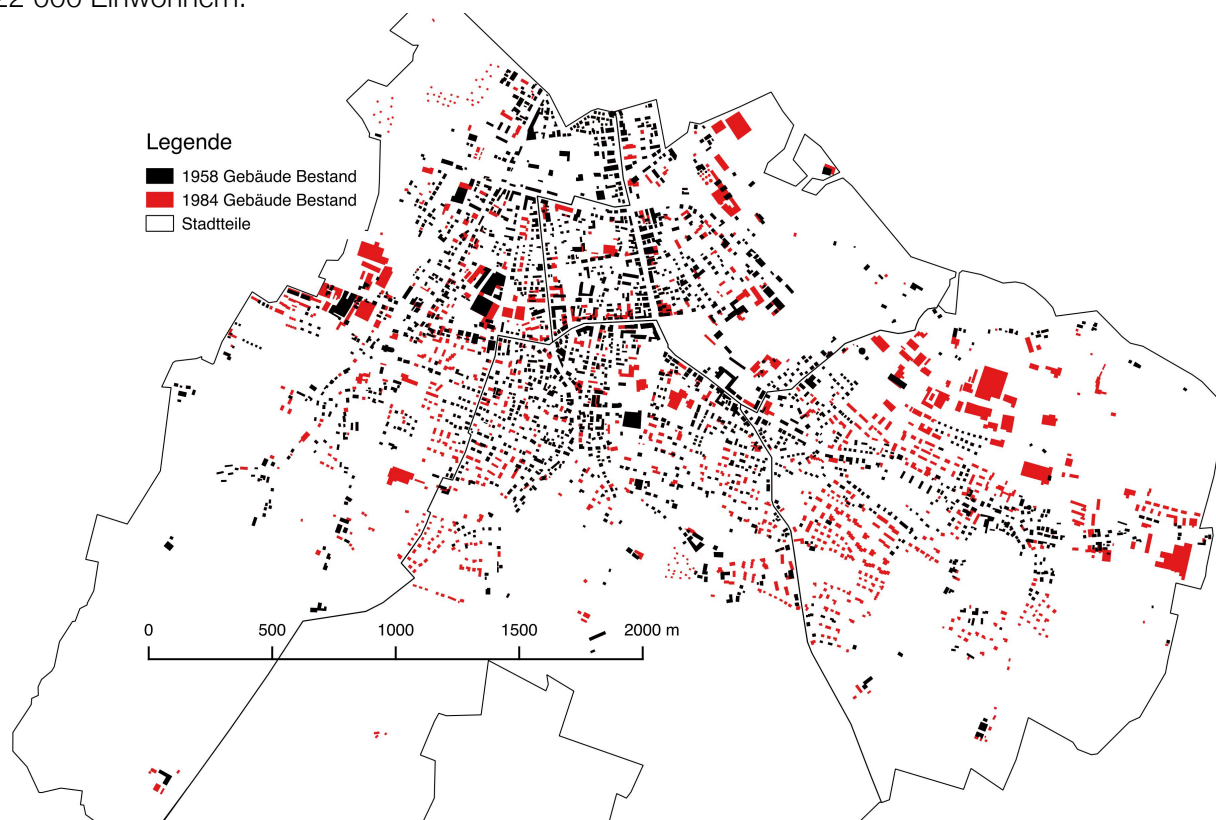


Abb 28. Gebäudeflächenentwicklung 1958-1984. Eigene Darstellung

Abb 28 zeigt die enorme bauliche Aktivität dieser 26 Jahre. Neben den vielen grossflächigen Industriegebäuden erkennt man die vielen neuen Wohnsiedlungen, welche am Rand der bisherigen Siedlung erstellt wurden (Sonnenberg, Remisberg, Weinberg, Schelmenhalde, Fridberg und Schmitten). Im Töbeli wurden zudem viele Schrebergärten errichtet. Zusätzlich zu den am Rande gelegenen neuen Überbauungen erkennt man auch die grosse bauliche Aktivität im Zentrum. Innerhalb der



Abb 29. Industriebauten 1958-1984. Eigene Abbildung

wurden. In der Abb 29 sind alle Industriegebäudeflächen der Jahre 1958 und 1984 hervorgehoben. Die Industriegebäudefläche von Kurzrickenbach wuchs in diesen 26 Jahren um mehr als 1700%.

Abb 30 zeigt die Ausweitung der Siedlungsfläche insbesondere die Flächeninanspruchnahme der Industriezone in Kurzrickenbach und der vielen am Rand liegenden neu erstellen Überbauungen. Man erkennt ebenfalls die Schliessung vieler Baulücken innerhalb ganz Kreuzlingens. Zudem erkennt man die Siedlungsflächeninanspruchnahme im Süden (neu erstelle Strassen) der Gemeindefläche. Die Siedlungsfläche wuchs jährlich durchschnittlich um 1.8% oder 5.3 ha. Wenn man die Industrieareale abzieht, wuchs die Siedlungsfläche um 1.2%.

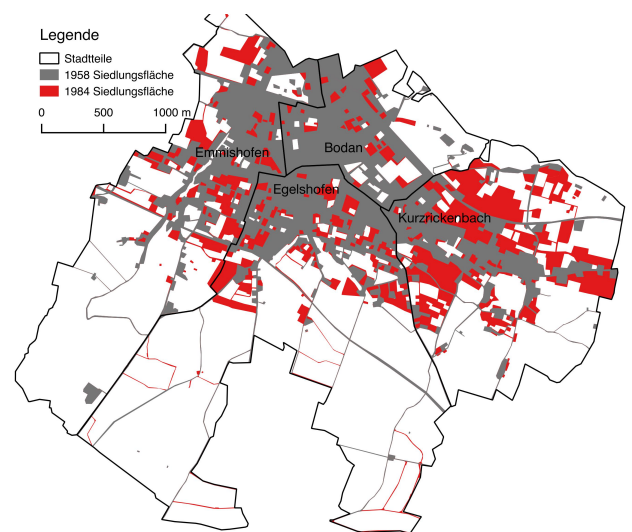


Abb 30. Siedlungsflächenentwicklung 1958-1984. eigene Abbildung

### Zusammenfassung 1958-1984:

Die Gebäudefläche ist gegenüber der Siedlungsfläche schneller gewachsen. Die jährlich absolute durchschnittliche Zunahme der Gebäude- und der Siedlungsfläche lag von 1885 bis 1958 relativ konstant bei etwa 0.4 ha/Jahr Gebäudefläche und 2.4 ha/Jahr Siedlungsfläche. Im Zeitabschnitt 1958 bis 1984 wuchs die Gebäudefläche jährlich durchschnittlich um 1.3 ha und die Siedlungsfläche um 5.3 ha. Somit hat sich diese jährliche Flächeninanspruchnahme der Gebäudefläche in etwa verdreifacht und die der Siedlungsfläche verdoppelt. Zurückzuführen ist diese Steigerung auf die rasante Zunahme von Industriegebäuden. Der jährliche durchschnittliche Zuwachs der Gebäudeflächen, ohne die Berücksichtigung der Industriegebäude, beläuft sich für den Zeitraum 1936 bis 1958 auf 0.34 ha und für den Zeitraum 1958 bis 1984 auf 0.74 ha. Somit hat sich das durchschnittliche absolute Gebäudeflächenwachstum pro Jahr auch ohne die Industriegebäude verdoppelt.



### 5.2.1.6 Entwicklung 1984-2014

Um die jüngste Siedlungsentwicklung differenzierter abzubilden, wurde für diesen Zeitraum noch eine zusätzliche Zustandsaufnahme der Gebäude des Jahres 2002 vorgenommen. In den 18 Jahren bis 2002 kamen 184 neue Gebäude dazu (Abb 31). Die Gebäudefläche wuchs jährlich durchschnittlich um 0.9% oder 0.76 ha. Somit hat sich dieser Wert verglichen mit dem vorherigen Zeitabschnitt stark abgeschwächt. Trotzdem ist er immer noch deutlich höher als vor 1958. Das mittlere jährliche Gebäudeflächenwachstum ohne die Berücksichtigung von Industriegebäuden beträgt ebenfalls 0.9%.

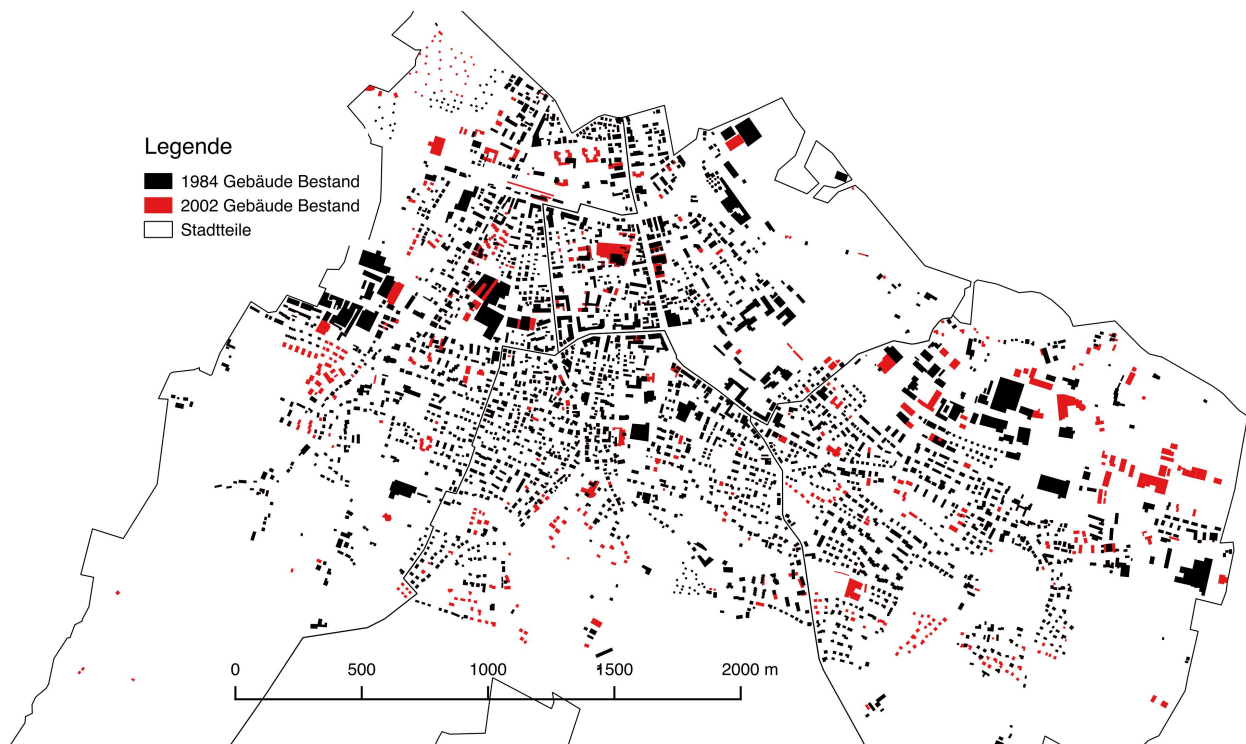


Abb 31. Gebäudeflächenentwicklung 1984-2002. Eigene Darstellung.

Nach Erni und Raimann (2009, S. 60) verlangsamte sich die Bautätigkeit Kreuzlingens mit der im Jahre 1978 in Kraft getretenen Revision des Zonenplans und des Baureglements insgesamt wieder. Um die fehlenden Steuereinnahmen der weggezogenen Gastarbeiter der 1970er-Jahre wettzumachen, wies die Stadt neues Bauland für Einfamilienhäuser an attraktiver Lage aus. So entstanden an den Hanglagen verschiedene Einfamilienhausquartiere. Östlich von Kurzrickenbach entstand in den frühen 1980er-Jahren eine typisch moderne Vor- oder Zwischenstadt, welche seither ganz mit dem Nachbarort Bottighofen verwachsen ist.

Auf der Abb 31 sind diese neu entstandenen Einfamilienhausquartiere im Bereich Granegg, Fridberg, Remisberg und Sonnenberg erkennbar. Ebenfalls zu sehen sind die neu erstellten Industriegebäude in Kurzrickenbach und im Töbeli. Der Bellevuepark wurde umgestaltet und innerhalb der Siedlung wiederum baulich verdichtet. Der Westen der Stadt erlebte mit dem Autobahnteilstück A7, inklusive dem Girsbergtunnel und dem Gemeinschaftszoll, eine rasante Bauentwicklung, die aber nicht wirklich zu sehen ist, da das Zollgebäude grösstenteils auf Tägerwiler Gemeindeboden liegt.

In den 12 Jahren von 2002 bis 2014 kamen 554 neue Gebäude dazu (Abb 32). Die Gebäudefläche wuchs jährlich durchschnittlich um 1.7%. Pro Jahr wuchs die Gebäudefläche durchschnittlich um 1.6 ha. Dieser Wert ist gegenüber dem vorherigen Zeitraum (1984-2002) wieder stark gestiegen. Dieses jährliche Wachstum ist sogar höher als während der Phase des Baubooms (1958-1984). Das mittlere jährliche Gebäudeflächenwachstum ohne die Berücksichtigung von Industriegebäuden beträgt auch 1.7%. Dies bedeutet, dass die hohe Bautätigkeit vor allem auf die Errichtung von Wohnhäusern oder öffentlicher Bauten zurückzuführen ist. Der jährliche durchschnittliche Zuwachs der Gebäudeflächen ohne die Berücksichtigung der Industriegebäude beläuft sich auf 1.25 ha.

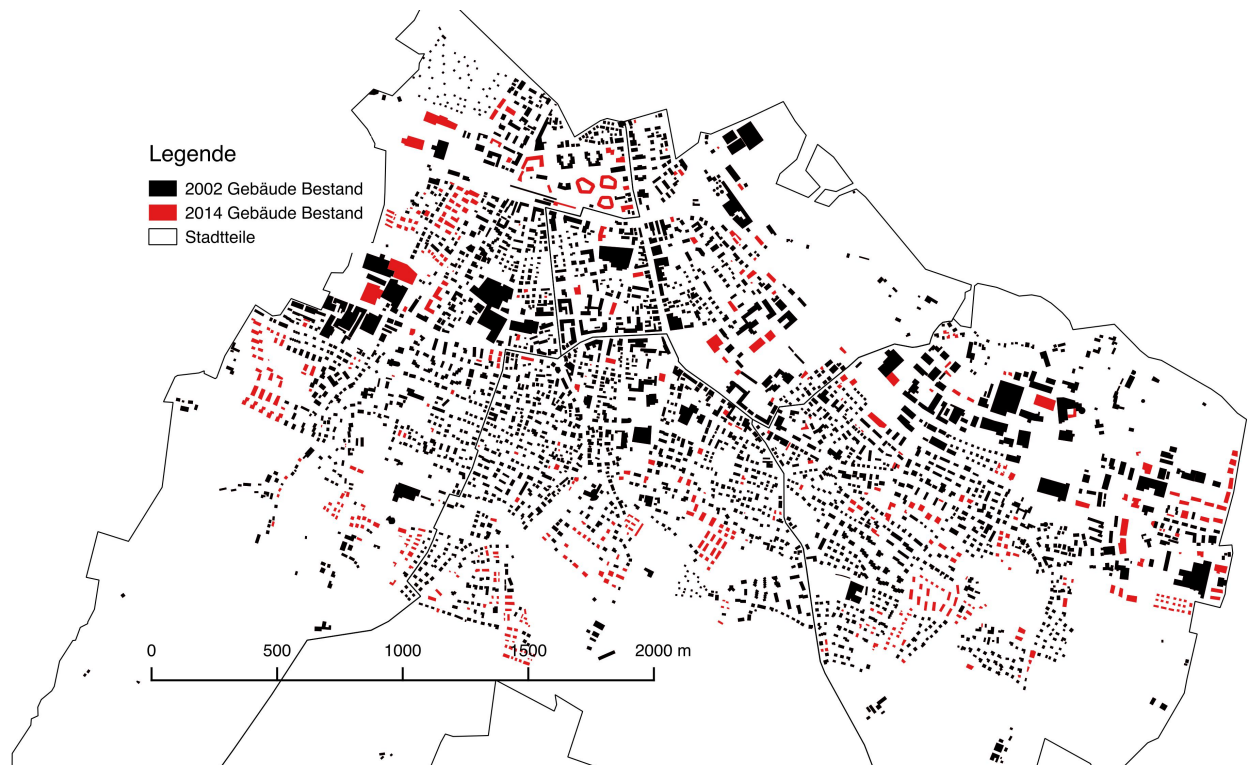


Abb 32. Gebäudeflächenentwicklung 2002-2014. Eigene Darstellung.

Da die Wirtschaftskrise der 1990-Jahre nach Erni und Raimann (2009, S. 60f) überwunden war und die Personenfreizügigkeit 2002 in Kraft trat, setzte erneut eine starke Zuwanderung, hauptsächlich aus Deutschland ein. Der Bausektor erlebte einen neuerlichen Boom. Dieser manifestierte sich vor allem in der Errichtung neuer Wohnüberbauungen, in einer baulichen Verdichtung und in der Umnutzung alter Bausubstanz.

Auf der Abb 32 ist zu erkennen, dass in diesem jüngsten Zeitabschnitt sehr viele Mehrfamilienhäuser errichtet wurden. Der Bellevuepark und der Bereich westlich der Konstanzerstrasse erlebte eine rasante bauliche Veränderung. Die bauliche Tätigkeit war in den folgenden Bereichen ebenfalls sehr hoch: Granegg, Bernrain, westlich und nördlich des Gaissbergs, Besmer und im östlichen Kurzrickenbach. Das grösste Wachstum der Gebäudeflächen war im Emmishofen sichtbar (+ 28%). Während in Kurzrickenbach (+20%) und Egelshofen (+16%) ebenfalls eine hohe bauliche Aktivität festzustellen war, wuchs die Gebäudefläche von Bodan lediglich um 11%. Da der Zentrumsbereich von Kreuzlingen schon mehrheitlich überbaut war, wurde fast ausschliesslich am Rand der Siedlung gebaut. Zusätzlich fand wiederum eine bauliche Verdichtung innerhalb der bestehenden Siedlung statt. Die Erstellung von Industriegebäuden nahm in diesem Zeitraum verglichen mit den vorherigen

Jahrzehnten stark ab. Während in Bodan und Egelshofen der Bau von Industriegebäuden stagnierte, weisen Emmishofen und Kurzrickenbach ein Wachstum der Industriegebäudeflächen von 23% und 16% auf.

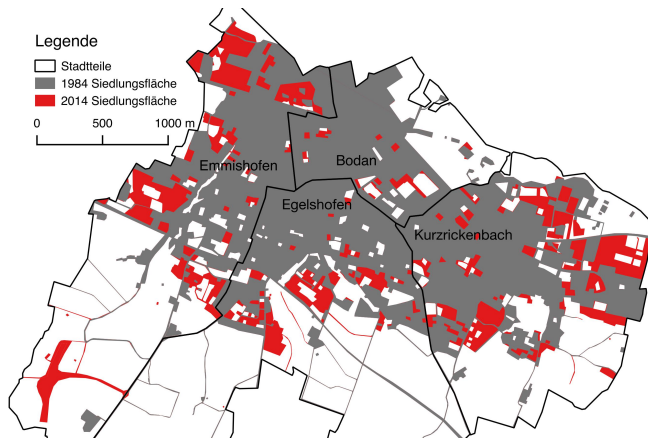


Abb 33. Siedlungsflächenentwicklung 1984-2014. Eigene Abbildung.

Die Siedlungsfläche wuchs jährlich durchschnittlich um 0.8% oder 3.3 ha. Wenn man die Industrieareale abzieht, wuchs die Siedlungsfläche jährlich ebenfalls um 0.8%.

Auf der Abb 33 ist die Ausweitung der Siedlungsfläche, insbesondere die Flächeninanspruchnahme der am Rand liegenden neu erstellen Überbauungen zu sehen. Man erkennt ebenfalls die Schliessung einiger Baulücken innerhalb Kreuzlingens. Zudem erkennt man südwestlich des Untersuchungsgebiets die Autobahnauffahrt Kreuzlingen Süd. Die Siedlungsflächeninanspruchnahme im Töbelen geht ebenfalls zu einem grossen Anteil auch auf die Autobahnanbindung zurück. Die

### Zusammenfassung 1984-2014:

Die Gebäudefläche ist gegenüber der Siedlungsfläche schneller gewachsen. Im Zeitabschnitt 1984 bis 2014 wuchs die Siedlungsfläche jährlich durchschnittlich um 3.3 ha und hat sich somit gegenüber dem Zeitraum 1958-1984 (5.3 ha/Jahr) stark abgeschwächt. Auch die jährliche durchschnittliche Zunahme der Gebäudefläche scheint sich für diesen Zeitraum von 1.3 ha/Jahr auf 1.1 ha/Jahr abgeschwächt zu haben. Durch die Gebäudeflächenerfassung des Jahres 2002 erkennt man aber, dass dessen Wachstum von 1984 bis 2002 0.75 ha/Jahr und ab dem Jahr 2002 bis 2014 1.58 ha/Jahr beträgt. Das Gebäudeflächenwachstum des jüngsten Zeitabschnitts weist somit das höchste Wachstum seit dem Jahre 1885 und vermutlich der Geschichte von Kreuzlingen auf. Erstaunlich ist zudem, dass die Zunahme der Gebäudeflächen während der Boomphase vor allem auf die grossen Industriegebäude zurückzuführen ist, während im jüngsten Zeitabschnitt mehrheitlich Mehrfamilienhäuser gebaut wurden.

#### 5.2.1.7 Gebäudeflächengrössen

Die Gebäude oder zumindest die in Anspruch genommene Bodenflächen eines Gebäudes wurden im Verlauf des Untersuchungszeitraums grösser. Um Berechnungen für die Streuung vorzunehmen, musste die durchschnittliche Gebäudefläche in einen Kreis umgerechnet werden. Die Abb 34 zeigt die Durchmesser eines Mustergebäudes für die einzelnen Untersuchungsjahre und den Trend zu immer grösseren Gebäuden. Die

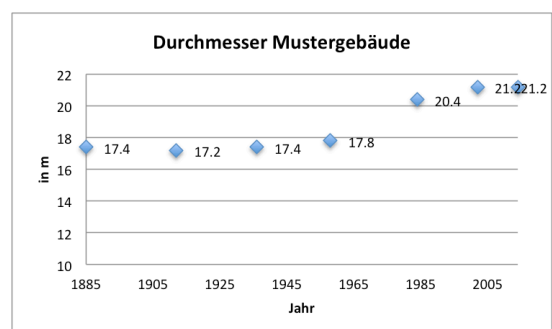


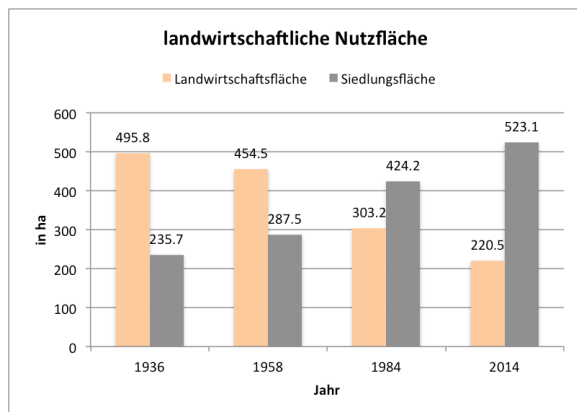
Abb 34. Durchschnittliche Gebäudegrössen der Untersuchungsjahre. Eigene Berechnungen mit Qgis



Durchmesser nahmen bis ins Jahr 1958 nur minimal zu. Durch die Errichtung von grossflächigen Mehrfamilienhäusern und Industriegebäuden nahm der durchschnittliche Gebäudedurchmesser ab dem Jahr 1958 extrem zu. 1984 betrug dieser schon 20.4m und stieg auch bis ins Jahr 2014 leicht an.

## 5.2.2 Landwirtschaftsflächenentwicklung

Gemäss der Arealstatistik (BFS, 2015a) befindet sich neues Siedlungsgebiet hauptsächlich auf ehemaligen Landwirtschaftsflächen. Auf Grund der stetigen Zunahme der Siedlungsfläche liegt die



Vermutung nahe, dass die landwirtschaftliche Nutzfläche einer Gemeinde immer geringer wird. Der erwartete Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche der Gemeinde Kreuzlingen ist auf der Abb 35 sichtbar. Ebenfalls zu sehen ist die Siedlungsflächeninanspruchnahme derselben Untersuchungsjahre. Es fällt auf, dass die Siedlungsfläche in ähnlichem Ausmass wächst, wie die landwirtschaftliche Nutzfläche schrumpft, was die Aussage der Arealstatistik bestätigt. Zwischen 1936 und 1958 schrumpft die landwirtschaftliche Nutzfläche jährlich durchschnittlich um 1.8 ha. Im gleichen Zeitraum wächst die Siedlungsfläche jährlich durchschnittlich um 2.4 ha.

Abb 35. Landwirtschaftsflächenentwicklung 1936-2014. Eigene Berechnungen mit Qgis

Im nächsten Zeitraum zwischen 1958 und 1984 schrumpft die landwirtschaftliche Nutzfläche jährlich durchschnittlich um 5.8 ha. Dieser starke Rückgang ist zu einem grossen Teil auf die Ansiedelung

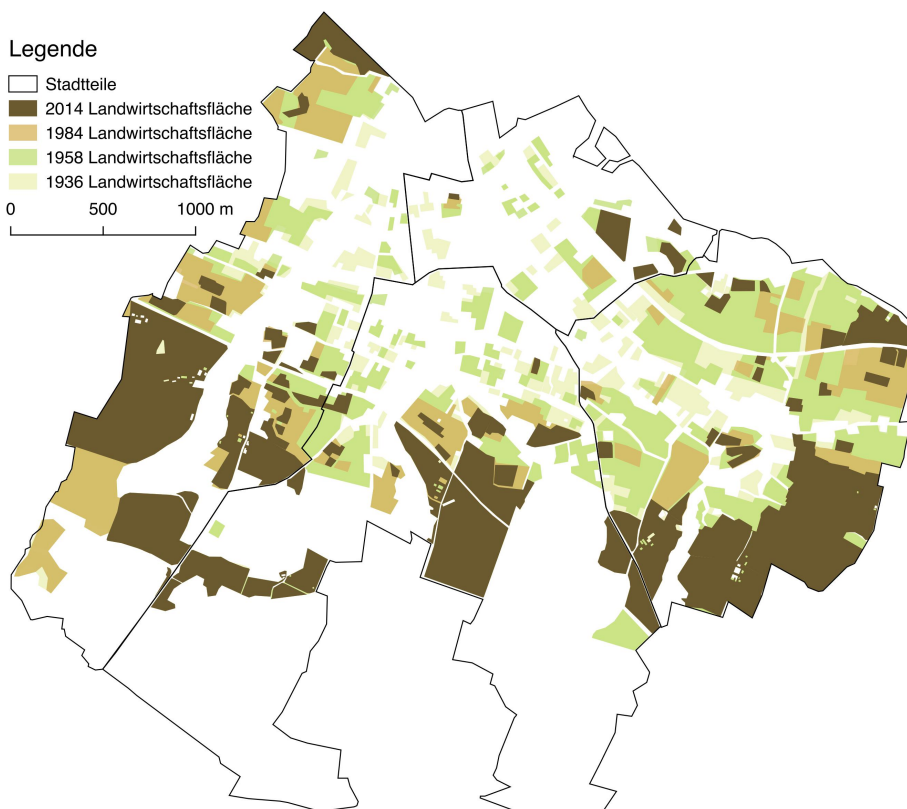


Abb 36. Landwirtschaftsflächenentwicklung 1936-2014. Eigene Abbildung

der Industrie in Kurzrickenbach und die Erstellung von Ein- und Mehrfamilienhäuser im Bereich Remisberg zurückzuführen (vgl. Abb 36). Dieser starke Rückgang korreliert mit dem durchschnittlichen Siedlungsflächenzuwachs von 5.3 ha/Jahr desselben Zeitraums. Im jüngsten Zeitabschnitt (1984-2014) beträgt der jährliche durchschnittliche Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche 2.8 ha, während pro Jahr durchschnittlich 3.3 ha neue Siedlungsfläche entstanden ist.

Auf der Abb 36 ist der Rückgang der landwirtschaftlichen Nutzfläche zwischen 1936 und 2014 ersichtlich. Die Landwirtschaftsfläche wird von der Siedlungsfläche langsam aus der Ebene verdrängt. 2014 befand sich der Grossteil der Landwirtschaftsfläche südlich der Siedlungsfläche, umgeben von Wäldern.

### 5.2.3 Gewässer- und Waldflächenentwicklung

Mit der Siedlungsflächenausbreitung gehen in der Regel neben landwirtschaftlichen Nutzflächen auch Lebensräume für Tiere und Pflanzen sowie siedlungsnahe Erholungsflächen verloren. Aus diesem Grund wird die Gewässer- und Waldflächenentwicklung der Gemeinde Kreuzlingen genauer betrachtet. Aus der Abb 37 ist erkennbar, dass die Gewässerfläche über den Zeitraum von 129 abgenommen hat. Dieser Rückgang ist weniger auf die Aufschüttung von Teichen und Weihern zurückzuführen, als auf die Seeaufschüttung im Bereich Seeburgpark. Bei der Waldflächenentwicklung sind zwei Trends zu erkennen. In der ersten Hälfte des Untersuchungszeitraums nimmt die Waldfläche zu, während sie in der zweiten Hälfte abnimmt. Im Jahr 2014 ist die Waldfläche trotz des leichten Rückgangs noch grösser als im Jahr 1885.

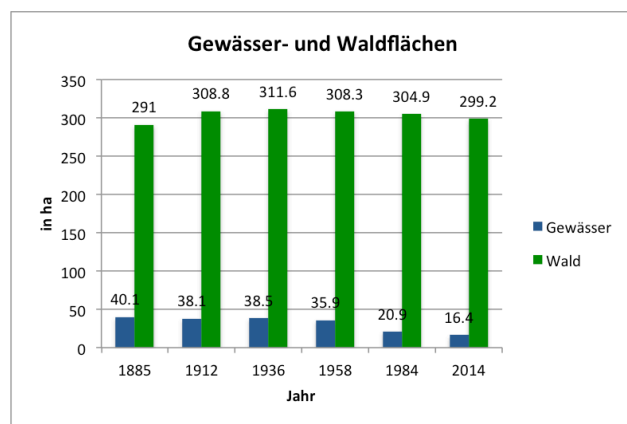


Abb 37. Gewässer- und Waldflächenentwicklung 1885-2014. Eigene Berechnungen mit Qgis

Auf der Abb 38 ist die Gewässerflächenentwicklung von 1885 bis 2014 zu sehen. Neben der Seeaufschüttung geschah die grösste Veränderung bei den Lengwiler Weihern (Südöstlich gelegen). Der grosse westlich gelegene Weiher wurde grösstenteils zugeschüttet und war im Jahr 2014 deutlich kleiner als 129 Jahre zuvor.

Im Laufe der Zeit sind aber auch Gewässerflächen neu entstanden. Der grösste Weiher südwestlich der Gemeindefläche wurde anlässlich der Waldrodung aufgrund der Autobahnanbindung im selben Gebiet erstellt. Ebenfalls ist zwischen den Jahren 1912 und 1936 neu der Weiher südlich des Gebiets Töbeli dazugekommen.

Die markanteste Veränderung geschah aber mit der Seeaufschüttung im Norden der Stadt. Damit diese Seeaufschüttung in den Karten festgehalten werden konnte, wurde für alle Untersuchungsjahre die Gemeindefläche aus dem Jahr 2014 gewählt. Wie auf der Abb 38 zu erkennen ist, verläuft die Uferlinie des Jahres 1885 (also die Gemeindegrenze) entlang der roten Linie. Die Fläche zwischen der ehemaligen Uferlinie und der heutigen Uferlinie wurde deswegen als Gewässer klassiert. Die dunkelblauen Flächen markieren die Gewässerflächen aus dem Jahr 2014. Zu erkennen ist, dass

auch im aufgeschütteten Bereich auf dem Gemeindeboden einige Gewässerflächen vorhanden sind, wie zum Beispiel der Boots-/Yachthafen.

Gemäss Erni und Raimann (2009, S. 58f) besass Kreuzlingen bis in die frühen 1920er-Jahre keinen eigenen Hafen. Lastschiffe konnten nur in den Sommermonaten und bei hohem Pegelstand am Ufer anlegen, in der übrigen Zeit mussten die Waren in Konstanz abgeliefert und mit Fuhrwerken nach Kreuzlingen transportiert werden. Die erste Seeaufschüttung geschah im Bereich Klein-Venedig vor 1920, indem Kehrlicht in den See geschüttet und dadurch Land gewonnen wurde. Weil der Erste Weltkrieg die Grenzverhältnisse zu Konstanz einschneidend veränderte, erbaute man 1921-1923 an diesem Ort einen eigenen Hafen. Dieser diente grundsätzlich dem Warenumsatz und wurde von

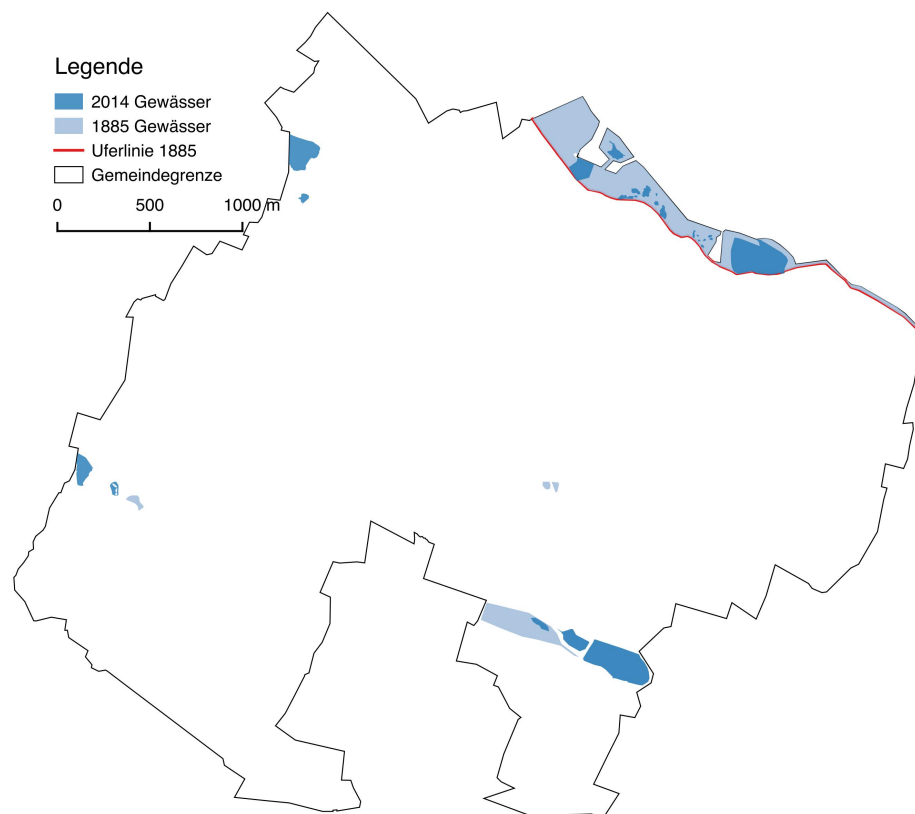


Abb 38. Gewässerflächenentwicklung 1885-2014. Eigene Abbildung

der Bevölkerung mangels attraktiver Quaianlagen nicht genutzt. Das Hafengelände wurde 1954/55 baulich verändert, woraufhin der Publikumsverkehr zunahm. Die Stadt kaufte 1958 den östlich des Hafens gelegenen Seeburgpark und machte diesen öffentlich. Bis zu Beginn der 1970er-Jahre wurden die Uferstreifen vor Klein-Venedig und des Seeburgparks durch Aufschüttungen erheblich verbreitert. Mit diesen Aufschüttungen entstand ein riesiger Erholungs- und Freizeitraum. 1986 erfolgten der Bau des Boot-/Yachthafens und die Aufschüttung der Wollschweininsel.

Auf der Abb 39 ist die Entwicklung der Waldflächen über den Untersuchungszeitraum zu erkennen. Man erkennt, dass die Waldfläche einerseits zu- und andererseits abnimmt. Die dunkelgrüne Fläche markiert den Wald des Jahres 1885. Darin erkennt man einige Lücken, die über die Jahre geschlos-

sen wurden. Es wuchs auch neuer Wald entlang der verschiedenen Bäche und der Eisenbahnlinie im Seeburgpark.

An verschiedenen Stellen wurde auch Wald gerodet. Neben dem Rückgang des Waldes im Bellevuepark sind weitere Rodungen mit einer roten Ellipse markiert. Bei der rechten Ellipse musste Wald dem Bau der Eisenbahnverbindung über den Seerücken weichen. Der Wald in der mittleren Ellipse wurde auf Grund der Errichtung einer Panzersperre während des Zweiten Weltkrieges gerodet. Und bei der linken Ellipse musste der Wald aufgrund des Baus der Autobahnausfahrt Kreuzlingen Süd gerodet werden.

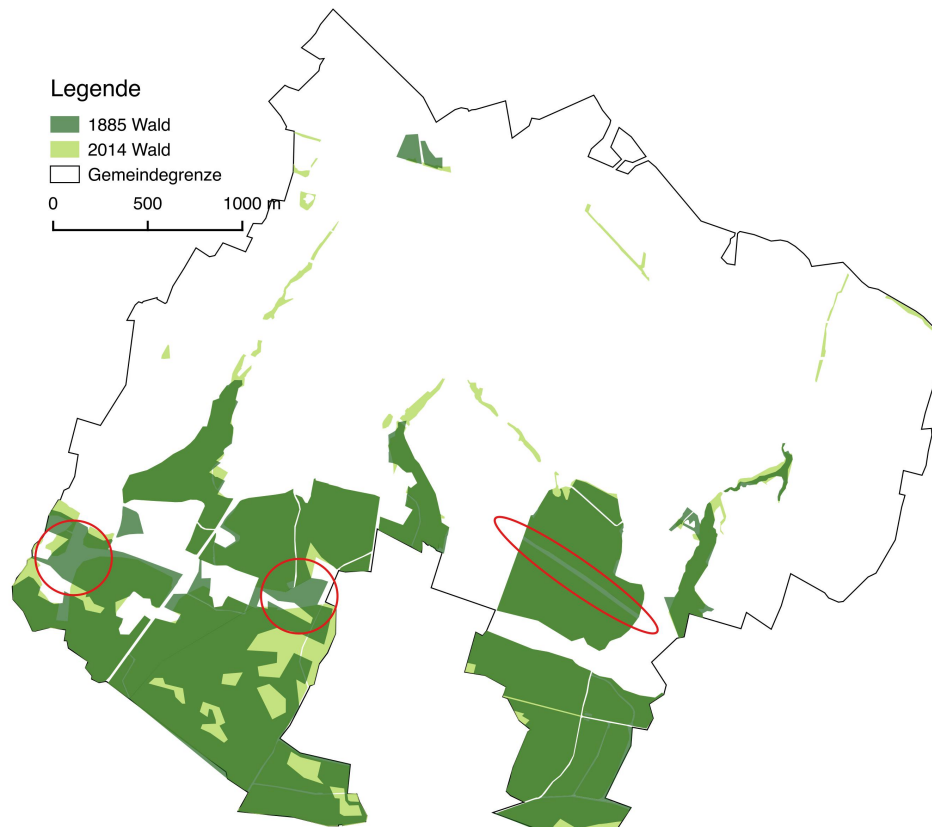


Abb 39. Waldflächenentwicklung 1885-2014. Eigene Abbildung

## 5.2.4 Diskussion und Fazit der Einwohner- und Nutzungsflächenentwicklung

### 5.2.4.1 *Flächenausbreitung*

Gemäss der Definition ist die Zersiedelung umso stärker, je mehr die Landschaft von Gebäuden durchsetzt ist. Es stellte sich heraus, dass die Gebäude- sowie die Siedlungsfläche der Gemeinde Kreuzlingen während des Untersuchungszeitraums immer grösser wurden. Machte die Siedlungsfläche 1885 noch 10% der Gemeindefläche aus, so waren es 2014 schon 45%. Verglichen mit der Schweiz und dem Thurgau macht die Siedlungsfläche einen riesigen Anteil der Gemeindefläche aus (Im Jahre 2009: Schweiz: 7.5%, Thurgau: 12%). 36% der Schweiz und 51% des Thurgaus waren 2009 landwirtschaftliche Nutzfläche. Die Gemeindefläche Kreuzlingen weist im Jahr 2014 gerade noch 19% Landwirtschaftsfläche aus. Die Gemeindefläche Kreuzlingen dient heutzutage zu einem sehr grossen Teil der Siedlung und nur zu einem geringen Teil der Landwirtschaft.

Während der letzten 129 Jahre wurden jeden Tag durchschnittlich 86m<sup>2</sup> des Bodens besiedelt. Dieser Wert ist aber nicht mit der versiegelten Bodenfläche gleichzusetzen, da z.B. auch private Gärten in der Siedlungsfläche enthalten sind. Während der letzten 129 Jahre entstanden auf dieser Siedlungsfläche jeden Tag durchschnittlich 20m<sup>2</sup> Gebäudefläche und beinahe 10m<sup>2</sup> Strassenfläche. Wenn dieses Siedlungsflächenwachstum weiterhin so anhält, wäre in rund 70 Jahren die ganze noch vorhandene Landwirtschaftsfläche Kreuzlingens besiedelt.

Während sich die Siedlungsfläche in den 129 Jahren um 343% vergrösserte, wuchs die darauf liegende Gebäudefläche um 519%. **In Bezug auf den Teilaspekt von der Siedlung in Anspruch genommene Fläche der Zersiedelungsdefinition von Schwick et al. (2010) lassen diese Ergebnisse darauf schliessen, dass sich Kreuzlingen während des Untersuchungszeitraums stark zersiedelte.**

Ewald und Klaus (2010, S. 330) schreiben, dass in der gesamten Schweiz 1961 erst 44% aller Bauten standen. Dieses Ergebnis kann für Kreuzlingen bestätigt werden. Im Jahr 1958 betrug die Gebäudefläche erst 42% der heutigen Gebäudefläche.

### 5.2.4.2 *Flächenausbreitung verglichen mit der Einwohnerentwicklung*

Da sich Zersiedelung aber nicht nur mit dem Zuwachs von Siedlungsfläche beschreiben lässt, wird auch die Einwohnerentwicklung berücksichtigt. Denn mit dem Zuwachs der Einwohner geht normalerweise auch ein Zuwachs der Siedlungsfläche einher. Nach dem Bundesamt für Statistik (BFS, 2015b) betrug die Einwohnerzahl im Jahre 1960 bereits 60% der heutigen Einwohnerzahl. Auch dieses Ergebnis kann für Kreuzlingen bestätigt werden. 1958 betrug die Einwohnerzahl 57% der heutigen Einwohnerzahl. Somit vermag auch für Kreuzlingen das Bevölkerungswachstum nicht die gesamte Zunahme der Gebäudefläche erklären, da diese seit 1958 überproportional zunahm.

Ein Merkmal von Zersiedelung nach Spitzer (2007, S. 754) ist die unverhältnismässige Zunahme des Landverbrauchs gegenüber dem Bevölkerungswachstum. Da der Begriff *unverhältnismässig* nicht genau definiert wurde, wird hier das jeweilige Wachstum der Gebäude- und Siedlungsfläche mit dem

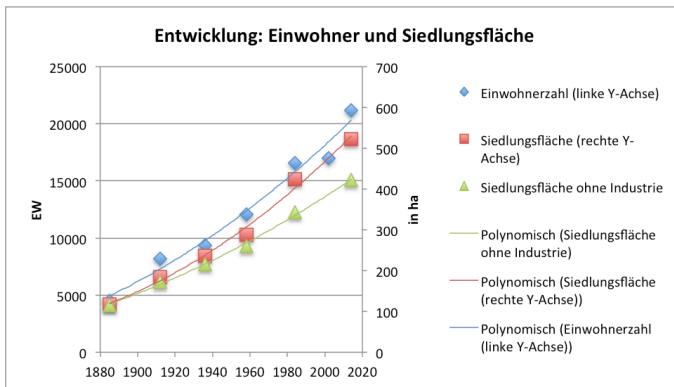


Abb 40. Entwicklungsvergleich von Einwohner und Siedlungsfläche. Eigene Berechnungen mit Qgis

inneren Verdichtung der Untersuchungsfläche hin. Wenn über einen Zeitraum immer mehr Einwohner auf derselben Fläche wohnen, wurde verdichtet. Abb 40 zeigt die Entwicklung der Einwohner und der Siedlungsfläche von Kreuzlingen. Die polynomische Linie verdeutlicht den Entwicklungstrend. Es zeigt sich, dass nicht nur die Siedlungsfläche stetig wuchs, sondern auch die Einwohnerzahl. Das Wachstum der Siedlungsfläche und der Einwohner verlief, über den gesamten Zeitraum gesehen, grösstenteils im selben Ausmass. Die Siedlungsfläche wuchs gegenüber den Einwohnern also verhältnismässig. Dies bedeutet, dass die Ausnützung der Siedlung in etwa gleich blieb. **Kreuzlingen erfuhr nach dem Ausnützungsindikator über den gesamten Untersuchungszeitraum ein urbanes Wachstum mit einer leichten Verdichtung und nicht eine Zersiedelung.**

Andere Forschungsarbeiten dividieren für solche Ausnützungsberechnungen die Fläche durch die Einwohner (EW) und Arbeitsplätze (AP), um einzelne Siedlungen besser miteinander vergleichbar zu machen. In Kreuzlingen gibt es sehr viele Arbeitsplätze, welche auch sehr viel Gebäudeflächen und Siedlungsfläche benötigen (z.B. grosse Industriebetriebe). Da die Arbeiter nicht unbedingt in derselben Stadt wohnen, wird einfach die Zersiedelung dieser Stadt bedeutend grösser, während die Zersiedelung der Wohnorte der Arbeiter nicht steigt.

In der vorliegenden Arbeit wurden für weitere Berechnungen reine Industrieareale der Siedlungsfläche abgezogen. Es ist zu erkennen, dass die Siedlungsfläche ohne die Industrieareale zwar auch stetig wuchs, aber dieses Wachstum gegenüber den Einwohnern langsamer verlief. **Somit wurde die Ausnützung der Siedlungsfläche ohne die Industriegebiete insgesamt erhöht und die Siedlung innerlich mehr verdichtet.**

Die Entwicklung der Gebäudeflächen verlief ähnlich. Sowohl die Gebäudefläche mit als auch die Gebäudefläche ohne die Industriegebäude wuchsen stetig (Abb 41). Die Gebäudefläche wuchs in der ersten Phase (bis ca. 1950) gegenüber den Einwohnern unterdurchschnittlich. In dieser Zeit ist eine erhöhte Ausnützung und somit eine leichte innere Verdichtung festzustellen. Als der Bauboom ab ca. 1950 einsetzte, wuchs die Gebäudefläche gegenüber den Einwohnern überdurchschnittlich. Dass dieses enorme Wachstum zu einem grossen Teil auf die Errichtung von grossen Industriegebäuden zurückzuführen ist, ist in den unterschiedlichen Trendlinien festzustellen. In der zweiten Phase verlief der Gebäudeflächenwachstum, zumindest mit den Industriegebäuden, überproportional zur Einwohnerentwicklung. Diese Verminderung der Ausnützung der Gebäudefläche deutet auf

entsprechenden Einwohnerwachstum verglichen. Dieser Vergleich gibt Aufschluss zur Ausnützung der Fläche, welche nach der Zersiedelungsdefinition ebenfalls wichtig ist. Schwick et al. (2010, S. 21) schreiben, dass die Zersiedelung höher ausfällt, je geringer die Ausnützung der Fläche ist.

Die Entwicklung der Ausnützung der Siedlungs- und Gebäudefläche deutet entweder auf einen Trend der Zersiedelung oder der



eine geringe Zersiedelung hin. Wenn aber die Industriegebäude abgezogen werden, verläuft das Wachstum der Gebäudeflächen und der Einwohner in einem ähnlichen Ausmass.

Es stellt sich die Frage, ob die Siedlungsfläche oder die Gebäudefläche massgeblich für die Zersiedelung verantwortlich ist.

Die beschriebenen Definitionen (Landscape Gesellschaft für Geo-Kommunikation,

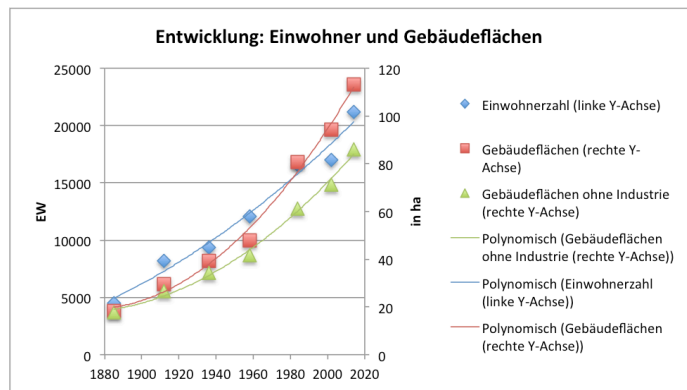


Abb 41. Entwicklungsvergleich von Einwohner und Gebäudeflächen. Eigene Berechnungen mit Qgis

2000; Siedentop, 2005; Spitzer, 2007) gehen immer von der Siedlungsfläche aus. Schwick et al. (2010, S. 21) beschreiben in ihrer Definition, welche auch für die vorliegende Arbeit gilt, dass die Zersiedelung stärker ausfällt, je mehr die Landschaft von Gebäuden durchsetzt ist. Der Begriff Siedlungsfläche fällt in ihrer Definition gar nicht, obwohl sie danach mit der Siedlungsfläche ihre Zersiedelungswerte berechnen. Es zeigt sich, dass die Siedlungsfläche für die Zersiedelung eine wichtigere Rolle spielt als die Gebäudefläche. Dies zumindest für die Nutzungsflächenentwicklung. Bei den Streuungsberechnungen werden vor allem die Gebäude betrachtet.

Damit die Entwicklung der Flächenausnutzung und der damit verbundenen Zersiedelung Kreuzlings differenzierter betrachtet werden kann, wurden die jährlichen mittleren Wachstumsraten der verschiedenen Zeitabschnitte berechnet und miteinander verglichen.

Überdurchschnittliche Flächenzunahmen deuten auf eine Zersiedelung hin, während überdurchschnittliche Einwohnerzunahmen auf eine innere Verdichtung des Siedlungsgebiets hindeuten. Abb 42 zeigt sowohl Phasen von überdurchschnittlichen Einwohnerzunahmen als auch von überdurchschnittlichen Flächenzunahmen.

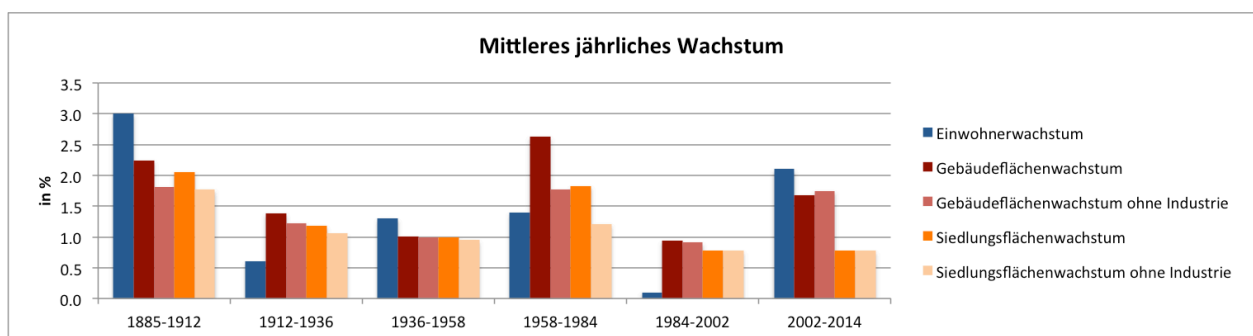


Abb 42. Mittleres Jahreswachstum zwischen den Untersuchungsjahren. Eigene Berechnungen mit Qgis

In der ersten Phase (1885-1912) liegt die Wachstumsrate der Bevölkerung deutlich über der Wachstumsrate der Siedlungsfläche und der Gebäudefläche. In dieser Phase wurde die Flächenausnutzung grösser und somit die Siedlung innerlich verdichtet.

Da das Einwohnerwachstum in der zweiten Phase (1912-1936) gegenüber der Zeit vor dem Ersten Weltkrieg sehr viel geringer ist, wuchsen die Siedlungs- und Gebäudefläche gegenüber der Bevölke-



ung überproportional. Die Flächenausnutzung wurde geringer und somit stieg die Zersiedelung in diesem Zeitabschnitt.

Die Einwohnerzahl wuchs nach dem Zweiten Weltkrieg gegenüber der Zwischenkriegszeit wieder. Dieses Wachstum ist in der dritten Phase (1936-1958) deutlich erkennbar. Es liegt in etwa im selben Bereich wie das Siedlungs- und Gebäudeflächenwachstum. Somit bleibt auch die Ausnutzung in etwa gleich. Dies deutet auf ein proportionales urbanes Wachstum hin. Da das Einwohnerwachstum geringfügig grösser war, erkennt man sogar eine leichte innere Verdichtung.

Mit dem Einsetzen des Baubooms wuchs das Wachstum der Siedlungs- und insbesondere der Gebäudefläche rasant an (1958-1984), während das Einwohnerwachstum beinahe stagnierte. Die Gebäudefläche wuchs fast doppelt so schnell wie die Einwohnerzahl, und so ist von einer geringeren Ausnutzung und von Zersiedelung zu sprechen. Es zeigt sich, dass dieses enorme Wachstum vor allem auf die Errichtung der Industriegebäude zurückzuführen ist. Wenn man die Industrie abzieht, wuchs die Gebäudefläche zwar immer noch überproportional zur Einwohnerzahl, aber weniger extrem. Dies deutet auf eine Zersiedelung für diesen Zeitabschnitt hin. Wie auch die Gebäudefläche wuchs in diesem Zeitabschnitt die Siedlungsfläche überproportional zur Einwohnerzahl.

Die Siedlungsfläche wurde nur für das Jahr 1984 und 2014 erfasst und berechnet. Somit zeigt der abgebildete Wert der letzten beiden Zeitabschnitte den Durchschnitt. Bei den Gebäudeflächen wurde das Jahr 2002 zusätzlich erfasst. Dies ist insofern interessant, weil vor allem das Bevölkerungswachstum sehr unterschiedliche Werte aufzeigt. Im Zeitabschnitt von 1984 bis 2014 erkennt man zwei unterschiedliche Phasen. Im ersten Zeitabschnitt (1984-2002) ist eine Zersiedelung zu erkennen, da das Gebäude- und Siedlungsflächenwachstum deutlich über dem Einwohnerwachstum liegt. Diese geringere Ausnutzung ist auf das beinahe fehlende Wachstum der Einwohnerzahl zurückzuführen. Erstaunlich ist, dass aber die Bautätigkeit weiter anhält. Im nächsten Zeitabschnitt (2002-2014) wuchs die Bevölkerung rasant an. Obwohl es nicht das grösste prozentuale Wachstum der Untersuchung aufweist, war die absolute Zunahme dieses Zeitabschnitts mit Abstand am grössten. Jährlich stieg die Einwohnerzahl mehr als doppelt so stark an, wie zwischen 1885 und 1912. Da die Bevölkerung schneller als die Gebäude- und Siedlungsfläche wuchs, kann für diesen Zeitabschnitt nach diesem Indikator nicht von Zersiedelung gesprochen werden. Diese erhöhte Flächenausnutzung deutet auf eine innere Verdichtung für den jüngsten Zeitabschnitt hin.

Die Arealstatistik (BFS, 2015a, S. 12) schreibt, dass die Siedlungsfläche der gesamten Schweiz zwischen 1985 und 2009 jährlich durchschnittlich um 0.9% wuchs. Dieses Wachstum war aber in allen Kantonen in der ersten Phase bis 1997 ausgeprägter als in der zweiten Phase. Dieses mittlere Siedlungsflächenwachstum liess sich auch für Kreuzlingen feststellen (0.8%). Die Ergebnisse des Gebäudeflächenwachstums deuten aber darauf hin, dass sich Kreuzlingen anders als die Schweiz entwickelte. Zwischen 2002 und 2014 wuchsen die Gebäudeflächen stärker als in der Phase zwischen 1985 und 2002. Mit diesem Gebäudeflächenwachstum erhöhte sich sehr wahrscheinlich auch die Siedlungsfläche. Zurückzuführen ist diese gegenläufige Entwicklung auf die enorme Bevölkerungsentwicklung in Kreuzlingen seit 2002.

Tabelle 3 zeigt zusammengefasst die verschiedenen Entwicklungstrends der Siedlung von Kreuzlingen der untersuchten Zeitabschnitte.

Tabelle 3. Entwicklungstrends nach dem Vergleich der jährlichen Wachstumsraten. Eigene Tabelle.

Zeitraum	1885-1912	1912-1936	1936-1958	1958-1984	1984-2002	2002-2014
Trend	Innere Verdichtung	Zersiedelung	Innere Verdichtung	Zersiedelung	Zersiedelung	Innere Verdichtung

Wie sich im Kapitel *Zersiedelung der Schweiz* gezeigt hat, ist die errechnete Zersiedelung des Bezirks und der Agglomeration Kreuzlingen von Schwick et al. (2010) vor allem auf die urbane Durchdringung, also die flächenmässige Ausbreitung der Siedlungsfläche, zurückzuführen. Eine hohe Flächenausnützung würde diesen Wert zwar schmälern, aber die Flächenausnützung scheint für Kreuzlingen zu gering zu sein, um urbanen Charakter anzunehmen und somit als nicht zersiedelt zu gelten. **Da sich Kreuzlingen flächenmässig über den Untersuchungszeitraum extrem ausbreitete und diese Ausbreitung zu einem grossen Teil auf Kosten der landwirtschaftlichen Nutzfläche ging, nahm die Zersiedelung, zumindest nach diesem Verständnis, extrem zu.** In dieser vorliegenden Arbeit wird keine Wachstumsrate der Zersiedelung angegeben, da nur verschiedene Indikatoren der Zersiedelung untersucht wurden. Es kann aber durchaus ein Vergleich zur Arbeit von Schwick et al. (2010) gemacht werden. Sie haben in der Zeit zwischen 1935 und 2002 ein Zersiedelungswachstum für den Bezirk Kreuzlingen von 76% und für die Agglomeration Kreuzlingen von 137% errechnet. Im selben Zeitraum wuchs die besagte Siedlungsfläche nach ihren Berechnungen um 61% respektive 90%. Die Zersiedelungswerte liegen also etwas über dem Flächenwachstum.

Das Siedlungsflächenwachstum der Gemeinde Kreuzlingen wuchs im etwas längeren, aber vergleichbaren Zeitabschnitt (1936-2014) um 122% und über den gesamten Untersuchungszeitraum um 343%. Das Stadtgebiet wuchs somit schneller als das Agglomerations- und das Bezirksgebiet. Dies deutet auf einen noch höheren Zersiedelungswert der Gemeinde Kreuzlingen hin, als ihn Schwick et al. (2010) für die Agglomeration feststellten. Der Vergleich der Wachstumsraten der Einwohnerzahl und der Siedlungsfläche zeigt aber auch, dass sich die Ausnützung über den Untersuchungszeitraum erhöhte. Eine detailliertere Untersuchung der Ausnützung der Siedlungsfläche folgt im nächsten Kapitel.

## 5.3 Nutzungsintensität

Unter Nutzungsintensität versteht man nach Spitzer (2007, S. 755) den Grad der Effizienz, der zur Nutzung verfügbaren Grundlagen für siedlungsrelevante Aktivitäten (z.B. Siedlungsfläche). Dies ist ein sehr zentraler Aspekt, welcher in den meisten Zersiedelungsdefinitionen thematisiert wird. Dieser Aspekt kommt auch in der für diese Arbeit gewählten Definition zum Vorschein. Danach gilt: Je geringer die Ausnützung der überbauten Fläche ist, desto höher ist die Zersiedelung. Die Nutzungsintensität wurde in dieser Arbeit mit folgenden Dichteberechnungen abgebildet: Flächenverbrauch pro Kopf, Einwohner je Fläche und Gebäudeflächenanteil pro ha.

### 5.3.1 Gebäudeflächendichte

Um die Ausnützung der Gebäudeflächen zu vergleichen, berechnete ich den Flächenverbrauch pro Kopf. Hierfür wurde die gesamte Gebäudefläche eines Untersuchungsjahres durch die Anzahl Einwohner desselben Jahres dividiert.

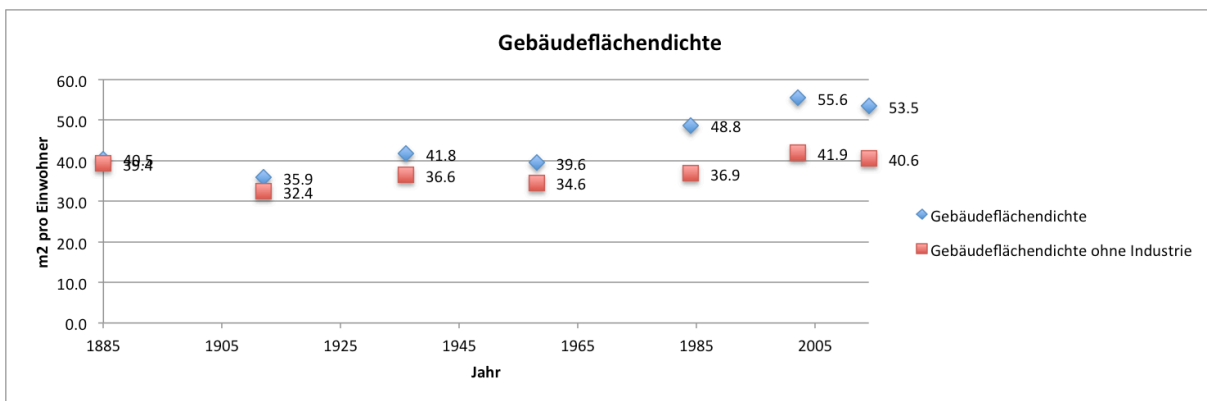


Abb 43. Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf. Daten: eigene Berechnungen mit Qgis

Abb 43 zeigt, dass der Flächenverbrauch pro Kopf insgesamt über den Untersuchungszeitraum um  $13\text{m}^2$  wuchs. Der erste Rückgang des Flächenverbrauchs pro Kopf während einer Boomphase Kreuzlingens (1885-1912) kommt durch das enorme Einwohnerwachstum zustande. In diesen 27 Jahren nahmen die Gebäudeflächen um 61% zu, während sich die Zunahme der Einwohner auf 81% belaufen. Dieses Bevölkerungswachstum hat sich nach Ausbruch des Ersten Weltkrieges deutlich verlangsamt. Dies erkennt man auch im Anstieg des Gebäudeflächenverbrauchs pro Kopf bis zum Jahre 1936. Nach dem Zweiten Weltkrieg, welchen Kreuzlingen als Grenzstadt hautnah miterlebte, stieg der Flächenverbrauch pro Kopf bis 1984 enorm an. In dieser Phase des Bevölkerungswachstums und des Baubooms wurden viele der grossflächigen Industriegebäude errichtet, was den Anstieg des Flächenverbrauchs pro Kopf erklärt. Auch der nächste Zeitabschnitt bis 2002 zeigt ein grosses Wachstum des Flächenverbrauchs pro Kopf, welcher aber weniger mit dem Anstieg der Gebäudeflächen als vielmehr mit dem sehr niedrigen Bevölkerungswachstum (0.1% pro Jahr) zu erklären ist. Die jüngste Abnahme dieses Indikators ist mit dem enormen jährlichen durchschnittlichen Bevölkerungswachstum Kreuzlingens ab 2002 (2.1%) zu erklären.

Da in anderen Studien, z.B. Schwick et al. (2010), für die Dichteberechnungen nicht nur die Einwohner, sondern auch die Vollzeitarbeitsplätze zugezogen werden, um die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Ortschaften zu verbessern, fallen diese Flächeninanspruchnahmen pro Kopf geringer aus. Weil es nicht möglich war, die Daten der Vollzeitarbeitsplätze für einen so weit zurückliegenden Zeitraum ausfindig zu machen, wählte ich einen anderen Ansatz.

Um zu sehen, wie stark dieser Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf mit der Errichtung der zum Teil sehr grossen Industriegebäuden zusammenhängt, wurden die reinen Industriegebäudeflächen für die Dichteberechnungen der Untersuchungsjahre abgezogen. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Abb 43 zu sehen.

Insgesamt fallen die Veränderungen über die Zeit wesentlich geringer aus, wenn man die Industriegebäudeflächen abzieht. Über den gesamten Untersuchungszeitraum wuchs der Flächenverbrauch pro Kopf gerade mal noch etwas mehr als  $1\text{m}^2$ . Im ersten Zeitabschnitt (1885-1912) nahm der Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf ohne Industrie mehr ab, als wenn alle Gebäudeflächen betrachtet werden. Dies lässt sich wiederum durch das Bevölkerungswachstum, aber vor allem durch den Zuwachs an Industriegebäuden erklären, welche in dieser Berechnung abgezogen wurden. In diesem Zeitabschnitt hat sich die Industriegebäudefläche verfünffacht. Das grosse Wachstum des Gebäudeflächenverbrauchs in den Jahren 1958-2002 hat sich in der Berechnung ohne Industrieflächen klar abgeschwächt. Nahm dieser Wert für alle Gebäude in diesem Zeitintervall um  $16\text{m}^2$  pro Kopf zu, wuchs er ohne die Industrieflächen gerade noch um  $7.3\text{m}^2$  pro Kopf.

Es ist zu erkennen, dass der Flächenverbrauch pro Kopf nicht nur wegen den errichteten Industriegebäudeflächen zunahm. Der Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf ist über den Untersuchungszeitraum etwas grösser geworden. Wenn man die Industriegebäudeflächen nicht berücksichtigt, so wuchs der Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf um 3%. Wenn aber alle Gebäudeflächen berücksichtigt werden, wuchs er um 32%. Die Ausnützung der Gebäudeflächen nahm über den Untersuchungszeitraum etwas ab. Nach der Definition nahm die Zersiedelung nach der Gebäudeflächenausnützung also zu.

Es ist aber zu bedenken, dass die Stockwerke der Gebäude nicht berücksichtigt wurden. Die Werte beziehen sich nicht auf die Wohnfläche, sondern auf den Flächenverbrauch eines Gebäudes.

### 5.3.2 Siedlungsflächendichte

Um die Ausnützung der Siedlungsfläche der verschiedenen Jahre miteinander zu vergleichen, berechnete ich den Flächenverbrauch pro Kopf. Hierfür wurde die gesamte Siedlungsfläche eines Untersuchungsjahres durch die Anzahl Einwohner desselben Jahres dividiert.

Abb 44 zeigt, dass der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf über den Untersuchungszeitraum insgesamt um  $14\text{m}^2$  geringer wurde. Die verschiedenen Phasen des Zuwachses und der Verringerung des Siedlungsflächenverbrauchs pro Kopf deckt sich mehrheitlich mit dem Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf.

Der niedrigste Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf war im Jahre 1912, also kurz bevor der Erste Weltkrieg ausbrach und der enorme Bevölkerungszuwachs Kreuzlingens ein Ende fand. Mit diesem deutlich abgeschwächten Bevölkerungszuwachs in den folgenden 24 Jahren lässt sich auch das

Wachstum des Siedlungsflächenverbrauchs pro Kopf in diesem Abschnitt erklären. Ebenfalls gut zu erkennen ist die zweite Wachstumsphase des Siedlungsflächenverbrauchs pro Kopf (1958-1984). Dieses Wachstum entstand aber durch die grossflächige Ansiedelung der Industrie.

Für das Jahr 2002 wurden nur die Gebäudeflächen aufgenommen. Aus diesem Grund ist die jüngste Entwicklung (von 2002-2014) in diesem Diagramm nicht erkennbar. Die Vermutung liegt aber nahe, dass der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf aus dem Jahr 2002 höher ist als in den Jahren 1984 und 2014, da die Bevölkerung zwischen 1984 und 2002 nur sehr langsam wuchs. Von 2002 bis 2014 wuchs die Bevölkerung um 25%, was den Flächenverbrauch pro Kopf trotz wachsender Siedlungsfläche verringert.

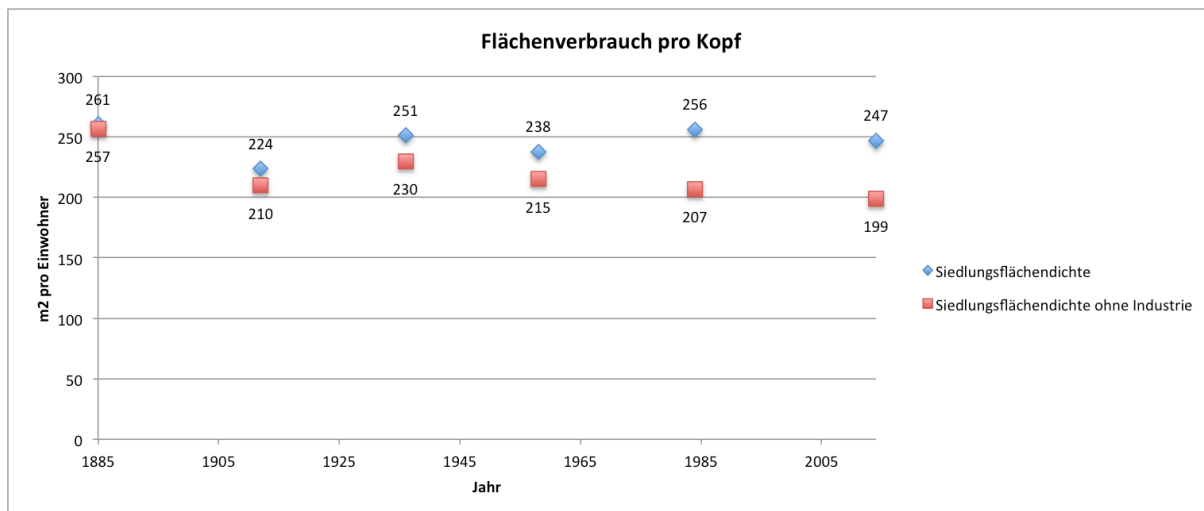


Abb 44. Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf. Daten: eigene Berechnungen mit Qgis

Wie auch schon bei den Gebäudeflächen wurde die Industriefläche in einem weiteren Schritt ausgeklammert. Da die Industriearale nicht wie die Industriegebäude manuell erfasst wurden, wurde dieser Anteil prozentual berechnet. Von der Flächennutzung *Gebäudeumschwung* wurde der prozentuale Anteil abgezogen, welchen die Industriegebäude von den gesamten Gebäuden im jeweiligen Jahr ausmachten. Somit kann man näherungsweise die Industriegebäude und deren Umschwung der gesamten Siedlungsfläche abziehen.

Der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf ohne die Industriearale zeigt grösstenteils dieselben Entwicklungen wie der gesamte Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf. Der grundsätzliche Trend zeigt über die Untersuchungsjahre nach unten. Während der Flächenverbrauch pro Kopf der gesamten Siedlungsfläche zwischen den Jahren 1958 und 1984 gewachsen ist, sank er, wenn die Industriearale ausgeklammert werden. Dies ist auf den enormen Zuwachs von Industrie in diesen Jahren zurückzuführen. Der einzige Zuwachs am Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf abzüglich der Industriearale ist für den Zeitraum 1912-1936 auszumachen, da sich das Bevölkerungswachstum nach Ausbruch des Ersten Weltkrieges deutlich verlangsamte.

Im Gegensatz zum Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf sinkt der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf über den Untersuchungszeitraum. Dies sogar, wenn mit der ganzen Siedlungsfläche inklusive aller Industriearalen gerechnet wird. Wenn diese nicht abgezogen werden, sinkt der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf um 5%. Wenn man die Industriearale hingegen abzieht, sinkt der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf sogar um 23%.

Auf der Abb 45 ist dieser Trend nochmals anders dargestellt. Es wird nicht mehr der Flächenverbrauch pro Kopf dargestellt, sondern die Anzahl Einwohner je ha. Man erkennt, dass über den gesamten Untersuchungszeitraum mehr Menschen auf einer ha Siedlungsfläche leben. Dieser Trend ist mit und ohne der Berücksichtigung der Industriearaele festzustellen und zeigt, dass die Ausnützung der Siedlungsflächen über den Untersuchungszeitraum grösser geworden ist. Dies wiederum bedeutet nach der Definition von Schwick et al. (2010), dass die Zersiedelung seit 1885 bis heute nach der Siedlungsflächenausnützung abgenommen hat.

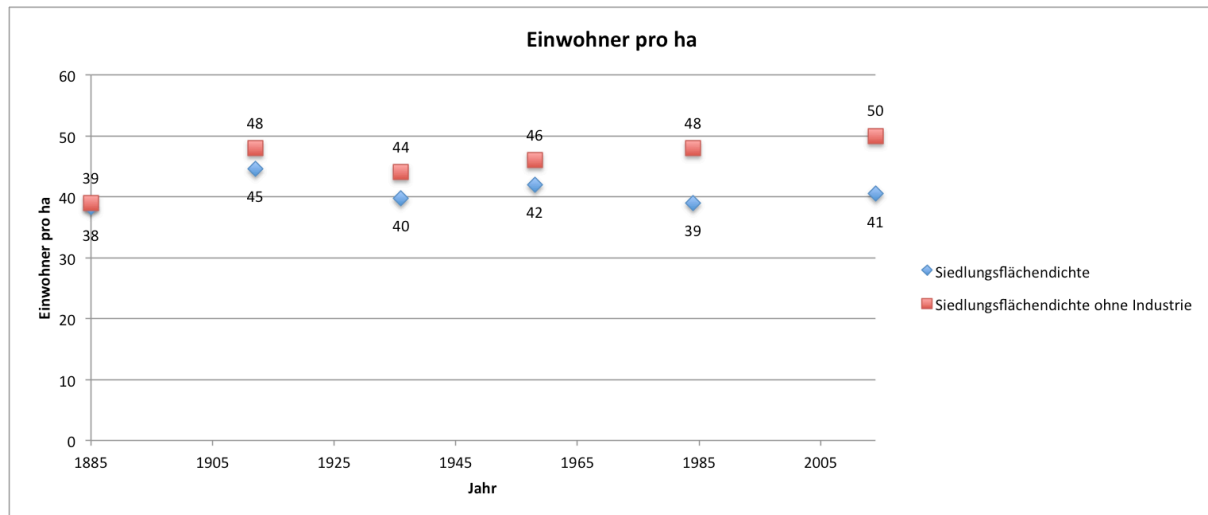


Abb 45. Siedlungsflächendichte Einwohner pro ha. Daten: eigene Berechnungen mit Qgis

### 5.3.3 Bauliche Dichte

Um die Zersiedelung zu stoppen und eine weitere Siedlungsausdehnung zu vermeiden, spricht man oft von einer „Siedlungsentwicklung nach innen“ (Nebel, 2014, S. 25). Darunter versteht man die Förderung einer konzentrierten Siedlungsentwicklung und eine intensivere Ausnützung der bestehenden Siedlungsflächen unter Wahrung einer bestmöglichen Siedlungsqualität und der Siedlungsbegrenzung. Das Ziel der Siedlungsentwicklung nach innen ist letztlich eine flächensparende Siedlungsentwicklung und die Schaffung von kompakten Siedlungsstrukturen, um zusätzlichen Einwohnern und Beschäftigten innerhalb des bestehenden Siedlungsgebiets Platz zu bieten.

Dies entspricht letztlich auch der von der Bundesverfassung explizit geforderten haushälterischen Bodennutzung in Artikel 75 (BV, 2014, S. 21).

Eine intensivere Ausnützung geht automatisch mit einer höheren Dichte einher. Mit den verfügbaren Quellen wurde die Veränderung der baulichen Dichte der Gebäude in Kreuzlingen mittels Dichtemosaikkarten abgebildet. Damit kann man Verhältnisse zwischen zwei Werten darstellen. In den erstellten Dichtemosaikkarten wurde die bauliche Dichte als Verhältnis zwischen einer gleichbleibenden Flächeneinheit und der darin enthaltenen überbauten Fläche abgebildet. Über die Gemeindefläche wurde ein regelmässiges Hektarraster gelegt, welches aus einzelnen Hektarpolygonen besteht. Anschliessend

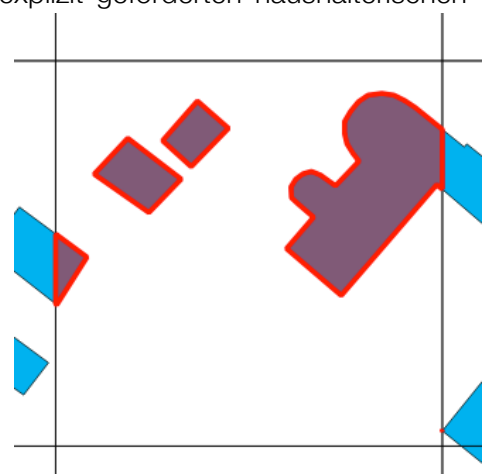


Abb 46. Gebäudefläche in Hektarpolygon. Eigene Abbildung

wurde für jedes dieser Hektarpolygone die darin enthaltene überbaute Gebäudefläche ermittelt. Mit Hilfe von Qgis war es möglich, die in einem Hektarpolygon enthaltene Gebäudefläche zu ermitteln, indem das Hektargitter die Gebäudepolygone zuerst wie in Abb 46 zerschneidet. So konnte die Gebäudefläche innerhalb jedes Hektars genau ermittelt werden. Das Problem war aber die anschließende Abbildung als Mosaikkarte, weil hierfür die Hektarpolygone und nicht die Gebäudepolygone eingefärbt werden mussten.

Mit Hilfe eines Tricks konnte dieses Problem umgangen werden. Nach der GITTA (Geographic Information Technology Training Alliance, 2005) verwendet man als Grundlagedaten für die Flächen-gliederung von Dichtemosaikkarten vorzugsweise koordinatengebundene Punktdaten. Dies ergibt

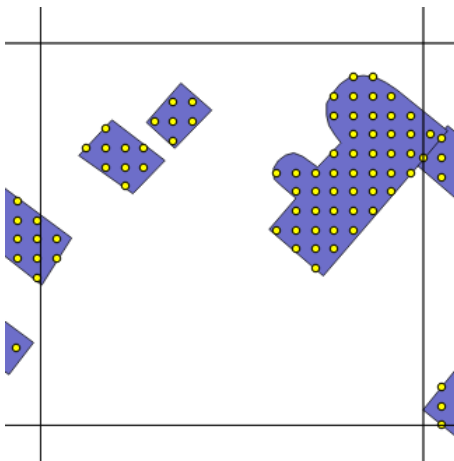


Abb 47. Anzahl Punkte in Hektarpolygon.  
Eigene Abbildung

insofern Sinn, weil Qgis die Anzahl enthaltener Punkte in einem Polygon eines anderen Layers zählen kann. In einem weiteren Schritt können Polygone mit einer bestimmten Anzahl Punkte gleich eingefärbt werden.

Zuerst mussten alle Gebäudepolygone, wie in Abb 47 mit einem regelmässigen Punktegitter versehen werden. Der jeweilige Abstand von 5 Metern stellte sich als der geeignetste für diese Untersuchung heraus. Da die Punkte nur in den Gebäudepolygone vorhanden sind, hat ein Punkt die Bedeutung von 25m<sup>2</sup> bebauter Fläche. Wenn das Hektarpolygon zu 100% mit Gebäuden bebaut wäre, würden sich 400 Punkte darin befinden. Mit der Anzahl Punkte jedes Hektarpolygons

konnte das Verhältnis zwischen der Fläche eines Hektarpolygons (1 ha) und der darin enthaltenen Gebäudefläche ermittelt werden. Dieses Verhältnis wurde als Prozentzahl angegeben. Weil je nach Form und Lage eines Gebäudes die Anzahl darin enthaltene Punkte leicht variieren kann, ist diese Methode nur eine Annäherung. Es wurden für jedes Jahr Stichproben von Hektarpolygonen genommen und die ermittelten Verhältniswerte mit jenen Verhältniswerten verglichen, welche in der oberen genaueren Methode (vgl. Abb 46) berechnet werden konnten. Die Abweichungen der Verhältniszahlen waren für jede Stichprobe sehr gering, weshalb sich die mit dieser Methode erstellten Dichtemosaikkarten als Grundlage für die optische Analyse zur baulichen Dichte eignen.

Auf den folgenden Abbildungen (Abb 49 bis Abb 54) ist die Veränderung der baulichen Dichte (bezogen auf die Häusergrundflächen) über den Untersuchungszeitraum von 1885 bis 2014 zu sehen. Die roten Quadrate zeigen den prozentualen Anteil von Gebäudeflächen innerhalb des Hektars. Je dunkler das Rot ist, desto höher ist deren prozentualer Anteil. Auf den Abbildungen ist deutlich zu erkennen, dass sich die Siedlung über die Jahre stetig ausgebreitet und baulich verdichtet hat.

Die höchste bauliche Dichte für das Jahr 1885 zeigt Abb 49 im Dorfkern von Egelshofen, beim Kloster und entlang des heutigen Boulevards. Auch der Dorfkern Kurzrickenbach und das Gebiet um die Konstanzerstrasse weisen eine erhöhte bauliche Dichte auf.

Bis ins Jahr 1912 hat sich an diesen Dichteverhältnissen nicht viel geändert. Wie Abb 50 zeigt, hat sich die bauliche Dichte in der Ebene zwischen der Konstanzerstrasse und dem Hafenbahnhof



erhöht. Man erkennt, dass die verschiedenen Dörfer aufeinander zuwuchsen. Die grösste bauliche Verdichtung geschah im nördlichen Kreuzlingen an der Grenze zu Konstanz.

Abb 51 zeigt wiederum eine bauliche Verdichtung um den ehemaligen Dorfkern von Egelshofen und zwischen der Konstanzerstrasse und dem Hafenbahnhof. Egelshofen und Emmishofen scheinen zusammengewachsen zu sein. Die höchste bauliche Dichte ist neben dem Dorfkern Egelshofen und dem Bereich rund um den Boulevard in der Nähe der Grenze und im Bereich Finkern zu erkennen. Die dichteste Hektare im Bereich Finkern ist auf die Erstellung eines grossen Industriegebäudes der heutigen Firma *Amcor* zurückzuführen, welches zu einem grossen Teil in dieser Hektare liegt.

Auf der Abb 52 erkennt man, dass die drei ehemaligen Dörfer bis ins Jahr 1958 zu einer Siedlung zusammengewachsen sind. Einzig die Verbindung zu Kurzrickenbach an der Romanshorerstrasse weist noch eine sehr niedrige bauliche Dichte auf. Ebenfalls zu erkennen ist die Zunahme der baulichen Dichte im Industriegebiet westlich von Emmishofen.

Abb 53 zeigt, dass zwischen 1958 und 1984 die gesamte Siedlungsfläche sowie die bauliche Dichte in sehr vielen Teilen Kreuzlingens grösser wurden. Die hohe bauliche Dichte des Gebiets um den Boulevard sticht nun nicht mehr direkt ins Auge, da die bauliche Dichte entlang der Untersee- / Löwenstrasse und im Bereich des ehemaligen Dorfkerns von Egelshofen enorm angestiegen ist. Ebenfalls zu erkennen ist, dass die bauliche Dichte am Rand der Siedlung an den Hanglagen und in der Industriezone in Kurzrickenbach stark zunimmt.

Bis ins Jahr 2014 nahm die bauliche Dichte gemäss der Abb 54 in der gesamten Ebene zu. Innerhalb der bereits bestehenden Siedlung fand somit eine Verdichtung statt. Eine Verdichtung steht als Antityp der Zersiedelung und ist für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung von zentraler Bedeutung. Die höchste bauliche Dichte ist in den Industriegebieten von Emmishofen und Kurzrickenbach und in der Region des Boulevards und dem ehemaligen Dorfkern von Egelshofen festzustellen. Ebenfalls zu erkennen ist die am Rand der Siedlung, vor allem an den Hängen, geringe bauliche Dichte, welche auf eine lockere Bebauung von Ein- und Mehrfamilienhäusern hindeuten. Dies ist ebenfalls auf der Heatmap (Abb 48) zu erkennen. Je dunkler das Rot der Dichtekarte, desto dichter ist die Bebauung. Es sind also einerseits ein Trend zur Verdichtung, andererseits ein Trend zur Zersiedelung im selben Siedlungsgebilde zu erkennen.

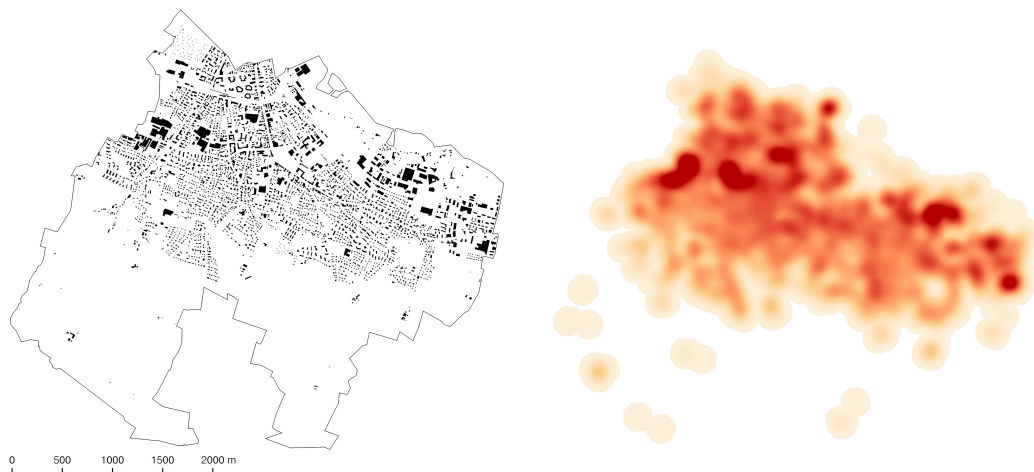


Abb 48. Heatmap Gebäude 2014. Eigene Abbildung

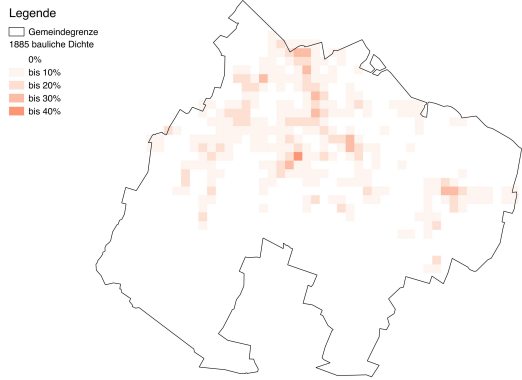


Abb 49. Dichtemosaikkarte 1885: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar. Eigene Abbildung.

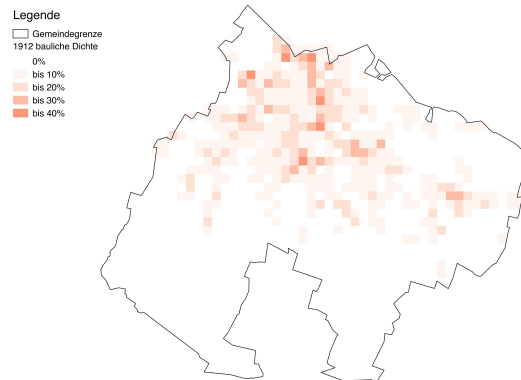


Abb 50. Dichtemosaikkarte 1912: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar. Eigene Abbildung.

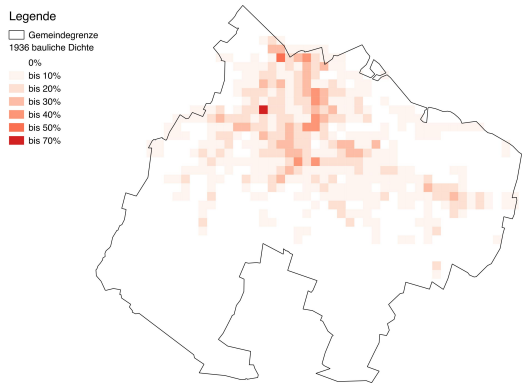


Abb 51. Dichtemosaikkarte 1936: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar. Eigene Abbildung.

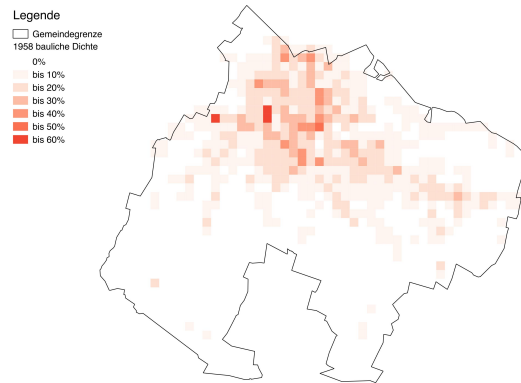


Abb 52. Dichtemosaikkarte 1958: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar. Eigene Abbildung.

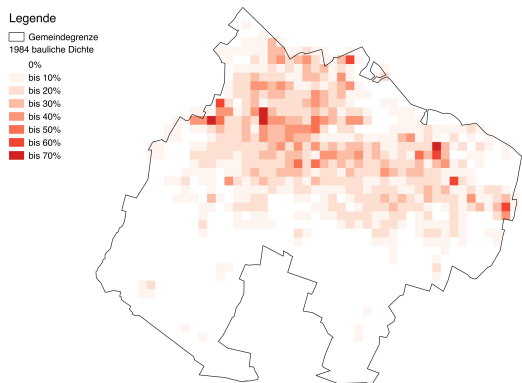


Abb 53. Dichtemosaikkarte 1984: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar. Eigene Abbildung.

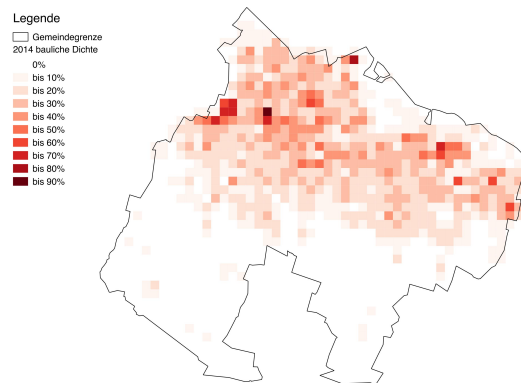


Abb 54. Dichtemosaikkarte 2014: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar. Eigene Abbildung.

Das Hektarnetz wurde rein zufällig auf die Gemeindefläche gelegt. Mir ist bewusst, dass das MAUP (Modifiable Areal Unit Problem) bei Abbildungen eines solchen Dichtemosaiks stets vorhanden ist. Das MAUP beschreibt die Anfälligkeit der Ergebnisse in jeder Form von räumlicher Modellierung und von kartographischen Analysen. Je nachdem, welche Grösse man bei den Rastern wählt oder wie man in diesem Fall das Hektarraster über die Untersuchungsfläche legt, können andere Ergebnisse erscheinen.

In den Grundsätzen zeigen die Dichtemosaikkarten aber die Veränderung der baulichen Dichte von Kreuzlingen über den Untersuchungszeitraum.

### 5.3.4 Diskussion und Fazit der Nutzungsintensität

Je geringer die Ausnützung der überbauten Fläche ist, desto höher ist die Zersiedelung. Die Siedlungsflächenausnützung wurde schon im Kapitel Diskussion und Fazit der Einwohner- und Nutzungsflächenentwicklung mit Hilfe eines Vergleichs zwischen den mittleren Wachstumsraten der Einwohner und der Siedlungs-/Gebäudeflächen näherungsweise aufgezeigt. Es liess sich feststellen, dass es nach dem Indikator *Ausnützung* Phasen der inneren Verdichtung, eines urbanen Wachstums (gleichbleibende Ausnützung) und der Zersiedelung gab. Die Resultate der Flächenausnützungsberechnungen bestätigen diese unterschiedlichen Trends.



Abb 55. Hauptstrasse 82, 84. Früher.  
Foto: Jörg Neuweiler



Abb 56. Hauptstrasse 82, 84. Heute.  
Foto: Jörg Neuweiler

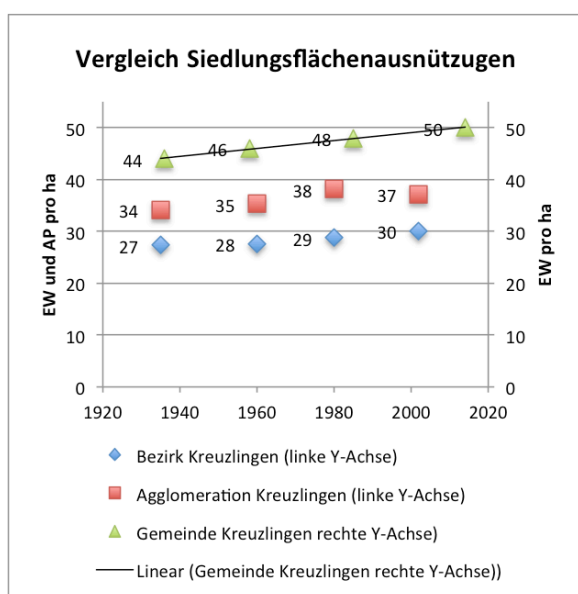
Die Ergebnisse der Gebäudeflächenausnützung und der Siedlungsflächenausnützung bezüglich der Zersiedelung sind im ersten Moment widersprüchlich, denn der Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf zeigt, dass diese Ausnützung geringer geworden ist und sich Kreuzlingen somit gemäss der Definition zersiedelte. Daraus ist zu schliessen, dass die Einwohner von Kreuzlingen seit 1885 immer mehr Gebäudefläche beanspruchten. Dieser Trend ist sowohl für die Werte mit als auch ohne Industriegebäude festzustellen. Aber wenn die Industriegebäude abgezogen werden, nimmt der Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf nur noch um 3% zu, was über die 129 Jahre gesehen ein sehr geringer Zuwachs ist. Dieses Resultat bedeutet aber nicht, dass die Menschen im Jahr durchschnittlich nur 3% mehr Wohnfläche für sich beanspruchten als im Jahr 1885, da in dieser Untersuchung nur die Gebäudefläche und nicht die Anzahl Stockwerke untersucht wurden. Nach der Arealstatistik (BFS, 2015a) beanspruchen die Personen in der Schweiz nämlich deutlich mehr Wohnfläche als früher. Es

ist davon auszugehen, dass die Gebäude zwischen 1885 und 2014 höher wurden. Dieses Bild zeigt sich auch, wenn man ältere Fotos (Abb 55) von Kreuzlingen mit Fotos von heute (Abb 56) vergleicht.

Wie sich zeigte, hat die Siedlungsfläche grösseren Einfluss auf die Zersiedelung als die Gebäudefläche. **Die Resultate der Siedlungsflächenausnutzung zeigen, dass die Ausnutzung der Siedlungsfläche grösser geworden ist und sich die Zersiedelung Kreuzlingens somit gemäss der Definition verringert hat.** Wenn wiederum die Industriearale abgezogen werden, nimmt der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf über die 129 Jahre um 23% ab.

Die Tatsache, dass jeder Einwohner etwas mehr Gebäudefläche, aber gleichzeitig weniger Siedlungsfläche in Anspruch nimmt, zeigt, dass eine Verdichtung auf Kosten anderer Flächennutzungen der Siedlungsflächen stattgefunden hat. Die Vermutung dass diese Verdichtung auf Kosten des Hausumschwungs stattgefunden hat, liegt nahe, wurde aber durch die Untersuchung der prozentualen Flächenverhältnisse der zu den Siedlungsflächen gehörenden Nutzungsarten widerlegt. Auf den Abb 20 und Abb 21 auf der Seite 44 ist zu erkennen, dass der Anteil des Gebäudeflächenumschwungs an der Siedlungsfläche über den Untersuchungszeitraum deutlich grösser wurde. Einen Rückgang dieser prozentualen Anteile verzeichnen nur die Verkehrsflächen, obwohl auch diese stetig gewachsen sind. Aber das prozentuale Wachstum dieser Verkehrsflächen war geringer als das Flächenwachstum der anderen Nutzungsarten der Siedlungsfläche.

Bis anhin wurde die Ausnutzung immer nur über den zeitlichen Verlauf des Untersuchungszeitraumes verglichen und es konnte somit eine innere Verdichtung oder eine Zersiedelung der untersuchten Siedlung festgestellt werden. Schwick et al. (2010) benützen die Ausnutzung der untersuchten Siedlung aber auch als Gewichtung für die anderen Zersiedelungswerte (hauptsächlich urbane Durchdringung). Da Innenstädte ihrer Ansicht nach nicht als zersiedelt gelten, werden die Zersiedelungswerte von Siedlungen mit einer sehr hohen Flächenausnutzung mit einem Faktor nahe 0 multipliziert. Bei Siedlungen mit einer geringen Ausnutzung wird ein Faktor nahe 1 verwendet.



Schwick et al. (2010, S. 38) schreiben, dass Kantone mit einer urbanen Siedlungsstruktur wie z.B. Zürich oder Basel-Stadt Werte deutlich über 50 EW und AP pro ha aufweisen. Der Kanton Zürich weist beispielsweise eine Ausnutzung von 60 EW & AP pro ha und Basel-Stadt 118 EW & AP pro ha auf. Abb 57 zeigt einen Vergleich zwischen den von Schwick et al. (2010) berechneten Siedlungsflächenausnutzung des Bezirks und der Agglomeration Kreuzlingen und den Ergebnissen dieser Arbeit zu der Siedlungsflächenausnutzung der Gemeinde Kreuzlingen. Da die Ausnutzung der Siedlungsfläche des Bezirks und der Agglomeration durch die Einwohner und Arbeitsplätze dividiert wurden, verglich ich die Ausnutzung der Siedlungsfläche ohne die Industriearale. Es zeigt

Abb 57. Siedlungsflächenausnutzungsvergleich. Quelle Schwick et al. (2010) und eigene Berechnungen mit Qgis

sich, dass die Ausnützung der Siedlungsfläche der Gemeinde Kreuzlingen deutlich höher ist als die der Agglomeration und des ganzen Bezirks. Dies deutet darauf hin, dass die umliegenden Gemeinden von Kreuzlingen deutlich weniger dicht bebaut sind und somit eine geringere Ausnützung aufweisen. Der Trend der Ausnützung zeigt für die Zukunft weiterhin leicht nach oben. Zwar liegt der Wert nicht deutlich über 50 EW & AP pro ha, aber durch die vergangene Verdichtung der Siedlung kommt Kreuzlingen einer urbanen Siedlungsstruktur schon näher.

Um die rasante Siedlungsentwicklung der letzten Jahrzehnte zu bremsen, formulierte der Bundesrat im Jahr 2002 das Ziel, die bebaute Fläche auf 400 m<sup>2</sup> pro Einwohner zu begrenzen und hält an diesem Ziel auch noch mit der Strategie für eine nachhaltige Entwicklung 2012 – 2015 fest (Schweizerischer Bundesrat, 2015, S. 30). Der Flächenverbrauch pro Kopf in Kreuzlingen sank über die gesamte Untersuchungszeit gesehen und ist im Jahr 2014 mit 247m<sup>2</sup> pro Einwohner noch weit unter dieser vom Bundesrat empfohlenen Referenzgrösse. Da für die vorliegende Arbeit mit einer leicht anderen Definition von Siedlungsfläche gerechnet wurde (vgl. Kapitel Siedlungsfläche), erfasste ich für das Jahr 2014 die Siedlungsfläche nach der Definition der Arealstatistik, auf welche sich der Bundesrat und auch Schwick et al. (2010) stützen. Die Ausnützung dieser Siedlungsfläche liegt mit 272m<sup>2</sup> pro Kopf leicht über dem vorherigen Ergebnis, befindet sich aber auch noch weit unter der Referenzgrösse von 400m<sup>2</sup> pro Kopf.

Der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf ist gemäss der Arealstatistik (2015a, S. 18) gesamtschweizerisch zwischen 1985 und 2009 um 5.25% gestiegen. In Kreuzlingen hat sich dieser Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf nicht vergrössert. Im vergleichbaren Zeitabschnitt (1984-2014) verringerte sich dieser Wert sogar um ca. 3.5%.

Die Resultate dieses Kapitels zeigen, dass die Siedlungsflächen über den Untersuchungszeitraum besser ausgenützt wurden und sich somit die Siedlung auf das Untersuchungsgebiet bezogen innerlich verdichtet hat. Die deutlich höheren Ausnützungswerte der Gemeinde Kreuzlingen gegenüber der Agglomeration deuten darauf hin, dass die Zersiedelungswerte durch Berechnungen mit der Methode von Schwick et al. (2010) für dieses Untersuchungsgebiet geringer ausfallen würden als für die Agglomeration Kreuzlingen.

Neben der Ausnützung der Siedlungsflächen durch die Einwohner wurde auch die Entwicklung der baulichen Dichte mit Hilfe von Dichtemosaikkarten untersucht. Mit Hilfe dieser visuellen Analyse lässt sich feststellen, ob in Kreuzlingen neben der Siedlungsflächenausbreitung auch eine Siedlungsentwicklung nach innen stattgefunden hat. Diese intensivere Ausnützung der bestehenden Siedlungsflächen unter Wahrung der Siedlungsbegrenzung ist zentral, um Zersiedelung zu vermeiden.

Die drei eigenständigen Dörfer der heutigen Gemeindefläche Kreuzlingen wuchsen aufeinander zu und die Siedlung hat sich flächig verbreitert. Zwischen 1936 und 1958 kann man erkennen, dass die drei Dörfer, mittlerweile auch politisch eine Gemeinde, zu einer Siedlung zusammengewachsen sind. Während dieser Zeit hat sich die bereits bestehende Siedlungsfläche nicht wirklich verdichtet. Danach fanden zwei verschiedene Entwicklungstrends statt. Einerseits nahm die bauliche Dichte bis ins Jahr 2014 fast in der gesamten Ebene zu, andererseits war aber auch die Bautätigkeit am Rand der bestehenden Siedlung enorm. Die bauliche Dichte an den Hanglagen der Stadt ist sehr gering,

da mehrheitlich Einfamilienhäuser mit privaten Gärten errichtet wurden. Diese lockere Bebauung trägt massgeblich zu einer Zersiedelung der Landschaft bei, weil durch die geringe Ausnutzung der Bodenfläche viel Siedlungsfläche für wenige Einwohner benötigt wurde.

Die Erhöhung der baulichen Dichte ist zu einem grossen Teil auf die grossen Industriegebäude zurückzuführen. Die Wohnsiedlungen wurden in einem geringeren Ausmass baulich verdichtet. Aber auch hier ist zu berücksichtigen, dass die Ausnutzung der Siedlungsfläche durch die Einwohner sehr wohl grösser geworden sein könnte, da die Stockwerke nicht erfasst wurden.

Nach Nebel (2014, S. 25f) gibt es neben der baulichen Dichte auch noch weitere Arten von Dichten, wie zum Beispiel die räumlich-visuelle Dichte (Grad der erlebbaren räumlich-baulichen Dichte) oder die Einwohnerdichte (Einwohner pro Flächeneinheit). Auch für die bauliche Dichte hätten noch weitere Indikatoren hinzugezogen werden können, wie zum Beispiel die Geschossflächen oder das Bauvolumen pro Flächeneinheit. Da dessen Erfassung auf Grund der verfügbaren Quellen aber nicht möglich war, musste ich mich auf die von Gebäuden in Anspruch genommene Fläche konzentrieren. Für das Verständnis der Zersiedelungsproblematik ist aber das Bewusstsein, dass es noch weitere Dichtearten gibt, sehr wichtig. Gerade die Beschränkung der Dichte auf die rein bauliche Dichte im raumplanerischen Konzept ist nicht immer massgebend, da eine Erhöhung der baulichen Dichte nicht zwingend zu einer Erhöhung der Einwohnerdichte führt.



## 5.4 Form- und Strukturindikatoren

### 5.4.1 Kontinuität

Kontinuität bedeutet einen baulückenlosen räumlichen Zusammenhang der einzelnen Verbauungen. Dies ist anzustreben, wenn man eine geringe Zersiedelung erreichen möchte. Nach Spitzer (2007, S. 757) eignen sich für diesen Indikator Messverfahren über die mittlere Distanz jedes Gebäudes zum nächstgelegenen.

Mit Hilfe der Funktion *Polygonschwerpunkt* in Qgis erstellte ich aus meinen Gebäudepolygonlayer Gebäudepunktlayer. Die als Polygon ersichtlichen Gebäude wurden so auf ihren Schwerpunkt reduziert. Dies war notwendig, da Qgis nur Längen zwischen Punkten und nicht zwischen Polygonen berechnen kann. Mit der Funktion „nächster Nachbar“ konnte der mittlere Abstand aller Gebäude zu ihrem nächstgelegenen Gebäude ermittelt werden.

Hohe gemessene Werte deuten auf eine hohe Zersiedelung des Siedlungsgebildes hin, da die Gebäude weit voneinander entfernt und folglich weit gestreut wären. Ein hoher Wert deutet zudem auf eine räumlich diskontinuierliche Verbauung hin, da zwischen den Gebäuden Baulücken vorhanden sind, welche bei einer Verdichtung geschlossen werden könnten.

Abb 58 zeigt den mittleren Abstand zwischen allen Gebäuden zu ihrem nächstgelegenen. Dieser ermittelte Abstand nimmt zuerst ab, steigt danach wieder an und nimmt für den jüngsten Zeitabschnitt erneut ab. Nach diesem Indikator beurteilt, wäre die Zersiedelung zu Beginn der Untersuchung im Jahr 1885 am grössten gewesen. Anschliessend wurden Baulücken bis ins Jahr 1936 gefüllt und die Siedlung insgesamt verdichtet, was man auch auf den Abb 22 (Seite 45) und Abb 24 (Seite 47) erkennen kann. Die Werte für das Intervall

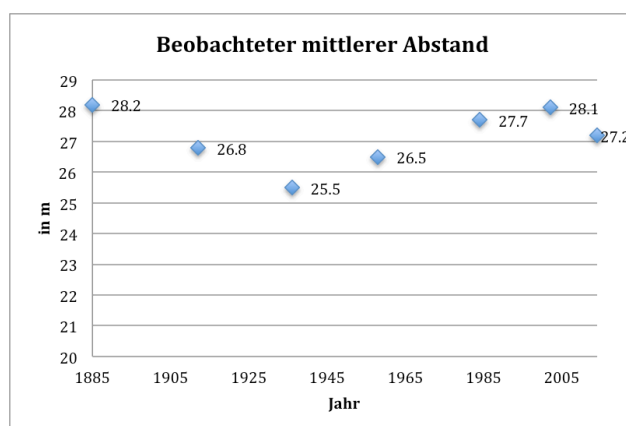


Abb 58. Beobachteter mittlerer Abstand. Daten: eigene Berechnungen mit Qgis

1936-2002 deuten auf eine deutliche Zunahme der Zersiedelung des Siedlungsgebildes Kreuzlingen hin, denn der mittlere Abstand zwischen den Gebäuden stieg in dieser Zeitspanne um fast 3m. Es wurden viele neue Gebiete erschlossen und verschiedene Quartiere entstanden. Ein weiterer Faktor ist das grosse Wachstum der Industrie an verschiedenen Standorten der Stadt.

Seit dem Jahr 2002 nimmt die Zersiedelung in Kreuzlingen anhand dieses Indikators stark ab, was auf eine Verdichtung hindeutet. Innerhalb dieser 12 Jahre sank der mittlere Abstand der Gebäude um fast einen Meter.

Zusammengefasst ergibt sich für den Untersuchungsraum eine 49 Jahre andauernde Verdichtung des Siedlungsgebildes, gefolgt von einer 66 jährigen Zersiedelung und einer 12 Jahre andauernden erneuten Verdichtung. Insgesamt fanden zwei deutliche Trendumkehrungen statt.

Dieser gemessene und gemittelte Abstand zeigt aber nur bedingt die realen Abstände der Gebäude, da aus technischen Gründen die Gebäude auf ihren Schwerpunkt reduziert werden mussten. In einem weiteren Schritt ermittelte ich rechnerisch die mittlere Gebäudegrösse für jedes Untersuchungsjahr (vgl. Gebäudegrösse auf Seite 54). Die durchschnittliche Gebäudefläche wurde in eine Kreisfläche umgerechnet, wobei die beiden Radien von dem gemessenen Abstand abgezogen werden konnten.

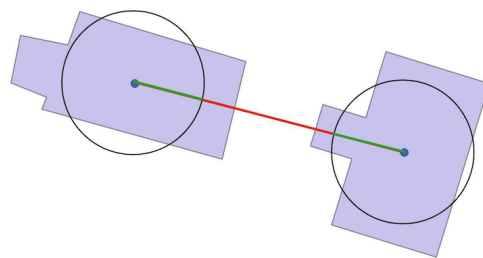


Abb 59. Schema Mustergebäude: eigene Abbildung

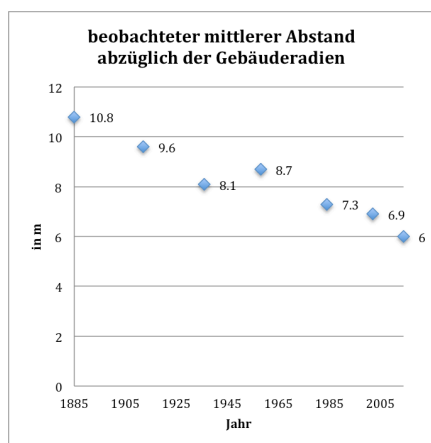


Abb 60. Beobachteter mittlerer Abstand abzüglich Gebäuderadien. Daten: eigene Berechnungen mit Qgis

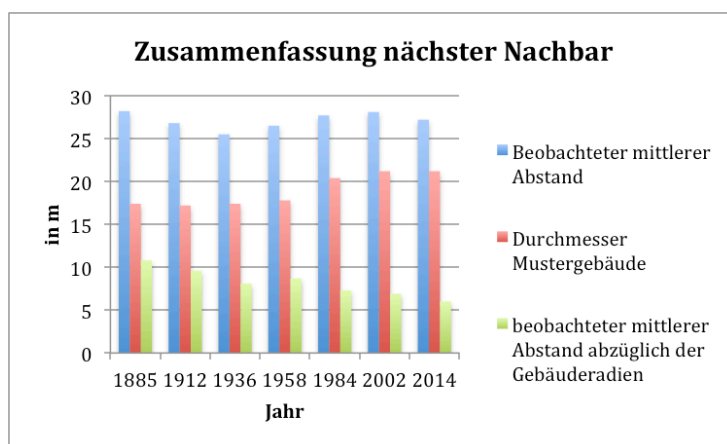


Abb 61. Zusammenfassung nächster Nachbar. Daten: eigene Berechnungen mit Qgis

Dadurch, dass die Gebäude über die Zeit immer grösser wurden, verringerte sich auch der mittlere Abstand zwischen zwei Gebäuden. Wenn man die beiden Radien der nächstgelegenen Gebäude dem von Qgis gemessenen Abstand abzieht, beträgt der mittlere Abstand zweier Gebäude im Jahr 1885 10,8m und sinkt bis ins Jahr 1936 auf 8,1m. Dies entspricht der gemessenen Verdichtung ohne Berücksichtigung der Häuserradien, weil sich die mittlere Häusergrösse in diesem Intervall nicht gross verändert hat. Da sich die durchschnittliche Häusergrösse bis ins Jahr 1958 nicht signifikant vergrösserte, wurde auch mit Abzug der Häuserradien eine Zunahme der Zersiedelung für das Intervall von 1936 bis 1958 verzeichnet. Der mittlere Abstand der Gebäude steigt von 8,1m auf 8,7m. Dies ist unter anderem auf die neuen peripheren südlichen Gebäuden zurückzuführen (vgl. Abb 26 auf der Seite 48).

Entgegen der ab 1958 gemessenen Zersiedelung ohne die Berücksichtigung der Gebäudegrösse sinkt der mittlere Abstand zweier Gebäude, wenn man die Gebäuderadien abzieht. Dies deutet auf eine Verdichtung während der Bauboom-Phase (1958-1984) hin. Dies ist auf die erhebliche Zunahme der mittleren Gebäudefläche zurückzuführen, welche durch neu erbaute Mehrfamilienhäuser und Industriegebäude erreicht wurde. Im Jahr 2014 beträgt der mittlere Abstand zweier Gebäude nur noch 6m.

Durch die grösseren Gebäude und der baulichen Verdichtung des Siedlungsgebildes sank während des Untersuchungszeitraums dieser Wert von 10.8m auf 6m und hat sich somit fast halbiert. Wenn man die Gebäudegrösse zusätzlich berücksichtigt, zeigt der Indikator „nächster Nachbar“, dass Kreuzlingen nicht zersiedelt wurde, sondern vielmehr eine Verdichtung stattgefunden hat.

## 5.4.2 Konzentration

### 5.4.2.1 Distanzmatrix

Ausgehend vom Gedankenmodell eines Verteilzentrums von Schwick et al. (2010, S. 22) mit dem Grundgedanken, nicht nur das Ausmass der Siedlungsfläche, sondern auch die Streuung im Raum

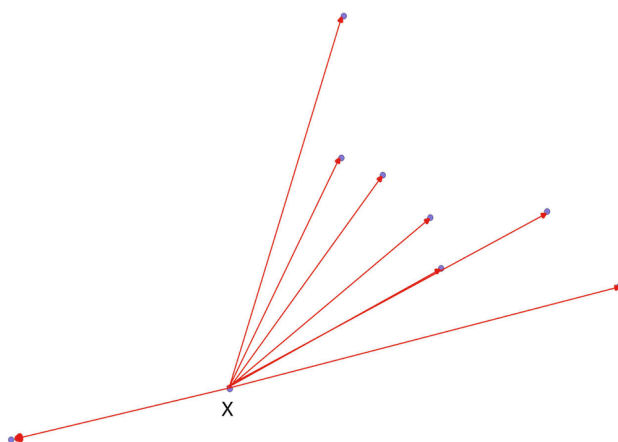


Abb 62. Schema Distanzmatrix. Eigene Abbildung

zu berücksichtigen, konnte ich einen weiteren Zersiedelungsindikator berechnen. Nach Schwick et al. (2010, S. 22) werden die einzelnen Wege (Luftliniendistanz), die jeweils vom Verteilzentrum (ein beliebiges Gebäude innerhalb der Siedlung) zu den einzelnen Gebäuden reichen, gemessen und aufsummiert. In einem weiteren Schritt wird der aufsummierte Weg durch die Anzahl gemessener Distanzen gemittelt. Dieser Weg nimmt zu, je mehr Gebäude in diesem Gebiet stehen (entspricht zunehmender Siedlungsfläche)

und je grösser die Distanz zu den einzelnen Gebäuden ist (Mass für die Streuung). Weil die gemessenen Weglängen vom Standpunkt des Verteilzentrums abhängt, werden in einem letzten Schritt alle Orte innerhalb der Siedlungsfläche als mögliche Standorte des Verteilzentrums gemittelt.

Mit Hilfe von Qgis konnte ich auf dem Gebäudepunktlayer des jeweiligen Jahres für jedes Gebäude alle Weglängen zu allen anderen Gebäuden berechnen und mit Hilfe von Excel mitteln. Auf der Abb 62 sind die Weglängen ausgehend vom Gebäude X zur Verdeutlichung rot dargestellt. Die gemittelten Weglängen aller Gebäude wurden anschliessend addiert und durch die Anzahl Gebäude dividiert, um die Werte der verschiedenen Jahre vergleichbar zu machen. Für die über 3000 Gebäude aus dem Jahr 2014 fliessen so über sechs Millionen Weglängen in die Berechnung dieses Indikators.

Der durchschnittliche Abstand von einem beliebigen Gebäude zu einem anderen

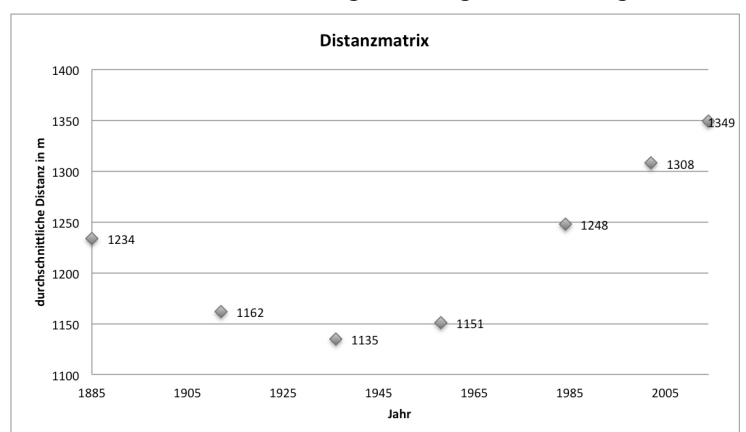


Abb 63. Distanzmatrix. Daten: eigene Berechnungen mit Qgis

beliebigen Gebäude, welches im definierten heutigen Kreuzlinger Gemeindegebiet stand, betrug 1885 1'234m. Dieser Wert ist verhältnismässig hoch, da sich zu diesem Zeitpunkt auf dem heutigen Gemeindegebiet drei eigenständige Dörfer befanden, welche langsam auf sich zuwuchsen. Diese errechnete Weglänge verringerte sich in den nächsten 51 Jahren bis 1936 um fast 100m auf 1'135m. Diese Wertabnahme weist auf eine innere Verdichtung des Siedlungsgebildes hin. Auf den Abb 22 (Seite 45) und Abb 24 (Seite 47) ist diese Verdichtung der bereits 1885 in Anspruch genommenen Fläche von Gebäuden klar erkennbar. Es gibt nur wenige Gebäude, welche weit ausserhalb des bereits besiedelten Gebietes neu errichtet wurden. Im nächsten Intervall (1936-1958) steigt die durchschnittliche Distanz ein wenig auf 1'151m an. Insgesamt wurde während dieser Zeit das bereits besiedelte Gebiet hauptsächlich verdichtet. Zusätzlich wurden aber einige Gebäude südlich weit ausserhalb der bisherigen Siedlungsgrenzen errichtet, welche diese durchschnittliche Distanz vergrössern. Nach der Definition tragen solche Gebäude massgeblich zur Zersiedelung der Landschaft bei. Mit diesem leichten Anstieg der durchschnittlichen Distanz ab 1936 ist die Verdichtungsphase abgeschlossen und es beginnt nach diesem Indikator die Zersiedelung. Es wird zwar immer noch das bereits erschlossene Siedlungsgebiet baulich verdichtet, aber die Neuerrichtung von Wohnquartiere und einzelner Gebäude am Rand oder ausserhalb des bisherigen Siedlungsgebiets erhöhen die durchschnittliche Distanz. In den 26 Jahren zwischen 1958 und 1984 erhöht sich die durchschnittliche Distanz um gut 100m auf 1'248 und hat somit den Wert von 1885 überholt. In diesen 26 Jahren hat sich Kreuzlingen nach diesem Indikator fast doppelt so schnell zersiedelt, als sie zwischen 1885 und 1936 verdichtet wurde. Diese Zersiedelung ist einerseits auf die Errichtung der Industrie in Kurzrickenbach, andererseits auf die neuen Wohnquartiere im Bereich Friedberg, Remisberg, Besmer, Sonnenberg und Weinberg, also am Rand der bisherigen Siedlungsfläche, zurückzuführen. Des Weiteren steigt die durchschnittliche Distanz wegen des Baus der Schrebergärten im Töbeli und der neuen peripheren Gebäuden im Süden der Gemeindefläche an.

Die durchschnittliche Distanz zwischen zwei beliebigen Gebäuden stieg auch nach der extremen Bauboom-Phase der 80er-Jahre weiter. Zwischen 1984 und 2014 nahm diese mittlere Distanz wieder um etwa 100m auf 1'349m zu und erreicht nun nach diesem Indikator die höchste Zersiedelungsrate in dem Untersuchungszeitraum. Diese Zunahme ist wiederum einerseits auf die am Rand der bisherigen Siedlungsfläche neu errichteten Wohnquartiere zurückzuführen, welche vor allem im Bereich Töbeli, Granegg, Friedberg, Schelmenhalde, Remisberg und Besmer errichtet wurden, andererseits auf die Neuansiedlung verschiedenster neuer Industriegebäude im Stadtteil Kurzrickenbach.

Zusammengefasst ergibt sich nach diesem Indikator eine gut 50 Jahre andauernde Verdichtung, gefolgt von einer gut 80 Jahre andauernden Zersiedelung der Gemeindefläche Kreuzlingens.

### 5.4.2.2 Nächster Nachbar-Index

Ein weiteres Charakteristikum von Zersiedelung ist nach Spitzer (2007, S. 757) eine räumlich gleichmässig gestreute Verteilung von Gebäuden auf ein Untersuchungsgebiet und steht einer Konzentration dieser auf kleinem Raum gegenüber. Das heisst, dass ein Gebiet umso stärker zersiedelt ist, je

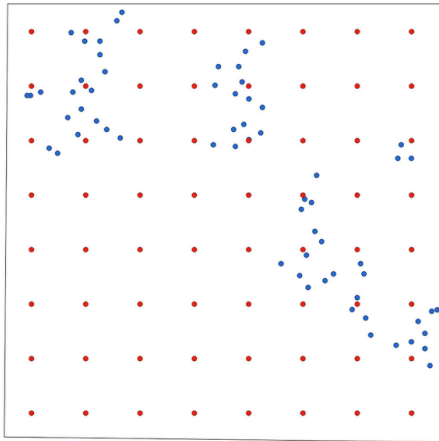


Abb 64. Zersiedelung vs. Clusterbildung. Eigene Abbildung

weiter die einzelnen Gebäude voneinander entfernt oder je weiter sie voneinander gestreut sind. Erwünscht sind Clusterbildungen von Gebäuden. Cluster bezeichnen verdichtete Ansammlungen (in diesem Fall von Gebäuden). Auf der Abb 64 sind jeweils 64 rote und blaue Punkte abgebildet. Die roten Punkte zeigen die grösstmögliche Zersiedelung innerhalb des Untersuchungsgebiets und die blauen Punkte eine Clusterbildung. Man sagt auch, dass die blauen Punkte geklumpt sind. Je näher diese Punkte beieinander liegen, desto stärker sind sie geklumpt, also desto stärker ist ihre Clusterbildung.

Um dieses Charakteristikum rechnerisch abzubilden, greift man auf die *nächster Nachbar*-Berechnungen von Qgis zurück. Die Funktion nächster Nachbarindex berechnet einen Index, basierend auf der durchschnittlichen Entfernung jedes Gebäudes zum nächstgelegenen. Der nächste Nachbar-Index wird als Verhältnis zwischen der beobachteten mittleren Entfernung (die blauen Punkte der Abb 64) und der erwarteten mittleren Entfernung (die roten Punkte der Abb 64) ausgedrückt. Die erwartete Entfernung ist die durchschnittliche Entfernung zwischen Nachbargebäuden in einer hypothetischen zufälligen Verteilung. Rechnerisch wird der Wert für den beobachteten mittleren Abstand (blau) durch den erwarteten mittleren Abstand (rot) dividiert. Ist der Index kleiner 1, weist



Abb 65 Untersuchungsfläche für nächster Nachbarindex 1885. Eigene Abbildung

das Muster Clusterbildung auf. Ist der Index gleich oder grösser 1, geht der Trend zur Dispersion oder Zersiedelung (vgl. ArcGIS Resource Center, 2012).

Der erwartete mittlere Abstand reagiert stark auf Veränderungen der Untersuchungsfläche, und somit können kleine Änderungen des Parameterwertes *Fläche* zu erheblichen Änderungen in den Ergebnissen führen. Für den Vergleich der Berechnungen des nächs-

ten Nachbarindex der verschiedenen Jahre musste man die exakt gleiche Untersuchungsfläche wählen, was aber mit Qgis nicht ohne weiteres funktioniert. Da man keine definierte Fläche als Untersuchungsfläche, z.B. Gemeindefläche Kreuzlingen, angeben kann und Qgis einfach das kleinstmögliche Rechteck generiert, in welchem alle Punkte des Gebäudepunktes enthalten sind, musste ein Trick angewendet werden. Als Untersuchungsfläche wählte ich das von Qgis generierte Rechteck für die Gebäude aus dem Jahr 2014 (in Abb 65 manuelle Untersuchungsfläche), da die Gebäude in diesem Jahr am weitesten gestreut sind. Bei den Punktgebäudelayern der anderen Untersuchungsjahre fügte ich jeweils zwei Gebäude nebeneinander an den Seiten des Untersuchungsrechtecks aus dem Jahre 2014 hinzu. Somit berechnet Qgis die mittleren erwarteten Abstände für dieselbe Untersuchungsfläche, ohne dass die neu eingefügten Gebäude den beobachteten mittleren Abstand entscheidend verändern, da sie dicht nebeneinander stehen.

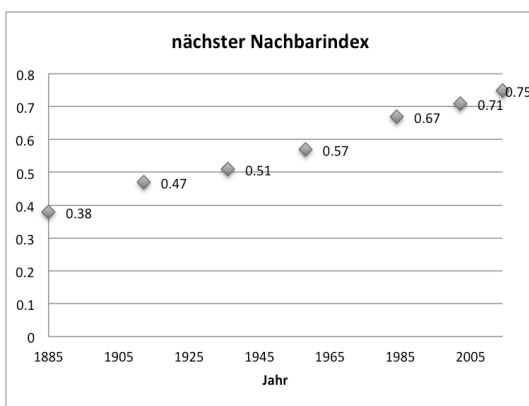


Abb 66. Nächster Nachbarindex. Daten: Eigene Berechnungen mit Qgis

Die Analyse des nächsten Nachbarindex der Untersuchungsjahre zeigt den Trend der zunehmenden Streuung und somit auch Zersiedelung des Untersuchungsgebietes (Abb 66), welches die Gemeindefläche Kreuzlingens einschliesst. Im Jahr 1885 weist die Siedlungsstruktur Kreuzlingens die höchste Clusterbildung auf. Nach diesem Index stieg die Streuungsrate seit 1885 bis ins Jahr 2014 kontinuierlich an. Der nächste Nachbarindex stieg seit 1885 bis ins Jahr 2014 um 97%, also hat sich die Streuung im Untersuchungszeitraum gemäss diesem Indikator fast verdoppelt. Der Index verzeichnet die

stärkste Zunahme der Streuung zwischen den Jahren 1958 und 1984. In diesem Intervall beträgt die mittlere jährliche Wachstumsrate 0.67%. Die Zeit zwischen den Jahren 1885 und 1912 sowie 2002 und 2014 erfahren eine fast gleiche Erhöhung des Streuungswertes. Der Indikator zeigt für die Zeit zwischen 1912-1936 die geringste jährliche Wachstumsrate (0.35%).

Da mit dieser Methode nur mit den Gebäudeschwerpunkten gerechnet werden kann, zeigen diese Werte wiederum nicht die realen Abstände zwischen den Gebäuden (vgl. nächster Nachbar). Um den realen Abständen der nächsten Nachbarn etwas näher zu kommen, zog ich die jeweiligen Gebäuderadien der Untersuchungsjahre den beobachteten und erwarteten mittleren Abständen ab und berechnete den nächsten Nachbarindex für alle Untersuchungsjahre erneut.

Abb 67 zeigt den grundsätzlichen Trend der zunehmenden Streuung des Siedlungsgebildes, und somit bleibt die Zersiedelung auch unter Berücksichtigung der jeweiligen Gebäudegrössen bestehen. Zu erkennen ist aber, dass die Werte für die Streuung (nächster Nachbar-Index) viel tiefer ausfallen. Dies bedeutet, dass die Siedlung viel mehr

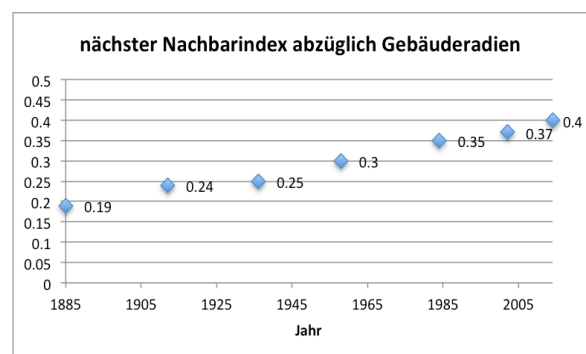


Abb 67. Nächster Nachbarindex abzüglich Gebäuderadien. Daten: eigene Berechnungen mit Qgis

Clusterbildung aufweist, wenn man die Gebäudegrösse zusätzlich berücksichtigt. Dies bedeutet ebenfalls, dass die absolute Zersiedelung für dieses Untersuchungsgebiet viel geringer ausfällt, als wenn man die Gebäudegrösse nicht berücksichtigt. Die Werte haben sich ungefähr halbiert, im Jahr 1885 von 0.38 auf 0.19 und im Jahr 2014 von 0.75 auf 0.4. Die prozentuale Zunahme der Streuung über den Untersuchungszeitraum hat sich ebenfalls in etwa verdoppelt.

### 5.4.3 Diskussion und Fazit der Form- und Strukturindikatoren

#### Kontinuität

Eine gestreute Siedlungsstruktur mit wenig kompakten Strukturen sowie eine räumliche Diskontinuität (viele Baulücken) ist ein Merkmal von Zersiedelung.

Neben der Ausnützung der Siedlungsfläche durch die Anzahl Einwohner pro Flächeneinheit kann auch eine Ausnützung der bebauten Fläche der Siedlungsfläche berechnet werden. Dies wurde einerseits mit der Analyse der baulichen Dichte untersucht, andererseits durch die Kontinuitätsanalyse. Die Untersuchung der baulichen Dichte hat gezeigt, dass innerhalb der bereits bestehenden Siedlungsfläche eine innere Verdichtung stattgefunden hat. Die Kontinuitätsuntersuchung bestätigte dieses Resultat und ergab, dass sich die Distanz von einem Gebäude zum nächstgelegenen über den Untersuchungszeitraum verringerte. Die Räume zwischen den Gebäuden wurden kleiner und die Siedlung somit innerlich verdichtet. **Der Indikator *nächster Nachbar* zeigt somit für den Untersuchungszeitraum insgesamt eine innere Verdichtung oder in Bezug zur überbauten Fläche eine erhöhte Ausnützung der Siedlungsfläche.**

#### Konzentration

Für die Untersuchung der Konzentration wurden die Streuungsindikatoren *Distanzmatrix* und *nächster Nachbar-Index* analysiert.

Die *Distanzmatrix* untersucht neben der Streuung auch das Ausmass der Siedlungsfläche. **Es zeigte sich, dass die Zersiedelung Kreuzlingens nach diesem Indikator bis 1936 abnahm und anschliessend bis 2014 grösser wurde.** Der Zersiedelungswert dieses Indikators ist im Jahr 2014 höher als im Jahr 1885. **Die Zersiedelung hat sich also insgesamt erhöht.** Der erste Trend der inneren Verdichtung ist darauf zurückzuführen, dass die drei ursprünglichen Dörfer aufeinander zuwuchsen und anschliessend eine Siedlung bildeten, welche immer mehr verdichtet wurde. Das Siedlungsgebilde innerhalb der Gemeindegrenze kann im Jahr 1885 als Siedlungsbrei beschrieben werden, welcher sich in den folgenden Jahren in der Ebene flächig verbreiterte. Diese lockere flächige Verbreiterung würde die Zersiedelung gemäss der Definition eigentlich erhöhen. Da diese Fläche aber immer mehr verdichtet wurde, nahm der Wert der Zersiedelung ab. Ab 1936 wurde die bestehende Siedlungsfläche zwar immer mehr verdichtet, aber zudem wurden sehr viele Gebäude an den Siedlungsrändern errichtet. Die Siedlungsfläche wuchs in die Breite, somit erhöhten sich auch die gemessenen Distanzen des Indikators. Zusätzlich wurden einzelne Gebäude weit ausserhalb der bestehenden Siedlungsgrenzen errichtet, welche den Streuungswert ebenfalls vergrössern.



Für diese Berechnung wurden nur Gebäude gewählt, welche sich innerhalb der Gemeindefläche befinden. Es ist fraglich, ob sich die politische Gemeindefläche als Untersuchungsgrenze eignet, da sich Zersiedelung grundsätzlich auf die Landschaft bezieht und normalerweise auf ein grösseres Gebiet bezogen betrachtet werden muss. Wie sich gezeigt hat, kann man aber diesen Zersiedelungsindikator durchaus auch auf ein relativ kleines Untersuchungsgebiet anwenden und somit die mittlere Distanz von irgendeinem Gebäude zu einem anderen beliebigen Gebäude ermitteln.

Mit dem *nächsten Nachbar-Index* wurde ein weiteres Streuungsmass untersucht. Es zeigte sich, dass die Streuung der Gebäude von jedem Untersuchungsjahr zum nächsten auf der Gemeindefläche Kreuzlingen grösser geworden ist. Die Clusterung (Häufung der Gebäude) war 1885 höher als 2014. **Somit wurde auch nach diesem Streuungsindikator die Zersiedelung Kreuzlingens über den Untersuchungszeitraum grösser.** Die Indexe liegen für alle Jahre deutlich näher bei 0 als bei 1. Dies bedeutet, dass auch das Siedlungsgebilde im Jahr 2014 eine Clusterung aufweise, diese Häufung aber deutlich tiefer ausfällt als im Jahr 1885.

Die *nächste Nachbaruntersuchung* der *Kontinuitätsanalyse* hat gezeigt, dass der Raum zwischen den Gebäuden kleiner wurde, aber die Streuung nach dem Streuungsindikatoren *nächster Nachbar-Index* extrem anstieg (in etwa verdoppelt). Auch die prozentualen Anteile der Gebäudeflächen an der Siedlungsfläche (vgl. Seite 44) zeigen, dass die Gebäudeflächen über den Untersuchungszeitraum schneller wuchsen als die Siedlungsflächen. Dieses „Zusammenrücken“ der Gebäude würde nach

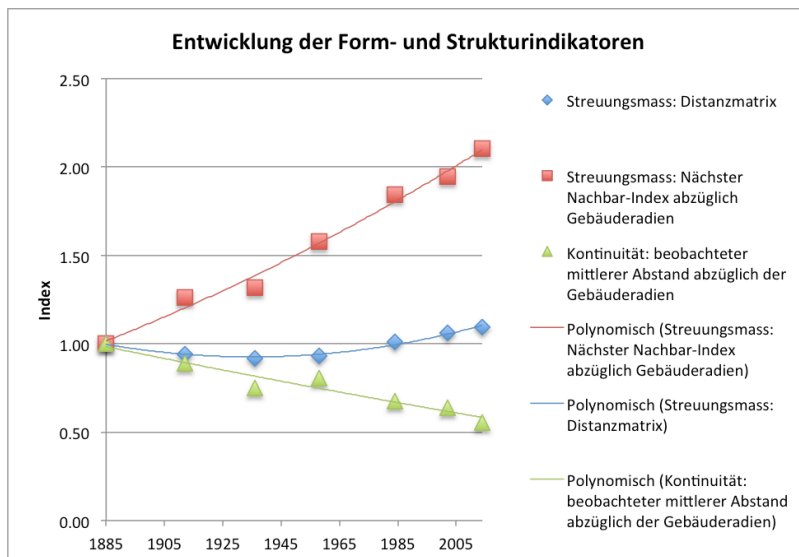


Abb 68. Entwicklungsvergleich der Form- und Strukturindikatoren. Eigene Berechnungen mit Qgis

meinem Verständnis die Clusterung (Häufung) vergrössern und somit die Zersiedelung verringern. Daraus ist zu schliessen, dass diese rechnerische Clusterung und die Erhöhung des Streuungsindex stark auf die Erhöhung der Gebäudeanzahl reagiert. Daraus stellt sich die Frage, ob dieser Index für den Vergleich der Streuung einer wachsenden Siedlung zu verschiedenen Zeitpunkten geeignet ist. Der *nächste Nachbar-Index* wäre sicherlich geeignet

um verschiedene ähnlich grosse Siedlungen auf ihre Streuung zu untersuchen. Die festgestellte Verdichtung der *Distanzmatrix* (1885-1936) ist in den Ergebnissen des *nächsten Nachbar-Index* nicht zu erkennen.

Die Entwicklungstrends der Form- und Strukturindikatoren sind auf der Abb 68 zusammengefasst. Alle Resultate wurden durch den Wert des Jahres 1885 dividiert. Somit ergibt sich ein vergleichbarer Index, welche die Entwicklungstrends über den Untersuchungszeitraum aufzeigen.

## 5.5 Synthese der Zersiedelung der Gemeinde Kreuzlingen

Dieses Kapitel beantwortet die Frage, **in welchem Ausmass sich die Gemeinde Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 räumlich zersiedelt hat.**

Mit Hilfe von verschiedenen Zersiedelungsindikatoren wurden einzelne Aspekte der Zersiedelung, gemessen und analysiert. Abgebildet wurden sowohl Momentaufnahmen von Zersiedelungsindikatoren der jeweiligen Untersuchungsjahre als auch die zeitlichen Veränderungen über den Untersuchungszeitraum. Die vorliegende Arbeit orientiert sich an einer Zersiedelungsdefinition, die sich auf das Ausmass der Bebauung der Landschaft, der Streuung von Gebäuden und die Ausnützung der Siedlungsfläche konzentriert. Es gilt, dass die Zersiedelung höher ist, wenn mehr Flächen bebaut sind, die Gebäude weit gestreut sind und die Ausnützung gering ist.

In Bezug auf den Aspekt **Ausmass der Bebauung der Landschaft** lassen diese Ergebnisse darauf schliessen, dass sich Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 stark zersiedelte. Die Siedlungsfläche breitete sich über den Untersuchungszeitraum extrem aus (jährliches mittleres Wachstum von 2.66%) und diese Ausbreitung ging zu einem grossen Teil auf Kosten der landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Neben der Siedlungsfläche wuchs über den Untersuchungszeitraum auch die Einwohnerzahl stark an (jährliches mittleres Wachstum von 2.85%). Kreuzlingen erfuhr nach dem Aspekt der **Siedlungsflächenausnützung** über den gesamten Untersuchungszeitraum eine Verringerung der Zersiedelung. Die Siedlung wurde insgesamt innerlich leicht verdichtet. Wenn die Siedlungsfläche ohne die Industriearaele betrachtet wird, erhöht sich die Ausnützung noch weiter.

In Bezug auf die **Streuungsmasse** hat sich die Zersiedelung Kreuzlingens insgesamt erhöht, obwohl mit dem Indikator *Distanzmatrix* eine Verringerung der Streuung zwischen 1885 und 1936 festgestellt werden konnte. Anschliessend erhöhte sich die Streuung bis 2014. Der Streuungswert ist im Jahr 2014 höher als im Jahr 1885. Die Streuung hat sich auch nach dem Indikator *nächster Nachbar-Index* erhöht. Es zeigte sich aber, dass dieser Indikator für den Vergleich der Streuung derselben wachsenden Siedlung nur bedingt geeignet ist. Obwohl insgesamt eine höhere Streuung der Gebäude festgestellt werden konnte, zeigte der Indikator *nächster Nachbar*, dass die Gebäude näher aneinandergerückt sind und sich somit der Raum zwischen den Gebäuden verringerte, was die Kontinuität der Siedlung erhöht.

Tabelle 4. Entwicklungsphasen von Kreuzlingen nach den Zersiedelungsindikatoren

Indikator	1885-1912	1912-1936	1936-1958	1958-1984	1984-2002	2002-2014
Siedlungsflächenentwicklung	Wachstum	Wachstum	Wachstum	Wachstum	Wachstum	Wachstum
Einwohnerentwicklung	Wachstum	Wachstum	Wachstum	Wachstum	Wachstum	Wachstum
Siedlungsflächenausnützung	Verdichtung	Zersiedelung	Verdichtung	Zersiedelung	Zersiedelung	Verdichtung
Siedlungsflächenausnützung insgesamt	Verdichtung					
Streuungs-mass (Distanzmatrix)	Verdichtung	Verdichtung	Zersiedelung	Zersiedelung	Zersiedelung	Zersiedelung
Streuung insgesamt	Zersiedelung					
Kontinuität	Verdichtung					

Die Entwicklung von Kreuzlingen zeigt sowohl Phasen einer inneren Verdichtung als auch von Zersiedelung, welche in der Tabelle 4 festgehalten sind. Je nach Gewichtung der verschiedenen Indikatoren kann ein völlig unterschiedliches Bild der Zersiedelung Kreuzlingens entstehen.

Wenn vor allem das Ausmass der Siedlungsflächenentwicklung betrachtet wird, zersiedelte sich Kreuzlingen über den Untersuchungszeitraum enorm, da sich die Siedlungsfläche zwischen 1958 und 2014 beinahe verdoppelte und sich über den gesamten Untersuchungszeitraum mehr als vervierfachte. Aber dass eine Siedlungsfläche mit zunehmender Einwohnerzahl wächst, ist selbstverständlich. Somit könnte man das Hauptaugenmerk auf die Siedlungsflächenausnutzung legen. Somit hätte sich Kreuzlingen nicht zersiedelt. Es hätte insgesamt sogar eine innere Verdichtung stattgefunden. Wenn die Industriearale der Siedlungsfläche abgezogen werden, wäre diese innere Verdichtung noch höher.

Auch die Streuung der Gebäude ist für die Zersiedelung von zentraler Bedeutung. Die Streuung der Gebäude wurde insgesamt höher, was auf eine Zersiedelung hindeutet. Es konnten aber auch Phasen der Streuungsabnahme festgestellt werden. Zudem wurde die Kontinuität mit Ausnahme des Zeitabschnitts zwischen 1936 und 1958 grösser, was auf eine Verringerung der Zersiedelung hindeutet.

Trotz der teils unterschiedlichen Resultate der verschiedenen Zersiedelungsindikatoren erkennt man verschiedene Übereinstimmungen. Im Untersuchungszeitraum zwischen 1958 und 2002 hat sich Kreuzlingen auf Grund der Siedlungsflächenausnutzung und der Streuung am stärksten zersiedelt. Diese Zersiedelung ist auf den Bauboom ab ca. 1950 und auf die schwache Einwohnerentwicklung nach 1984 zurückzuführen. Im Zeitraum zwischen 1885 und 1912 weisen die Resultate auf eine innere Verdichtung hin. Sowohl die Streuung als auch der Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf ist zurückgegangen. Im jüngsten Zeitabschnitt (2002-2014) konnte ein hoher Zuwachs der Siedlungsflächenausnutzung festgestellt werden, was auf eine innere Verdichtung hinweist. Diese erhöhte Ausnutzung ist auf die hohe Wachstumsrate der Einwohneranzahl zurückzuführen. Aber im selben Zeitabschnitt nahm auch die Streuung zu, da sehr viele Ein- und Mehrfamilienhäuser am Rand der bestehenden Siedlung errichtet wurde.

Die Untersuchungen zeigen klar, dass sich Kreuzlingen im Zeitraum zwischen 1885 und 2014 sowohl zersiedelt als auch verdichtet hat. Eine Aussage, in welchem Ausmass diese Zersiedelung oder die Verdichtung stattgefunden hat, ist nicht möglich. Es zeigte sich aber, dass sich die Gemeinde Kreuzlingen nach den eigenen Berechnungen und dem Verständnis von Zersiedelung nicht in gleich hohem Ausmass zersiedelte, wie dies Schwick et al. (2010) für die Agglomeration und den Bezirk Kreuzlingen aufgezeigt haben.

## 6 Diskussion und Schlussfolgerungen

### Methodendiskussion

Die vorliegende Masterarbeit setzt sich in der ersten Fragestellung mit der Messung der Zersiedelung auseinander. Sie lautet folgendermassen: ***Wie kann Zersiedelung aus topografischen Karten und Luftbilder analysiert und gemessen werden?***

Das Ziel dieser Fragestellung war die Erarbeitung einer Methodik, mit welcher die Zersiedelung eines Ortes anhand von topografischen Karten und Luftbildern mittels Qgis erfasst und gemessen werden konnte. Ein weiteres, untergeordnetes Ziel war die Erstellung von Karten, welche die Siedlungsentwicklung der Stadtgemeinde Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 detailliert aufzeigen.

Da die Methodik von Schwick et al. (2010) nicht übernommen werden konnte, musste ich eine eigene Methodik erarbeiten, mit welcher sich die Zersiedelung mit den mir möglichen Quellen und Ressourcen berechnen und abbilden liess. Dieser vermeintliche Rückschlag erwies sich im Nachhinein als Glücksfall. Da ich nicht eine Methodik als gegeben betrachten konnte, musste ich mich intensiv mit dem Zersiedelungsverständnis und der Berechnung verschiedener Zersiedelungsattributen beschäftigen. Erst dadurch konnte ich gegebene Methoden kritisch hinterfragen und erkannte zentrale Probleme des Verständnisses und der Zersiedelungsberechnungen.

Es ist fraglich, ob sich die politische Gemeindefläche als Untersuchungsgrenze eignet, da sich Zersiedelung grundsätzlich auf die Landschaft bezieht und normalerweise auf ein grösseres Gebiet bezogen betrachtet werden muss. Für eine Stadt ist es trotzdem wichtig, dass ihre Entwicklung und ihr Zustand bezogen auf die verschiedenen Zersiedelungsindikatoren aufgezeigt werden.

Die zeitliche Abgrenzung würde ich wieder so wählen, obwohl die Flächennutzungserfassung ohne die Luftbilder (vor 1936) schwieriger war und sie dadurch weniger exakt erfolgte. Die Siegfriedkarten und die Landeskarten mit dem Massstab 1:25'000 eigneten sich als Datengrundlage. Natürlich sind die amtlichen Vermessungsdaten den Landeskarten vorzuziehen, da sie die Flächennutzungen exakter abbilden, aber sie sind für weit zurückliegende Jahre nicht vorhanden. Die Erfassung der Siedlungs- und Landwirtschaftsfläche wäre ohne die Luftaufnahmen nicht in diesem Ausmass möglich gewesen. Deshalb war die visuelle Analyse der Luftaufnahme von zentraler Bedeutung.

Für die Berechnung der Zersiedelungsindikatoren meiner Methodik sind nicht alle erfassten Flächennutzungen relevant. Die Berechnungen hätten auch ohne die Flächennutzungen Wald, Gewässer und Strassen gemacht werden können. Insbesondere die Erfassung der Strassenflächen war sehr Zeitaufwändig, wobei die Strassen sowieso in der Siedlungsfläche enthalten wären. Aber für die Karten der Siedlungsentwicklung wäre die Nichterfassung der Strassen ein grosser Verlust gewesen. Das OpenSource-GIS Qgis eignete sich für die Erfassung der Flächennutzungen und für die gemachten Berechnungen. Das Programm ist verhältnismässig einfach aufgebaut und man kann sich selber ins Programm einarbeiten. Die Auswahl der zu berechnenden Zersiedelungsindikatoren meiner Methodik erfolge nach den Möglichkeiten von Qgis und Excel. Mit anderen GIS (z.B. ArcGis) wären auch weitere Zersiedelungsindikatoren denkbar.

Es gelang mir, die Flächennutzung von Kreuzlingen zu verschiedenen Zeitpunkten mit Hilfe von verschiedenen topografischen Karten und Luftaufnahmen in Qgis zu erfassen und übersichtliche

Karten zu erstellen, welche die Siedlungsentwicklung Kreuzlingens abbilden. Mit Hilfe der erfassten Daten konnte ich viele räumliche Zersiedelungsindikatoren berechnen und ihre Entwicklung über den Untersuchungszeitraum aufzuzeigen. Eine abschliessende Antwort auf die Frage nach dem Ausmass der Zersiedelung von Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 kann ich aber nicht geben, da aufgrund der Komplexität und Vielseitigkeit des Gesamtphänomens Zersiedelung das Ausmass der Zersiedelung nicht mit einem einzigen Wert darzustellen ist, der allen Zersiedelungsattributen gerecht wird. Somit eignet sich die Methodik nicht, um das Ausmass der Zersiedelung als einen Wert abzubilden. Die Methode eignet sich aber, um verschiedene Teilaspekte der Zersiedelung als einen Prozess der Veränderung und als Zustand abzubilden. Somit können verschiedene Entwicklungstrends der Vergangenheit und der Ist-Zustand dieser Teilaspekte aufgezeigt werden.

### **Ergebnisdiskussion und Schlussfolgerungen**

Die zweite Fragestellung untersucht die räumliche Zersiedelung in Kreuzlingen. Die Fragestellung lautet: *In welchem Ausmass hat sich die Stadt Kreuzlingen zwischen 1885 und 2014 räumlich zersiedelt?*

Das Ziel dieser Fragestellung war, die erarbeitete Methodik auf das Untersuchungsgebiet Kreuzlingen anzuwenden und die verschiedenen Indikatoren zu berechnen. Die Resultate wurden analysiert und anschliessend mit dem aktuellen Forschungsstand verglichen.

Kreuzlingen hat sich gemäss meinen ausgewählten Zersiedelungsindikatoren und deren Berechnungen vor allem zwischen 1958 und 2002 zersiedelt. In diesem Zeitraum wuchs die Gebäude- und Siedlungsfläche enorm, während die Einwohnerzahl nicht im selben Ausmass anstieg. Die Ausnützung der Siedlungsfläche hat sich verringert und die Streuung der Gebäude erhöht.

Für den ältesten Zeitraum zwischen 1885 und 1912 zeigen mehrere Indikatoren, dass eine innere Verdichtung des Siedlungsgebildes stattgefunden hat, obwohl die Siedlungsfläche zunahm. Die Einwohnerzahl wuchs schneller als die Gebäude- und Siedlungsfläche, die Ausnützung der Siedlungsfläche hat sich enorm erhöht und auch die Streuung der Gebäude wurde geringer.

Wenn bei den Berechnungen die Industriearale der Siedlungsfläche und die Industriegebäude den Gebäuden abgezogen wurden, weisen die Resultate jeweils ein geringeres Ausmass der Zersiedelung respektive ein höheres Ausmass der inneren Verdichtung auf.

Die Resultate der übrigen Zeitabschnitte zeigen keine eindeutigen Trends. Während einige Indikatoren auf eine innere Verdichtung hindeuteten, zeigten andere Indikatoren, dass eine Zersiedelung stattgefunden hat. Welchen Indikator man anschliessend wie gewichtet, ist je nach Definition und Untersuchung, vielleicht aber auch Aussagewunsch des jeweiligen Autors, unterschiedlich.

Dies ist meiner Meinung nach das zentrale Problem, wenn man von Zersiedelung spricht. Es gibt sehr viele Zersiedelungsdefinitionen, welche zum Teil quantitative und qualitative Aspekte vermischen. Da Landschaftszersiedelung optisch wahrnehmbar ist und subjektiv beurteilt wird, braucht es vermutlich auch beide Aspekte. Messverfahren zu entwickeln, welche sowohl quantitative als auch qualitative Aspekte berücksichtigen, ist sehr anspruchsvoll. Es ist aber wichtig, dass die beobachteten strukturellen Veränderungen der Landschaften durch den Menschen (ob man es Zersiedelung

nennen möchte oder nicht) quantitativ abgebildet werden können, damit zum Beispiel die politische Diskussion zur Eindämmung der Zersiedelung auf Fakten basiert. Aus diesem Grund werden immer wieder neue Messverfahren entwickelt, um die Zersiedelung quantitativ zu erfassen. So haben dies beispielsweise auch Schwick et al. (2010) für das NFP54 gemacht. Sie entwickelten eine Definition und ein Messverfahren, um die Zersiedelung quantitativ zu beschreiben. Auch wenn sich das NFP54 auf diese Definition und dieses Messverfahren beziehen, sind die Auswahl der Indikatoren und ihre Gewichtung relativ willkürlich. Mit einer Änderung ihrer Gewichtungen oder mit einem weiteren Indikator würden ganz andere Messresultate der Zersiedelung der Schweiz festgestellt werden können. Wie man in der Tabelle 1 auf Seite 14 erkennt, gibt es auch noch weit mehr Indikatoren und Attribute, die das Gesamtphänomen *Zersiedelung* beinhaltet.

Daraus folgt, dass eigentlich alle bisherigen Berechnungen der Zersiedelung, eingeschlossen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, in einer gewissen Weise auf Willkür basieren. Etwas zugespitzt könnte man sagen, dass der Begriff *Zersiedelung* so schwammig ist, dass man es eigentlich gar nicht messen kann. Schwick et al. (2010) konnten die Zersiedelung einer Region zwar als Wert angeben, aber ob dieser Wert wirklich das Gesamtphänomen *Zersiedelung* abbildet, ist fraglich. Es ist aber durchaus möglich, einzelne Teilaspekte der Zersiedelung abzubilden und mit Hilfe von der Berechnung verschiedener räumlicher Indikatoren unterschiedliche Attribute von Zersiedelung aufzuzeigen. Eine Abbildung des Gesamtphänomens *Zersiedelung* ist weder mir noch Schwick et al. (2010) gelungen. Es ist auch die offene Frage zu stellen, ob es überhaupt sinnvoll ist, die Zersiedelung als Wert abzubilden. Und wenn ja, wie die verschiedenen Zersiedelungsindikatoren zu einem Gesamtindex der Zersiedelung vereint werden können.

Der Unterschied der beiden Arbeiten besteht hauptsächlich in den Vergleichen. Während Schwick et al. (2010) mehr die Absicht verfolgten, die Zersiedelung verschiedener Regionen und Agglomerationen miteinander zu vergleichen und weniger die Entwicklung der einzelnen Regionen aufzuzeigen, hat in ihren Berechnungen die Gewichtung der Ausnützung eine hohe Wichtigkeit. Dies führt dazu, dass sich Gebiete, wie zum Beispiel die Agglomeration Kreuzlingen, trotz einer zunehmenden Ausnützung nach ihren Berechnungen extrem stark zersiedelte.

Die vorliegende Arbeit bezieht sich immer auf dieselbe Siedlung. Durch den Vergleich der verschiedenen Jahre wird nur die Entwicklung der Siedlung der Gemeindefläche Kreuzlingen betrachtet. So hat eine steigende Ausnützung einen grösseren Einfluss auf den Trend der Zersiedelung oder der inneren Verdichtung, auch wenn die Ausnützung weit unter der einer Stadt wie zum Beispiel Basel liegt.

Während der Analyse stellte sich heraus, dass die gemessene Zersiedelung von Schwick et al. (2010) hauptsächlich auf die Ausbreitung der Siedlungsfläche zurückzuführen ist. Dass die Einwohnerzahl im selben Zeitabschnitt sogar schneller wuchs, hat den Zersiedelungswert nur geringfügig geschmälert. Nach meinem Verständnis von Zersiedelung sollte das Verhältnis des Wachstums der Siedlungsfläche und der Einwohnerzahl mehr in die Berechnung des Zersiedelungsgrades einfließen, weil eine Ansiedlung von Einwohnern normalerweise die Siedlungsfläche vergrössert, da die meisten neuen Gebäuden auf Landwirtschaftsflächen errichtet werden. Zwar ist dieses Verhältnis in

der Ausnützung in der gewählten Zersiedelungsdefinition angegeben: „Der Grad der Zersiedelung ist das Ausmass der Bebauung der Landschaft mit Gebäuden und ihrer Streuung, im Verhältnis zur Ausnützung der überbauten Flächen für Wohn- und Arbeitsfläche“ (Schwick et al., 2010), wird aber nach meinem Verständnis in den Berechnungen zu wenig berücksichtigt. Schwick et al. (2010) sprechen auch nicht von urbanem Wachstum, sondern lediglich von Zersiedelung

Neben dem eindeutigen Verständnis und einem international vergleichbaren Messverfahren der Zersiedelung fehlt es auch an Richtlinien, ab wann eine Struktur als zersiedelt gilt. Nach Siedentop (2005, S. 26) ist die Dichteschwelle, ab welchem Dispersionsgrad das Siedlungsmuster als zersiedelt gilt, noch vollständig ungeklärt. Der Bundesrat hat zwar einen durchschnittlichen Maximalwert für die Siedlungsflächenausnützung pro Kopf veröffentlicht, aber eine konkrete Schwelle, ab welchem Wert eine Ausnützung einer Siedlungsfläche als zersiedelt gilt, ist nicht gegeben. Vielleicht ist dies auch gar nicht möglich, da neben den quantitativen Faktoren auch qualitative in die Siedlungsbewertung einfließen. So trägt ein Hochhaus in den Alpen, wie dies zur Zeit in Vals in Planung steht (vgl. Hess & Hosp, 2015), weniger zur Zersiedelung der Landschaft bei als eine historische Streusiedlung, wie dies in vielen Talregionen der Schweiz der Fall ist. Die Ausnützung der Siedlungsfläche wäre bei Hochhäusern, zumindest wenn diese bewohnt wären, durchaus höher als in einer historischen Streusiedlung. Da aber Hochhäuser von viel weiter entfernt erkennbar sind und mehr auf bauliche Aktivität schliessen lassen, könnten sie qualitativ mehr zur Zersiedelung beitragen. Weiter erhöhen zum Beispiel private Gärten mit Bäumen nach den quantitativen Definitionen die Zersiedelung, da sie in den Siedlungsflächen miteingerechnet werden und die Einwohnerdichte pro Fläche (Ausnützung) verringern. Da nach meinem Zersiedelungsverständnis Bäume die wahrnehmbare Zersiedelung verringern, wurden in der vorliegenden Arbeit öffentliche Parkanlagen entgegen vieler Definitionen nicht als Siedlungsflächen erfasst.

Die weitere Klärung des Verständnisses und der Definition von Zersiedelung sind Aufgaben und Konsequenzen der Politik und der Wissenschaft. Es wäre auch eine international geltende Definition und ein Messkonzept von Zersiedelung erwünscht, welches frei zugänglich wäre.

Auf Grund der Siedlungsentwicklung fehlt Kreuzlingen ein klarer Stadtkern. Mit meinen Untersuchungen konnte ich kein eindeutiges Zentrum ausmachen (vgl. Kapitel Bauliche Dichte und die Heatmaps im Anhang). Die höchste bauliche Dichte wurde in den Industriegebieten von Emmishofen und Kurzrickenbach und in der Region des Boulevards und dem ehemaligen Dorfkern von Egelshofen festgestellt. Dass die Industriegebiete nicht als Stadtkerne oder pulsierende Zentren gesehen werden können, ist selbstverständlich. Somit kristallisiert sich am ehesten der Bereich rund um den Boulevard und die Löwenstrasse als Zentrum heraus. Den Ortskern sehen Halser et al. (2014) im Gebiet zwischen der Löwen-, Haupt-, Bahnhofs- und Konstanzerstrasse (Abb 2 auf Seite 9). Um eine urbane Zentrumsfläche zu bilden, ist diese beschriebene Fläche aber deutlich zu gross. Im Innenraum dieses Vierecks sind das Wohnen sowie Industrie vorherrschend, und auch entlang der Achsen ist nicht überall eine publikumsintensive Nutzung gesichert.



## **Ausblick in die Zukunft**

Dass die Resultate für die Gemeinde Kreuzlingen neben Trends der Zersiedelung auch auf Trends der inneren Verdichtung hinweisen, bedeutet nicht, dass sich die Stadt Kreuzlingen in der Planung und in der Weiterentwicklung des Siedlungsgebildes nicht bemühen muss. Im Gegenteil, die Planung ist heutzutage wahrscheinlich so wichtig wie noch nie. Die Resultate zeigen, dass während der letzten 129 Jahre jeden Tag durchschnittlich  $86\text{m}^2$  des Bodens von Kreuzlingen besiedelt wurde. Wenn dieses Siedlungsflächenwachstum weiterhin so anhält, wäre in rund 70 Jahren die gesamte noch vorhandene Landwirtschaftsfläche Kreuzlingens besiedelt.

Der Boden ist nach Schwick et al. (2010, S. 94) eine endliche Ressource und sein Verlust bezogen auf Lebenszeiten eines Menschen irreversibel. Wenn weiterhin so gebaut wird und die fossilen Energieträger aufgebraucht sein werden oder wegen der Gefahren des Klimawandels nicht mehr verbrannt werden dürfen, kann die Landschaft nicht mehr alle Menschen dauerhaft mit Ressourcen versorgen. Aus diesem Grund ist von einer Ausdehnung der Siedlungsfläche wie bis anhin abzuraten und eine Siedlungsentwicklung nach innen, wie dies Nebel (2014) vorschlägt, vorzuziehen. Eine innere Verdichtung steht als Antityp der Zersiedelung und ist für eine nachhaltige Siedlungsentwicklung von zentraler Bedeutung. Eine solche Verdichtung hat nach meinen Resultaten bereits stattgefunden, muss aber weiter gefördert werden, da die Ausnützung der Siedlungsfläche von Kreuzlingen noch deutlich unter der von anderen Schweizer Städten liegt.

In dieser Arbeit wird Kreuzlingen stets als eigenständige Stadt angeschaut, was sie in Realität aber nicht ist. Kreuzlingen ist mit der deutschen Stadt Konstanz zu einer Doppelstadt Kreuzlingen-Konstanz verwachsen. Von oben betrachtet, erkennt man die Grenze nicht wirklich. Zusammen bilden sie eine Agglomeration mit mehr als 100'000 Einwohnern. Auch Schwick et al. (2010) hat die Schweiz als Insel betrachtet und somit nur mit Siedlungsflächen und Gebäuden gerechnet, welche auf Schweizer Boden liegen. In einer weiteren Arbeit wäre es interessant herauszufinden, wie sich die Zersiedelungsindikatoren entwickeln, wenn die gesamte Siedlungsfläche der Agglomeration Kreuzlingen-Konstanz betrachtet wird.

Die Einwohner von Kreuzlingen orientierten sich schon vor 1900 immer an Konstanz. Der rege Austausch zwischen Kreuzlingen und dem deutschen Nachbarn wurde durch die beiden Weltkriege gestört. Somit musste Kreuzlingen ein eigenes Zentrum finden, nachdem die Grundstrukturen von Kreuzlingen schon erbaut waren. Diese Zentrumsfindung stellt auch weiterhin eine grosse Herausforderung dar, gerade auch im Hinblick auf schwindende Grenzen und der Herausbildung der Konstanzer Altstadt als Ziel von Schweizer Einkaufstouristen.

Es stellt sich deshalb die provokative These, ob Kreuzlingen überhaupt ein eigenes Zentrum benötigt. Das Zentrum von Konstanz könnte auch als Kern der gesamten Agglomeration gelten und Kreuzlingen wäre dementsprechend ein Subzentrum. Dies würde viele politische und ökonomische Folgen mit sich führen. Bezogen auf die Verringerung der Zersiedelung müssten die beiden Städte enger zusammenarbeiten und die übernationale Planung intensivieren. Die Siedlungsgrenzen, ein Naherholungsgürtel und auch Massnahmen zur inneren Verdichtung müssten klar definiert werden.

## 7 Literatur- und Quellenverzeichnis

- Amtliche Vermessung Schweiz. (o. J.). Die amtliche Vermessung in Kürze. Abgerufen am 6. Mai 2015, unter <http://www.cadaastre.ch/internet/cadaastre/de/home/topics/about.html>
- Apel, D. & Henckel, D. (1995). Flächen sparen, Verkehr reduzieren – Möglichkeiten zur Steuerung der Siedlungs- und Verkehrsentwicklung. In Deutsches Institut für Urbanistik (Hrsg.), *Difu-Beiträge zur Stadtentwicklung* (Bd. 16). Berlin: Difu.
- ArcGIS Resource Center. (2012). Mittlerer nächster Nachbar. Abgerufen am 5. April 2015, unter <http://help.arcgis.com/de/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#//005p00000008000000>
- ARE. (2012). Bauzonenstatistik Schweiz 2012 - Statistik und Analysen. Abgerufen am 11. April 2015, unter <http://www.are.admin.ch/themen/raumplanung/00236/04878/index.html?lang=de>
- BFS. (2000). Bevölkerung Gemeinden 1850-2000. Abgerufen am 20. April 2015, unter [http://www.statistik.tg.ch/xml\\_8/internet/de/application/d10460/d10631/f11025.cfm](http://www.statistik.tg.ch/xml_8/internet/de/application/d10460/d10631/f11025.cfm)
- BFS. (2005). Arealstatistik Schweiz: Zahlen, Fakten, Analysen. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS. (2007). Arealstatistik nach Nomenklatur 1992 - GEOSTAT-Datenbeschreibung. Abgerufen am 23 März 2015, unter [http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/dienstleistungen/geostat/datenbeschreibung/arealstatistik\\_1979.html](http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/dienstleistungen/geostat/datenbeschreibung/arealstatistik_1979.html)
- BFS. (2015a). Die Bodennutzung in der Schweiz: Auswertungen und Analysen. Neuchâtel: Bundesamt für Statistik.
- BFS. (2015b). Bevölkerungsstand Schweiz. Abgerufen am 20. April 2015, unter <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/02/blank/key/bevoelkerungsstand.html>
- Büchi, E., Bürgi, M., Fischer, D., Kupper, P., Leschhorn, M., Rettenmund, B., Rütters, M., et al. (2001). Kreuzlingen - Kinder, Konsum und Karrieren 1874-2000. Weinfelden: Wolfau-Druck R. Mühlemann.
- BV. (2014). Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft. Abgerufen am 3. April 2015, unter <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19995395/201405180000/101.pdf>
- Cevero, R. (2000). Shapeless, spread out, skipped over and scattershot - Sprawl sweeps the globe. *The Word Paper*, (March), 5–6.
- D-EDK. (2015). Vorlage Lehrplan 21. Abgerufen am 9. Juni 2015, unter <http://vorlage.lehrplan.ch/index.php>
- Dienststelle für Statistik Thurgau. (2014). Wohnbevölkerung im Kanton Thurgau nach Gemeinden, 1991-2014. Abgerufen am 20. April 2015, unter [http://www.statistik.tg.ch/xml\\_8/internet/de/application/d10460/d10631/f11025.cfm](http://www.statistik.tg.ch/xml_8/internet/de/application/d10460/d10631/f11025.cfm)
- Erni, P. & Raimann, A. (2009). Die Kunstdenkmäler des Kantons Thurgau. Die Stadt Kreuzlingen. Bern: Birkhäuser Verlag.
- Ewald, K. C. & Klaus, G. (2010). Die ausgewechselte Landschaft - vom Umgang der Schweizer mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. Bern: Haupt.
- Frey, R. (2011). Räumliche Entwicklung und Zersiedelung. *Beiträge zur aktuellen Wirtschaftspolitik*, (01). Abgerufen am 15. März 2015, unter <http://www.crema-research.ch/bawp/2011-01.pdf>

- Galster, G., Hanson, R., Ratcliffe, M., Wolman, H., Coleman, S. & Freihage, J. (2001). Wrestling Sprawl to the Ground - Defining and Measuring an Elusive Concept. *Housing Policy Debate* (Bd. 4), S. 681–717.
- Geographic Information Technology Training Alliance. (2005). Dichtemosaikkarten. Abgerufen am 6. Mai 2015, unter [http://www.gitta.info/ThematicCart/de/html/themDarstell\\_learningObject4.html](http://www.gitta.info/ThematicCart/de/html/themDarstell_learningObject4.html)
- Halser, P. D., Bellwald, S. & Eggenberger, M. (2014). Stadtanalyse Kreuzlingen. Kreuzlingen: Stadt Kreuzlingen.
- Hess, E. & Hosp, J. (15. März 2015). In Vals sollen Hotelträume in den Himmel wachsen. *Sonntagszeitung*. Abgerufen am 3. Juni 2015, unter [http://www.sonntagszeitung.ch/read/sz\\_15\\_03\\_2015/nachrichten/30096](http://www.sonntagszeitung.ch/read/sz_15_03_2015/nachrichten/30096)
- Jaeger, J. & Bertiller, R. (2006). Aufgaben und Grenzen von Messgrößen für die Landschaftsstruktur - das Beispiel Zersiedelung. In K. M. Tanner, M. Bürgi, & T. Coch (Hrsg.), *Landschaftsqualitäten* (S. 159–185). Bern Stuttgart Wien: Haupt Verlag.
- Kreuzlinger Quartiervereine. (o. J.). Kreuzlinger Quartiervereine. Abgerufen am 6. Mai 2015, unter <http://www.kreuzlingerquartiervereine.ch/>
- Landscape Gesellschaft für Geo-Kommunikation. (2000). *Lexikon der Geowissenschaften* (Bd. 5). Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Lavalle, C., McCormick, N., Kasanko, M., Demicheli, L., Barredo, J. & Turchini, M. (2002). Monitoring, planning and forecasting dynamics in European Areas - The territorial approach as key to implement European policies. *CORP*, S. 367–373.
- Leschhorn, M. & Strebel, S. (2001). 1874-1918. In M. Bürgi, M. Rütters & A. Wüthrich (Hrsg.), Kreuzlingen: Kinder, Konsum und Karrieren 1874-2000 (S. 11–53). Weinfelden: Wolfau-Druck R. Mühlemann.
- Meinel, G. & Hengersdorf, J. (2002). Erhebungsmethoden, Programme und Nomenklaturen der Flächenbedeckung und Flächennutzung. *Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation, Heft 4*, (August), S. 271–286.
- Müller-Jentsch, D. & Rühli, L. (2010). Kantonsmonitoring: Raumplanung zwischen Vorgabe und Vollzug. o.O.: Avenir Suisse.
- Nebel, R. (2014). Siedlungsflächenmanagement Schweiz - problemorientierte Flächenübersichten als zentrale Grundlage für eine Siedlungsentwicklung nach innen. IRL-Bericht. Zürich: vdf-Hochschulverlag.
- NFP 54. (2011). Nachhaltige Siedlungs- und Infrastrukturentwicklung. Nationales Forschungsprogramm NFP54. Abgerufen am 3. März 2015, unter <http://www.nfp54.ch/d.cfm?Slanguage=d>
- RPG. (2014). Bundesgesetz über die Raumplanung. Abgerufen am 15. April 2015, unter <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/19790171/201405010000/700.pdf>
- Schweizerischer Bundesrat. (2015). Strategie nachhaltige Entwicklung 2012-2015. Bern: o.V.
- Schwick, C., Jaeger, J., Bertiller, R. & Kienast, F. (2010). Zersiedelung der Schweiz - unaufhaltsam?: quantitative Analyse 1935 bis 2002 und Folgerungen für die Raumplanung. Bern: Haupt.
- Siedentop, S. (2005). Urban Sprawl - verstehen, messen, steuern - Ansatzpunkte für ein empirisches Mess- und Evaluationskonzept der urbanen Siedlungsentwicklung. *DISP 160* (S. 23–35).

Spitzer. (2007). Räumliche Indikatoren zur Analyse von Zersiedelung. In J. Strobl, T. Blaschke, & G. Griesebner (Hrsg.), *Angewandte Geoinformatik 2007: Beiträge zum 19. AGIT-Symposium Salzburg* (S. 752–761). Heidelberg: Wichmann, H.

Swisstopo. (2014a). Zeitreise. Abgerufen am 4. Januar 2015, unter [http://map.geo.admin.ch/?topic=swisstopo&X=278989.75&Y=730385.50&zoom=8&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&catalogNodes=1392,1476&layers\\_timestamp=20121231,&time=2012&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.swisstopo.swissboundaries3d-gemeinde-flaeche.fill](http://map.geo.admin.ch/?topic=swisstopo&X=278989.75&Y=730385.50&zoom=8&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&catalogNodes=1392,1476&layers_timestamp=20121231,&time=2012&layers=ch.swisstopo.zeitreihen,ch.swisstopo.swissboundaries3d-gemeinde-flaeche.fill)

Swisstopo. (2014b). LUBIS Viewer. Abgerufen am 4. Januar 2015, unter [http://map.geo.admin.ch/?topic=swisstopo&X=278435.00&Y=730200.00&zoom=6&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.lubis-luftbilder\\_schwarzweiss,ch.swisstopo.lubis-luftbilder\\_farbe&layers\\_timestamp=99991231,99991231&catalogNodes=1430](http://map.geo.admin.ch/?topic=swisstopo&X=278435.00&Y=730200.00&zoom=6&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-farbe&layers=ch.swisstopo.lubis-luftbilder_schwarzweiss,ch.swisstopo.lubis-luftbilder_farbe&layers_timestamp=99991231,99991231&catalogNodes=1430)

Swisstopo. (o. J.). Landesvermessung 03. Abgerufen am 4. Mai 2015, unter <http://www.swisstopo.admin.ch/internet/swisstopo/de/home/topics/survey/networks/lv03.html>

## Abbildungsverzeichnis

Abb 1. Gemeindefläche Kreuzlingen	9
Abb 2. Zentrum von Kreuzlingen	9
Abb 3. Schema Zersiedelung	15
Abb 4. Gegenstromprinzip der Raumplanung	17
Abb 5. Prozentualer Anteil des Siedlungsraums CH und TG des Jahres 2009	21
Abb 6. Zersiedelung des Kantons Thurgau, des Bezirks und der Agglomeration Kreuzlingen	23
Abb 7. Siedlungsflächenausnutzung des Kantons Thurgau, des Bezirks und der Agglomeration Kreuzlingen	24
Abb 8. Stadtteile von Kreuzlingen	32
Abb 9. Polygone erfassen	35
Abb 10. Siedlungsfläche	36
Abb 12. Einwohnerentwicklung	39
Abb 11. Industriegebäude 1885-1912	39
Abb 13. Mittlere jährliche Bevölkerungszunahme	40
Abb 14. Siedlungsflächenentwicklung 1885-2014	41
Abb 15. Entwicklung der Siedlungs- und Gebäudeflächen	42
Abb 16. Prozentualer Anteil an der Gemeindefläche	42
Abb 17. Gebäudeflächenentwicklung in den Stadtteilen	42
Abb 18. Gebäudeflächenentwicklung mit und ohne Industrie	43
Abb 19. Gebäudeflächenentwicklung 1885-2014	43
Abb 20. Prozentuale Anteile an der Siedlungsfläche 1885	44
Abb 21. Prozentuale Anteile an der Siedlungsfläche 2014	44
Abb 22. Gebäudeflächenentwicklung 1885-1912	45
	92

Abb 23. Siedlungsflächenentwicklung 1885-1912	46
Abb 24. Gebäudeflächenentwicklung 1912-1936	47
Abb 25. Siedlungsflächenentwicklung 1912-1936	47
Abb 26. Gebäudeflächenentwicklung 1936-1958	48
Abb 27. Siedlungsflächenentwicklung 1936-1958	49
Abb 28. Gebäudeflächenentwicklung 1958-1984	50
Abb 29. Industriebauten 1958-1984	51
Abb 30. Siedlungsflächenentwicklung 1958-1984	51
Abb 31. Gebäudeflächenentwicklung 1984-2002	52
Abb 32. Gebäudeflächenentwicklung 2002-2014	53
Abb 33. Siedlungsflächenentwicklung 1984-2014	54
Abb 34. Durchschnittliche Gebäudegrößen der Untersuchungsjahre	54
Abb 35. Landwirtschafts- und Siedlungsflächenentwicklung 1936-2014	55
Abb 36. Landwirtschaftsflächenentwicklung 1936-2014	55
Abb 37. Gewässer- und Waldflächenentwicklung 1885-2014	56
Abb 38. Gewässerflächenentwicklung 1885-2014	57
Abb 39. Waldflächenentwicklung 1885-2014	58
Abb 40. Entwicklungsvergleich von Einwohner und Siedlungsfläche	60
Abb 41. Entwicklungsvergleich von Einwohner und Gebäudeflächen	61
Abb 42. Mittleres Jahreswachstum zwischen den Untersuchungsjahren	61
Abb 43. Gebäudeflächenverbrauch pro Kopf	64
Abb 44. Siedlungsflächenverbrauch pro Kopf	66
Abb 45. Siedlungsflächendichte Einwohner pro ha	67
Abb 46. Gebäudefläche in Hektarpolygon	67
Abb 47. Anzahl Punkte in Hektarpolygon	68
Abb 48. Heatmap Gebäude 2014	69
Abb 49. Dichtemosaikkarte 1885: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar	70
Abb 50. Dichtemosaikkarte 1912: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar	70
Abb 51. Dichtemosaikkarte 1936: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar	70
Abb 52. Dichtemosaikkarte 1958: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar	70
Abb 53. Dichtemosaikkarte 1984: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar	70
Abb 54. Dichtemosaikkarte 2014: Prozentualer Anteil der Gebäudefläche pro Hektar	70
Abb 55. Hauptstrasse 82, 84. Früher	71
Abb 56. Hauptstrasse 82, 84. Heute	71
Abb 57. Siedlungsflächenausnutzungsvergleich	72
Abb 58. Beobachteter mittlerer Abstand	75
Abb 59. Schema Mustergebäude	76
Abb 60. Beobachteter mittlerer Abstand abzüglich Gebäuderadien	76
Abb 61. Zusammenfassung nächster Nachbar	76
Abb 62. Schema Distanzmatrix	77

Abb 63. Distanzmatrix	77
Abb 64. Zersiedelung vs. Clusterbildung	79
Abb 65 Untersuchungsfläche für nächster Nachbarindex 1885	79
Abb 66. Nächster Nachbarindex	80
Abb 67. Nächster Nachbarindex abzüglich Gebäuderadien	80
Abb 68. Entwicklungsvergleich der Form- und Strukturindikatoren	82

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1. Merkmale und Attribute von Zersiedelung	14
Tabelle 2: verwendete Quellen für die Untersuchungsjahre	33
Tabelle 3. Entwicklungstrends nach dem Vergleich der jährlichen Wachstumsraten	63
Tabelle 4. Entwicklungsphasen von Kreuzlingen nach den Zersiedelungsindikatoren	83



## Anhang

Im Anhang sind die selbst erstellten Karten abgedruckt, welche nicht direkt in der Arbeit vorkommen. Der Übersichtsplan von Kreuzlingen gibt zeigt die wichtigsten Orte und Strassen von Kreuzlingen und dient der Orientierung.

Die nächsten sechs Karten zeigen die Flächennutzungen der Stadt Kreuzlingen der verschiedenen Untersuchungsjahre.

Die Heatmaps sind mit Qgis erstellte Dichtekarten, die verschiedene Dichten abbilden. Je dunkler das Rot, desto dichter die Bebauung. Diese Abbildungen helfen bei der visuellen Analyse der Bauungsstruktur Kreuzlingens. Mit Hilfe dieser Heatmaps können zum Beispiel die baulichen Zentren der Stadt ausfindig gemacht werden.

Die Heatmaps *Punktegitter in Polygon* zeigen ähnlich wie die Dichtemosaikkarten die bauliche Dichte. Grosse Gebäude, insbesondere Industriegebäude, kommen sehr gut zum Vorschein.

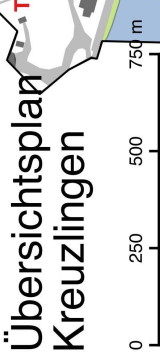
Die Heatmaps *Punktegitter in Polygon ohne Industrie* zeigen die bauliche Dichte ohne die Industriegebäude, da diese nicht wirklich das Zentrum der Stadt abbilden. Diese Heatmaps zeigen die Zentren der Stadt am ehesten, da grosse öffentliche Gebäude gut zum Vorschein kommen.

Die Heatmaps *Polygonpunkt* heben vor allem kleine Einfamilienhäuser hervor. Somit können Wohnquartiere ausfindig gemacht werden.

Die verwendeten Quellen für die Nutzungsflächenerfassung stehen digital zur Verfügung und sind auf der beigelegten CD abgespeichert. Auf der CD sind die amtlichen Vermessungsdaten 2014, und die Orthofotos 2014 nicht beigelegt, da diese nicht weitergegeben werden dürfen. Ebenfalls auf der CD sind sämtliche selbst erstellte Karten, die in der Arbeit verwendet wurden.

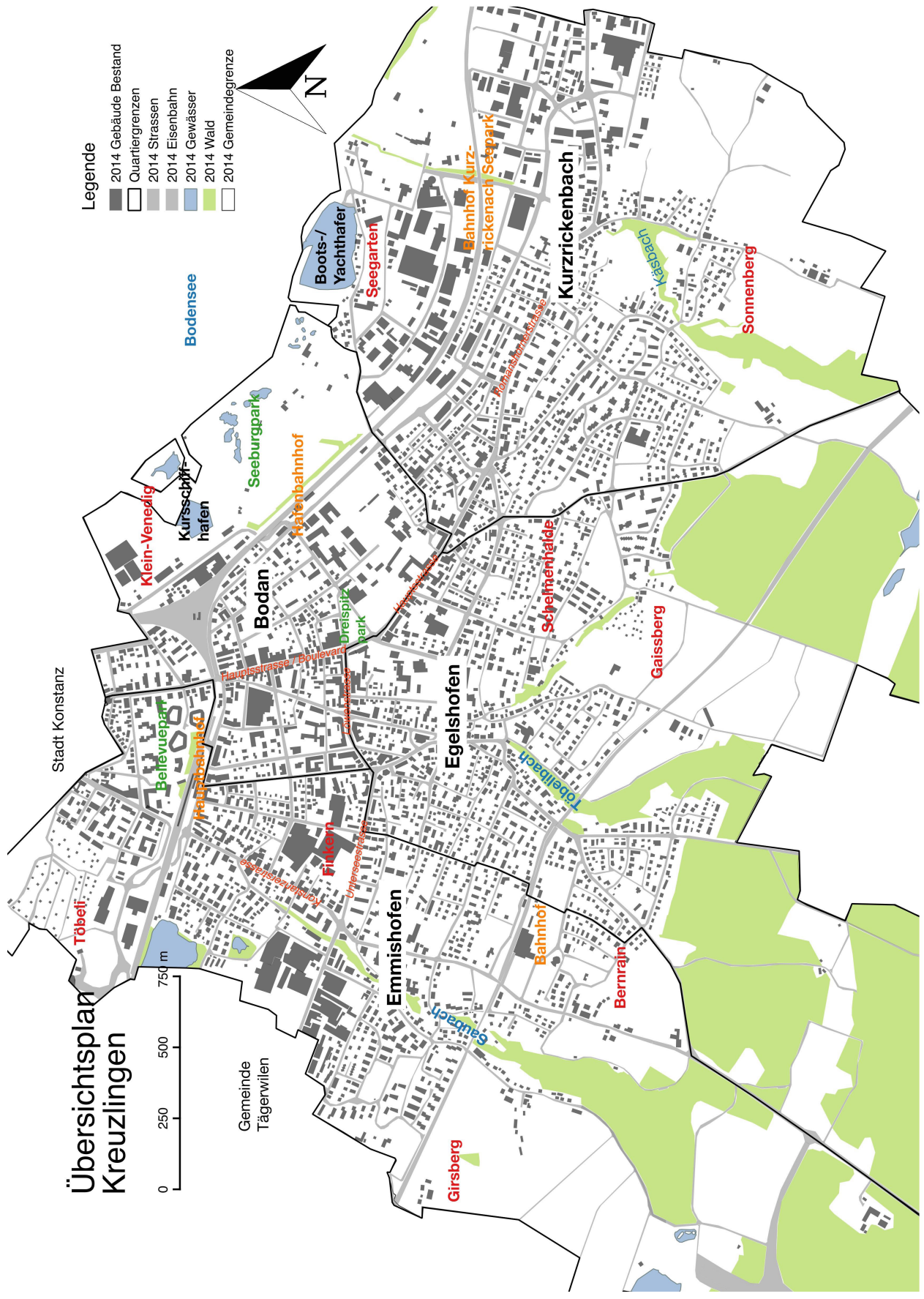
# Übersichtsplan Kreuzlingen

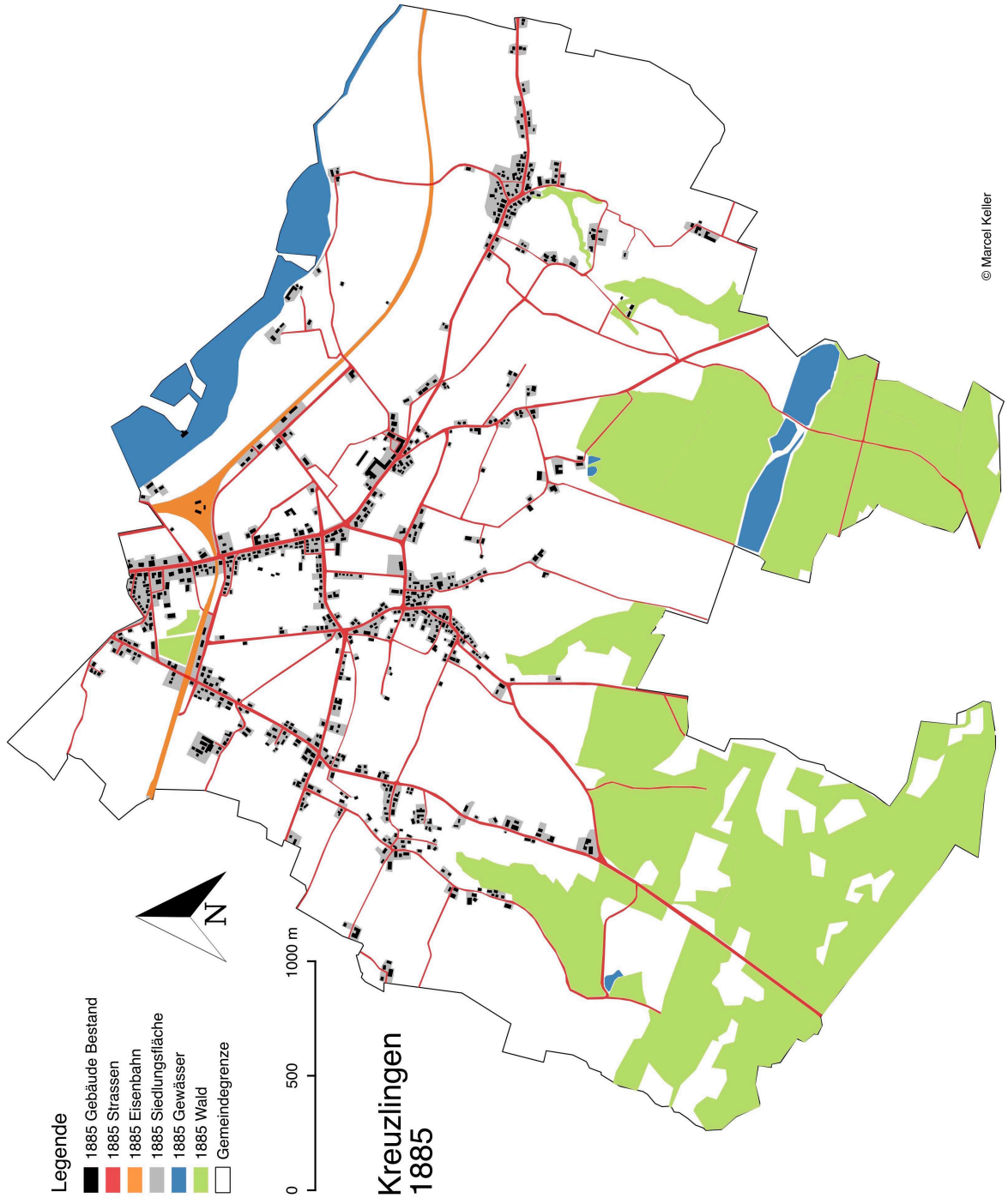
Stadt Konstanz



Gemeinde  
Tägerwilen

- Legende**
- 2014 Gebäude Bestand
  - Quartiergrenzen
  - 2014 Strassen
  - 2014 Eisenbahn
  - 2014 Gewässer
  - 2014 Wald
  - 2014 Gemeindegrenze

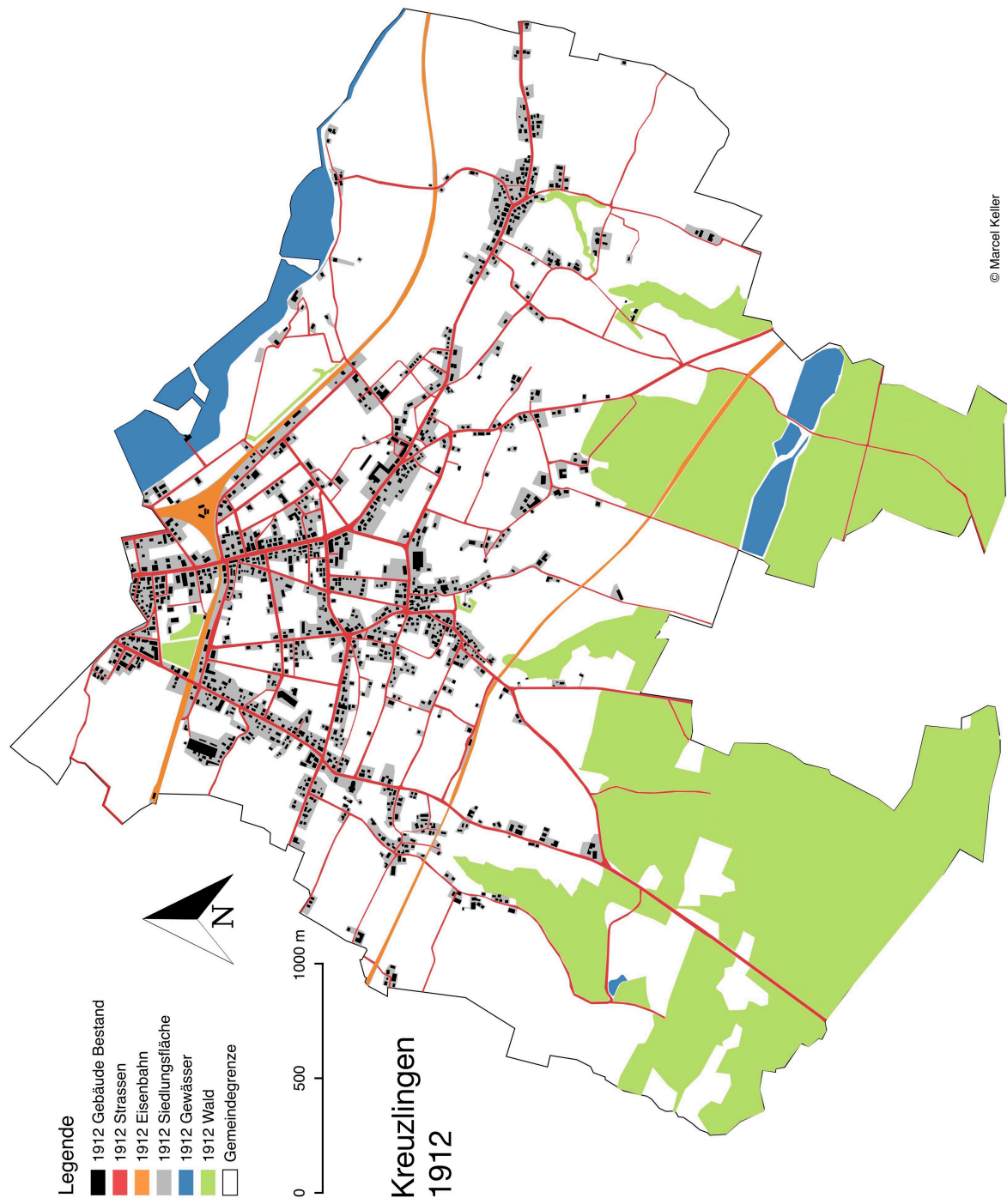




**Legende**

- 1885 Gebäude Bestand
- 1885 Strassen
- 1885 Eisenbahn
- 1885 Siedlungsfläche
- 1885 Gewässer
- 1885 Wald
- Gemeindegrenze

**Kreuzlingen  
1885**



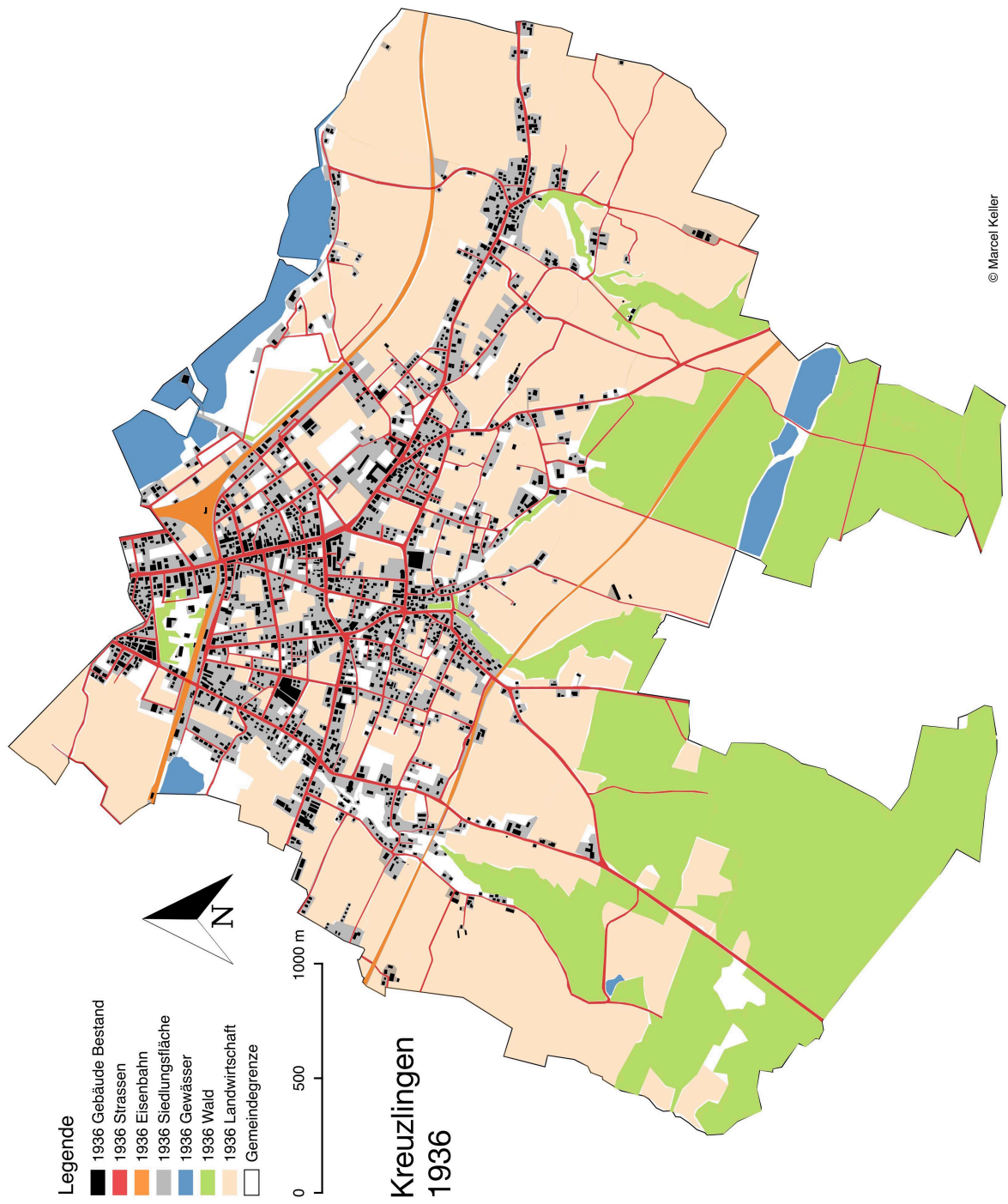
**Legende**

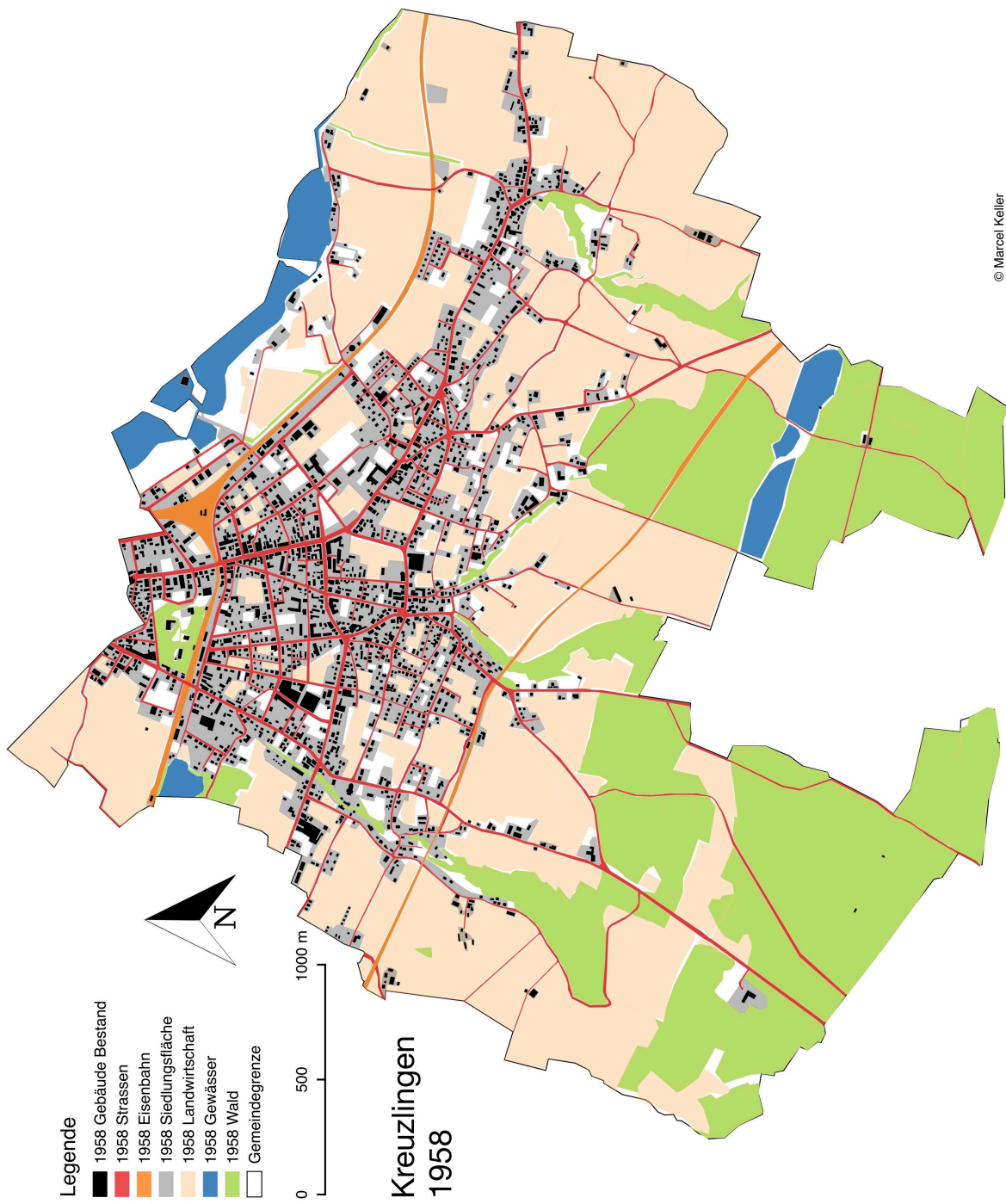
- 1912 Gebäude Bestand
- 1912 Strassen
- 1912 Eisenbahn
- 1912 Siedlungsfläche
- 1912 Gewässer
- 1912 Wald
- Gemeindegrenze

**Kreuzlingen  
1912**

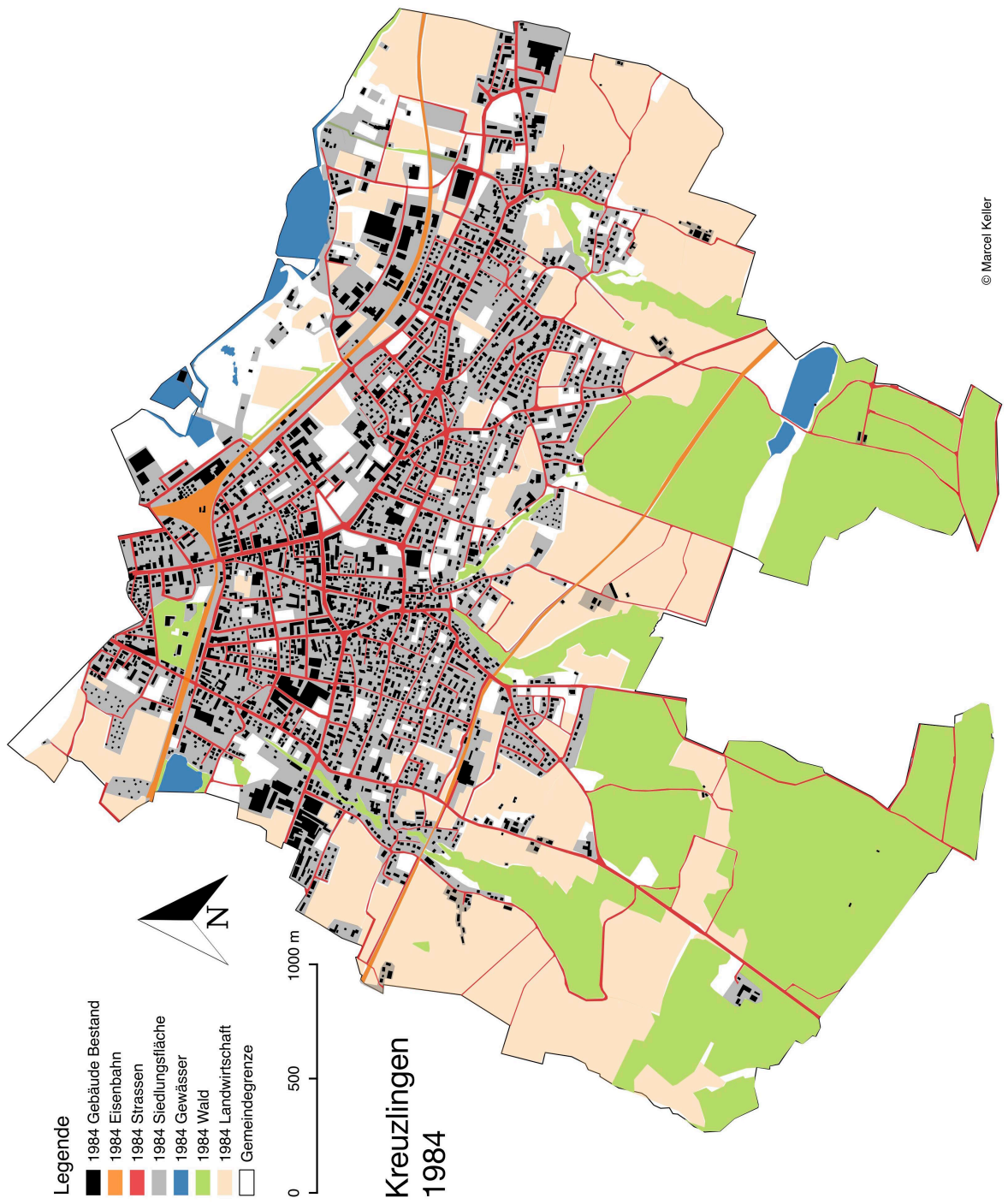
© Marcel Keller

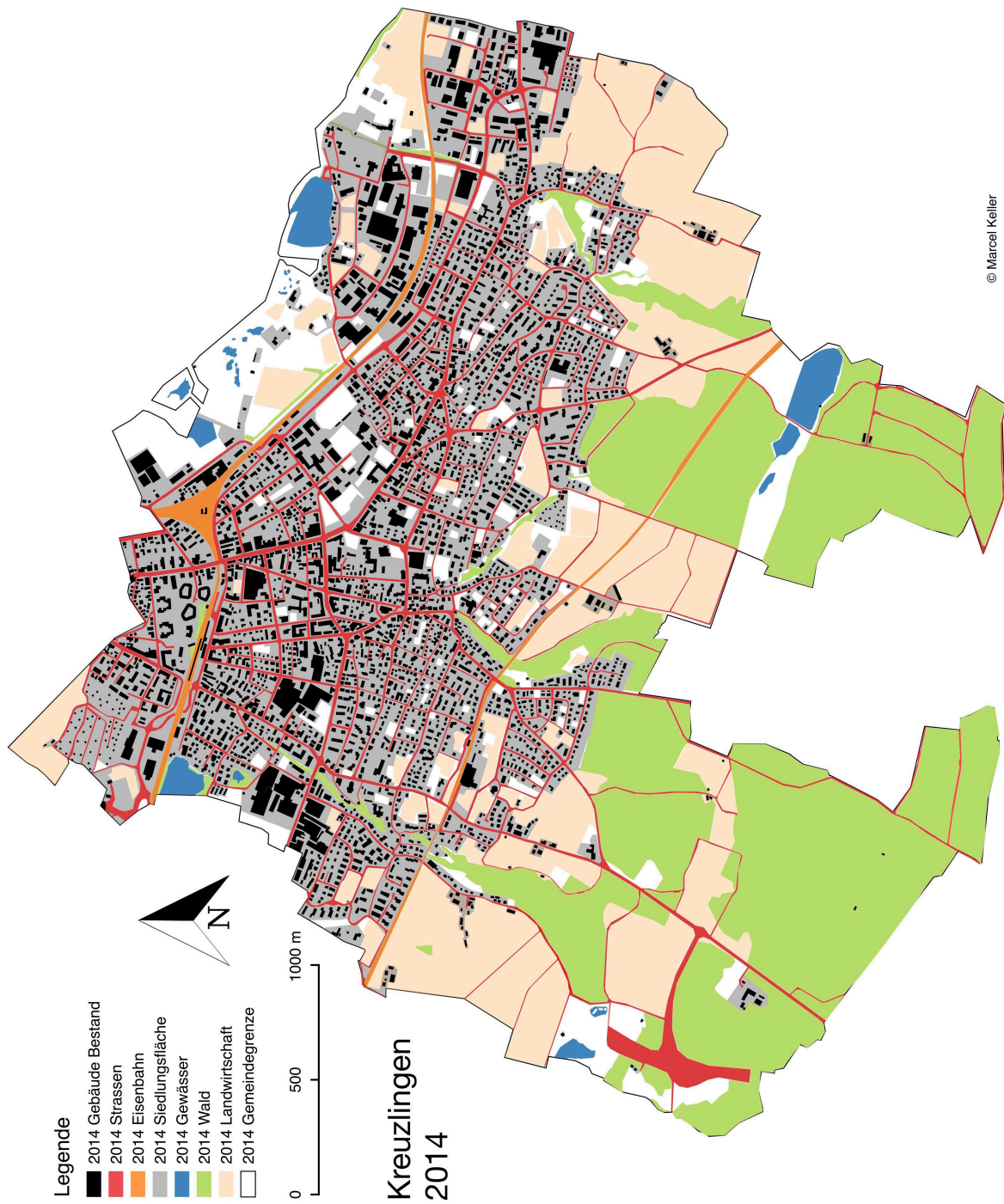












## Heatmaps – Dichtekarten des Jahres 1885

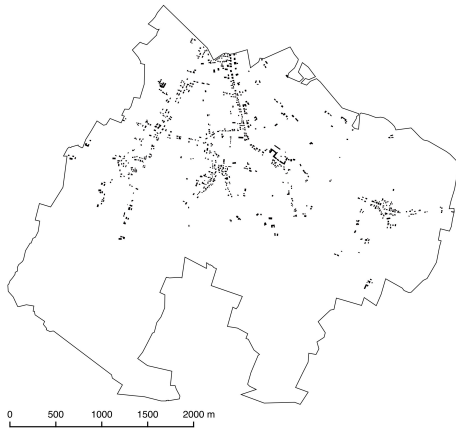


Abb. Anhang. Gebäude 1885 Bestand

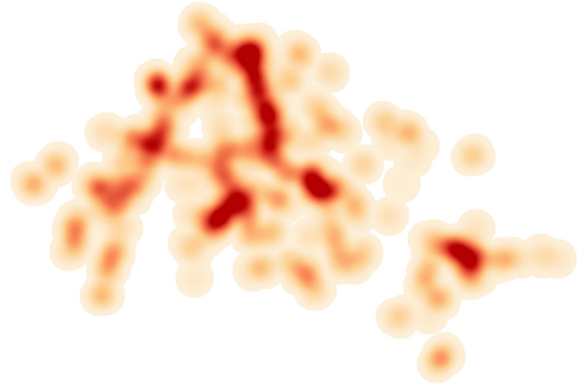


Abb. Anhang. Heatmap 1885 Punktegitter in Polygon

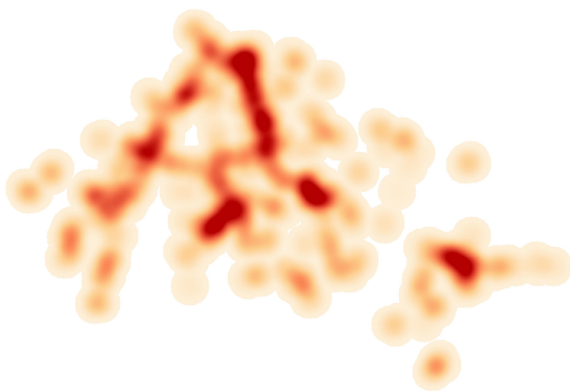


Abb. Anhang. Heatmap 1885 Punktegitter in Polygon ohne Industrie

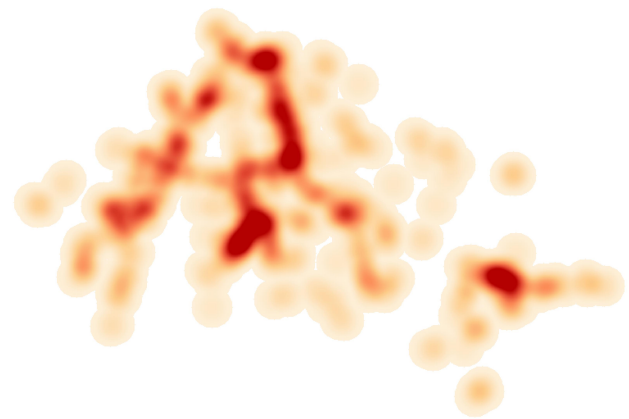


Abb. Anhang. Heatmap 1885 Polygonpunkt

## Heatmaps – Dichtekarten 1958

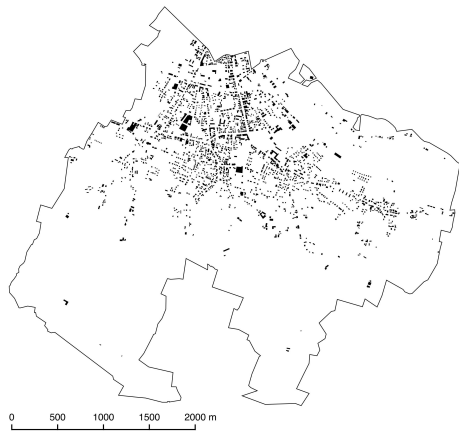


Abb. Anhang. Gebäude 1958 Bestand

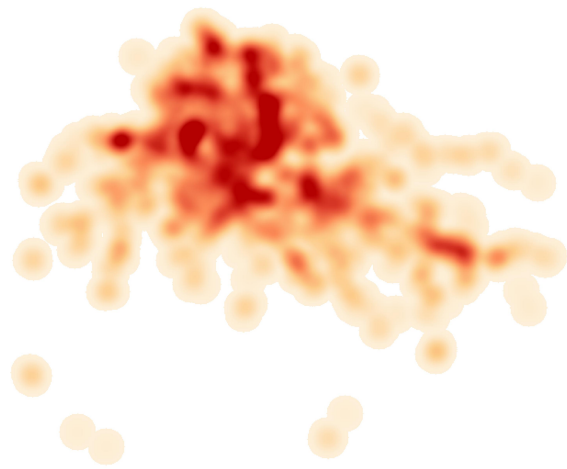


Abb. Anhang. Heatmap 1958 Punktegitter im Polygon

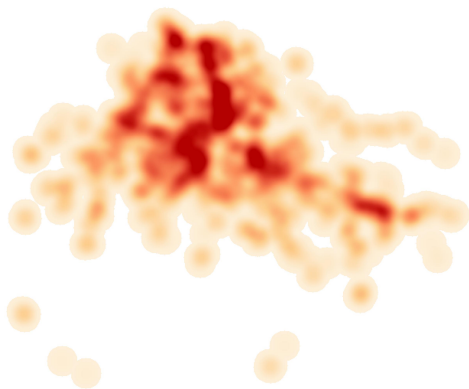


Abb. Anhang. Heatmap 1958 Punktegitter in Polygon ohne Industrie

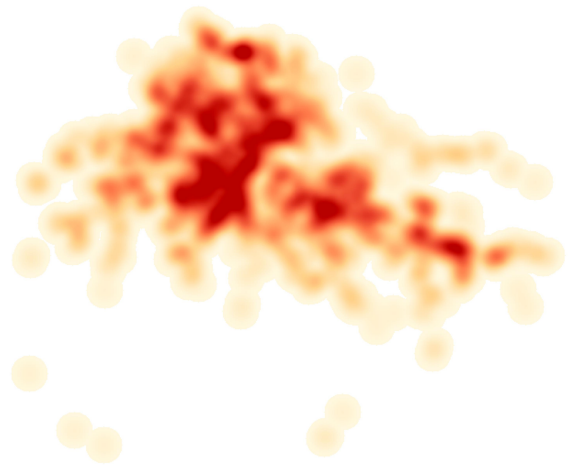


Abb. Anhang. Heatmap 1958 Polygonpunkt Industrie



## Heatmaps – Dichtekarten 2014

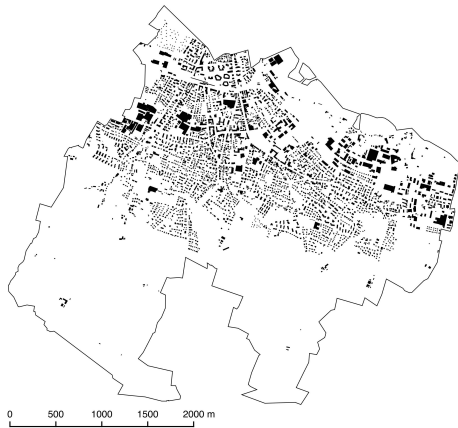


Abb. Anhang. Gebäude 2014 Bestand

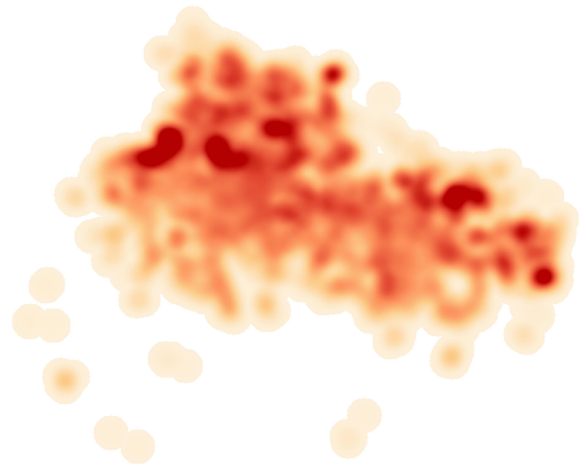


Abb. Anhang. Heatmap 2014 Punktegitter in Polygon

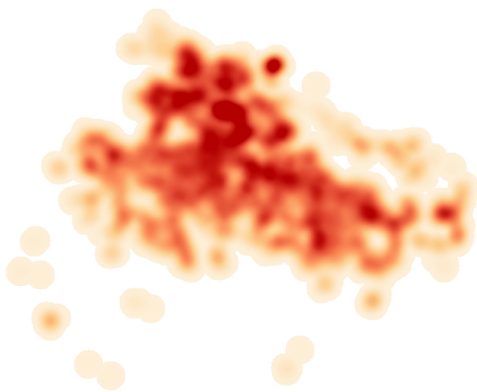


Abb. Anhang. Heatmap 2014 Punktegitter in Polygon ohne Industrie

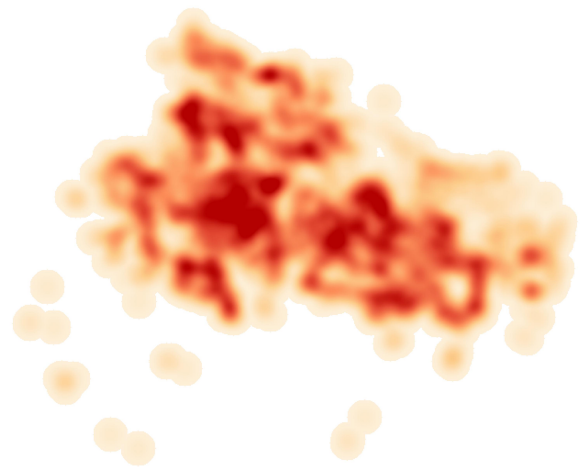


Abb. Anhang. Heatmap 2014 Polygonpunkt

# Selbständigkeitserklärung zur Masterarbeit

**Pädagogische Hochschule Thurgau.** *Lehre Weiterbildung Forschung*

Prorektorat Lehre  
Studiengang Sekundarstufe I

## Selbständigkeitserklärung zur Masterarbeit Sek I und Erklärung zur Einhaltung der Urheberrechte

Als Unterzeichnende/r bestätige ich, dass es sich bei der vorliegenden Masterarbeit mit dem Titel

---

---

um eine Eigenleistung handelt. Ich habe...

... die Arbeit vollumfänglich selber verfasst,

... keine unerlaubten Hilfsmittel verwendet bzw. Hilfen in Anspruch genommen (vgl. Merkblatt für den Umgang mit Plagiaten) und

... alle verwendeten Beihilfen und die verwendeten Quellen (inkl. Internet) als solche gekennzeichnet.

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass meine Masterarbeit in der Präsenzbibliothek der PHTG zur Verfügung gestellt werden kann (s. Richtlinien zur MA 4.4).

Name \_\_\_\_\_

Vorname \_\_\_\_\_

Ort/Datum \_\_\_\_\_

Unterschrift \_\_\_\_\_

Pädagogische Hochschule Thurgau  
Unterer Schulweg 3  
Postfach  
CH-8280 Kreuzlingen

Tel. +41 (0)71 678 57 22  
Studiengang.sek1@phtg.ch  
www.phtg.ch

vs. 23.04.2015

